



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ
ТЕХНОЛОГИИ



"Информационни и комуникационни технологии в STEM обучението"

Мая Стефанова Стайкова

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

Научна област: **5. Технически науки**

Професионално направление: **5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“**

Докторска програма: **„Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката“**

Научен ръководител:

проф. д-р Найден Шиваров

София, ноември, 2025 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

Увод	5
ГЛАВА 1. STEM обучение	11
1.1 Произход и зараждане на STEM.....	11
1.1.1 Определение	11
1.1.2 Концепция.....	11
1.1.3 Основоположник на STEM концепцията	14
1.1.4 Развитие във времето на STEM обучението	14
1.2 STEM образование в световен мащаб – ретроспекция	14
1.3 STEM образование в България	16
ГЛАВА 2. Технологии в STEM.....	19
2.1 Информационни технологии в STEM образованието	19
2.2 Комуникационни технологии в STEM образованието.....	21
2.3 Интегративни технологии	22
2.3.1 Роботика.....	22
2.3.2 Изкуствен интелект (ИИ) в STEM.....	24
2.3.3 Edge на устройството и облачни (cloud) технологии	46
ГЛАВА 3. Разработка, изследване и интегриране на учебни роботи в STEM обучение.....	49
3.1. Изследване и разработка на роботизирани STEM решения	49
3.1.1. Ozobot	49
3.1.2. BlueBot.....	60
3.1.3. ArtieMax.....	66
3.1.4. Artie 3000.....	82



3.1.5. Cody Rocky	83
3.1.6. XGO-mini 2 Dog	90
3.1.7. Интелигентни мобилни роботи	111
3.1.8. Други мобилни образователни роботи	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	143
ПРИНОСИ 145	
Апробация на резултатите.....	147
БИБЛИОГРАФИЯ.....	149
Благодарности	160

Речник на използваните термини и съкращения

ИКТ	ICT	Информационните и комуникационни технологии
ИИ	AI	Изкуствен интелект / Artificial intelligent
STEM	STEM	Science Technology Engineering Mathematics Наука Технологии Инженерство Математика
ИНТИМ	ISTEMed	Integrated Science-Technology-Engineering-Mathematics Educational program
ННФ	NSF	Национална научна фондация National Science Foundation
СМЕТ	SMET	Science, Mathematics, Engineering and Technology
НЛП	NLP	Невролингвистично програмиране
	MCU	Micro Controller Unit/ Микроконтролерна единица
	ESP32	Микроконтролер
	SDIO	Secure Digital Input and Output/ Сигурен цифров вход и изход
	DMA	Direct Memory Access/ Директен достъп до паметта
	SPI	Serial Peripheral Interface / Сериен периферен интерфейс
	UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter/ Универсален асинхронен приемо-предавател
	I2C	Inter-Integrated Circuit / Интер-Интегрирана схема
	GPT	Generative Pre-trained Transformer
	IMU	Inertial Measurement Uni / Инерционен измервателен модул
	BMS	Battery Management System/ СиСТЕМА за управление на батерии
	GB	Gigabyte/ Единица за измерване на цифрова информация
	RAM	Random Access Memory/ Операционна памет
	SD	Secure Digital card/ Сигурна цифрова карта
	CM 4	Compute Module 4
	DAC	Digital-to-Analog Converter/ Дигитален-аналогов преобразувател
	RC	Remote control/ Дистанционно управление
	Yolo	You Only Look Once/ Може да видиш веднъж
	IDE	Integrated Development Environment/ Интегрирана среда за разработка
	QR	Quick Response/ Бърз отговор
КБТ		Ключовите базови технологии



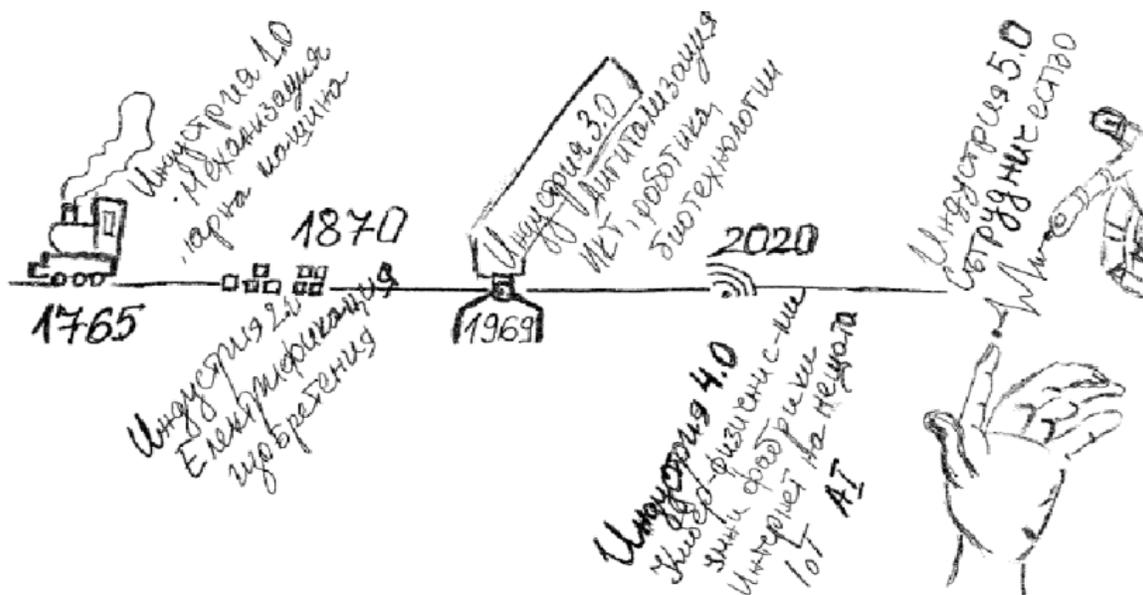
УВОД

Актуалност на проблема

Днес сме на прага на индустрия 5.0., което говори за непрекъснато развитие на информационните и комуникационните технологии в ежедневието на обществото. За да бъде едно общество устойчиво, икономически ефективно и с високо качество на живот то е необходимо технологиите да са вплетени в неговата структура. Този процес започва с раждането на всеки един субект от това общество. За да запази устойчивостта си и да я утвърждава неговите единици е необходимо да са подготвени. Тази подготовка освен в семейната среда се случва и в образователната система. Бързината, с която се развиват технологиите не успява да се синхронизира с образователната система в България, която би подготвя бъдещите управляващи, създатели, изобретатели и т.н.

Дисбалансът между технологиите и образованието започва с желанието на индивидите да се развиват през 19 в. Век на много открития и подем в развитието. Развитие което започва във Великобритания с преминаване от земеделие към фабрично производство(манифактура). Или това е първата т.нар. Индустрия. След нея идва и втората индустриална революция, от края на 50-те до края на 70-те години на 19 в., при която се премина от аналогови, механични и електронно-механични към цифрови и дигитални средства. До тук революциите вървят плавно и поетапно. Третата индустриална революция има за цел да синхронизира тези процеси. Но с идването на Индустрия 4.0, в която се появяват интернет на нещата, киберфизични системи започва бързия подем на развитие и настъпва дисбаланса и изоставането на образованието, което не успява да се интегрира по толкова бързо и не се преформатира в нова формула. Днес е известно, че живота на един телефон е две години и той вече е обновен, но не така се обновява системата на образованието. Следователно и нейните ползватели – учениците, които утре ще бъдат новите изобретатели, иноватори, управляващи. Но как те ще бъдат такива ако не получат една добра основа на своето развитие? Индустрия 4.0 се заражда през 2013 г. и официално навлиза през 2015 г. прокламирано от канцлерката Ангела Меркер на Икономическия

форум в Давос. (Фиг.1) Днес сме 2025 г., точно едно десетилетие в което промени се случиха във всички сфери на обществото.



Фиг. 1 Пътят на индустриите

Промените освен производството обхващат образованието, общуването, комуникацията, начина на работа, като основна роля играят информационните и комуникационни технологии (ИКТ). В социален аспект образованието е силно въввлечено и настъпват промени в начините на придобиване на знания на всички етапи и аспекти от микро до макро мащаб. Започва ново развитие в педагогиката и търсене на нови методи основаващи се на технологиите – различни видове технологично подпомагано или технологично базирано обучение [1]. Един от първите иновативни методи на ИКТ е обучение чрез образователни игри за учебни цели. [2, 3, 4, 5] Учебните компютърни игри се възприемат приятно и мотивиращо от обучаваните. Не бива да се подминава и факта, че се дефинират нови поколения. Основоположници на теорията за поколенията са Нийл Хау и Уилям Щраус. [6] Теорията дефинира живот на всяко поколение в собствена епоха, която продължава около 20 – 25 години и определя политическото, общественото и икономическото им развитие. Всяко поколение има име и може да се разграничи според специфични черти, повлияни от развитието на технологиите и други световни събития. До днес се определят пет типа поколения, като последното, започнало през 2013 г. е на половината си път, т.е. сега и следващите години ще продължи да се ражда поколението алфа – α. Началото се поставя с поколението *бейби бумъри* – поколенията непосредствено

след войната, които започват да облагородяват живота и да се грижат за нарастване на популацията след голямата смъртност. Тези поколения от технологична гледна точка са израснали само с телевизори, след радиото. Това е бил техния основен източник на информация. След тях идва *поколението X* – тук се появяват първите настолни компютри. Поколенията родени в повече технологии и появата на Интернет и отваряне към света. Тук започва и бързото развитие на технологиите, затова следващото дефинирано поколение е *Поколението Z* – поколението на социалните мрежи, смарт телефони или вече в джоба им се намират голям набор от инструменти, които предходното поколение е събиращо и търсило с време. Тук идва голямата промяна на бързото – както технологиите се развиват бързо, така и това поколение иска да е бърза информацията, да са бързи действията, бързо говорят, бързо гледат и така променят начина си на информация, начина си на забавления (не играят навън или с настолни игри, кино) и начина на общуване.



Фиг. 2 Еволюция на видовете поколения

Последното десетилетие се оформя като поколението което стартира с виртуално обучение – *поколение алфа*. И тук идва големия сблъсък на реалността между образователната система, нейното износване, амортизация и не възможност да отговаря на бързите темпове на развитие и промяна на живот още от предходното поколение Z. Поколение алфа дори се запознава с изкуствения интелект (ИИ(AI)) и започва плавен опит за свързване с машините.

В България образованието се намира в кризисно състояние. Държавното образование е в системна криза, което противоречи с частното образование което има възможността по-бързо да догонва технологичното развитие на поколенията. От друга страна трудовият пазар в България се развива технологично, опитвайки се да поддържа едно здраво общество. Компетентните трудови кадри са все по-ценни и е нужно учениците още в училище да развиват подходящите умения, за да са конкурентноспособни. Догонването и излизането от функционалния срыв на образователната система може да се случи с помощта на ИКТ и STEM обучение. STEM¹ е абревиатура от английското STEM - Science Technology Engineering Mathematics, в превод Наука Технологии Инженерство и Математика. Четири глобални науки обединени в едно с цел колаборацията им в преподаването в един час. Това е метод на обучение с чиято помощ може да се балансира образователната система. Освен търсения баланс в образованието, времената се развиват технологично и започва Индустрия 5.0, което задава посока на STEM метода в образованието, а именно да се включи изучаването на технологиите, да може то да се обновява и да бъде адекватно на реалните технологични промени и новости, поставяйки една стабилна основа.

Образованието е необходимо да отговаря на ежедневната динамика, а работните места на настоящето и бъдещето предполагат все повече участие на изкуствен интелект, работа с алгоритми, изобретателство и инженерство. Затова и интересът към STEM обучението е все по-голям.

STEM образованието носи редица ползи за учениците. Ако образователната цел е учениците да станат адаптивни и критично мислещи млади хора, които да могат да решават казуси утре, у тях е нужно да се подкрепят следните умения, върху които се основава концепцията за STEM:

- Творческо мислене (креативно мислене);
- Критичен анализ (аналитично мислене);
- Работа в екип;
- Инициативност;
- Математическа грамотност;
- Алгоритмично мислене;

¹ Тъй като понятието STEM се е наложило и на английски и на български ще запазя използването на абревиатурата на латиница.



- Социално-емоционални умения (емпатия, активно слушане).

В тази връзка настоящия дисертационен труд има за **цел** да покаже как информационните и комуникационните технологии се прилагат в STEM обучението. По конкретно как роботите могат да помогнат в технологичното обучението, включващо информационни технологии, механика, физика, инженерство, математика и др.

За постигане на целта са поставени следните **задачи**:

- Да се проведе критичен анализ на метода за преподаване STEM;
- Да се анализират връзки между метода STEM и технологиите;
- Да се изследват технологии;
- Да се изследват технологиите в STEM образованието;
- Да се представят оригинални решения за работа с конкретни роботи.

Задачите са в подкрепа на **хипотезата**, че ИКТ е полезен инструмент за използване в образованието и обединяващ различни предмети в STEM обучение.

Обект на настоящия дисертационен труд са различни видове работи, подходящи за обучение на ученици в различни етапи на образователната система, анализирани на техните възможности за работа.

Предмет на изследването са киберфизичните среди за работа на различните работи. До колко различните работи имат такива, до колко са лесни за разбиране и използване, до колко са подходящи за STEM обучение. Имат ли възможност за развитие. На какви етапи от образователната система отговарят.

Чрез интегративните образователни технологии ще покажа интегрирането на ИТ и КТ и тяхното въздействие върху учебния процес.

Предложения дисертационния труд е структуриран в увод, три глави и заключение. Трудът се придружава от Декларация за оригиналност на получените резултати.

В увода е изложена темата, обекта и предмета на дисертацията. Описана е актуалността на темата. Положена е цел на изследователската работа и задачи, чрез които тя да бъде постигната.

Първа глава съдържа теоретични понятия, направен е обзор, анализ и систематизация на STEM образованието до днес в България и по света.

Втора глава разглежда информационните и комуникационните технологии спрямо STEM образованието. Роботиката като част от ИИКТ.

Трета глава изследва различни работи, дали са подходящи за учебна среда, какви възможности предоставят, разработване на уроци, сорс кодове за съответни работи. Анализ до колко са подходящи за интегриране в учебните програми през STEM уроците. Дадени са конкретни изследователски задачи, които са тествани или проведени с цел анализ и проверка на задачите на дисертационния труд.

Дисертационния труд завършва със заключение в което се дават конкретни и ясни предложения за работа.

Дисертационния труд се състои от 186 страници, от които основно съдържание 146, включва 109 фигури, 7 таблици, 2 приложения, библиографията обхваща 126 източника, от които 126 на английски език и 6 интернет сайта.



ГЛАВА 1. STEM ОБУЧЕНИЕ

1.1 Произход и зараждане на STEM

1.1.1 Определение

STEM е акроним за научно-техническо образование или образователен подход, който съдържа четири основни дисциплини: наука, технологии, инженерство и математика. Ключов трик тук е, че Наука съдържа в себе си всички класифицирани раздели като Биология, Физика, Химия и т.н. STEM се ражда от учен в Националната научна фондация (ННФ) (National Science Foundation (NSF)) на САЩ. ННФ на по-късен етап съставя списък от STEM области, включително свързаните с индустрията области на психология, социални науки и изследвания в областта на образованието и ученето.

Няма официална дефиниция за STEM, но днес абривиатурата се използва като марка, която описва интегрирането на науката, технологиите, инженерството и математиката в образователните програми. Или образованието насочва фокуса към развиването на алгоритмично, логическо, инженерно мислене и нова методика на обучение, базирана на проектно базираното обучение. Т.е. учениците имат за задача да решават проблеми от реалния свят с помощта на всички тези науки заедно. Така се цели стремеж към иновации. [8, 9]

1.1.2 Концепция

Концепцията дава отговор на това как да се преодолее „скучното“, не удовлетворяващо представяне на учениците/студентите на стандартизираните изпити по математика и природни науки. [8] Нивото което днес сме достигнали и в България.

В малко по конкретен смисъл нека да изясним, че S от science (наука) се занимава с разбирането на естествения свят. Науката се занимава с това което съществува в естествения свят Процеси, които се използват в науката за търсене на естествения свят са: запитване, откриване на това което е, изследване, използване на научен метод.

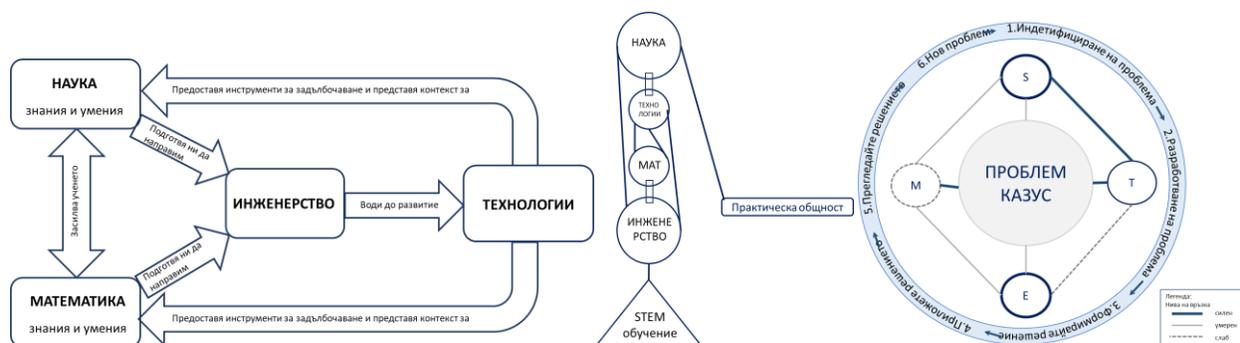
T – технологията е модификация на естествения свят, за да отговори на човешките желания и нужди. [10, 11] Целта на технологията е да направи модификации в света, за да отговори на човешките нужди. [12] Технологията се занимава с това което може да бъде

проектирано, направено и разработено от материали или вещества от естествения свят. [13] Процеси, които могат да се изведат за промените на естествения свят са: иновациите, практическо решаване на казуса, дизайн, визия.

E – Engineering – инженерството се дефинира като професия, в която знанията в математическите и природни науки, придобити чрез учене и практика се прилагат така, че да се разработи нови материали, машини или други иновации с цел икономично използване на природните материали, възпроизвеждането им, използването на силите на природата и всичко в полза на хората. [14]

M – Mathematics – „математиката е наука за моделите и връзките“ [15] Математиката е в основата на иновациите или тяхното подобрене. Говорейки днес за технологии, индустрии, изкуствен интелект, зад всичко седи много математика.

STEM може да се визуализира по няколко варианта чрез следните модели посочени на фиг. 3 [8] Модели на предметните взаимоотношения на STEM:



Фиг. 3 Модели на предметните взаимоотношения на STEM

STEM образованието предлага свързване на научното изследване чрез формулиране на въпроси, на които се търсят отговори чрез проучване, за да запознае ученика, преди да се включи в процеса на инженерно проектиране за решаване на проблеми. [16] В своето зараждане подходът STEM се предполага, че ще повиши мотивацията на учениците, ще подобри уменията за решаване на проблеми, постиженията по математика и науката. И чрез този нов метод да се помогне на учениците да разберат какво учат и къде могат да го използват, да прилагат придобитите знания.

При STEM обучението ученикът е в центъра на учебния процес. Насърчава се творчеството и се променя традиционната динамика на преподаване и взаимоотношенията между учител и ученик. Учи се чрез преживяване, експерименти, решаване на проблеми и се търси практическото приложение на развитите умения и придобитите знания. Освен



всичко, STEM надгражда традиционното образование, като се фокусира и върху създаването на междупредметни връзки и работата в екип не само между учениците, а и между педагозите.

Целта на STEM образованието е да насърчи учениците да развият критично мислене, проблемно решаване, комуникационни умения и да бъдат подготвени с тези меки умения за реалния живот след навършване на пълнолетие.

Въпреки изясняването на STEM до тук, няма международно приета дефиниция за STEM. Най-често използвани определения са:

- Преподаване и учене между две или повече предметни области на STEM или между STEM училищни предмети. [17, 18, 19]
- Усилие за комбиниране на някои или всички четири дисциплини наука – технологии – инженерство и математика в един час или урок, който се основава на връзки между предметите и проблеми от реалния свят. Моделите на учебни програми по STEM могат да съдържат учебни цели фокусирани върху един предмет, но контекстите идват от други предмети. [20,21]
- Подходът на преподаване на STEM съдържание е на две или повече области, обвързано от STEM практики в реално съдържание с цел свързване на тези предмети за подобряване на обучението на учениците.(подрастващите). Процесът е необходимо да включва научни изследвания, инженерна дейност, математическо, аналитично мислене и технологична грамотност. [22]

Колкото и да се дискутира колко дисциплини да бъдат включени в STEM, самите дейности въвличат всичко в сложни проекти изискващи прилагане на умения и знания от всички наведнъж, което е най-близо до реалния ежедневен живот.

Обобщено всичко това се заключава в термина „проектно базирано обучение“. Което в реална ситуация в урок изглежда по следния начин: учениците имат за задача да изградят напр. работеща оранжерия. За целта е необходимо да получат знания от науки като биология, физика, математика – геометрия, ще им е необходимо да бъдат инженери (математика), с която да изградят и технология да го реализира. На допълнителен етап

може да продължи развитието с включване на автоматизация или използване на информационни технологии.

1.1.3 Основоположник на STEM концепцията

Името, което се среща за създател на STEM образованието е Джорджет Якман (Georgette Yakman), която е завършила магистърска степен в Политехническият институт на Вирджиния и интегрираната образователна програма по наука-технологии-инженерство-математика в образователната програма (Science-Technology-Engineering-Mathematics Educational program (ISTEMed)) на държавния университет през 2006 г. В по-дълъг период назад във времето се среща името Джудит Рамали (Judith Ramaley), която още през 90те години на миналия век използва съкращението SMET (Science, Mathematics, Engineering and Technology), което е наука, математика, инженерство и технологии.

1.1.4 Развитие във времето на STEM обучението

Въпреки близкия прочит от 2006 г. могат да се намерят и материали доста по-назад във времето, които свидетелстват за STEM, като закона на Морил от 1862 г., който създава университети за предоставяне на земя за насърчаване на селскостопанската наука. Законът създава и инженерни програми на по-късен етап. В последствие възникват повече институции предоставящи земя и STEM обучението се развива и отвъд образованието и навлиза в работната сила. Съкращението STEM, идващо от Science Technology Engineering and mathematics /Наука Технологии Инженерство и математика/ - STEM е въведено през 2001 г. от учени в Националната научна фондация (National Science Foundation (NSF)) на САЩ. Преди това е било използвано съкращението SMET (Science, Mathematics, Engineering and Technology), въведено от биологът и академичен администратор Джудит Рамали (Judith Ramaley) още през 90те години.

1.2 STEM образование в световен мащаб – ретроспекция

Държавите които могат да се наредят на преден план що се отнася до наука и развитието ѝ според ОИСР (OECD) [23, 24]са:



Южна Корея с 32% отбелязва най-големия спад в челната десетка, от 39% през 2002 г., въпреки че страната запазва позицията си начело в списъка на ОИСР.

Германия с 31%, се нарежда на трето място по средно годишно завършили STEM студенти (около 10 000), с което се нарежда след САЩ и Китай.

Швеция има 28% и се нарежда след Норвегия по отношение на използването на компютри на работното място, включително за приложения като програмиране. Повече от три четвърти от активното население използват компютри на работното си място.

Финландия е държавата с най-голям дял на завършили STEM образование - над 30% от завършилите университети са със STEM специалност, а не само STEM обучение.

Франция може да се похвали, че завършилите образованието си изследователи в STEM се наемат от индустрията, а не от университетите или правителството.

Въпреки, че Гърция се нарежда на шесто място разходва само 0.08% от БВП на страната си за научни изследвания през 2013 г., който е един от най-ниските сред развитите страни. Този факт обяснява защо процентът на STEM образованието спада от 28% през 2002 г. на 26% през 2012 година.

Естония заема седма позиция благодарение на жените завършили STEM. Те са с най-висок процент - 41% през 2012 година.

Мексико е успяла да увеличи STEM обучението с 1 % от 24% през 2002 г. до 25% през 2012 г., въпреки че правителството е премахнало данъчните облекчения за инвестициите на бизнеса в научноизследователска и развойна дейност.

Въпреки деветото си място Австрия достига 25% и се нарежда на второ място с най-голям брой докторанти в STEM в трудоспособна възраст, 6.7 на 1000 жени и 9.1 на 1000 мъже.

Португалия също може да се похвали, че 25% от обучаващите се, се дипломират със степен в STEM. Страната е и с най-висок процент докторанти - 72%, които работят в областта на образованието, на фона на всичките изследвани европейски страни.

Канада се нарежда на 12 -то място от 16 държави по процент от завършилите, които са учили в STEM програми с 21,2%. Това е по-висока позиция спрямо САЩ, но по-ниска от Франция, Германия и Австрия.

Друга държава извън ЕС е Индия с общ брой на завършилите STEM образование - 2,6 милиона през 2016 г. Тези специалисти имат изключителен принос за развитието на индийската икономика. Възходящото развитие на икономиката се дължи главно на уменията на специалистите по STEM.

Държавата, която дава много възможности и материали, от където и възниква официално STEM обучението – САЩ, през 2015 г. има 9,0 милиона STEM работници. Около 6,1 % от всички работници са в STEM професии, спрямо 5,5 % през 2010.

Заетостта в STEM професиите нараства много по-бързо от заетостта в не-STEM професиите през последното десетилетие (съответно 24,4 % спрямо 4,0 %), като се за периода 2014-2024 се очаква това нарастване за STEM професиите да е с 8,9 % , в сравнение с 6,4 % растеж за не-STEM професии;

STEM работниците получават по-високи заплати, като печелят с 29 % повече от своите колеги, които не са STEM (данни от 2015 г.);

Почти три четвърти от STEM работниците имат поне висше образование, в сравнение с малко повече от една трета от не-STEM работниците;

Всяка година 2 пъти нараства броя на работните места по STEM в САЩ.

STEM насърчава равенството между половете, малцинствата и др. общности.

1.3 STEM образование в България

През 2014г. се приема документ „Стратегия за ефективно прилагане на информационни и комуникационни технологии в образованието и науката“ на Република България (2014-2020). Основната цел на Стратегията е да осигури равен и гъвкав достъп до образование и научна информация по всяко време и от всяко място - от стационарен компютър, лаптоп, таблет или мобилен телефон. За първи път се създава единна информационна среда, обслужваща училищното образование, висшето образование и науката.



В България се заговори за STEM преди едно десетилетие, още в далечната 2014 неправителствени организации започнаха темата и лека полека прокараха път до образователната система на България. През 2018 г. България се присъедини като пълноправен член към Европейската STEM коалиция. Това е мрежа от национални STEM платформи и организации, отговорни за изпълнението на националните STEM стратегии. Днес 8 години по късно има национална стратегия за STEM образование, Национален STEM център към Министерство на образованието (МОН), проведен е един цикъл от интегриране на STEM пространства в училища из страната, в ход е изпълнението на втори цикъл, който обхваща всички държавни образователни институции – училища. Това се случва чрез национална програма на МОН за „Изграждане на училищна STEM среда“ от 2020 г., която е насочена към създаването на нови училищни центрове. Необходимо е да се промени физическата среда, да се промени стандартната класна стая, последвано от снабдяване със съвременно, адекватно оборудване и материали за ръчна работа. Първият цикъл за интегриране на STEM обучение започна през 2020 г. Последните пет години освен разгръщане на STEM концепцията в образованието се провеждат и много събития, които презентират уроци и начини на вмъкване в стандартното образование и на STEM часове, уроци и се следи как това се отразява на учениците и учебния процес. Днес тези събития изглеждат много по пълни, с много повече желаещи да се научат, други да споделят опит.

Въпреки статистиката и хронологията STEM се случваше в България и по напред във времето, но нямаше име. Още през миналия век така известната Сендовската система създава първите стъпки към модерното днес STEM обучение. С това се запознават някои ученици от Софийски училища от представянето на експерименталния начин на обучение, въведен от изтъкнатия български математик акад. Благовест Сендов, представено от доц. Жени Сендова, която понастоящем е асоцииран член на Института по математика и информатика към БАН. [25]

Обучението по системата на Сендов у нас се е реализирало между 1974 г. и 1996 г. "Това е уникален образователен модел, на който днес казваме STEM, иновация,

експеримент. В основата му са всички принципи на STEM обучението - учене чрез правене, проекти, задаване на въпроси и т.н."

В основата на Сендовската система е философията, че двигател на образователният процес трябва да са любопитството и познавателната потребност на детето, а не принудата и заплахата от санкция, както и че детето трябва да е активен участник и откривател, а не пасивен слушател. Ученето чрез правене и интердисциплинарният подход, при който се заличават границите между отделните предмети (вместо биология, физика и химия например се е преподавало природа), са други отличителни характеристики на въпросния модел.

STEM обучението също набляга на проектите, експериментите, ученето чрез игра и т.нар. "междупредметни връзки", които показват на учениците, че изучаваното по един учебен предмет може да има приложение навсякъде в живота и е свързано и с другите учебни предмети.

Всички образователни системи в ЕС включват темата за устойчивостта в своите учебни програми. Компетенциите за устойчивост често са включени по интердисциплинарен начин, с междупредметни връзки или чрез проектно-базирано обучение. Устойчивостта е включена в учебните програми като отделен, често избираем предмет само в 6 страни от ЕС (Кипър, Унгария, Румъния, Словения, Испания и Швеция) според доклада на Европейската Комисия (ЕК) за 2024 г.

Трансформативните педагогически подходи са необходими за насърчаване на компетенциите за устойчивост. Такива педагогически са ориентирани към действие, характеризирани се с елементи като самостоятелно учене, участие и сътрудничество, ориентирани към проблеми, интер- и трансдисциплинарни подходи и свързване на формално, неформално и самостоятелно учене. Трансформативните подходи включват искане към учениците да изследват различни културни перспективи (съобщени от 73,0% от учителите) или различни социални и икономически перспективи (64,1%). По-рядко срещани са по-ориентирани към действие примери за работа в малки групи по различни въпроси (46,5%), ролева игра (20,0%), предлагане от ученици на теми за последващи уроци (18,4%) или проекти, които включват събиране на информация извън училище, като например интервюта в квартала (13,1%). [26]



ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИИ В STEM

Терминът информационни и комуникационни технологии (ИКТ) е с широко значение, обхващащо всички познати начини и средства за обмен на информация, като радио, телевизия, мобилни телефони, компютърен софтуер и хардуер, сателитни системи и т.н.

Понятието информационни технологии (ИТ) на английски: Information technologies в съвременния си смисъл е използвано за пръв път през 1958 година в статия в Харвард Бизнес Ревю, където авторите Харолд Лийвит и Томас Уислър отбелязват, че „новата технология все още няма определено наименование. [27] Но започваме да я наричаме информационна технология (ИТ).

Обработваната информация най-често е в дискредитиран вид, информационните технологии понякога са наричани и цифрови или дигитални. Поради важната роля на комуникациите в съвременните средства за обработка на информация, често се използва и по-широкото понятие информационни и комуникационни технологии.

Информационните и комуникационни технологии действат като интегратор в STEM обучението. Те свързват съдържание от различни дисциплини.

2.1 Информационни технологии в STEM образованието

Информационните технологии са група технологии, предназначени за събиране, обработка, съхранение, обмен, създаване и разпространение на текстово-информационна, графична, звукова, онлайн информация, като се използва за тази цел базирани на микроелектрониката устройства, компютри, принтери, скенери и мобилна и телекомуникационна техника. Информационните технологии обхващат практическото приложение на хардуера и електрониката, и информатиката, както и софтуерните

технологии, и в това отношение споделят някои общи черти с инженерните дисциплини. [28, 29]

Когато говорим за ИКТ в образованието е нужно да уточним какво точно се включва в това понятие. Съвременното разбиране за ИКТ, които се използват в образованието се отнася за технологични инструменти и ресурси, които се използват за комуникация, създаване, разпространение, съхраняване и управление на информация.

В центъра на информационните технологии е информацията. Основна задача на ИТ е автоматизиране и систематизиране на работата с нея с помощта на изчислителна техника като компютри. Информацията е понятие, свързано с обективното свойство на материалните обекти и явления или процеси да пораждат многообразие от състояния, които могат да се предават на други обекти чрез взаимодействия и да се запечатват в тяхната структура. [30] Макар да не съществува общоприета конкретна дефиниция, обикновено под информация се разбира налично, използваемо знание. [31] В по-тесния технически смисъл информацията е подредена редица от символи – данни.

Теоретичната основа на информационните технологии е информатиката – наука, занимаваща се със събирането, преобразуването, преноса и съхранението на информация с произволни, включително и автоматични, средства. Тя изучава информацията от гледна точка на нейната структурираност, количествените ѝ характеристики, формите и начините за нейното представяне, както и информационните процеси като композиция на основните информационни дейности и методите и средствата за тяхното автоматизиране.

Информатиката произлиза от и е тясно свързана с математиката, лингвистиката, електронното инженерство и други науки.

Технологиите не бива да се свързват само с цифровите медии и новите технологии. Определението за технология е всяко устройство или иновация, създадени да посрещнат човешка нужда или желание.

Технологията се използва за създаване на технология.

Чрез STEM обучението учениците разбират как се разработват новите технологии, учат се как да използват технологиите и откриват как новите технологии ни влияят. Или за STEM обучението технологиите са: „Предавателната“ част.

Технологиите се свързват с нарасналия брой STEM професии.



2.2 Комуникационни технологии в STEM образованието

ИКТ е термин, който се използва за обозначаване на всички компютърни и комуникационни технологии. Т.е. този термин има широко значение, обхваща всички познати начини и средства за обмен на информация, като радио, телевизия, мобилни телефони, компютърен софтуер и хардуер, сателитни системи и т.н., както и различни видове услуги и приложения, свързани с тях, като видео конференции и дистанционно обучение.

ИКТ се използват в производствените сфери, образованието, здравеопазването, библиотечната дейност и др. В съвременното информационно общество, нуждата от използването на ИКТ е неизбежна, с оглед на необходимостта от управление на огромното количество информация в различните сфери на човешката дейност.

Както по горе се спомена през 2014г. в България с приемането на „Стратегия за ефективно прилагане на ИКТ в образованието и науката“ се полага основата на ИКТ в образованието. Успешното прилагане на ИКТ в образователните институции носи множество ползи както за учащите, така и за работещи в тях. Чрез използването на ИКТ се преодоляват предизвикателства от най-различно естество, като най-ярък пример е преодоляване на времевите и пространствени ограничения на традиционните класни стаи по време на здравната пандемия COVID 19. Наред с това, чрез употребата на ИКТ на обучаемите и преподавателите се осигурява достъп до голямо количество съвременна и разнообразна информация, което може да улесни учащите при усвояването, а преподавателите – при подготовката – на учебния материал. Развитието на ИКТ в образованието премина в електронно обучение (e-learning), компютърно-базирано обучение (computer-based learning) и обучение, посредством компютър (computer-mediated learning). В годините започна бавно създаване на компютърно, онлайн съдържание за обучение в различни направления.

По време на здравната епидемия много ясно се разграничиха видовете комуникации и се изпробваха вече създадените ИКТ програми за обучение. В тази връзка могат да се разграничат два вида комуникация – синхронна и асинхронна. На фиг.4 могат да се видят.

Асинхронно	Синхронно
<ul style="list-style-type: none"> • E-mail • Социални мрежи • Мултимеди • Уеб базираната платформа за образование • Виртуални библиотеки 	<ul style="list-style-type: none"> • Уеб конференция • Чат • VoIP • Аудио подкастове • Виртуални светове

Фиг. 4 Асинхронна и синхронна комуникация

2.3 Интегративни технологии

2.3.1 Роботика

Роботиката е клон на техниката, машиностроенето, електроинженерството и информатиката, в който са включени дизайна, строежа, управлението и приложението на работи, както и компютърните системи, нужни за техния контрол, приемане на данни от сензори и обработка на информацията. Т.е. роботиката е част от ИКТ.

Роботиката попада в много различни области и затова е мултидисциплинарна и се занимава с дизайна, конструирането, управлението и приложението на работи, както и компютърните системи, необходими за техния контрол. Тя обхваща инженерство, електротехника, информатика и други клонове на науката. Роботиката намира приложение в различни сфери, включително промишлеността, медицината, военната техника, космонавтиката и дори в ежедневието на децата.

Някои от ключовите аспекти на роботиката са:

- **Дизайн и конструиране** - Включва създаването на механичните структури на роботите, техните двигатели, сензори и други компоненти.
- **Управление** - Включва програмирането на роботите да изпълняват определени задачи, като използват компютърни системи и сензори.
- **Приложения** - Роботиката се използва за автоматизиране на процеси в промишлеността, за изпълнение на опасни или повтарящи се задачи, за изследвания



в трудни среди (като космоса или дълбоководни океански условия) и за създаване на помощни средства за хора с увреждания.

- Роботика за деца - Включва използването на лего блокчета, двигатели, сензори и контролери за конструиране и програмиране на роботи, развивайки STEM умения при децата.

Думата роботика произлиза от думата робот, която от своя страна е използвана за пръв път от чешкия писател Карел Чапек в пиесата му R.U.R. (на чешки: Rossumovi univerzální roboti), която е изнесена през 1920 г. [32] Думата робот идва от славянската дума „robota“ - работа, труд. Пиесата започва в една фабрика, която прави изкуствени хора, наречени роботи – същества, които могат да бъдат объркани с хората – много подобни на съвременната идея за андроиди. Всъщност Карел не измисля думата. Той е написал кратко писмо към етимологията на думата в Oxford English Dictionary, в която той посочва брат си Йозеф Чапек като реален създател на думата. [32] Според Оксфордския английски речник думата „роботиката“ се използва за първи път от Айзък Азимов в неговия научнофантастичен разказ „Liar!“, публикуван през май 1941 г. в Astounding Science Fiction. Азимов не е знаел, че създава нов термин; тъй като науката и технологията за електрически устройства е електрониката, той предположил, че роботиката по своята същност се отнася към науката и технологиите за роботи. Азимов заявява, че първата употреба на думата роботиката е в разказа му „Runaround“ (Astounding Science Fiction, март 1942 г.) Въпреки това първоначалната публикация на „Liar!“ предшества тази на „Runaround“ с десет месеца.

През 1942 г. писателят на научна фантастика Айзък Азимов създава трите закона на роботиката.

През 1948 г. Норберт Винер формулира принципите на кибернетиката, практически на базата на роботиката.

Напълно автономни роботи се появяват едва през втората половина на 20 век. Първият цифрово управляван и програмируем робот – The Unimate, е инсталиран през 1961 г., за повдигане на горещи парчета метал от машина за леење и натрупване. Търговските и

промишлените роботи са широко разпространени днес и се използват за по-евтино, по-точно и по-надеждно извършване на работа в сравнение с човешкия труд.

Ето защо на прага на Индустрия 5 е необходимо децата от ранна детска възраст да се запознаят с роботиката не само в качеството си на играчка, но и на продукти, с които ще съжителстват, работят ежедневно и ще продължат да развиват. Това е и причината тя да бъде поднесена вече в образователната система чрез STEM обучението.

За разлика от традиционния подход за дигитализация, използващ стационарни компютри и камери, роботите осигуряват независима мобилност, като по този начин преодоляват физическите бариери, наложени от необходимостта от социално дистанциране, социално-икономически недостатъци или специални нужди. Те съчетават предимствата на компютърната система с вълнението от взаимодействието човек-робот, което вдъхновява въображението на всички ученици, като по този начин насърчават чрез пример предимствата на STEM образованието.

Роботите имат голям потенциал да бъдат използвани като образователна технология, те добавят чисто нов цифров капацитет към образователната система. Те могат да се използват като мощна образователна развлекателна платформа - комбинирайки традиционните и иновативни дидактически методи и образователното съдържание по математика, физика, компютри, електроника, машинно инженерство и дори изкуствен интелект, с опита на игровото обучение. Базираната на робот система може да се захранва от чисти енергийни източници (слънчева енергия) и да насърчава чрез пример осведомеността и предотвратяването на изменението на климата.

2.3.2 Изкуствен интелект (ИИ) в STEM

Изкуственият интелект (ИИ) или Artificial Intelligent (AI) играе значителна роля в нашия живот днес. AI е преминал дълъг път през последните години. В самото начало AI започна с идеята за компютърна и кибернетична наука. Дълго време заетите в областта на компютърната обработка на данни, реално разработваха AI, но не използваха думите „изкуствен интелект“. Всички ангажирани в работата с бази данни и различни компютърни специалности всъщност работеха за подобряване на процеса, за да помогнат на хората в ежедневието им. Терминът AI е създаден като част от проект и семинари в Дартмутския



колеж в средата на 50-те години на миналия век. [36, 37] За онова време обществото не беше подготвено да разбере какво е това. AI като продукт, название се появи след 2010 г. След това постепенно се разви като системи за обработка на данни, които могат да се учат и да правят прогнози, като класифицират и корелират огромни количества „големи данни“. [36, 37] През последните години изкуственият интелект е много популярна тема и сега е част от целия ни живот. Към днешна дата ще разгледаме как изкуственият интелект може да се използва от деца и възрастни.

Изкуственият интелект се промъкна през индустриалните революции. Някои хора смятат, че изкуственият интелект е двигател на четвъртата индустриална революция и може да предизвика четвъртата революция в образованието. [38] AI е част от образованието на студентите в университета, в някои технически дисциплини като програмиране, софтуерно инженерство, IoT, компютърни науки и др. Възможно ли е AI да стане част от основното или средното образование? Ще бъде ли AI голяма революция в образованието или просто източник на информация, без да променя съществено основните образователни практики? Това мотивира учителите да преразгледат настоящите възможности на AI и да идентифицират възможни начини за оптимизиране на обучението или интегриране на AI в своите часове.

Loesckx предполага, че изкуствения интелект може да бъде ефективно средство за учене, което намалява тежестта както за учителите, така и за учениците, и предлага ефективни учебни преживявания за учениците. [38] В съчетание с настоящите реформи в образованието, като дигитализация на образователните ресурси, геймификация и персонализирани учебни преживявания, има много възможности за развитие на ИИ приложения в образованието. [38]

Днес изкуственият интелект е предизвикателство и за учителите. Учителите започнаха да използват изкуствения интелект в ежедневните си дейности, като писане на имейли, подготовка на презентации, търсене на подходящи графични материали и др., и го използват в класната стая под формата на приложения.

Сред възникващите предизвикателства е и отношението на учениците към тези промени. [39] До известна степен учениците като дигитални граждани са в състояние да използват изкуствения интелект, за да подобрят резултатите си в ученето. [38] Въпреки това, те може да не успеят да използват подходящи техники на изкуствения интелект по подходящ начин за конкретен контекст на учене, което би довело до негативно отношение към ученето. [40]

В периода от 2010 до 2020 г. фокусът на изкуствения интелект се разделя на три части: представяне на знания, придобиване на знания и извличане на знания. [41, 42] Това беше началото на прилагането на изкуствения интелект в образованието. Началото бе поставено с „първото поколение“, което подкрепи интелектуалната работа на човека чрез прилагане на експертно знание, базирано на правила, „второто поколение“ – модел за търсене, който намираще оптималното решение чрез статистически модел, и „третото поколение“ – разпознаване на представянето въз основа на модел на мозъка.

Педагозите започнаха да проучват подходящи приложения на техниките на ИИ в преподаването си. В момента има някои приложения на AI, които са постигнали интеграция на техника, знания в областта и педагогически дизайн. [38]

Видове изкуствен интелект

В периода 2010 – 2020 г. бяха идентифицирани някои тенденции в научните изследвания: интернет на нещата (IoT), множествена интелигентност, дълбоко обучение и невронаука, както и оценка на ефекта от изкуствения интелект в образованието.

През 1989 г. Международното списание за изкуствен интелект в образованието публикува статия за изкуствения интелект в образованието и създаването на Международното дружество за изкуствен интелект в образованието (IAIED). Тя се основава на разработването на интелигентни системи за обучение и компютърно подпомагани системи за обучение през 60-те и 70-те години на миналия век [37]. ИИ започва своето развитие в два сегмента: инструменти на базата на ИИ за класните стаи и използване на ИИ за разбиране, измерване и подобряване на ученето.

Днес има много инструменти за класната стая. Това се дължи на факта, че образованието като цяло е сложна система, изискваща визуализация на подсистеми и



компоненти, в която невидимите причинно-следствени процеси между поведението на компонентите се влияят взаимно. [43]

Беше предложено систематичното моделиране да анализира три измерения в контекста на образованието: вариациите при учащите, областите на учене и учебните дейности. [44, 45]

Целите на разработването на система, интегрираща изкуствен интелект в образованието, могат да бъдат групирани в четири типа: класификация (5 проучвания), съпоставяне (3 проучвания), препоръки (5 проучвания) и дълбоко обучение (10 проучвания). Първата класификация се отнася до реконструкцията на бази от знания, в които материалите могат да бъдат категоризирани според различни характеристики. Класификацията разграничава съдържанието на знанията, което допринася за точността на текстовия анализ. [46] Например, някои изследователи разработиха ITS с характеристики за категоризиране на задачи за движение, чрез които учениците могат лесно да получат достъп до различни видове задачи за движение по математика. [47] Втората се отнася до механизъм за преобразуване, при който различни набори от класификации са свързани с конкретна учебна цел. Например, за незрящи ученици е разработена система за преобразуване на текст в диаграма, която свързва геометрични термини с диаграма на брайлова разпечатка, която е сертифицирана като ефективно средство за преподаване/учене в училище за незрящи. [48] Третата концепция се счита за интелигентен инструмент за създаване на съдържание. С подкрепата на процеса на естествен език, тя може автоматично да създава нови теми, теории и педагогическо съдържание в отговор на обратната връзка от учащите, за да помогне на учителите да спестят време и усилия. [49] Тя създаде взаимодействие между човек и компютър и се използва широко за генериране на интелигентна обратна връзка в реално време според въведените от учениците данни, което се счита за надеждна функция в съвременната система за оценяване. [50] Четвъртата концепция е дълбокото обучение, или машинно обучение, е цялостен подход за обработка на големи данни и анализ на поведението при учене. Въз основа на разпространението на големи данни в образованието, като поведение при учене или преподаване, системата може

да се самонастройва, за да отговори на динамичните изисквания на потребителите, като актуализира своите алгоритми. [36]

Друга променлива е теорията на Олсон: учениците могат да се учат от обратната връзка [46] Освен това е разработен уебсайт за обучение, Jutge.org, с функции на богато и добре организирано хранилище на задачи. Уебсайтът предоставя незабавна обратна връзка и помага на учениците да решават постепенно задачите и да се учат от грешките си. [51] Незабавната обратна връзка насърчава активното обучение в интерактивни учебни среди, но само в гимназиите или университетите. [52]

Какъв е ефектът върху ученето на учениците? Той не е само един. На първо място, това може да помогне на учениците да оптимизират разясняването на взаимоотношенията между подкомпонентите на дадена тема. В замяна на това интелигентната система за разсъждение може да се използва като форма на оценка, за да се прецени дали ученикът е усвоил достатъчно концепции за дадената тема. [53] Второ, системата може да осигури аргументативно взаимодействие, което има голямо значение за изграждането на атмосфера на съвместно учене. Това се дължи на факта, че в резултат на разсъжденията на своите съученици, учениците са склонни да изразяват своите аргументи и да подобряват своите предпоставки. [53, 59] Комбинира се визуализирания инструмент за картографиране със скриптове за сътрудничество. Дизайнът успешно помогна на учениците да анализират и оценят противоположни позиции по спорни теми. Като цяло, изследователите считат инструментите за визуализация на разсъжденията за ценни средства за развитие на критичното мислене и писане на учащите.[54]

С течение на времето педагозите осигуряват адаптивни подпори за разнообразни учебни среди с различни типове учащи. За разлика от системата за обратна връзка, която предлага стандартни отговори, адаптивната образователна система е формативна и коригираща автоматизирана система, която може да се настройва (с цел на интервенцията) в съответствие с индивидуалните характеристики, нужди и предпочитания на учащите (педагогическа цел). [55, 38] Някои изследователи бяха много положително настроени към бъдещото популяризиране на адаптивните системи в преподаването и ученето. [38] Технологии като интелигентно разпознаване на речта и автоматизирана оценка на писането са тествани с обещаващи резултати. [56] Освен това има съществени доказателства, че адаптивната интелигентност подобрява ученето, като автоматично позволява на учащите да



намират и получават достъп до близки образователни ресурси по отношение на навигацията и подкрепата за представянето. [57]

В този момент изкуственият интелект може да бъде класифициран като „нисък изкуствен интелект“, „висок изкуствен интелект“ и „супер висок изкуствен интелект“. „Ниският изкуствен интелект“ например са цифрови асистенти като Алекса (Alexa) и Сири (Siri). „Високият изкуствен интелект“ може да решава всяка задача точно като човек, като Бард и чат ДжиПиТи (Bard, chat GPT). „Супер високият изкуствен интелект“ все още не е наличен.

Изкуствен интелект в различните образователни степени

В България има четири образователни степени: начално образование, средно образование, гимназия и университет. Всяка степен може да се възползва от изкуствения интелект в днешно време. През последната 2023 година изкуственият интелект беше въведен като концепция и беше приет като допълнително средство в образованието. Хората започнаха да използват различни образователни елементи от изкуствения интелект. Те намираха все повече начини да учат онлайн, да използват различни инструменти, полезни за тях или за децата им, а много учители започнаха да търсят алтернативни начини да помогнат на учениците си. Това беше ключов момент за интегриране на нови възможности като изкуствения интелект, за създаване на повече съдържание, за разбиране на основните принципи на изкуствения интелект.

Беше проведен тематичен анализ на 50 проучвания в областта на образованието по изкуствен интелект от 2016 до 2022 г., в който бяха оценени педагогическите методи, инструментите за преподаване, учебното съдържание и методите за оценяване сред учениците от средното образование. Резултатите показаха, че:

- най-разпространеният педагогически подход е съвместното учене, базирано на проекти, включващо интердисциплинарно решаване на проблеми чрез създаване на артефакти;
- инструментите за преподаване бяха категоризирани като хардуер, софтуер, интелигентни агенти и инструменти без интернет връзка;

- учениците от по-ниските класове се фокусираха върху опознаването на изкуствения интелект и основните концепции, докато учениците от по-високите класове проучваха по-напреднали и технически компоненти;
- оценяването включваше тестове за знания, въпросници и качествен анализ (например видеоклипове, документи, презентации);
- ефектите от обучението на учениците бяха измерени в емоционално, поведенческо, когнитивно и етично измерение. [58]

Прилагането на ИИ може да бъде класифицирано доста ясно днес.

Начално училище. Изкуствения интелект за деца, от проекта „Изкуствен интелект Сингапур“, е насочен изцяло към ученици от началното училище, които трябва да научат основните концепции на ИИ и да използват инструменти и приложения, базирани на него, по етичен начин, Проект „ИИ Сингапур“ [59]

Средното училище. През 2018 г. правителството на Сингапур обяви проекта „AI Singapore“, чиято цел е да развие уменията на учениците в областта на изкуствения интелект. Бяха стартирани и две програми за изследване на изкуствения интелект – „AI for Students“ и „AI for Kids“. Първата програма има за цел да улесни учебния план за всички ученици от средното училище чрез формални и неформални учебни преживявания (например AI Makerspace, Data Camp и Society Discussion Forum). (Проект „ИИ Сингапур“) [59]

Гимназиален етап. И. Лий и Б. Перет споделят заключенията си относно резултатите за учителите от провеждането на два едноседмични семинара за професионално развитие през лятото на 2021 г. и споделят предложенията за подобрения, направени от учителите. Участниците в програмата за професионално развитие са били учители от средни училища от югозападните и североизточните региони на Съединените щати, които представляват различни дисциплини от областта на STEM: биология, химия, физика, инженерство и математика. [60]

Резултатите от обучението на участниците и реакциите им към учебната програма и семинарите за професионално развитие показват обещаващия характер на интегрирания подход за предлагане на опит в областта на изкуствения интелект в гимназиите. Забележителните разлики между двете групи учители и съответните им резултати ни карат да смятаме, че солидната основа по математика и предварителното запознаване с



концепциите на компютърните науки и професионалните езици за програмиране могат да дадат предимство на някои учители. Установява се, че разграничаването между методите на изкуствения интелект като когнитивна задача се оказва напълно по силите на учителите от средните училища. Независимо от резултатите от обучението на учителите и основните предмети, които преподават, всички учители изразяват голямо удовлетворение от воденото на уроците.[60]

Университет. Студентите в университета били първите потребители на ИИ. Те се научили на програмиране и след това разработили различни приложения или други разновидности на ИИ.

ИИ СЕ КЛАСИФИЦИРА ПО ОБРАЗОВАТЕЛНИ НИВА:

Използване на изкуствен интелект в предучилищна възраст се осъществява чрез дейности без използване на компютър за запознаване с роботи или интелигентни агенти като песни: Песен за изразяване, Песен за събуждане, Песен за обличане, Малко огледало, Тинг-а-Линг, Списания, Разходка в парка, Столове, Бюро, Телевизор, Диванът на мама, Моят малък гардероб, Нож, Малък мост, Обичам китарата, Малко овче, Лисица, Маймуна, Триколка, Червена светлина, зелена светлина, Лаком мечок Боби, Маймуната отива на училище.

Използване на ИИ в началното училище се осъществява основно чрез програмиране със Скрач (Scratch) и програмен език Пайтън (Python), възприемане на околната среда с платка Ардуино (Arduino), запознаване с различни роботи. Въведение в ИИ, възприятия за ИИ, използване на много сензори, решаване на проблеми чрез данни и алгоритми. Лаборатория по ИИ (например, робот, разпознаване на лица и глас). Python (основно програмиране и приложение).

Използване на ИИ в гимназията се осъществява чрез разбиране на ИИ, запознаване с приложения на ИИ, поставяне на основи на ИИ, история на ИИ, Етика на ИИ, Въведение в невролингвистично програмиране (НЛП), Език на ИИ, Части на речта, Обработка на естествен език, Вектори на думи, Синтактичен анализ, Извличане на информация, Карта на

знанията, Решаване на проблеми, Логическо заключение, Разширяване на логическото заключение, Рамка за разпознаване, Обучение на дърво на решения, Търсачки.

Студентите в университетите се занимават основно с програмиране на програмните езици: C#, C++, Java, C, за да изследват възможностите на изкуствения интелект и да го развиват допълнително.

Изкуствен интелект е много интересна дума. Изкуството е човешка дейност и има за резултат продукт. Интелигентен е образованият човек. Изкуствен е състоянието на продукт, създаден от човека, което означава, че изкуственият интелект е продукт. Днес имаме много приложения и все повече се разработват нови.

За сравнение на с вече проведени проучвания и надигащата се вълна на ИИ в България през 2024 година проведох проучване за това какво се разбира под Изкуствен интелект сред подрастващите/учениците.

МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО В ЧАСТНО УЧИЛИЩЕ

Проведох изследване в частно училище сред ученици на възраст между 6 и 18 години. Частното училище предлага различни извънкласни дейности като роботика, блоково програмиране, математика, програмиране C++, Python, български език, английски език, астрономия и др. Намира се в София, България. Общият брой на учениците, участвали в изследването е 130.

Цел: да се разбере: „Какво разбират учениците под изкуствен интелект?“. За целите на проучването изкуствения интелект бе дефиниран като набор от приложения или технологии, които позволяват на компютрите да изпълняват различни задачи, като превод на естествен език, анализ на данни или създаване на изображения. Всички тези действия се изпълняват от машина, компютър или робот. За учениците на възраст 6-10 години приехме, че компютърът и роботите са машини, които вече разполагат с необходимите възможности. За по-големите деца (10+) посочихме, че различните приложения всъщност са или използват ИИ, който обработва предоставената информация.

Хипотези на изследването:

- Учениците разбират правилно изкуствения интелект и могат да го използват.
- Учениците разбират правилно изкуствения интелект, но не могат да го използват.
- Учениците не разбират какво е изкуствен интелект, но го използват.



Бяха използвани два метода: задача и въпросник. Задачата беше да използват ChatGPT (като AI инструмент) за домашните си работи, проекти и др. За всяка група се подготви специфична задача и въпросник на дигиталната платформа Kahoot, която е забавна за учениците. Първо проведохме с водещия учител дискусия по темата на изследването, за да могат учениците да се настроят към целта на изследването. По-късно им се даде въпросник с 20 въпроса в Kahoot. Следващата стъпка беше да проведем кратка дискусия за това какво е ChatGPT и да им дадем домашна работа, в която да използват ChatGPT за определена задача. На следващия ден имаме презентации на домашните работи и след това проведохме същия въпросник в Kahoot.

Участници бяха разделени в 4 възрастови групи:

- Под 1 клас – 6 години;
- 1-4 клас – 7 – 10 години;
- 5-7 клас – 11-13 години;
- 8-12 клас – 14 – 18 години.

На фиг. 5 е представено разпределението на броя на учениците според възрастта им. Най-малък е броят на предучилищните ученици, тъй като в училището има само една предучилищна група. Причината за дисбаланса при учениците на възраст 6+ години се дължи на спецификата на образователните програми в това конкретно частно училище, в което се проведе проучването. Повечето ученици са в средно и гимназиално образование.



Фиг. 5: Възраст на учениците в процент по етапи

Ученици, които са участвали в проучването, в проценти:

- 5 % предучилищна възраст (6 години);
- 12 % начално училище – 1-4 клас (7 – 10 години);
- 47 % средно училище – 5-7 клас (11 – 13 години);
- 36 % гимназия – 8-12 клас (14 – 18 години)

Въпросникът съдържа предимно въпроси с отговор „да“/„не“. За по-големите ученици бяха добавени някои допълнителни въпроси с избор. Освен това във въпросникът бяха включени някои филтриращи и контролни въпроси. Примери за използвани въпроси:

Телефонът играчка ли е? Компютрите могат ли да говорят? FB робот ли е? Google maps изкуствен интелект ли е? ChatGPT робот ли е?

Най-малките ученици (предучилищна и начална школа) на възраст 6 – 10 години изучават програмиране с помощта на прости работи и математика. Те са израснали в среда, изпълнена с технологии, и могат да ги използват по-лесно от някои хора от по-старото поколение. Те възприемат технологиите като част от живота, като приятел и помощник. На тази възраст децата проявяват голям интерес към разбирането на света около тях. Те не се страхуват от технологиите.

С тези ученици проведохме кратка дискусия на теми като: „Какво е изкуствен интелект? Какво мислят за изкуствения интелект? Това човек ли е или машина? Знаете ли какво е изкуствен интелект? Можете ли да дадете примери за изкуствен интелект?“. След



дискусията им дадохме домашна работа. Дискусията ни помогна да разберем, че те гледат на изкуствения интелект като на електронна игра, като на забавно приложение. Затова създадохме Kahoot въпросник, за да разберем по-точно нагласите и вярванията им относно изкуствения интелект. Използвахме основната версия на Kahoot с въпроси с отговори „Да“ или „Не“ в синьо и червено. След въпросникът им показахме ChatGPT на компютър. Показахме им как да се свържат, какво да правят и как да търсят информация с ChatGPT. Втората част беше домашна работа: да използват ChatGPT и да проучат до каква степен могат да разберат предоставената от него информация. Първо пояснихме, че ChatGPT е програма в брауъра и можем да ѝ задаваме различни въпроси.

На следващия урок, когато се срещнахме с учениците, разговаряхме с тях за домашното им задание. Какво са попитали компютъра? Какво е отговорил ChatGPT? Какво според тях е било правилно или грешно в отговорите? Помогнали ли са им родителите?

След това отново направихме анкетата Kahoot. Този път те промениха някои от отговорите и бе направено сравнение между първото и второто проучване. Те имаха малко по-правилно възприятие за ChatGPT.

Деца в предучилищна възраст. Най-малката ни група – 6-годишни деца, показаха, че могат да използват технологиите само с помощта на по-възрастен човек. Те нямат правилно разбиране за същността на приложенията, които използват, дали тези приложения могат да им помогнат или да им навредят. Те все още са в фазата на създаване на собствено виждане за заобикалящия ги свят. Това виждане се създава чрез изследване на всичко, което могат да докоснат и видят.

Участниците от предучилищна възраст също се справиха доста добре с анкетата. Те действат доста интуитивно. 4 от 6 деца посочват, че смартфонът е робот. 6 от 6 посочиха, че нямат представа какво е ChatGPT. Отговорът беше честен.

Учениците в началното училище също не разбират добре какво е ИИ. При тези ученици (на възраст 7-10 години) разбирането за ИИ е малко по-подобно. Все пак някои ученици разпознават някои приложения, които вече са използвали или са виждали някой около тях да използва. Въпреки това, те все още не разбират добре какво точно използват и

защо. Помага ли им това наистина или не? Те разбират, че използват едно и също приложение – 80%, но не могат да разберат основната теория на изкуствения интелект. Те просто си играят и се забавляват с ChatGPT – 100%. Интересно е, че те са щастливи да използват ChatGPT, защото могат да разговарят с „някаго“ – 5%. Резултатът показва, че за тях ChatGPT е нещо забавно, а не нещо, което по някакъв начин „предоставя знания“. Те виждат приятел в „лицето“ на ИИ – 70%. (Фиг. 6) Това може да е полезно, когато родителите са заети и децата не могат да играят с истински приятели и прекарват времето си сами у дома.



Фиг. 6: Предучилищна и начална училищна възраст

Експериментът показва, че ако им предоставим правилна информация навреме, учениците могат да разберат и да научат какво е ChatGPT и как да го използват правилно. Това е и най-подходящата възраст за децата, в която можем да започнем правилното позициониране на информацията за ролята на технологиите в заобикалящия ни свят. Това е моментът да ги мотивираме за повече знания и развитие.

Учениците от средното училище са поколението, което започва да използва AI повече като термин и разбира малко по-добре значението на абревиатурата AI. С тази група ученици предизвикателството беше по-голямо. Те разбират повече от AI, търсят информация за нови думи, нови технологии и също така говорят чужд език.

В момента живеем в ерата на самоуките деца. Досега те не са имали възможност някой да ги научи на правилната роля и употреба на новите технологии. В много случаи те сами откриват различните приложения и възможности, сами търсят необходимата информация и в много случаи се провалят и се учат от своите грешки. Това, което получават като образование в училище, не е достатъчно и не обхваща пълния спектър от технологии.

Обсъдихме с ученици на възраст 11-13 години темата за изкуствения интелект: какво означава тази аббревиатура? Какво разбират, когато говорим за изкуствен интелект? Могат ли да дадат примери за изкуствен интелект? Тези ученици вече познаваха програмата Kahoot. Учителите им я използват в часовете. Говорихме за различни приложения на телефоните им, какви имат, какви използват често. Те използват: калкулатор, карти, социални медии, комуникационни платформи, графични редактори. Някои ученици използваха математически приложения, за да си подготвят домашните, но имат малко негативен опит, защото резултатът не винаги бил правилен. Освен това, когато решават математическа задача, получават крайния резултат, но не получават стъпките, по които е изчислен този резултат.

На фиг. 7 можем да видим, че 100% от учениците в средното училище вече използват ИИ под формата на различни приложения в ежедневието си или в училище. Въпреки това, те също не разбират напълно какво означава ИИ. На фиг. 7 виждаме също, че 10% от учениците са отбелязали ChatGPT като платформата, която техните учители използват за определяне на домашните им задачи, а допълнително 10% отбелязват други приложения и платформи, използвани от техните учители.



Фиг. 7: Разбиране на изкуствения интелект в средното училище

Друга задача за учениците от средното училище беше да подготвят домашна работа по българска литература – да търсят с помощта на ChatGPT информация за някои български

поети. Освен това те трябваше да използват въпроси на български език с кирилица. Голяма част от информацията, получена от ChatGPT в този случай, не беше правилна, въпреки че в интернет има достатъчно информация за живота, стиховете, разказите, творбите и т.н. на поетите.

След като използваха ChatGPT за подготовка на домашните си задачи, учениците бяха изненадани, че изкуственият интелект не е толкова добър в това – да работи на български език и да използва кирилица за въпросите и отговорите. Те видяха, че информацията не е напълно точна. ChatGPT може да намира информация, но тази информация е смесена, неточна и в някои случаи подвеждаща. Учениците на тази възраст знаят точно коя информация е правилна и коя е невярна. Те могат да използват други AI приложения или да предоставят повече конфигурационни параметри, но това отнема повече време. Те също така виждат, че техните учители използват други приложения, за да подготвят уроците да бъдат по-атрактивни и разбрани.

Учениците от гимназията използват ChatGPT по най-подходящия начин. Те бързо разбират как работи, какви аргументи са необходими и как да извлекат максималното от него. Разбират в кои аспекти изкуственият интелект е полезен и в кои не. Разделихме тези ученици на две подгрупи по възраст:

- група 14-16 годишни
- група 17-18 годишни

Предложихме на двете подгрупи да използват изкуствен интелект за подготовката на презентациите си за проекти в същия клас. Те използваха ChatGPT като приложение, но скоро осъзнаха, че то е доста неточно по отношение на съдържанието. По-голямата част от съдържанието беше неточно, когато се използваше български език. По-голям успех имаха, когато съдържанието беше на английски език. Учителите дадоха и примери за това как да го използват за генериране на снимки, изображения. Те се забавляваха, но им отне повече време да подготвят добро и смислено изображение. Учениците също имаха много хубави и интересни идеи. Тези, които нямаха отношение към изкуството, използваха ChatGPT по-лесно от учениците, които имаха повече очаквания и параметри в ChatGPT за подготовката на изображенията си.



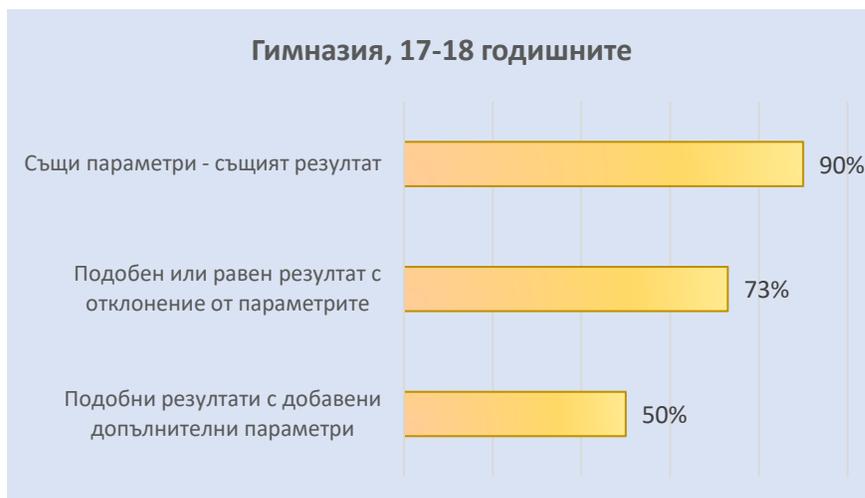
Фиг. 8: Гимназиален етап 16 – 16 годишни

На фиг. 8 можем да се види, че 50% от подгрупата на 14-16-годишните са използвали ChatGPT по подходящ начин при подготовката на необходимия проект. 60% са използвали ChatGPT за създаване на презентацията по български език и литература. 30% от учениците са установили, че съдържанието, генерирано от Chat GPT, е неточно. 5% от учениците са прекарвали много време в предоставянето на все повече и повече параметри на Chat GPT, за да получат задоволителни генерирани изображения.

Учениците на възраст 17–18 години проявяват истински интерес към новите технологии и към събитията в света, тъй като са по-близо до реалния живот и утре ще бъдат новите изобретатели и предприемачи. Тази възрастова група притежава знания за програмиране, някои познания за софтуера и по-правилна представа за изкуствения интелект.

Фигура 9 представя ситуацията със същата „домашна работа“, когато са зададени по-стриктни критерии. Докато учителят дава едни и същи параметри и учениците не могат да правят никакви промени, те получават един и същ резултат, което води до повторение и уеднаквяване на резултатите – не се забелязва никакъв признак на индивидуалност. Изкуственият интелект дава 90% еднаква информация/резултат на всички ученици за една и съща задача. Виждаме също 27% свобода за творчество и индивидуализъм, когато входните параметри са сходни, но не са еднакви. Когато учениците проявяват критично

мислене и не се доверяват напълно на ChatGPT, получаваме 50% равенство при представянето на проекта.



Фиг. 9: Гимназиален етап 17-18 годишни

Студентите от университета не участваха в проучването, но с няколко доброволеца приложих същата методология. Тези студенти са на възраст над 18 години и са пълнолетни в България. Но като млади възрастни, е добре да разберем и тяхното отношение към изкуствения интелект и ChatGPT. Зададе им се домашна работа да използват ChatGPT, за да подготвят презентация с PowerPoint (ppt) на тема: „Идеи за съвременен дизайн на хола“. За целта на проучването се използваха конкретни думи за ChatGPT и да се подготви презентация, формат - ppt.

Студентите от университета използваха ChatGPT за своя проект, но също така осъзнаха, че изкуственият интелект им предоставя еднаква информация и че не могат да бъдат уникални, затова трябва да подготвят проектите си, като използват повече от своите знания и творчество. Chat GPT дава сходни или еднакви резултати, когато се използва с подобни или еднакви параметри, както вече се вижда на фиг. 9. Някои студенти дори не представиха своите проекти, защото други техни колеги показаха същите проекти. Студентите от университета разбират по-добре изкуствения интелект и търсят начини да го използват повече в учението си или в ежедневието си. Освен това, те мислят и за допълнителни подобрения на изкуствения интелект, за да създадат нов изкуствен интелект, включително и за подобряване на самия ChatGPT.

Учениците на всички нива осъзнават, че ChatGPT не е съвършен изкуствен интелект. Той може да ви помогне, да ви даде бърза информация, но не може да изпълни цялостно



задача, проект и т.н. В някои случаи може да бъде добър и бърз, но в други случаи може да бъде неточен и да изисква повече време за конфигуриране, отколкото да спести време, което може да бъде недостатък.

В резултат на направеното изследване могат да се направят някои изводи.

Учениците от начален етап не разбират напълно какво е ИИ. Те разбират, че използват едно и също приложение, но не могат да разберат основната теория на ИИ. Те просто си играят и се забавляват с ChatGPT. Интересното е, че те са щастливи да използват ChatGPT, защото могат да разговарят с „някого“. Те виждат приятел в „лицето“ на изкуствения интелект. Това е полезно, когато родителите са заети и децата не могат да играят с истински приятели и прекарват дълго време сами у дома.

Ученици в тийнейджърска възраст. Средно образование. Те използват изкуствен интелект с различни приложения в ежедневието си и в училище. Но те също не разбират напълно как използват изкуствен интелект. По-късно учителите им обясняват какво е ChatGPT и как да го използват при изпълнението на задачите си. В началото те го използват, за да си подготвят домашните, но са изненадани, че изкуственият интелект не е толкова добър в това. Забелязват, че информацията не е точна. ChatGPT може да намира информация, но в някои случаи тя е смесена, неточна и подвеждаща. Учениците на тази възраст знаят точно коя информация е правилна и коя е неточна. Те могат да използват други приложения с изкуствен интелект или да предоставят повече конфигурационни параметри, но това отнема повече време. Също така те виждат, че учителите им използват други приложения, за да направят уроците си по-атрактивни и по-разбираеми. Учителите обясняват къде и как точно са използвали ChatGPT при подготовката на уроците си. Това обяснява кои параметри на ChatGPT го правят най-ефективен.

Учениците в гимназията използват ChatGPT по най-подходящия начин. Те бързо разбират как работи, какви аргументи са необходими и как да извлекат максимална полза от него. Разбират в кои аспекти изкуственият интелект е полезен и в кои не. Предложихме им да използват изкуствения интелект за подготовка на презентациите си за проекти в същия клас. Те го използваха като рамка, но скоро осъзнаха, че е доста неточен по

отношение на съдържанието. Съдържанието беше неточно в по-голямата си част на български език. Те имаха по-голям успех, когато съдържанието беше на английски език. Учителите също дадоха примери как да го използват за генериране на изображения. Те се забавляваха, но им отне повече време да подготвят добро и смислено изображение. Учениците също имат много хубави и интересни идеи. Тези, които нямаха художествени навици, използваха ChatGPT по-лесно от учениците, които имаха повече очаквания и условия към ChatGPT за подготовката на изображенията си.

Студентите от университета използваха ChatGPT за своя проект, но също така осъзнаха, че изкуственият интелект им предоставя еднаква информация и че не могат да бъдат уникални, затова трябва да подготвят проектите си, като използват повече от своите знания и творчество. ChatGPT дава сходни или еднакви резултати, когато се използва с подобни или еднакви параметри. Някои студенти не представиха своите проекти, защото други техни колеги показаха същите проекти. Студентите от университета разбират по-добре изкуствения интелект и търсят начини да го използват повече в своите проучвания или в ежедневието си. Освен това, те мислят и за допълнителни подобрения на изкуствения интелект, за да създадат нов изкуствен интелект, включително разработване на самия ChatGPT.

Обучаващите се от всички степени на образованието осъзнават, че ChatGPT не е съвършен изкуствен интелект. Той може да ви помогне, да ви даде бърза информация, но не може да изпълни цялостна задача, проект и т.н. В някои случаи може да е добър и бърз, но в други случаи може да е неточен и да изисква повече време за конфигуриране, отколкото да спести време, което може да бъде недостатък.

Това показва, че предизвикателствата при подготовката на персонализирано обучение са свързани с неподходящата последователност на съдържанието. Преструктурирането на последователността на представянето търси начин да предефинира организацията на знанията според търсенето на ученика. В тази ситуация обратната връзка е важен подход за задоволяване на моделите на учене на учениците [61]

Използвайки изкуствена невронна мрежа в изкуствения интелект, системата предоставя незабавна обратна връзка според въведените от учениците данни, за да им помогне постепенно да получат достъп до абстрактните концепции и да изпълнят практически упражнения.



Когато учениците използваха ChatGPT, предизвикателствата можеха да бъдат класифицирани в три категории: техника, учители и ученици, и социална етика.

Представеното изследване показва колко много нови методи е необходимо да бъдат въведени в българската образователна система, за да може тя да се адаптира към нуждите на съвременния свят. Учениците показаха жажда за нови знания, но е също така важно учителите да предоставят съвременна и адекватна основа. Сега е време да говорим повече за значението на думите, които използваме, и да не се доверяваме сляпо на стандартните фрази. Според най-новата класация за „думата на годината“ в платформата „Как се пише?“ за 2023 г. абривиатурата AI заема първо място с 45%. Това е чудесно, но както видяхме в нашето проучване, все още имаме работа за вършене, за да обясним основите и същността на изкуствения интелект/AI/ на младите поколения. Ето защо и учителите е необходимо да се подготвят по отношение на ИИ. Колкото по-рано се изясни същността на AI, толкова по-добро ще стане нашето образование.

Българската образователна система започва да интегрира STEM с основната цел учителите да предоставят повече проблемно-ориентирано обучение. STEM образованието допълнително има за цел да въведе повече ресурси, освен ИИ. Не само приложения, но и роботи, вериги, инструменти, които нашите ученици могат да използват, за да разберат по-добре какво всъщност е изкуственият интелект, как се разработва, как да го използват по-добре, каква е връзката между роботите и хората, така че учениците да могат да станат бъдещи иноватори. Докато говорим за създаване на роботи и изкуствен интелект, ние изграждаме нов образователен модел – модел, базиран на проекти.

Картографирането на дейностите с ИИ на всяко образователно ниво може да бъде предложено както следва:

Използване на ИИ в предучилищна възраст: дейности без използване на компютър за запознаване с роботи или интелигентни агенти – Песен за изразяване, Песен за събуждане, Песен за обличане, Малко огледало, Тинг-а-Линг, Списания, Разходка в парка, Столове, Бюро, Телевизор, Диванът на мама, Моят малък гардероб, Нож, Малък мост, Обичам

китарата, Малко овче, Лисица, Маймуна, Триколка, Червена светлина, зелена светлина, Лаком мечок Боби, Маймуната отива на училище.

Използване на ИИ в началното училище: Основно програмиране с Scratch и Python, възприемане на околната среда с Arduino, запознаване с различни работи.

Използване на ИИ в средното училище: Въведение в ИИ, възприятия за ИИ, използване на много сензори, решаване на проблеми чрез данни и алгоритми. Лаборатория по ИИ (например робот, разпознаване на лица и глас). Python (основно програмиране и приложение).

Използване на ИИ в гимназията: Разбиране на ИИ, Приложения на ИИ, Основи на ИИ, История на ИИ, Силна ИИ, Слаба ИИ, Етика на ИИ, Въведение в НЛП, Език на ИИ, Части на речта, Обработка на естествен език, Вектори на думи, Синтактичен анализ, Извличане на информация, Карта на знанията, Решаване на проблеми, Логическо заключение, Разширяване на логическото заключение, Рамка за разпознаване, Обучение на дърво на решения, Търсачки.

В това проучване активно използвахме стандартния ChatGPT. Следващата стъпка ще бъде да проучим българската версия на ChatGPT, която ще бъде представена и интегрирана през март 2024 г. Можем да очакваме тази версия да бъде по-подходяща за нашите задачи от обикновения ChatGPT.

Другото заключение е, че българските педагози трябва да работят с инженери по изкуствен интелект, за да преодолеят разликите между техниката и педагогиката. Някои от учителите все още не са подготвени да използват и работят с ChatGPT или друг изкуствен интелект.

Учениците разбират, че ChatGPT може да изпълнява някои задачи без човешка намеса. Този изкуствен интелект е „машинно обучение“, като за обучението на компютрите се използват методи като невронни мрежи, а сега поставяме под въпрос приложимостта на този метод в образованието.

Този подход обръща внимание на взаимоотношенията между различните проблемни единици на анализ – дефектни данни, частично неразбираеми изчислителни методи, тесни форми на образователно знание, интегрирани в онлайн средите, както и редуccionисткия дискурс на науката за данните, който има очевидни икономически последици.



Настоящата тенденция в нашето образование е профилирането на учениците в определени области. Такива области могат да бъдат бизнес, мениджмънт, техника, физика и др. Днес не е достатъчно в училище или университета да получиш основни познания, които да развиваш самостоятелно. Много е важно да придобиеш знания въз основа на реални задачи, задания и решаване на реални проблеми, с които може да се сблъскаш като професионалист. В този аспект предизвикателството за учителите е как всъщност могат да подкрепят и провеждат такова обучение, базирано на задачи и проекти.

Още едно предизвикателство, пред което сме изправени – как да оценяваме и класифицираме информацията, която получаваме от толкова много източници?

В момента учениците и дори учителите трябва да се справят с обработката на огромно количество информация. Както знаем, основното предимство на компютрите е да обработват и съхраняват информация. Така всеки ден се създава и съхранява все нова и нова информация. Учениците и учителите знаят това и по някакъв начин започват да я използват. Но самото използване на всякаква информация, която получавате, не е достатъчно. Трябва да знаем как да използваме този потенциал, тази готова информация, с която разполагаме. Нуждаем се от дидактика за това как да създаваме подходящи задачи и проблеми за решаване, така че това знание да може да се използва по подходящ начин при изпълнението на задачите.

Средата ChatGPT е разработена, за да използва големи количества данни като източник, и е била използвана заради гъвкавостта си при намирането и генерирането на информация за нашите собствени цели и задачи.

Основната цел на изкуствения интелект е да превърне учителя от източник на информация в ментор, който насочва учениците към знания в определена област.

С изследването на качествената и количествената оценка на разбирането на учениците за използването на ИИ в обучението, се прави опит да се покаже връзката между образователните цели и техниките, които се използват за подпомагане на постигането на тези цели с помощта на ChatGPT. Проучването показва, че тези нови технологии могат да използват AI техники като допълнителна подкрепа в образованието.

Децата имаха възможност да изследват и обсъждат дейностите по двойки или в малки групи.

Учителите в това проучване, които използваха ChatGPT като AI методи, вече промениха отношението си към използването на изкуствения интелект. Всички те споделят, че се чувстват комфортно да използват AI в часовете си. Предоставянето на някои модулни части на ИИ може да бъде включено в настоящата учебна програма. В нашия случай ChatGPT не беше толкова успешен на български език и литература, но за математика, програмиране, работи, биология, география, други езици и т.н. може да се използва с по-голям успех.

Проведеното проучване за разбирането на изкуствения интелект за използване в обучението в България поставя основите за много бъдещи проучвания в по-широка група – включително ученици от повече и различни училища – частни и държавни. Това проучване ще бъде използвано като основа за бъдещи проучвания за това как и кога образованието в областта на STEM и изкуствения интелект може да бъде интегрирано в учебната програма на учениците.

2.3.3 Edge на устройството и облачни (cloud) технологии

Edge устройство" (на английски: edge device) е термин от областта на изчислителните техники и мрежите. То е периферно изчислително устройство за обработка на данни. Периферните изчислителни устройства извършват предварителна обработка на данните в мрежовата периферия, преди те да бъдат предадени към централните сървъри.

Edge устройството е хардуерно устройство, което:

- Обработва данни на място (в периферията на мрежата)
- Намалява необходимостта от пренос на данни към облака
- Подобрява бързодействието и намалява забавянията
- Често включва изкуствен интелект за локална обработка

Облачните технологии – са технологии, чиято обработка на данни се извършва посредством облачни изчисления.

Видовете на облачни технологии (cloud) са:

- Публичен облак (public cloud)
- Частен облак (private cloud)
- Хибриден облак (hybrid cloud)
- Облачни услуги (cloud services)

Двете технологии имат своите разлики и своите ползи и недостатъци. Edge технологията означава обработка на място. Този метод е добър за незабавна реакция, работа в реално време, с нея се обработват поверителни данни или има ограничена мрежа. Облачната технология е обработка на данни в център за такива данни. Тя е подходяща за сложни анализи, съхранение на голям обем от данни, мащабни услуги, но тук има забавяне. В таблица 1 представя сравнение между двете технологии, от където видно може да се определи за каква работа коя технология да се използва.

ТАБЛИЦА 1 Ключови критерии на Edge и облачни технологии

Критерий	Периферни изчисления (Edge)	Облачни изчисления (Cloud)
Латентност	Много ниска (обработка на място, в реално време)	Висока (закъснение поради пренос до дата център)
Офлайн работа	Възможна (автономна работа без мрежа)	Невъзможна (зависи от интернет връзка)
Поверителност/GDPR/	Висока (данните се обработват локално)	По-ниска (данните се предават и съхраняват в дата център)
Изчислителна мощ	Ограничена (ресурси на устройството)	Практически неограничена (мащабируема в облака)
Разходи	Високи CAPEX (инвестиция в хардуер)	Ниски CAPEX, променливи OPEX (плащане на абонамент)
Поддръжка	Сложна (разпръснати устройства на място)	Централизирана и опростена (от доставчика)

Надеждност	Уязвима (зависи от надеждността на всяко устройство)	Много висока (реди данни дата центрове)
Енергийна ефективност	Ефикасна (локална обработка спестява пренос)	По-ниска (енергия за пренос и охлаждане на датацентрове)
Мащабируемост	Сложна (изисква разполагане на нови устройства)	Много лека (ресурси се добавят с клик)
Зависимост от мрежа	Минимална (само за синхронизация)	Пълна (критична за достъп и работа)

ИКТ представлява интерес не само за производството и решаването на практически казуси, но е интересно и за подрастващите, които на етап училищна възраст могат да се запознаят с видовете технологии, как работят, връзка с науки като математика и физика и по този начин ще могат много по-бързо да започнат с научни проучвания и практически решения. Това ще се проследи в следващата глава, където са предложени различни практически задачи и решения с ИКТ, случвайки се през метода STEM. Такива примери са:

- Начален етап: следване на линия, което се изпълнява с Edge технология от робот;
- Прогимназия: управление на робот с жестове, което също е Edge технология;
- Гимназия: разпознаване на обекти и цветове и измерване на разстояние/дълбочина с Edge технология; роботът решава дали да спре/заобиколи/приблужи в реално време.
- Прогимназия и гимназия: измерване на разстояние/дълбочина с Edge технология и Интегриране с Cloud – създаване на класно табло (Dashboard) с история на данните. Табло което може да показва опити във времето, сравнява екипи като показва текущо състояние и история. Данните, които могат да се изпратят са време за обиколка, средна/максимална скорост, отклонение от линията, брой напускания на линията, брой спирания, какъв е текущият жест, какви жестове са разпознати, разстояние до обект и др.



ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА, ИЗСЛЕДВАНЕ И ИНТЕГРИРАНЕ НА УЧЕБНИ РОБОТИ В STEM ОБУЧЕНИЕ

3.1. Изследване и разработка на роботизирани STEM решения

3.1.1. Ozobot

През последните години внедряването на AI се ускори, което доведе до масово приемане на неговите технологии. Основната цел на Индустрия 4.0 е да разработи все по-интелигентни производствени системи, оптимизирайки автоматизацията на процесите, за да се сведе до минимум човешката намеса [64,65,70]. Тази еволюция съвпада с появата на нови поколения, които са израснали в среда, повлияна както от Индустрия 3.0, така и от Индустрия 4.0, което ги е приспособило към тези технологични постижения. За да се подобри тяхната компетентност в общуването с машини и оползотворяването на творческия им потенциал, е наложително тези по-млади поколения да развият цялостно разбиране за роботиката и машините от ранна възраст. В отговор на тази нужда се поставя все по-голям акцент върху образованието в областта на науката, технологиите, инженерството и математиката (STEM), като учебни програми по програмиране (компютърно моделиране и информационни технологии) се въвеждат на все по-ранна възраст. Секторът на технологичното образование отбелязва значителен напредък с внедряването на различни роботизирани системи, които улесняват прехода към разбиране на технологичната среда. Роботиката се откроява като една от най-сложните области в рамките на STEM, което подчертава необходимостта от интегриране на образователни инициативи в учебните програми за начално и средно образование чрез използване на рентабилни роботизирани решения [66, 67]. Този подход не само насърчава техническата грамотност, но и подготвя

бъдещите поколения за предстоящите сложни автоматизирани системи, като по този начин привежда образованието в съответствие с изискванията на Индустрия 4.0 [65, 68, 69].

За да се постигнат ефективни образователни резултати, е необходимо да се използват висококачествени материали. Един добър робот е Ozobot EVO – робот, който е особено подходящ за интегриране в учебната среда. Изработен от издръжливи материали, компактният дизайн на Ozobot повишава неговата практичност за образователни цели, което го прави полезен както за индивидуални, така и за групови ученически дейности. В момента Ozobot EVO е предназначен за целева възрастова група от 6 до 10 годишни и предлага възможности за програмиране с RGB технологията до програмиране с програмен език Python 3, който е включен в учебната програма за ученици от шести и седми клас в България.

В българската образователна система учениците в седми клас изучават и Python като първи професионален език за програмиране в програмата по Компютърно моделиране и информационни технологии. Докато учениците получават резултати чрез конзолата на програмата, този подход може да бъде възприет като не интригуващ и труден за разбиране за тази възрастова група. Включването на осезаем робот в урока значително повишава мотивацията и ангажираността на учениците. Чрез свързването на теоретичните концепции за програмиране с физически робот, образователните преживявания стават по-интерактивни и увлекателни. Ето защо ще представя практически урок, проведен в седми клас, където програмирането се извършва в Python.

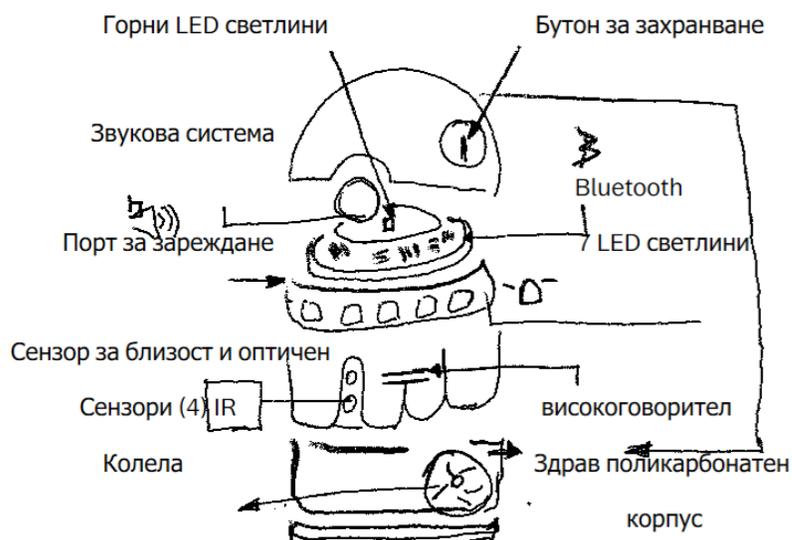
За ефективно програмиране на роботизирана система е изключително важно да се разбере нейната хардуерна архитектура и компоненти. Тези знания са полезни, тъй като предоставя общ преглед на функционалните възможности на робота и също така помага в идентифицирането на ограничения, присъщи на неговия дизайн, като в същото време предлага потенциал за бъдещи подобрения. На фиг. 10 е представена илюстративна картинка на мини робота за целите на визуализация и възприемане на размера..



Фиг. 10: Мобилен робот Ozobot Evo

Фиг. 11: Горен изглед на Ozobot EVO

„Както се вижда от фиг.10, размерите на робота са забележително компактни — едва 2,5 см × 2,5 см и имат маса от едва 17 грама. Въпреки миниатюрния си размер, Фигури 11 и 12 предоставят характеристиките и възможностите на Ozobot EVO.“.

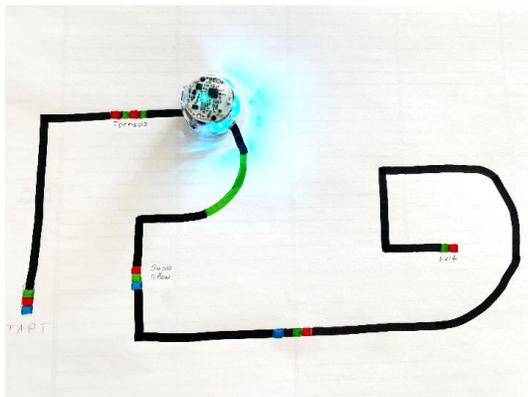


Фиг. 12: Сензори и портове на Ozobot EVO

Ozobot EVO е изграден от прозрачна поликарбонатна обвивка, която включва бутон за включване на захранването, порт за зареждане, горна LED светлина, седем контролирани цветни LED светлини, звукова система/колона, Bluetooth, сензор за близост, четири оптични сензора (IR) и колела за движение [71].

Съвременната образователна практика все по-често включва методологии, базирани върху решаване на казуси или т.нар. проблемно учене. През ранните етапи на развитие, участието на децата в учебния процес често се проявява чрез игри и взаимодействия; поради това Ozobot е специално проектиран така, че да отговаря на двигателните умения на малките ученици, като има компактен размер, който е лесен за манипулация от по-малки ръце, и в същото време минимизира пространствените изисквания в класната стая. Ozobot използва разнообразни инструменти за програмиране, както зависими от устройство, така и независими от устройство. В случай, че няма дигитален интерфейс,

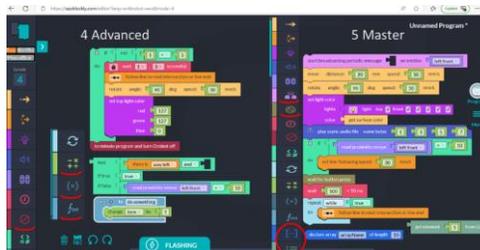
роботът използва технология за цветно разпознаване, за да интерпретира цветова информация от нарисувани пътеки, които представляват прости програми, отпечатани с цветен код, разбираем за Ozobot. Примери за такъв цветен код са показани на фиг. 13.



Фиг. 13: Програмиране по цвят с Ozobot

На по-късен етап, когато учениците могат да използват устройства, подобни на компютри, Ozobot им позволява да работят чрез таблет, телефон или компютър. Докато се учат най-малките ученици да четат, те могат да преминат към блоково програмиране. Те ще подреждат предварително създадени команди, но ще могат да ги четат и да разбират какви команди използват. Фиг. 14 и 15 показват интерфейса за блоково програмиране на Ozobot. Програмата е разработена на пет степени, вариращи от ниво за начинаещи до майсторско ниво на трудност. На училищна възраст, учениците могат да започнат на ниво за начинаещи, където, освен основните програми за движение, светлина, време и звук, се въвежда и панелът за цикли.

В следващото ниво, междинно (Ниво 3), учениците разширяват своите знания, като включват движение по линия, сензори и логически условия (ако-тогава-иначе). След като усвоят новите концепции, те могат да продължат към Ниво 4, където се разглеждат основни програмни концепции като математика, функции и променливи. Чрез научаването на командите чрез блоково програмиране и прилагането им към Ozobot, учениците могат да видят резултатите от своето програмиране и да разберат какво прави всеки блок. Тази етап е от съществено значение за усвояване на основните концепции. Свързването между програмирането и изпълнението на робота увеличава мотивацията и насърчава размисъл върху това, какво може да бъде подобро. Когато учениците наблюдават реалното изпълнение, те придобиват по-дълбоко разбиране за това, което създават..



Фиг. 14: Блоково програмиране за начинаещи Фиг. 15: Блоково програмиране за напреднали

Разбирайки тази взаимовръзка, научавайки се на набор от команди и развивайки пространствена ориентация и абстрактно мислене — обикновено около пети до шести клас, когато са на 12 до 13 години — учениците могат да преминат към реалния програмен език Python. На този етап те навлизат в програмната среда, където могат да пишат код. Тогава им се представят библиотеки, концепции като масиви и други важни теми, които ще усвоят постепенно. С напредването си във възрастта те ще придобиват и нови знания в математика, която е фундаментален аспект на логическото мислене в програмирането. За тези ученици в по-горните класове, които са запознати с програмиращи езици и кодиране, е предоставена библиотека за Python за Ozobot, която може да се използва за програмиране с цел създаване на различни, по-сложни програми за контролиране на действията на роботите и четене на сензори. Тази библиотека може лесно да бъде използвана от учениците за напреднало управление и взаимодействие с робота.

Поради своят компактен размер, Ozobot е подходящ за индивидуални или групови дейности, които улесняват практическото програмиране и предоставят конкретна обратна връзка за въведените задачи. Този интерактивен учебен инструмент служи за подобряване на разбирането на учениците относно технологичните концепции, като обяснява механизма на програмирането и принципите, които стоят зад свързаността в технологиите. Освен това, Ozobot могат да бъдат използвани като педагогически средства за обяснение на основните концепции на изкуствения интелект, като по този начин обогатяват разбирането на студентите за тази все по-значима област.

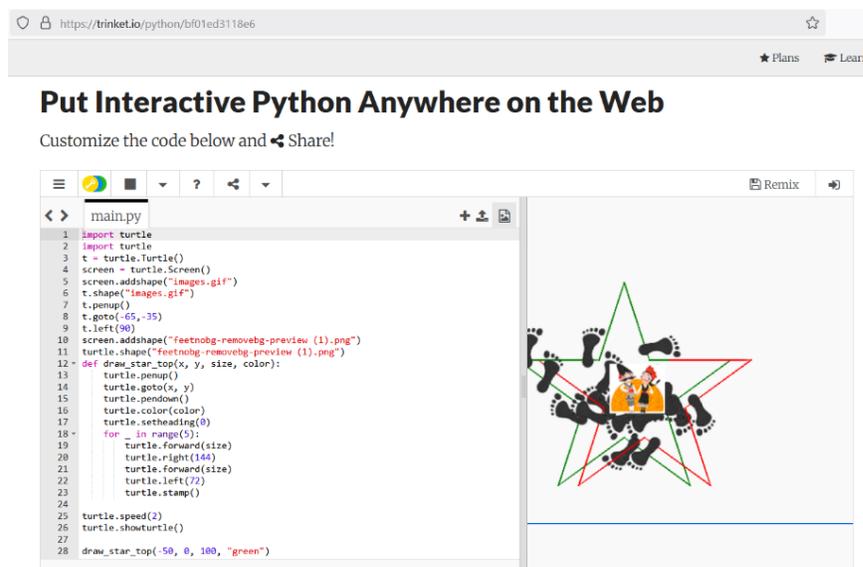
През последните години интегрирането на програмния език Python в учебните програми придоби значителна популярност, поради използването на ROS технологията,

която изисква програми езици Python and C++. В програмата по компютърно моделиране и информационни технологии за седми клас са включени серия от уроци по програмиране на програмният език Python, които засилват основните знания, придобити в шести клас. В момента платформата, която се ползва от училищата за писане на Python кодове е trinket.io/python/.

В шести клас учениците се запознават с програмирането на Python, като изпълняват ограничен брой основни команди. За разлика от това, учебният материал за седми клас улеснява прехода от блоково програмиране към текстово програмиране, при което учениците работят с фундаментални конструкции като цикли, функции и различни програмни команди. Този етап от обучението представя по-голяма сложност при дефинирането и използването на функции, тъй като учениците трябва да навигират в особеностите на дефинирането на параметри, включително типове данни като и цели числа (integers), числа с плаваща запетая (floats) и числа с двойна запетая (doubles).

Освен това, се очаква учениците да прилагат тези програмни концепции в различни проектно ориентирани задачи, което позволява междудисциплинарни връзки, особено с програми като Microsoft Excel, като по този начин задълбочават разбирането си за принципите на програмирането. Въпреки тези усилия, някои ученици продължават да имат затруднения с концептуалното разбиране.

Ето как би изглеждал един урок по Компютърно моделиране и информационни технологии, които включва и робота Ozobot EVO. Урокът е с конкретни фрагменти от Python код, които са съвместими с робота Ozobot, позволяващи изпълнението на програмирани задачи. Един такъв урок включва разработването на алгоритъм за движение, предназначена да възпроизведе движението на тракийско хоро (Бучинско хоро). Необходимият за тази задача програмен код е структуриран алгоритмично, за да създаде звездообразен модел, какъвто се получава от стъпките на хорото. Съответният учебен код е илюстриран на фиг. 16, а предложеният алгоритъм версия на кода за изпълнение с Ozobot и неговите възможности за движение е показана на фиг. 17.



Фиг. 16: Код за тракийско хоро в Trinket Python

В този контекст, освен физическото движение, изследването на компютърните концепции от страна на ученика може да бъде допълнително обогатено чрез интегриране на музикално програмиране и реализирането на алгоритми за генериране на тракийски хоро – Сворнато хоро (9/8). За тази задача е важно да се идентифицират музикалните ноти, съответстващи на хорото, и след това да се кодира тяхното фонетично представяне по систематичен начин. Както е показано на фигура 18, част от тази задача представлява отделен проект, както е илюстрирано на фигура 19.

```

Run Python code (with the connected robot)
New Program

1 import ozobot
2 from math import radians
3
4 bot = ozobot.get_robot()
5
6 for n in range(5):
7     bot.movement.move(0.1, 0.02)
8     bot.movement.rotate(radians(216), radians(90))
9     bot.movement.move(0.1, 0.02)
10    bot.movement.rotate(radians(72), radians(90))
11

```

Фиг. 17: Алгоритъм на тракийско хоро в Ozobot Python

Сворнато хоро (9/8)

Ноти:	До	Ре	Ми	Фа	Сол	Ла	Си	Сол	Фа	Ми	Сол	Ре	До	До	До	Ми	Фа	Сол
Ноти	С	D	E	F	G	A	B	G	F	E	G	D	C	C	C	E	F	G
Оzobot:																		
Такт /ритъм:	1/4	1/8	1/8	1/4	1/4	1/8	1/8	1/4	1/8	1/8	1/4	1/4	1/8	1/4	1/4	1/8	1/8	3/8

Фиг. 18: Ноти на Сворнато хоро

```

1 import ozobot
2
3
4 bot = ozobot.get_robot()
5 takt = 1.125
6 #sound = ozobot.get_robot().sound
7
8 def phrase():
9     bot.sounds.play_note(5, ozobot.Note.G, takt/4)
10    bot.sounds.play_note(5, ozobot.Note.F, takt/8)
11    bot.sounds.play_note(5, ozobot.Note.E, takt/8)
12    bot.sounds.play_note(5, ozobot.Note.G, takt/4)
13    bot.sounds.play_note(5, ozobot.Note.D, takt/4)
14    bot.sounds.play_note(5, ozobot.Note.C, takt/8)
15
16 for count in range(2):
17     phrase()
18

```

Фиг.19: Алгоритъм за музиката на Сворнато хоро (9/8) в Ozobot Python.

Като следващ етап от този проект е фазата, която включва комбинация от двата единична проекта или това е програмиране на Ozobot EVO за симулация на поведението на

танцуващ робот, който изпълнява звездовидна фигура и едновременно изпълняващ хоров съпровод или това включва програмиране на робота да се движи по звездообразна траектория, като едновременно произвежда аудио изход под формата на мелодия, напомняща тракийски хоро. Съответните фрагменти от алгоритъма, илюстриращи тази функционалност, са представени на фигури 20 и 21.

Освен това, е важно да се използват асинхронни програмни парадигми за този проект. Първоначално предложените реализации използваха синхронни техники за кодиране; текущата версия изисква използването на асинхронни библиотеки за улесняване на желаните едновременни операции.

```
1  import ozobot
2  import asyncio
3  from math import radians
4
5  bot = ozobot.get_robot(coro = True)
6  movement = bot.movement
7
8  takt = 1.125
9  #sound = ozobot.get_robot().sound
10
11 async def phrase(repeat):
12     for n in range(repeat):
13         await bot.sounds.aplay_note(5, ozobot.Note.G, takt/4)
14         await bot.sounds.aplay_note(5, ozobot.Note.F, takt/8)
15         await bot.sounds.aplay_note(5, ozobot.Note.E, takt/8)
```

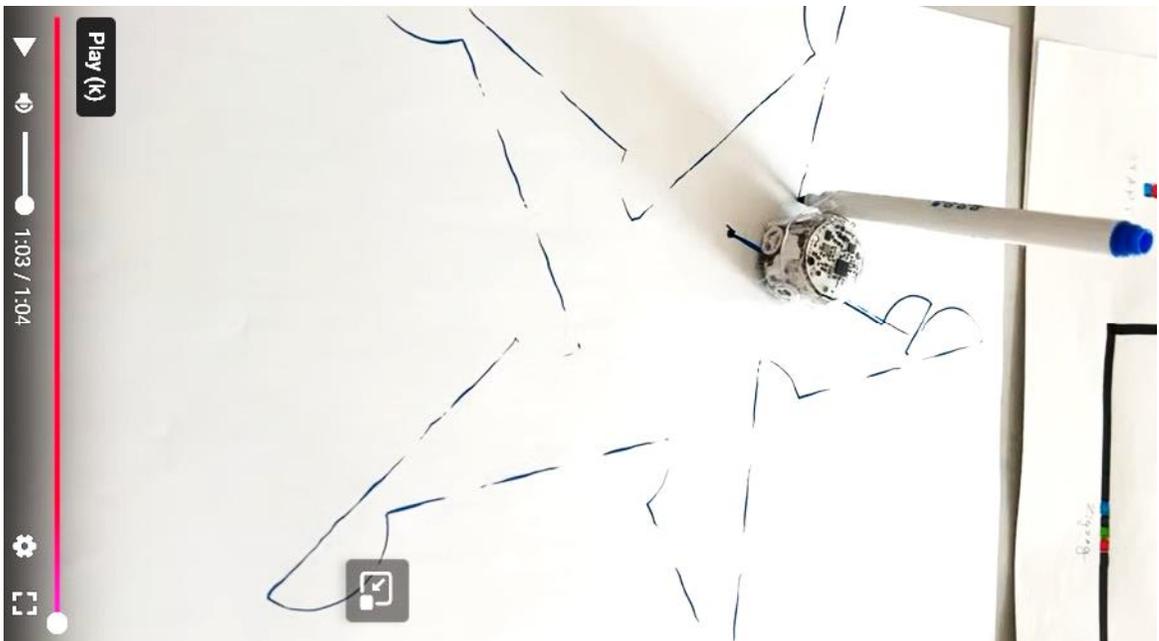
Фиг. 20. Алгоритъм на аудио на Сворнато хоро на Ozobot Python

```

38
39  ✓ async def moveLikeAStar(repeat):
40  ✓      for n in range(repeat):
41          await movement.move(0.1, 0.02)
42          await movement.rotate(radians(-(180-34)), radians(90))
43          await movement.move(0.1, 0.02)
44          await movement.rotate(radians(72), radians(90))
45
46
47  ✓ async def main():
48      res = await asyncio.gather(phrase(9), moveLikeAStar(5))
49
50  asyncio.run(main())
51

```

Фиг. 21: Алгоритъм на аудио на Свърнато хоро (9/8) на Ozobot Python с асинхрон
 За илюстриране на звездната форма към робота е прикрепен цветен флумастер, за да се види движението на робота според зададения алгоритъм. Фиг. 22.



Фиг. 22: Рисуване на стъпките на тракийско хоро с Ozobot EVO

Тази графична презентация може да бъде предварително изчислена, което се дължи на кода и позволява последващата формулировка на управляващия алгоритъм.

Ozobot EVO е компактен мобилен робот, който безпроблемно се интегрира в образователните програми на различни възрастови групи ученици, обхващаща деца от 6 до 18 години. Неговият дизайн улеснява индивидуалното или съвместното използване сред



обучаващите се, насърчавайки интерактивно участие. Батерията на работа може да се зарежда за около 20 минути, като осигурява работно време от 45 до 50 минути, което е достатъчно за стандартен учебен час. Минималистичните размери на Ozobot EVO позволяват използването на множество устройства в класната стая, минимизирайки пространствените ограничения и увеличавайки възможностите за практически учебни опити.

Малките му размери са свързани пряко с материалите, от които е изработен, както и с неговия профил за устойчивост. Въпреки това, той проявява забележителна чувствителност към материала, по който се движи. Този феномен е забележим, когато към него е закрепен писец, като флумастер.

Ozobot EVO предоставя значителна гъвкавост при обучение и приложение, улеснявайки задачи, вариращи от интерпретиране на цветови кодове до участие в блоково базирано програмиране. Този прогрес е структуриран в пет различни етапа, като завършва с програмиране за напреднали като използва език за програмиране – Python 3.

Ozobot е отличен инструмент за подобряване на обучението по програмиране чрез системата за блоково кодиране, особено за ученици в етап, когато търсят да разберат последиците от своите команди и резултатите от своите действия. Докато блоковото програмиране по същество улеснява визуалното представяне на кода и обяснява неговото основно обосновка, въвеждането на външен елемент — като мобилен робот — значително задълбочава разбирането на учениците за принципите на програмиране, логиката и математическите концепции. Тази практическа интеракция не само подсилва когнитивната интеграция, но и повишава мотивацията на учениците да изследват допълнителни знания в тези области. Следователно, тази връзка между човека и роботиката създава солидна основа за появата на Индустрия 5.0, характеризираща се с увеличено сътрудничество между човешкия интелект и роботизираните възможности в бъдещото развитие.

Има разработени уроци, но са фокусирани върху кодиране по цвят и програмиране независимо от устройството; въпреки това, съществува и равностойно значим интерес към използването на устройства и реализирането на програми чрез роботика.

Когато работите с Python, познаването на платформата Ozobot EVO служи като основна предпоставка, която позволява на учащите да разбират разликите и общностите между различните интерфейси, свързани с Python. Тази опитност подобрява разбирането на концепции за програмиране като библиотеки, масиви, функции и нюансите между синхронното и асинхронното програмиране.

Въпреки ограничените часове по информационни технологии в учебната програма, интеграцията на Ozobot EVO и програмирането с Python може да бъде съчетана синергийно с различни учебни предмети, включително музика, танци и математика, като по този начин се улеснява по-широкото им приложение в STEM (наука, технологии, инженерство и математика) учебните програми.

Ozobot EVO използвайки RGB технология за четене на цветове, като ги улавя, блоково програмиране и програмира на Python 3 изпълнява задачи с поставени параметри, измерими за разстояния, време и др., постига зададени целите и се интегрира с различни предмети. В апробирания пример в седми клас, учениците преминаха през български език, история, спорт, музика, информационни технологии, математика, технологии и предприемачество, за да достигнат до крайния резултат да бъде представен робота в роля на момиче/момче в носия, което играе народни танци и пее народна песен чрез нов алгоритъм.

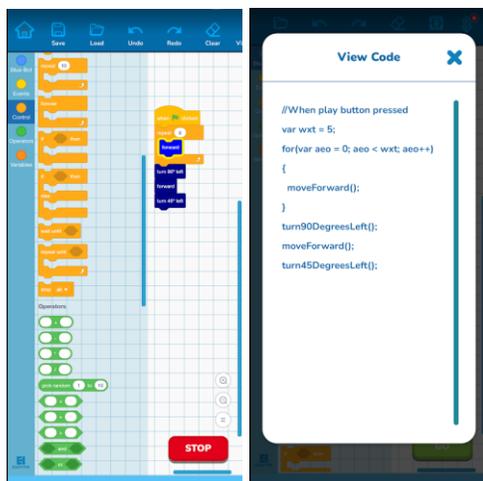
3.1.2. BlueBot

Друг мобилен робот подходящ за образователната система е BlueBot. Фиг. 23. Той е с малко по-големи размери от Ozobot, 13 см x 10 см x 7 см. Тези само 340 гр. Той както и Ozobot е изработен от поликарбонат, което му дава предимството да бъде устойчив във времето. Има презареждаща се батерия, порта за зареждане е USB type B. Батерията издържа 6 часа за работа, което се вмества в работния или ученически ден за работа с робота, зарежда се 4 часа. Движи се с две колела и се балансира на с алуминиево топче, намиращо се по среда под очите. Инфрачервените сензори могат да комуникират с други роботи от същия тип, има микрофон и високоговорител, което позволява да се правят и възпроизвеждат записи.



Фиг. 23: Устройство на BlueBot

LED светлини – това са очите, които премигват или постоянно светят в синьо, използва Bluetooth системата за комуникация с други устройства като телефони(фиг.24), таблети(фиг.25), компютри (фиг.26) или четец (Tactile Reader) фиг.27, предлага съвместимост с Андроид (Android), Уиндоус версия 7+ (Windows 7+) и iOS. Мобилния робот може да се програмира чрез бутони – ръчно, чрез приложения за телефон, таблет, компютър стъпково или блоково (фиг.24).



Фиг. 24: Приложение на BlueBot на телефон



Фиг. 25: Приложение на BlueBot на таблет



Фиг. 26: Приложение на BlueBot на компютър

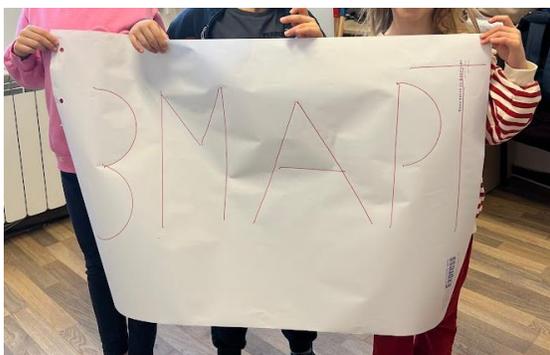


Фиг.27: Работа с четец TacTile Reader

Робота има и различни приставки като облекла, чрез които може да се задава конкретика на задачата. Една от приставките е с опция да се слага и флумастер. Това позволява интегриране на STEM урок с български език. (фиг. 28) Уроците могат да бъдат проведени както с управление с бутони, така и през четеца или през компютъра. Разбира се тук идва не само познанията по език, но и математика, изчисляване на разстояния, размери на буквите, вид изписване – печатно например, размери на листа, големина на буквата и т.н. (фиг. 28, фиг.29 и фиг.30)



Фиг.28: Изписване на 3 МАРТ с бутони



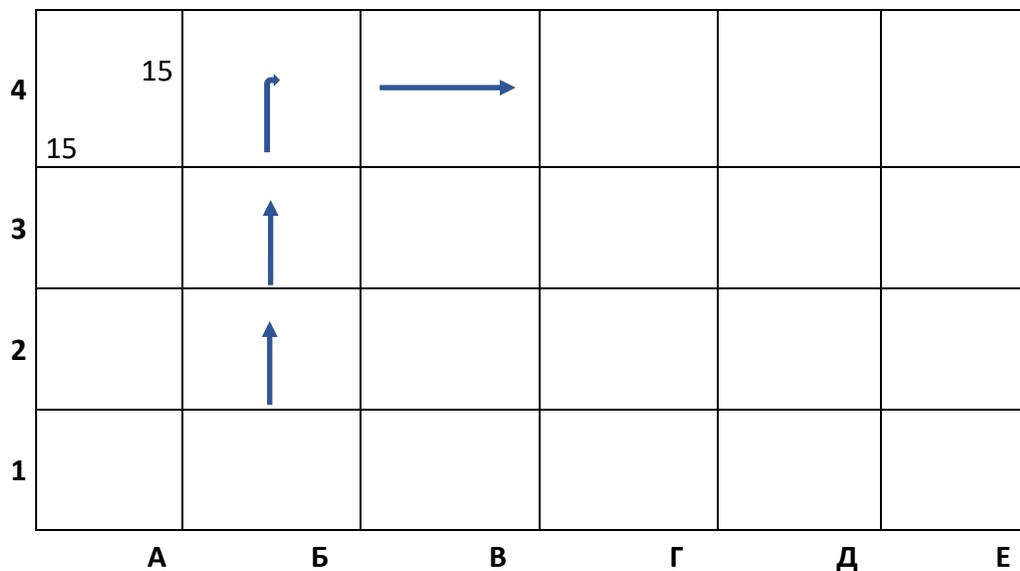
Фиг.29: Изписване на 3 МАРТ с четец



Фиг.30: Изписване на 8 МАРТ

Blue-Bot се движи на стъпки от 15 см, може да се завърта на 90° и запомня до 200 команди. При програмиране чрез приложение или използване на TacTile четец с допълнителни плочки от команди, можете да се програмира робота да се завърта само на 45° или просто да повтаря зададените алгоритми. В тази връзка е много удобна работата в квадратна мрежа. (фиг.31) Ето защо може да се упражняват различни ходове на работни листове, с попълване на стрелки за дадена посока или да се редят готови картончета с команди. Могат да се изработват табла в квадратни мрежи или да се използват готови

такива(килимчета), върху, които да върви робота. На фиг.32 се движи върху прозрачно килимче/табло. На фиг. 26 се вижда таблото във вид на карта, което е качено и в програмата.



Фиг.31: Работен лист – Квадратна мрежа за BlueBot



Фиг.32: BlueBot преминава препятствия

Освен вече споменатите начини за работа с BlueBot, може да се използва и приложението: <https://bluebot.terrapinlogo.com/>, сайт който представлява онлайн симулация, отново се виждат ходовете на робота, той е поставен на карта, по която може да се изпълни урок в случая за развитието на пеперудата. Фиг. 33 Има предложени още няколко табла за различни направления в науките.



Фиг.33: BlueBot онлайн симулация – Пътя на пеперудата

BlueBot мобилния робот се харесва от учениците, дори и по-големите, гимназиален етап. С този робот могат да се провеждат много интердисциплинарни уроци, тъй като робота може да бъде поставян в най-различни роли от насекомо, до полицаи. Могат да бъдат сътворявани най различни табла, ситуации, облекла, може да се управлява по различни начини. Цялото това разнообразие отваря възможности за учене, разбиране и надграждане както на знания така и на умения.

Робота е изключително здрав, компактен и рентабилен за използване в STEM уроци в начален етап или детски градини. BlueBot разполага с технологията Bluetooth, интерфейс и Edge. Апробирани са множество уроци с ученици 6 – 10 годишна възраст и с учители, които разбират технологиите, виждат връзката в различни уроци, език (български и чужд),

математика, рисуване, компютърно моделиране, родинознание, околна среда, технологии и предприемачество, музика. (Приложение 1)

3.1.3. ArtieMax

За новите технологични поколения обществото изисква силен фокус върху науката, технологиите, инженерството и математиката - STEM. Роботиката е една от най-напредналите области на STEM [72, 73] и обучението в нея трябва да бъде разширено до началното и средното училище с рентабилни работи. [74, 75]

Следващ робот, с който са проведени експерименти и апробация с ученици и учители, за работа в училище е образователният робот ArtieMax и интегрирането му в учебния процес. ArtieMax е робот, който може да се използва за въвеждане в първите стъпки на програмиране от най-малката възрастова група 6 - 10 годишни ученици. Роботът е подходящ за индивидуална или груповата работа. Роботът показва в симулационна среда кода. Роботът показва хардуерни предизвикателства, когато не рисува същия код на хартията, както в симулацията. Много важна част е даването на задачи и търсенето на решения от учениците за тяхното умствено развитие и логическо мислене още от началното училище. Тази цел както вече споменах се постига с помощта на образователния подход STEM обучение.

За новите технологични поколения е много добро предизвикателство да им се преподава с помощта на технологии или чрез тях. Образователният робот ArtieMax е един от десетте най-препоръчвани образователни работи. Роботиката, кодирането, виртуалната и разширената реалност могат да се разглеждат като стъпки в това как технологиите могат да помогнат на учениците да придобият умения, необходими за бъдещия им живот.

Технологията може да играе ключова роля в стимулирането на ученето и да помогне учениците да бъдат най-добрите в рамките на училището, независимо дали става въпрос за участие на учениците, добавяне на смисъл, взаимодействие, сътрудничество или изграждане на знания.

Технологиите, които се използват в училищата, винаги трябва да бъдат проектирани от гледна точка на учащите: как могат да направят път към ученето, да премахнат пречките,

да бъдат лесни за използване, да обслужват учащите със специални нужди, да се използват в различни пространства и да се придвижват лесно, могат ли да дадат възможност за изграждане на знания и споделяне на знания с връстниците. В тази връзка роботът трябва да бъде лесно достъпен за всички заинтересовани страни, включително учители, преподаватели и ученици. Необходимо е да се следва концепцията за простота, която има три изисквания: инсталиране, експлоатация и поддръжка. [76]

Нека първо се запознаем с хардуерното оборудване на учебния робот ArtirMax, използван при проектирането и внедряването на платформата за мобилен робот ArtieMax.

Тази част представлява обратен инженеринг, тъй като производителя не е предоставил такава информация.

Роботът е с размери 17,5 x 17 cm. ESP32 (фиг.34) е високоефективен и рентабилен микроконтролер върху чип с двудрена система с два процесора Xtensa LX6 с харвардска архитектура. Цялата вградена памет, външната памет и периферните устройства са разположени на шината за данни и/или на шината за инструкции на тези процесори. [77]

С някои малки изключения адресното разпределение на двата процесора е симетрично, което означава, че те използват едни и същи адреси за достъп до една и съща памет. Множество периферни устройства в системата могат да осъществяват достъп до вградената памет чрез DMA (Direct Memory Access).

Двата централни процесора са наречени "PRO_CPU" и "APP_CPU" (за "протокол" и "приложение"), но за повечето цели двата централни процесора са взаимнозаменяеми. [78, 79]

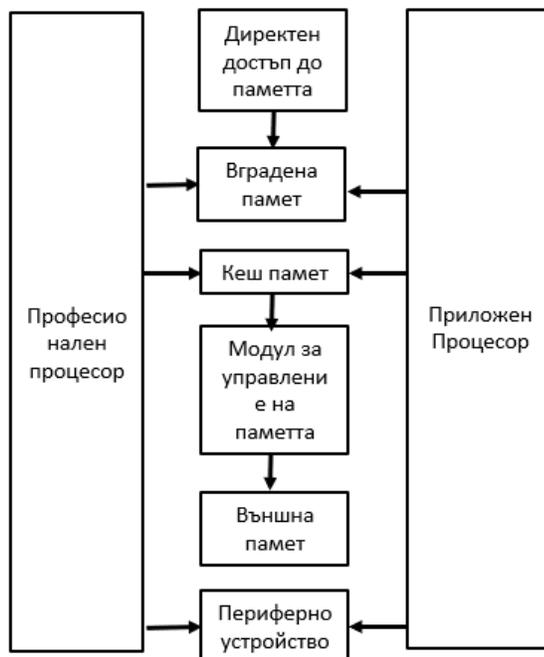


Фиг. 34: Микроконтролер ESP32

Характеристики на микроконтролера ESP32:

- Адресно пространство Симетрично картографиране на адресите
 - 4 GB (32-битово) адресно пространство за шината за данни и за шината за инструкции
 - 1296 KB адресно пространство на вградената памет
 - 19704 KB адресно пространство за външна памет
 - 512 KB периферно адресно пространство
 - До някои области на вградената и външната памет може да се получи достъп чрез шината за данни или шината за инструкции
 - 328 KB адресно пространство за DMA
- Вградена памет
 - 448 KB вътрешен ROM
 - 520 KB вътрешна памет SRAM
 - 8 KB RTC FAST памет
 - 8 KB RTC SLOW памет
- Външна памет
 - Извънчиповата SPI памет може да бъде нанесена в наличното адресно пространство като външна памет. Части от вградената памет могат да се използват като прозрачен кеш за тази външна памет.
 - Поддържа до 16 MB SPI Flash памет извън чипа.
 - Поддържа до 8 MB SPI SRAM извън чипа.
- Периферни устройства
 - 41 периферни устройства
- DMA
 - 13 модула могат да работят с DMA

На фиг. 35 е показана блок-схемата, която илюстрира структурата на системата.



Фиг.35: Структура на системата [77]

ESP32 може да функционира като напълно самостоятелна система или като подчинено устройство към хост MCU (Micro Controller Unit, Микроконтролерна единица — малък компютърен чип, който се намира в електронни устройства), като намалява натоварването на комуникационния стек на основния приложен процесор. ESP32 може да се свърже с други системи, за да осигури WiFi и Bluetooth функционалност чрез своите SPI/SDIO или I2C/UART интерфейси.

Системата стартира с два стъпкови двигателя. (Фиг.36)



Фиг.36: Два стъпкови двигателя

Роботът е оборудван с:

- LED очи Фиг.37.
- Говорител
- Литиево-йонна батерия
- Блок за зареждане на захранването с USB порт
- Платка / ESP32 е двуядрена система/
- Сензори

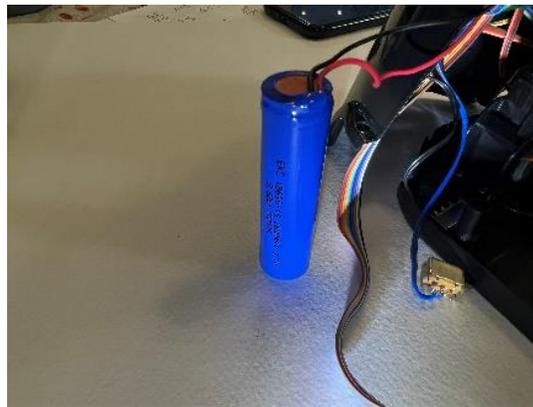


Фиг.37: 4 броя LED очи

Захранване/Батерия може да се види на фиг. 38:

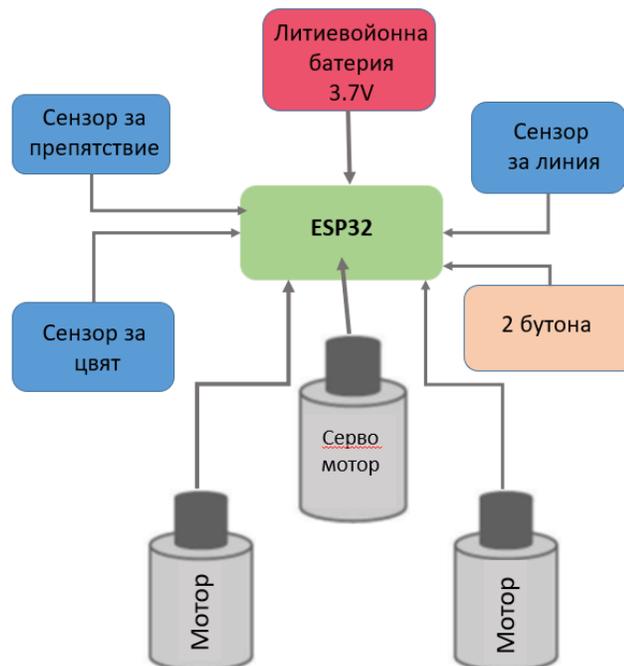
- Гаранция: 1 година (12 месеца)
- Име на марката: AUK

- Номер на модела: 18650 3.7v 2600mah литиево-йонна батерия
- Тип: Акумулаторна батерия за акумулаторни батерии Li-Ion
- Напрежение: 3,7 V
- Живот на цикъла: 500 пъти



Фиг.38: Литиево-йонна батерия

Схема на системата за управление е илюстрирана на фиг. 39, която показва контролерите, драйверите и сензорите на мобилната роботизирана платформа на ArtieMax.



Фиг.39: Схема на системата за управление

Софтуер на ArtieMax

Роботът работи със собствен вграден сървър(уеб-базирана среда за програмиране – local.artiemax.com) и се свързва чрез WiFi, за да може да има бърза връзка на разстояние и да е независим от свързването към определена мрежа (интернет), което може да доведе до забавяне на процеса. Изключени са проблеми като претоварване, забавяне на трафика, прекъсване на мрежата, прекъсване на електрозахранването и т.н., което е изключително важно при работа с ученици в различните етапи, но и от факта, че днешните поколения искат бързи резултати.

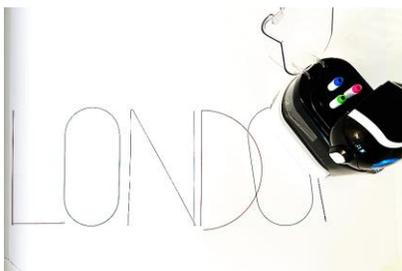
Връзката чрез вградения Wi-Fi на Artie Max и директното използване чрез таблет или компютър за достъп до потребителският интерфейс, базиран на браузър. (продуктът не се свързва с интернет, докато се използва, и не събира потребителски данни) [78].

При симулационна работа 1 робот може да се използва от 4 деца, т.е. 4 броя компютри. Когато образователният робот разпечатва, той се използва само от един ученик.

Учебният робот програмира на 5 езика[78]:

- Blockly,
- Snap!,
- JavaScript,
- Python и
- C++.

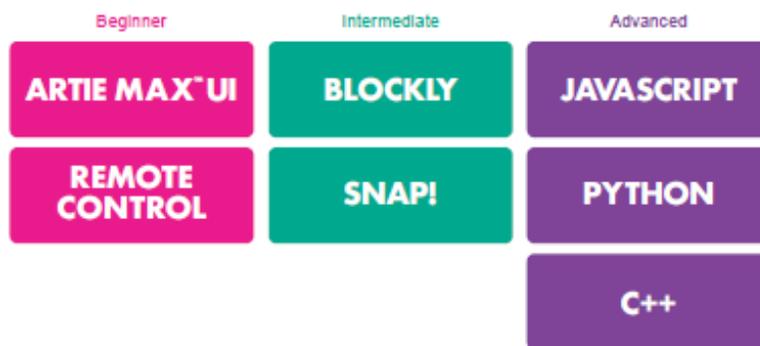
ArtieMax™ се доставя с 3 маркера (фиг.40), съдържащи миешо се мастило (син, зелен и розов), като продуктът е съвместим с всички маркери с диаметър 8 - 10,5 мм. [78]



Фиг.40: ArtieMax с три маркера

ArtieMax може да бъде показан и с дистанционно управление(remote control), чрез устройство. Т.е. може да се управлява да върви като с дистанционно управление, но след като се види как се движи робота, се преминава към неговото движение чрез зададени

команди или т.нар. програмиране. Дистанционното управление (remote control) (фиг. 41) ни помага да започнем работа с мишката. След това се преминава към блоково програмиране - Blockly и учениците се запознават с готови команди, научавайки как да ги подредят, за да направят форма. Фиг.42 (куб) [80][81]

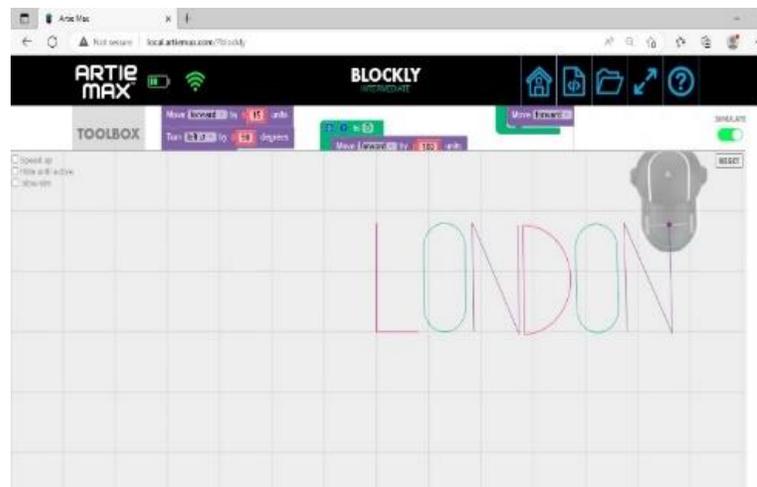


Фиг.41: Среди за програмиране - дистанционно управление

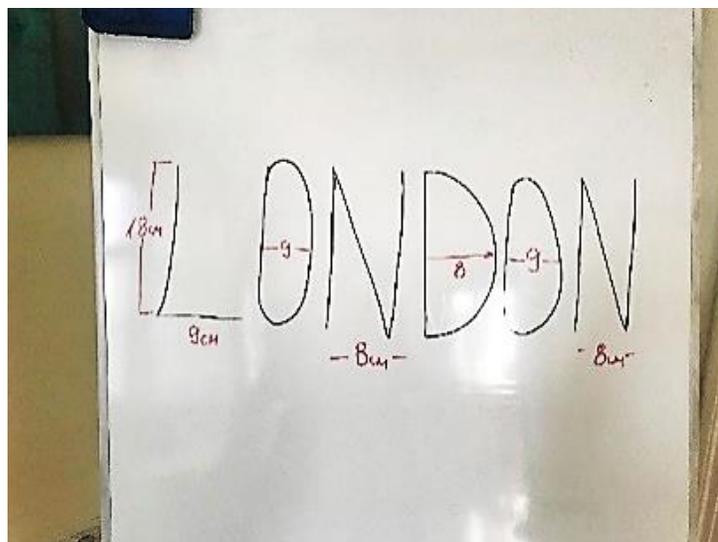
Учениците започват своя път в образованието с изучаване на един език чрез неговото изписване със символи и звуково значение. В допълнение към писането на символите на ръка, може да се проведе и STEM урок чрез писане на буквите от английската азбука с помощта на образователния робот. По този начин се съчетава затвърждаване на знанията, изграждат се междупредметни връзки - език, информационни технологии, математика.



Фиг.43: Алгоритъм на блоковата схема



Фиг.44: Симулация



Фиг.45:Разстояние между буквите

Думата LONDON на хартията изписана от образователния робот изглежда по следния начин: Фигура 46 - резултати от теста.



Фиг.46: Резултати от теста

На фиг. 48 се вижда отклонение от реда и изкривяване на буквите след буквата D. В процеса на тестване бяха открити две причини.

Едната е наклонът на повърхността, в този случай това е неравност на масата. Оказа се, че роботът е много чувствителен и най-малкият наклон му влияе, но това беше установено с няколко теста. Отклоненията се видяха много ясно и при буквата O. (фиг. 47, фиг. 48, фиг. 50)

Въпреки че минимизира наклона, роботът продължи да прави същата грешка между буквите D и O. Буквата O се приближава много близо до буквата D или на линията на буквата D. Това отклонение е хардуерен проблем, причинен от калибрирането на робота. То може да бъде коригирано със софтуер. Тази ситуация дава на учениците допълнителни

знания и нови възможности за вземане на решения при възникване на непредвидена ситуация.

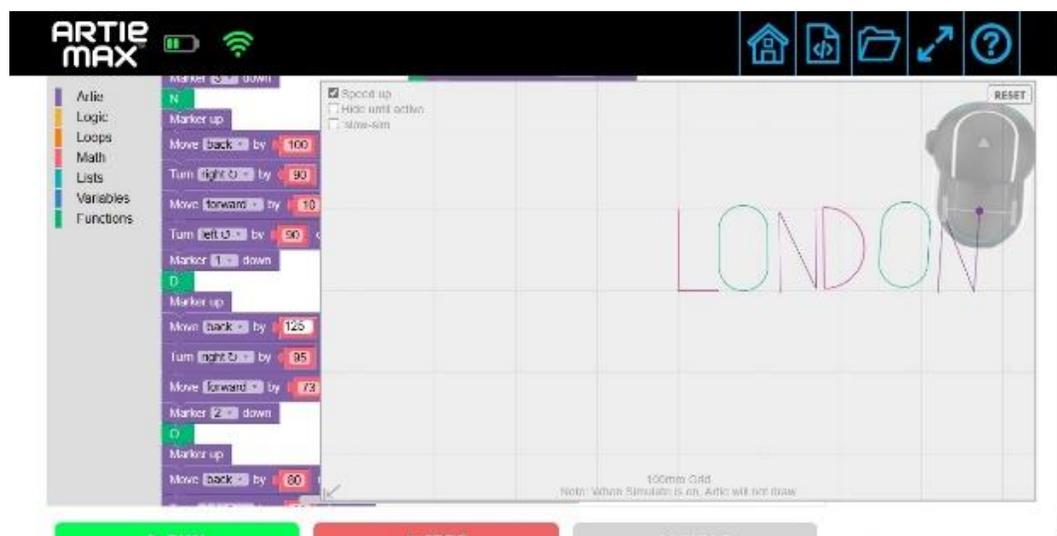
Проведени тестове

Както вече се видя, изкривяването се получава по две причини. Когато едната се отстрани или минимизира - наклонът на повърхността, върху която се чертае, идва софтуерното решение. В конкретния случай се вижда, че има разминаване между буквите D и следващото O. Решението за корекция е да се увеличи ъгълът на завъртане на робота или да се увеличи разстоянието между тях, или и двете.

Експериментите показаха, че при коригиране и увеличаване на разстоянието с + 10 мм (1 см) и увеличаване на завъртането (+5°) буквата O се отделя много ясно от буквата D и се разполага правилно. Фиг. 47 и симулацията на фиг. 48, на която буквата O е ясно наклонена към дясната страна, но на хартията буквата е изправена.



Фиг.47: Буквата O се отделя много ясно от буквата D и седи правилно

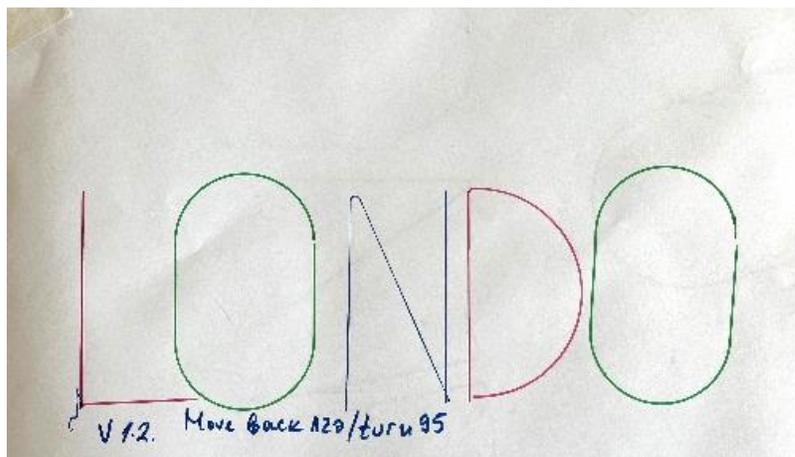


Фиг.48: Симулацията, на която буквата О е ясно наклонена към дясната страна

На експеримента увеличаването на разстоянието с + 5 mm (0,5 cm) и увеличаването на завъртането (+5°) показва наклон към дясната страна на буквата О и съответно подравнената буква N също е завъртяна към дясната страна. Фиг. 48 - симулация и фиг. 49 - резултат. В този случай и на двете места - на симулацията и на хартията - се вижда накланяне към дясната страна.



Фиг.49: Симулация

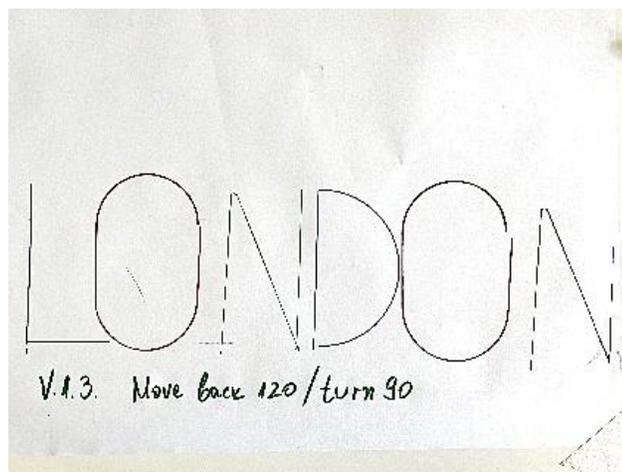


Фиг.50: Резултат

Експериментът при увеличаване на разстоянието с + 5 mm (0,5 cm) и запазване на първоначалното завъртане на 90°. На симулацията надписът изглежда плосък (фиг. 49), но на хартията буквата О е много по-близо до буквата D (фиг. 50).



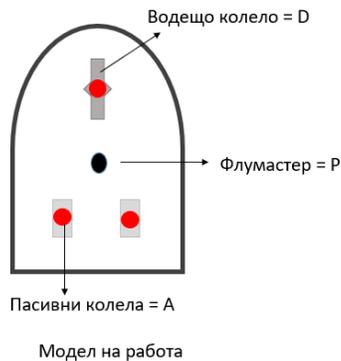
Фиг.51: Експеримент при увеличаване на разстоянието $s + 5$ мм (0,5 см) и при запазване на първоначалното завъртане на 90° .



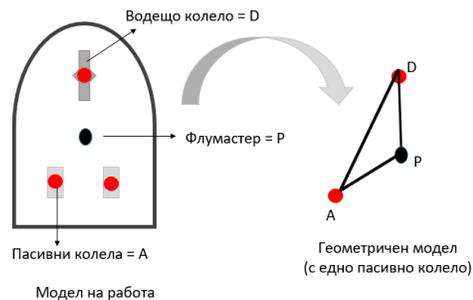
Фиг.52: Буквата О е много по-близо до буквата D

Математическите модели за движение на колелата на робота

Образователният робот ArtieMax е робот с едно задвижващо колело и две пасивни колела. (Фиг.53)

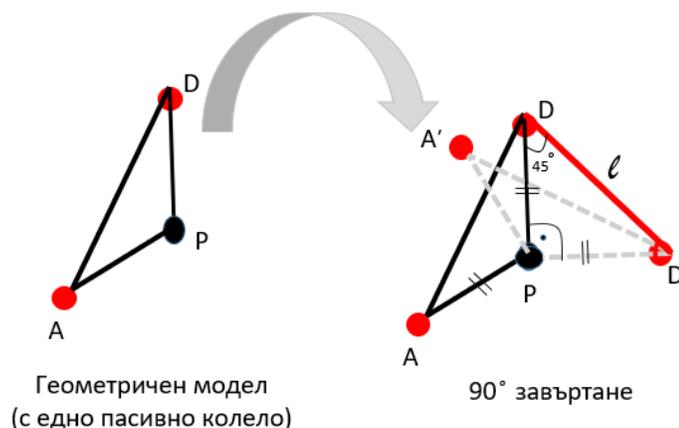


Фиг.53: Модел на работа ArtieMax



Фиг.54: Създаване на геометричен модел с едно пасивно колело

За улеснение на визуализацията на траекторията на движението ще използвам геометричен модел на колелата на робота (фиг.53), като използвам само едно от пасивните колела. Другото пасивно колело ще се движи заедно с него. (Фиг.55)



Фиг.55: Модел със завъртане на 90°

$l = DD'$ е дължината на задвижващото колело, когато ни е необходимо завъртане на 90°. Тъй като скоростта на движещото се колело е константа, дължината на движението (l) е функция на времето на движение. Т.е. $l = f(t)$. Така че ако ъгълът на движение е по-малък от 90°, това означава, че дължината l е по-малка от необходимото. В този случай трябва да увеличим дължината на движение на подвижното колело и тъй като дължината е функция на времето - трябва да увеличим времето на движение. (Фиг.55)

Образователният робот ArtieMax има потенциал за работа с ученици. Дори несъвършенствата му го правят още по-удобен за работа. Правейки нови предизвикателства за учениците. Те трябва да намерят някои нови решения, което ще създаде интерес и любопитство в учениците.



Механичният дизайн на Artiemax го превръща в многофункционален мобилен робот. Наличието на всички най-важни компоненти: платка ESP32, сензори, софтуер за управление го прави удобен за работа с до 4 деца самостоятелно, защото WiFi позволява към него да се свържат толкова устройства, колкото да се отвори интерфейсът на робота. По отношение на работата със софтуера роботът е много гъвкав и дружелюбен. Разработената платформа може да бъде надградена или променяна. [82] [83]

По отношение на хардуера образователният робот е чувствителен, дава отклонения, причинени от неравности, за което спомагат и неговият дизайн и конструкция. Основното тегло на робота е в предната част, под главата и се движи само от едно колело. Но това колело е и основно, което завърта робота. Останалата част от тялото му е с добра конструкция, но само за да побере трите маркера. Колелата не са свързани в механизъм, те свободно следват предното колело и не могат да му помагат в процеса на нивелиране. Те не могат да компенсират и при завиване в остър ъгъл. В процеса на тестване беше забелязано, че се завъртат, което доведе и до реално изкривяване на данни на софтуера. Това се компенсира или чрез увеличаване на градусите на завоя, или чрез използване на обратно движение на робота. Установено е, че той прави по-добър ляв или десен завой след движение назад.

В конкретната експериментална постановка създаването на букви, компилирането им в един код и отпечатването на 6-буквена дума, с две повтарящи се букви, може да се види, че до 4-тата буква всички букви са различни и няма значителен забележим проблем. След това отклонението на буквите е ясно видимо.

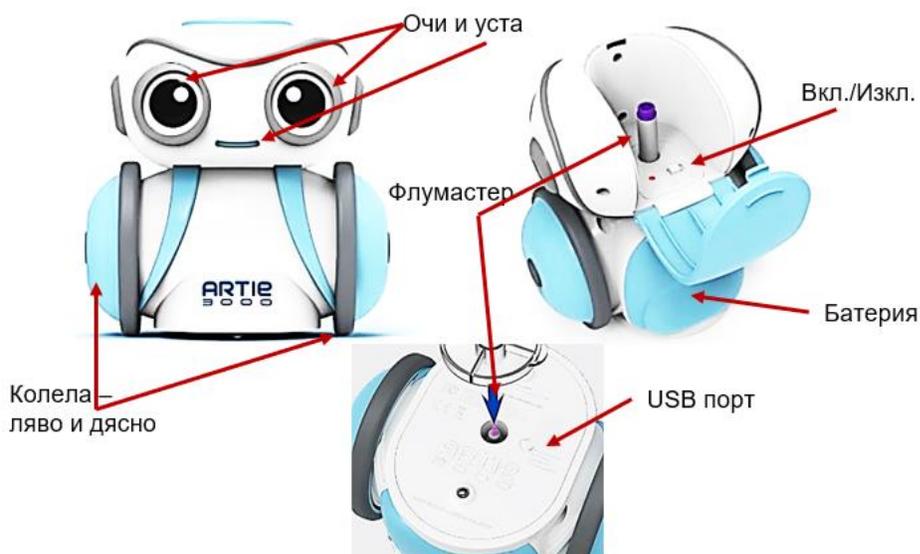
По отношение на външния дизайн роботът е интересен, привлекателен за учениците, но има и своите недостатъци. Размерът на робота е голям, а самото чертане се извършва в задната част на робота и когато се чертае, е необходимо два пъти повече място за чертане. Заради сензора за препятствие е необходимо по-голямо пространство, за да може роботът да не напуска масата, на която рисува, в противен случай прекъсва рисуването/чертането.

Въпреки минусите апробирания урок включващ английски език, математика, компютърно моделиране и информационни технологии, рисуване, география и история за

Лондон(Великобритания) доведе до знания и интерес на учениците, в подкрепа на STEM обучението.

3.1.4. Artie 3000

Предшественика на ArtieMax е Artie 3000. Размерите са по-малки: 14 x 14 x 15.5 cm, което изисква по малко площ за работа, тежи 449.06 грама, по-стабилен седи, поради факта, че е с две колела. Няма LED светлини. Работи с 4 батерии тип AA. Има и USB порт за връзка с компютър ако се налага преинсталация, актуализация и др. Неговия флумастер се намира през главата и тялото, между двете колела (крака) на робота (фиг.56)



Фиг.56: Artie 3000 устройство

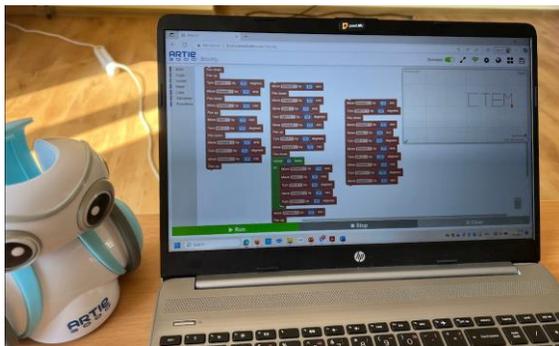
Роботът може да се програмира в три степени, всяко от които има по два модула. Начинаещите започват с управление като дистанционно (remote control) или като местят мишката (Point & click) на компютъра върху симулационната мрежа робота ще следва движението и ще нарисова картина. JavaScript и Python са програмни езици за по-големи ученици към 6 – 7 клас. За ученици между 7 и 12 години най-подходящо е блоковото програмиране на Blockly или Snap!. (фиг. 57)



Фиг.57: Среда за програмиране на Artie 3000

Artie 3000 има по-стабилна WiFi връзка спрямо ArtieMax. Един робот може да се свърже с 4 компютъра, за да се отвори уеб-базираната среда за програмиране – local.codewithartie.com.

Artie 3000 също дава леки отклонения когато изчертава зададения код, отново в зависимост от повърхността, на която се чертае и от материала, върху който се чертае/рисува. На фиг. 58 е показан алгоритъм от интегриран и апробиран STEM урок (Приложение 1) по математика, информатика и български език и на фиг.59 е показан резултатът, който е без отклонения.



Фиг.58: Алгоритъм за думата „СТЕМ“

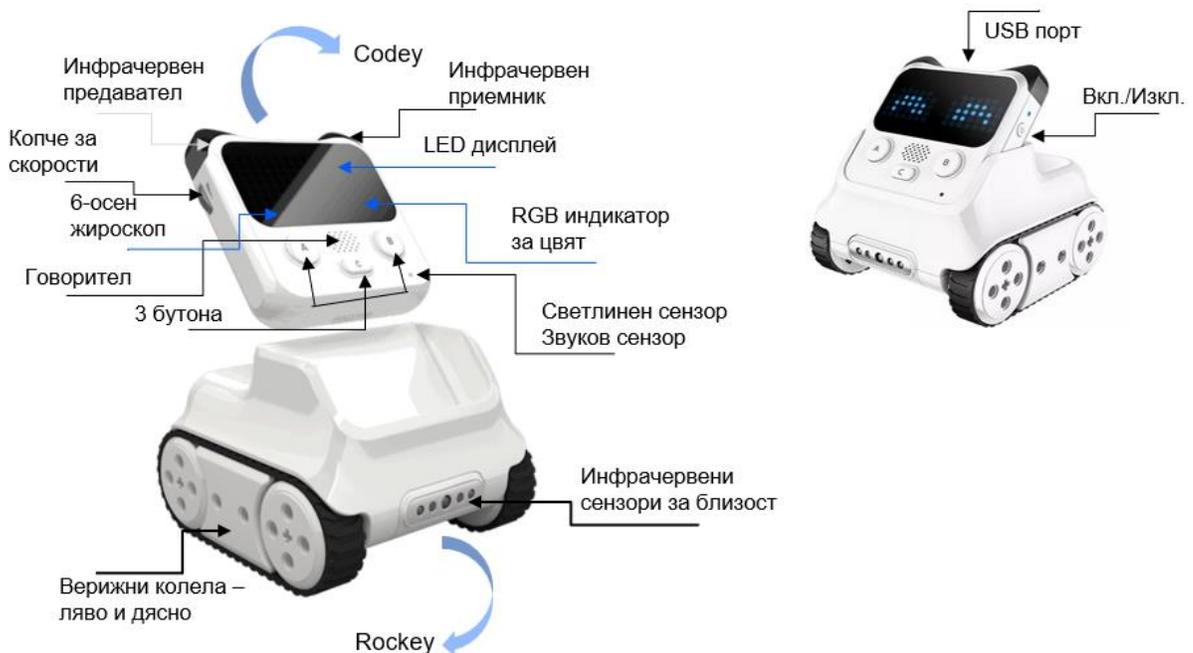


Фиг.59: Резултат от изписването на Artie 3000

3.1.5. Cody Rocky

Codey Rocky също е интересен образователен мобилен робот, който работи с вече познатото блоково програмиране. Той за разлика от предходните мобилни роботи има и сензори, които могат да се включат в програмирането и чрез тях да се разберат много от

заобикалящите ни изобретения, като осветление което се включва при засичане на движение. То се осъществява с помощта на сензори, които са програмирани да засичат движение и след това да изпълняват определени действия. Отключване с чип на врати, алармени системи или различни дистанционни. Следене на цвят или линия също е застъпено в автомобилната индустрия. Въпреки, че има все нови и нови разработки, все още се търсят подобрения или нови решения за движението на автомобилите, сигурността на домовете, улеснения при придвижване на хора или животни. На фиг. 60 е показано устройството на мобилния учебен Codey Rockey. Той се състои от две части, които се разделят – Codey и Rockey. Codey е главата чрез, която се комуникира и с компютъра и се предава кода, който да изпълни. Главата е снабдена с копче за включване и изключване, копче за скорости, три бутона, на които се качват различни команди, има инфрачервен приемник и предавател, цветови индикатор, светлинен и звуков сензор, 6 осен жirosкоп, говорител. Rockey е долната част, на която се намират верижните колела, от ляво и от дясно, отпред между колелата се намира панел с инфрачервени сензори за близост, който може да се завърта към пода и напред, т.е. може да индикира препятствия на пода, за падане, ако има стълби или дупка, или за стена и други които са пред робота.



Фиг.60: Устройство на Codey Rockey

Мобилният робот използва ESP32 микроконтролер, DC мотор с редуктор, двудрен процесор Tensilica LX6. Презареждаща се LiPo батерия 3.7V. Размерите му са: 102 × 95.4 × 103 мм (Д × Ш × В), тегло - 295 грама.

Режим на комуникация може да се осъществи чрез USB порт(тип В микро), Bluetooth или Wi-Fi.

Роботът работи с програмата mBlock, която може да се използва онлайн в браузър, при наличие на интернет връзка или може да свали на компютъра и да се работи независимо от интернет, което е препоръчителен вариант. Програмата работи блоково по подобие на Scratch програмата. Може да бъде и програмирано с Python.

Codey Rocky има съвместимост с LEGO блокчетата за образование – Lego Spike/Lego WeDo 2.0. фиг. 61 фиг. 62



Фиг.61: Codey Rocky с Lego Spike

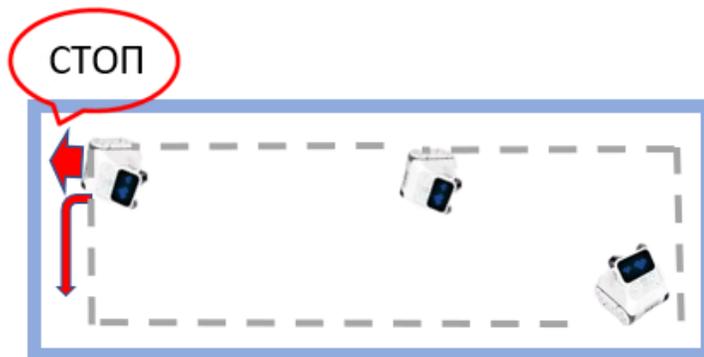


Фиг.62: Codey Rocky с Lego WeDo 2.0.

За да се провери дали мобилният робот Codey Rocky е съвместими с учебния процес и къде може да се интегрира като STEM уроци бе проведен урок „Лабиринт с Codey Rocky““.

Цел на изследването е роботът Codey Rocky може ли да бъде използван в учебни часове, за да бъде интегрирана технологията в помощ на учителя. За да се постигне тази цел бе създаден урок по математика интегриран с робот и технологии и предприемачество. Създаде се лабиринт през, които роботът да премине по зададен алгоритъм използвайки предложените блокове за програмиране и сензори, с които разполага.

Първата постановка бе учениците да създадат правоъгълен лабиринт от кашони или картон. Размерите на правоъгълника да са минимум 140 см x 60 см. След което да се тества робота дали ще се блъска в стените или ще може да избягва препятствията (стени на правоъгълника), за да продължат със създаване на лабиринт. Фиг. 63



Фиг.63: Правоъгълник за лабиринт

Първата практическа част на урок е – построяване на лабиринт и създаване на алгоритъм на робота да се движи в него, без да се блъска в стените (препятствия) на лабиринта правоъгълник. Учениците могат да използват всички команди, налични в програмата. Практиката показва, че учениците са използвали действия с време и мощност, за да накарат робота да се движи. Но и в двата случая кодът (фиг. 64 и фиг. 65) е бил неуспешен. Робот се блъска в стените, спира на неправилно място, скоростта не е подходяща. Ако разгледаме диаграмата на алгоритъма фиг. 66, ще видим, че той има възможност да спре, но не може да се стартира отново.

```

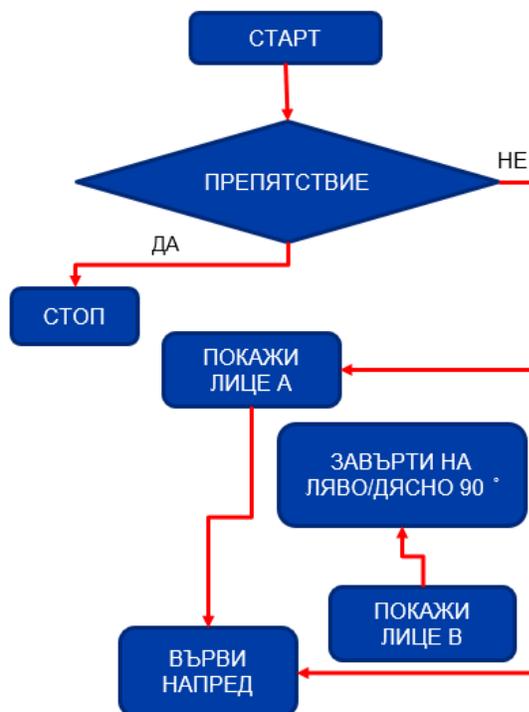
when button A is pressed
forever
  if obstacles ahead? then
    when Codey starts up
    stop moving
    show image [obstacle icon]
    turn left 90 degrees until done
    move forward at power 50 % for 1 secs
  else
    show image [clear path icon]
    move forward at power 50 % for 10 secs
  
```

Фиг.64: Код за препятствие вариант 1

```

when button A is pressed
forever
  if obstacles ahead? then
    when Codey starts up
    stop moving
    show image [obstacle icon]
    turn left 90 degrees until done
    left wheel turns at power 0 % and right wheel at power 30 %
  else
    show image [clear path icon]
    left wheel turns at power 30 % and right wheel at power 0 %
  
```

Фиг.65: Код за препятствие вариант 2



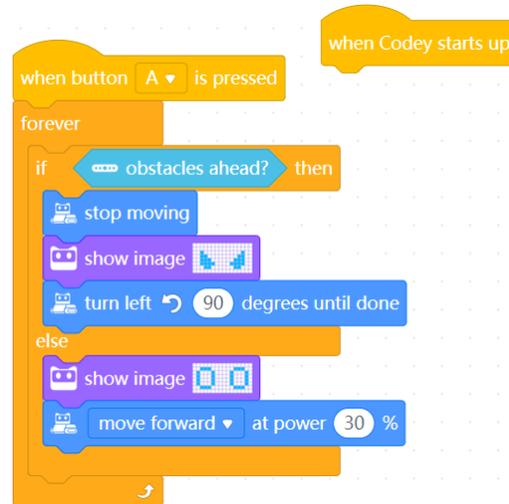
Фиг.66: Диаграмата на алгоритъма

Тук идва възможността да се мотивират учениците да търсят други променливи, да търсят други решения, така, че да стигнат до правилното решение. По този начин подрастващите се учат да мислят критично и да търсят решения, да не се страхуват от неуспешните опити.

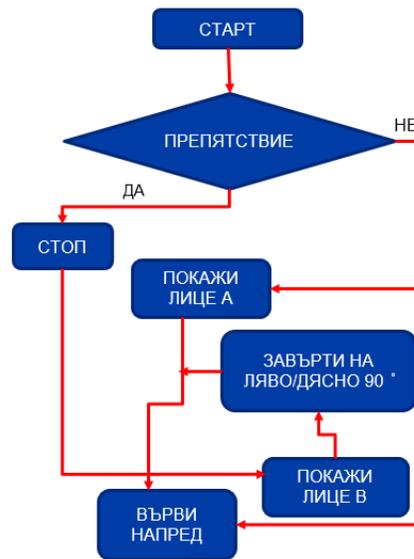
На фиг. 67 и фиг. 68 можем да видим алгоритъм за движение, който стартира, обикаля лабиринта и избягва докосване на стените(препятствията). Т.е. ако има препятствие работата изпълнява команда да спре и да смени посоката си. Разработения алгоритъм може да се види на фиг. 69.



Фиг.67: Алгоритъм за препятствие вариант 3



Фиг.68: Алгоритъм за препятствие вариант 4



Фиг.69: Диаграмата на алгоритъма 1

След като имат вече коректен код за движение на робота, които да не се блъска, а да избягва препятствия може да се усложни лабиринта като се сложат други стени фиг. 70. Добавени са три стени перпендикулярни на основните. След това се пуска робота отново да се види дали ще ги заобиколи. Опитата показва, че робота избира различни посоки според зависи как ще попадне обсега на сензора за препятствие и стената. На фиг.71 са добавени още стени към предишните, тала че се получават ъглови препятствия за Codey Rocky. Експеримента показва, че върви правилно и не се блъска в стени, върти се докато намери опция за движение напред.

- Обществото трябва да подготви следващото поколение да води и да просперира в свят, доминиран от технологичния напредък, и да създаде по-осъзнати пътища за успех след завършване на средното образование.

3.1.6. XGO-mini 2 Dog

Вървейки по пътя на развитие в технологичният свят и ежедневните предложения на нови технологии е необходимо да се интересуваме от различни софтуерни опции за подготовка на учениците в различните образователни нива. Както вече споменах живеем в епохата на индустрия 4.0 - киберфизични системи (КФС) и индустрия 5.0, която трябва да постигне синергия между човешкия и машинния интелект. [88, 89, 90] Въвеждането на Петата индустриална революция е ускорено от иновативните мултимодални възможности на GPT (Generative Pre-trained Transformer) езиковите модели на изкуствен интелект, които допълват изкуствения интелект със сензорни параметри и обогатяват човешкия опит. Учениците трябва да бъдат готови за своята технологична реалност и да увеличават технологичните си умения, за да станат нови предприемачи, откриватели и пр.

Днес децата се запознават с изкуствения интелект още от детската градина или началното училище. Те започват да разбират и комуникират с роботи. В гимназията или университета те започват да разбират разликата между хардуер и софтуер. Студентите имат възможност да учат все повече и повече както в едната, така и в другата област. Роботите предоставят допълнителни възможности за обучение за учениците, заинтересовани от роботика, автоматизация и развитие на хардуер. XGO-mini 2 Dog е робот, който може да бъде следващата стъпка след блоково програмиране на Scratch или други подобни програми, като визуална реалност: програмиране (софтуер) или продукт – робот (хардуер).

Роботът XGO-mini 2 Dog е много гъвкав и има корпус от алуминиев сплав. Може да бъде програмиран с помощта на три среди за разработка: Blockly, Python и ROS. Учениците започват блоково програмирането вече в началното училище (1 – 4 клас). Този мобилен робот им дава лесен начин да преминат към следващото ниво на програмиране с Python в по-високите образователни степени (6-7 клас). XGO-mini 2 Dog предлага възможности за творчество чрез софтуерни предизвикателства и хардуерни ъпгрейди. Тук ще предложи някои упражнения с изкуствен интелект (AI), които могат да бъдат полезни за упражнения



в клас и няколко кода. Тези уроци предоставят алтернативи за свързване на различни урочни програми и работи.

Python е лесен за разбиране език в програмирането. Този език улеснява разбирането на това какво правят различните функции. Той влезе официално в учебната програма по Информационни технологии и компютърно моделиране от 5 клас на горе. Това улеснява възможността за програмиране на мобилния робот не само за онези, които искат да разширят своите умения както в програмирането, така и в хардуерното развитие, но и за това да се види практически какво се постига чрез програмиране(софтуер).

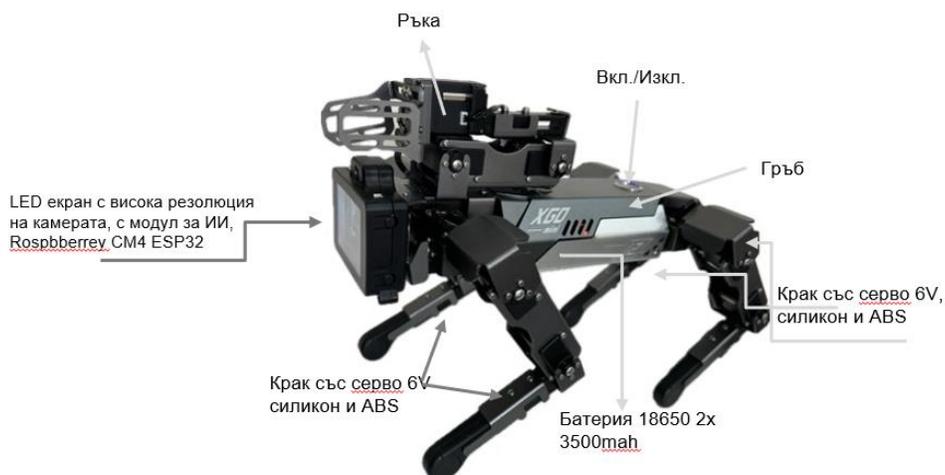
Важно е да познаваме хардуера на мобилния робот XGO-mini 2 Dog. Видно от името си това е робот куче. Неговият размер е компактен, като на малко куче. Размерите му са 270 x 150 x 180 мм и 270 x 145 x 170 мм в изправено състояние. Теглото му е 915 г. Роботът XGO-mini 2 Dog разполага с четири крака, оборудвани със смарт серво механизъм 6V, както е показано на фиг. 70. Този вид рулево управление има голям въртящ момент и може да поддържа стабилна позиция при тежки натоварвания. Скоростта на серво механизма е много бърз и прецизността също е изключително висока. Това високо прецизно управление може да гарантира, че XGO-mini 2 Dog има по-стабилна и прецизна стойка по време на движение. [90]

Мобилният робот разполага с омнидирекционално движение(omnidirectional motion), шест измерен контрол на позицията и множество режими на движение, които могат гъвкаво да реагират на различни сценарии и задачи. Оборудван е с IMU (Inertial Measurement Unit / инерционен измервателен модул), сензори за положение на ставите и сензори за ток, то осигурява в реално време обратна информация за собствената си ориентация, ъгъл на ставите и въртящ момент, подкрепяйки вътрешните алгоритми и позволявайки допълнително развитие. [90]

Батерията е стандартна 18650 с капацитет 3500mAh и ток 3C. Продуктовата линия POWERPAQ е базирана на цилиндрични клетки във формат 18650 или 21700. Тя е проектирана да отговаря на най-високите изисквания за капацитет и доставка на ток. Линията POWERPAQ е оборудвана с разширена система за безопасност и интелигентна

система за управление на батерията (BMS - Battery Management System). Роботът разполага с литиево-йонна батерия от единични клетки до конфигурации с дванайсет клетки. Зарядното устройство разполага с функция за защита срещу презареждане, която предотвратява експлозии, причинени от презареждане. [90] Енергийната систем на XGO-mini 2 Dog също е много надеждна и безопасна.

Кучето XGO-mini 2 Dog е оборудвано с роботска ръка и грипер, захващаща част(щипка), както и с вграден модул Raspberry Pi CM4 за приложения за изкуствен интелект (Фиг.72).



Фиг.72: XGO-mini 2 Dog

Капацитетът на паметта на „XGO-mini 2 Dog“ е 4 GB, което позволява обработка и съхранение на големи обеми данни. Той разполага също с 4 програмируеми бутона за повече възможности за взаимодействие и контрол. Видеовходният интерфейс Micro HDMI и USB порт тип C позволяват на „XGO-mini 2 Dog“ да се свързва с външни устройства и да пренася данни. [92] (Фиг.73)



Фиг.73: XGO-mini 2 Dog – глава на робота



Главата на робота представлява монитор (Фиг.71), които съдържа модул XGO-СМ4, съдържа Raspberry Pi CM4 с 2 GB RAM и микроконтролер ESP32, която осигурява серво управление за тялото, аудио DAC (Digital-to-Analog Converter) и говорител, слот за SD (Secure Digital) карта, четири бутона и камера. [91] Микроконтролера ESP32 е двуядрен систем с два процесора Harvard Architecture Xtensa LX6 [92]. Всяка вградена памет, външна памет и периферни устройства са разположени върху шината за данни и/или шината за инструкции на тези процесори.

С някои дребни изключения, съответствието на адресите на двата процесора е симетрично, което означава, че те използват едни и същи адреси за достъп до същата памет. В системата могат да имат достъп до вградена памет множество периферни устройства чрез DMA.

Двата процесора се наричат „PRO_CPU“ и „APP_CPU“ (за „протокол“ и „приложение“), но за повечето цели двата процесора са взаимнозаменяеми. [65]

До тук бе представен хардуера на кучето робот. Сега да се запознаем със софтуерните му възможности.

Когато се включи XGO, неговият екран показва логото на производителя заедно с три опции: Програми, RC (remote control) и опитай демонстрация. За да се избере опция се преминават чрез бутоните, разположени от страни на корпуса на екрана. Две от опциите варират от основна транскрипция на реч и разпознаване на ключови думи за команди в раздел „Реч“, до разпознаване на форми и цветове, както и демонстрации на машинно виждане, включващи разпознаване на лица и жестове. Програмите служат повече като шаблонен код за разработчиците, работещи със системата. [92]

„AgeSex“ е още една демонстрация за машинно зрение. Тя използва Open CV за определяне на пола и възрастта с модели за пол от платформата Caffe, като крайният резултат е предположение за пола, което в голяма степен зависи от това как сте стилизирали косата си. [92]

Режим „Emotion“ (Емоция) се опитва да реагира на лицеви изражения, използвайки модела за емоционално разпознаване на Keras. Той е малко забавен и е ограничен от ниското качество на камерата.

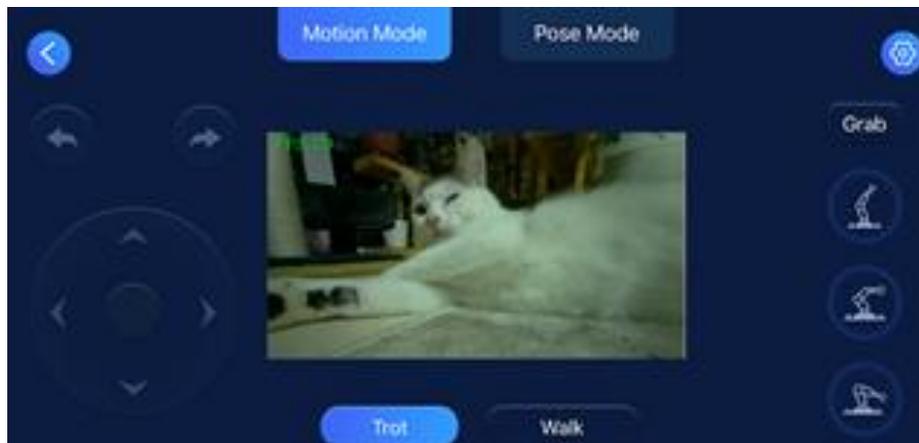
Режим „Recog“ ("recognition" - разпознаване) ви позволява да съхранявате и проверявате познати лица, което има впечатляващ потенциал при създаването на собствени приложения с тема робот-подражател.

Режим „Pose“ (поза) е тракер за жестове на ръце и тяло — всъщност това е остаряла част от машинно обучителната библиотека MediaPipe на Google. В контекста на компютърното зрение и разпознаването на лица означава определяне на положението или позицията на лице или тяло в изображение или видео. Отново, той е малко забавен на CM4, но може да бъде полезен, ако искате да програмирате проста поддръжка за жестов език във ваш проект с XGO.

Режим „Обучение“ ви позволява да позиционирате крайниците на робота ръчно и да запишете всяко движение за по-късно възпроизвеждане. „Хващане“ и „Топка“ използват компютърно зрение, за да накарат XGO-mini 2 Dog да използва своята ръка, за да вземе предмети, които му се показват. Това е много добра техника за обучение на ученици.

Режим „QR code“ е интересна. Той ще се опита да зареди или покаже съдържание въз основа на QR код, който се покажете на робота, което го прави забавно съчетание с генератор на QR кодове.

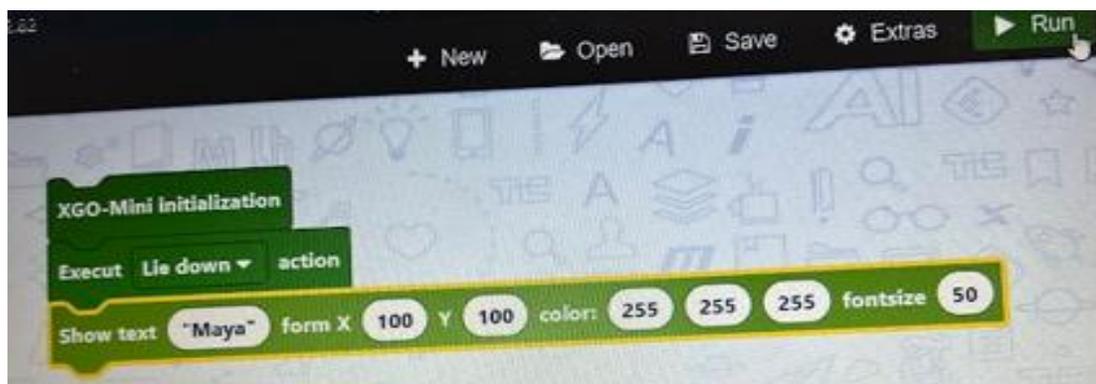
Мобилния учебен куче разпознава обекти, базирано на Yolo (You Only Look Once). Това е алгоритми за реално време за откриване на обекти. YOLO използва една невронна мрежа, за да предскаже рамки на обекти и вероятности за класове за обекти в изображението. Това е ключова разлика от други алгоритми за откриване на обекти. Но в случая на робота куче не е много полезно, тъй като се разсейва от всеки човек, който държи предмет, дава отклонения при сцени с множество обекти.



Фиг.74: XGO Дистанционно управление през телефон

XGO-mini 2 Dog е може да се управлява самостоятелно с приложението „XGOBOT“. Докато се управлява дистанционно робота, същевременно се получава и изглед от гледната точка на робота чрез камерата (фиг.74), както и пълен контрол върху движението, посоката и позицията на тялото и рабатската ръка (грипер).

За основно програмиране има интегрирана среда за разработка, когато се отвори интерфейса в браузъра той позволява да се създават и изпращат кодове директно към робота и да стартира веднага. Средата се зарежда чрез линка „XGO-Blockly“ от сайта на производителите. (Фиг.75) Когато IDE (Integrated Development Environment) средата се зареди, можете да се използва директно от уеб браузъра.



Фиг.75: XGO Блоков код в интегрираната среда за разработка

„XGO-Blockly“ е реализация на Edublocks-кастъм версия на Blockly на Google, която е среда за програмиране, подходяща за начинаещи, с графичен интерфейс, който позволява

влачене и пускане на програмни функции(блокове) от меню в свързани последователни блокове. Всъщност това е генериране на малък Python код, който можете да се види и редактира ръчно по всяко време. Това е лесен начин за обучение на ученици и създаване на повече примери, които могат да бъдат използвани.

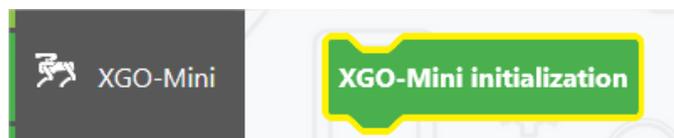
Проведени тестове с Роботът XGO-Mini 2

Роботът XGO-Mini 2, който е куче-робот е с вграден AI/ИИ модул. Някои от функциите на изкуствения интелект, готови за използване директно, са показани на фигура 76.



Фиг.76: AI примери

Преди да се продължи с използването на модула за изкуствено зрение (AI Vision) на ELECFREAKS [95], роботът трябва да бъде инициализиран. Това се извършва в уеб средата xgorobot /working/ [96]. Блокът за инициализация на работа е показан на Фигура 77:

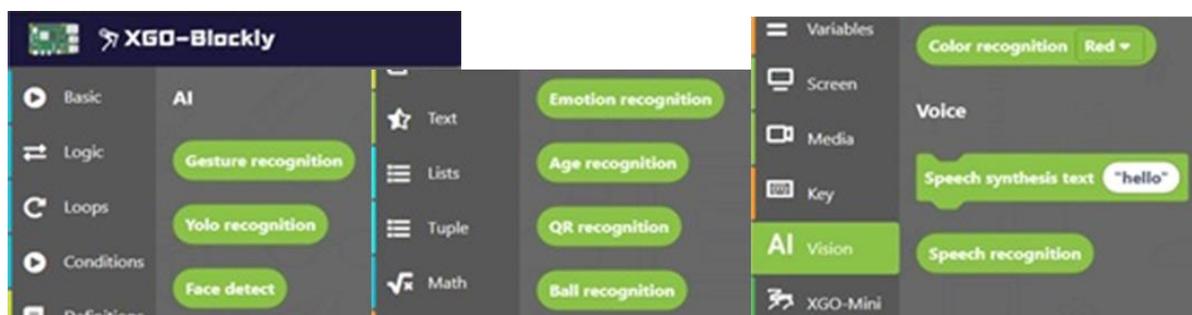


Фиг.77: Блок за инициализация

Този блок съответства на следния Python код:

```
from xgolib import XGO
from xgoedu import XGOEDU
XGO_mini = XGO("xgomini")
XGO_edu = XGOEDU()
```

Роботът XGO-Mini 2 разполага с редица възможности, свързани с разпознаване чрез изкуствен интелект, които са достъпни чрез модула AI зрение: жестове, YOLO, QR код, лице, емоции и др. (Фиг.78).



Фиг.78: Модул за визуално разпознаване чрез ИИ

Кратките програми за разпознаване с YOLO, жестове и QR кодове ще бъдат разгледани по-долу с конкретните функции за работа куче XGO-mini 2 [97].

YOLO е алгоритъм за разпознаване на обекти в изображения и видеа. Алгоритъмът открива (предсказва) в реално време класа на обектите и границите на тези обекти в изображението. Традиционните методи за разпознаване на обекти използват двустъпков подход: първо използват алгоритми за намиране на области (предложения за обекти), които може да са потенциални обекти в изображението, след което използват сложни алгоритми за класификация или детекция (моделни), които определят какъв вид обект е всяка област и къде се намира този обект. Този подход е бавен и неефективен, особено при обработка на видеосъдържание.

YOLO преодолява тези ограничения, като използва една конволюционна невронна мрежа, която едновременно предсказва класовете на обектите и техните граници. Този подход позволява на YOLO да бъде изключително бърз, осигурявайки реално време за разпознаване на обекти дори в видео. Тестът 1 (фиг. 79) показва бърз код, използващ YOLO.

```

from xgolib import XGO
from xgoedu import XGOEDU
XGO_mini = XGO("xgomini")
XGO_edu = XGOEDU()

def yolo():
    print("YOLO Recognition")
    while True:
        yolo_recognition = XGO_edu.yoloFast()
        if yolo_recognition is not None:
            print(yolo_recognition)
            # Getting the information
            yolo_object = yolo_recognition[0]
            coordinate_point = yolo_recognition[1]

            # Getting the coordinate values
            x_coordinate = coordinate_point[0]
            y_coordinate = coordinate_point[1]

            # Display information
            print("Object:", yolo_object)
            print("Coordination:", coordinate_point)
            print("X:", x_coordinate)
            print("Y:", y_coordinate)
            print()

            if XGO_edu.xgoButton("c"):
                break
        yolo()

```

Фиг.79: разпознаване с YOLO модул

Роботът XGO-mini 2 dog може да разпознае следните обекти (според спецификацията си):

[човек, велосипед, кола, мотоциклет, самолет, автобус, влак, камион, лодка, светофар, противопожарна хидранта, знак за спиране, паркомат, пейка, птичка, котка, куче, кон, овца, крава, слон, мечка, зебра, жираф, раница, чадър, чанта, вратовръзка, куфар, фризби, ски, сноуборд, спортна топка, хвърчило, бейзболна бухалка, бейзболна ръкавица, скейтборд, сърфист, тенис ракета, бутилка, винена чаша, чаша, вилица, нож, лъжица, купа, банан, ябълка, сандвич, портокал, броколи, морков, хотдог, пица, донът, торта, стол, диван, саксия с растение, легло, маса за хранене, тоалетна, телевизор, лаптоп, мишка, дистанционно, клавиатура, мобилен телефон, микровълнова печка, фурна, тостер, мивка, хладилник, книга, часовник, ваза, ножици, плюшено мече, сешоар, четка за зъби.]

Разпознаването на жестове е техника за тълкуване на жестове, които се правят с ръце или други части на тялото, с цел комуникация с компютърна система. Тази технология се използва в различни области като компютърно зрение, интерактивни системи, виртуална реалност, игри и други. Едно от основните приложения на разпознаването на жестове е в управлението на безконтактни интерфейси, които предлагат естествен начин за взаимодействие с устройства.

Разпознаването на жестове се базира на анализа на данни от сензори като камери, сензори за движение, гласови устройства, дълбочинни сензори или други типове. Модерните системи използват невронни мрежи и други алгоритми за машинно обучение за обработка на данните и разпознаване на различни жестове.

Някои основни етапи в разпознаването на жестове включват:

- **Предварителна обработка на данните:** данните подлежат на предварителна обработка, като филтриране, усредняване или трансформация, за да се подготвят за по-нататъшна обработка. Предварителната обработка премахва шумове в получените данни.
- **Извличане на характеристики:** характеристиките се извличат от данните и описват жестовете, като форма, ориентация, скорост и др.
- **Обучаване на модела:** извлечените характеристики се използват за обучение на модел за разпознаване на жестове. Този модел може да бъде невронна мрежа, статистически модел или някакъв друг тип класификационен алгоритъм.
- **Разпознаване на жестове:** обученият модел се използва за разпознаване на жестовете от нови данни, които идват от сензорите.
- **Интерпретация и реакция:** разпознатите жестове се интерпретират и се предприемат подходящи действия въз основа на тях чрез изпращане на команди към приложението или системата.

Примери за приложения на разпознаването на жестове включват управление на презентации, виртуални игри, управление на електронни устройства (като смартфони или телевизори), управление на работи, медицински симулатори и много други. Тази технология продължава да се развива и да намира нови и иновативни приложения в различни области.

XGO-mini 2 Dog може да разпознае следните жестове (Фиг.80):

["1", "2", "3", "4", "5", "Good", "Ok", "Rock", "Stone"]



Фиг.80: Жестовете, разпознавани от робота куче

Ето някои възможни тълкувания на тези жестове:

„1“ – Отговаря на жест с един пръст, който може да се използва за означаване на число или за изпълнение на конкретна команда.

„2“ – жест с два пръста, може да има различно значение в зависимост от контекста.

„3“, „4“, „5“ – жест с повече пръсти, подобен на „2“.

„Добре“(Good) – Този жест може да бъде свързан с положително потвърждение или одобрение. Например, когато потребител направи жеста „Добре“, системата може да го интерпретира като сигнал за потвърждение или одобрение на действие.

„Ок“ – Този жест обикновено се използва за потвърждаване на разбиране или приемане на нещо. Жестът „Ок“ може да се използва за потвърждение на изпълнението на определена команда или за приемане на дадено състояние.

„Рок“ (Rock)– Този жест обикновено се свързва с силна или стабилна позиция. В контекста на система за жестов контрол, жестът „Рок“ може да се използва за инициране на конкретно действие или за обозначаване на определено състояние.

„Камък“ (Stone) – Този жест може да бъде свързан с нещо твърдо, неподвижно или стабилно. В системата за управление с жестове, жестът „Камък“ може да се използва за указване на определена позиция или състояние, което изисква стабилност или неподвижност.

За разпознатите жестове също са посочени стойностите на координатите за x и y.

Тест 2

```

from xgolib import XGO
from xgoedu import XGOEDU
XGO_mini = XGO("xgomini")
XGO_edu = XGOEDU()

def gesture():
    print("Gesture Recognition")
    while True:
        gesture_recognition = XGO_edu.gestureRecognition()
        if gesture_recognition is not None:
            print(gesture_recognition)
            # Getting the information
            gesture = gesture_recognition[0]
            coordinate_point = gesture_recognition[1]

            # Getting the coordinate values
            x_coordinate = coordinate_point[0]
            y_coordinate = coordinate_point[1]

            # Display information
            print("Gesture:", gesture)
            print("Coordination:", coordinate_point)
            print("X:", x_coordinate)
            print("Y:", y_coordinate)
            print()

            if XGO_edu.xgoButton("c"):
                break

gesture()

```



Фиг.81: Пръстово разпознаване

Можем да видим, че изкуственият интелект разпознава броя на пръстите и изписва числото отляво на монитора (Фиг. 81). Въпреки наличието на множество обекти на фона, този тест беше бърз и точен.

XGO-mini 2 Dog може да разпознае QR кодове. QR (Quick Response) кодовете са вид двумерни баркодове, които се използват за съхраняване на данни. Те са изключително популярни поради високата си плътност на данните (количеството информация, която може да се съхрани на единица площ) и леснотата при сканиране, както и поради факта, че могат да съдържат различни видове информация, включително текст, връзки към уебсайтове, контактни данни, географски координати и т.н.

Някои основни характеристики на QR кодовете и тяхното декодиране:

- **Структура.** QR кодовете се състоят от черни и бели квадратни модули, организирани във визуална мрежа. Те съдържат различни елементи като указателни бележки, маркери за позиция и секции с данни.
- **Видове данни.** QR кодовете могат да съдържат различни типове информация, включително текст, уеб адреси (URL), контактна информация (vCard), географски координати, събития в календара и пр.
- **Декодиране.** За да се декодира информацията от QR код, се използва специализиран софтуер или библиотека, която може да сканира и интерпретира QR кода. Този процес на декодиране включва разпознаване на структурата на QR кода, тълкуване на неговото съдържание и преобразуване на данните във видима форма за потребителя.
- **Приложение.** QR кодовете се използват широко за различни цели, включително маркиране на продукти, реклама, удостоверяване, лесно свързване към уебсайтове и много други.

Производителят не предлага примери за QR кодове. Предлагам три алгоритъма за QR кодове за придвижване на мобилния робот куче. Когато му се покаже определен QR код да направи движение в правоъгълник, квадрат или кръг около обекта. Тест 3 е въведен алгоритъм за четене на създадените QR кодове 1, 2 и 3(part1, part2 и part3).

```

from xgolib import XGO
from xgoedu import XGOEDU
XGO_mini = XGO("xgomini")
XGO_edu = XGOEDU()

def qr_decode():
    while True:
        # Check if there is a QR code
        qr_recognition = XGO_edu.QRRecognition()
        if qr_recognition:
            # Extract the value from the QR code
            qr_value = qr_recognition[0]
            print("Extracted value from the QR code:", qr_value)

            # Split the value into parts based on the space
            qr_parts = qr_value.split()
            num_parts = len(qr_parts)

            # Check the number of parts and print information accordingly
            if num_parts == 1:
                print("QR part 1:", qr_parts[0])
            elif num_parts == 2:

```

```
part1, part2 = qr_parts
print("QR part 1:", part1)
print("QR part 2:", part2)
elif num_parts == 3:
    part1, part2, part3 = qr_parts
    print("QR part 1:", part1)
    print("QR part 2:", part2)
    print("QR part 3:", part3)
else:
    print("The QR code has more than 3 parts and cannot be
processed.")

print()

qr_decode()
```

Резултат от алгоритъма при подаден QR код „Circle 450“:

Extracted value from the QR code: Circle 450

QR part 1: Circle

QR part 2: 450

На фиг. 82 са представени трите QR кода, с които е проведен Тест 4 четене, декодиране на алгоритъм и изпълнение на алгоритъм.



Кръг



Правоъгълник 300



Квадрат

Фиг.82: QR кодове – кръг, правоъгълник, квадрат

Примерът може да бъде модифициран според нуждите на цялостната програма и да включва различни интерпретации на QR кодовете.

Алгоритъм за движение, базирана на QR кодиране. Функции за движение на робот куче XGO-mini 2 Dog: движение, завъртане, скорост са представени в следващите таблици (таблица 2, таблица 3 и таблица 4):

ТАБЛИЦА 2. Движение (посока, стъпка)

Име на параметъра	Тип	Стойност	Описание
посока	char	'x', 'X', 'y', 'Y'	x' or 'X' движение напред или назад, 'y' or 'Y' движение на ляво или дясно
стъпка	int	x:[-25,25], y:[-18,18]	Стъпка е напредване, положителното означава движение напред или наляво, а отрицателното означава движение назад или надясно..

ТАБЛИЦА 3. Завъртане (стъпка)

Име на параметъра	Тип	Стойност	Описание
стъпка	int	[-150,150]	Стъпка е крачка, положителното означава напред или наляво, а отрицателното — назад или надясно. Стъпката представлява скорост на въртене в градуси за секунда, положителна е посоката по часовниковата стрелка, а отрицателна — обратна на часовниковата стрелка.

ТАБЛИЦА 4. Режим на темпо (скорост)

Име на параметъра	Тип	Стойност	Описание
режим	char	['normal', 'slow', 'high']	Този параметър представлява честотата на крачките, като "normal" е стандартната скорост на крачките, "low" е бавната скорост, а "high" е бързата скорост.

Интересна задача за изследване на движенията на мобилния робот куче е: На работа се показва QR код, който кодира информация за вида на формата, например квадрат с определен размер в милиметри. След разпознаването на фигурата, роботът куче трябва да изпълни движения, които съответстват на декодираната фигура и нейните размери. Тест 4 е провеждане на задачата на база следните алгоритми в трите различни движения – кръг, правоъгълник и квадрат.

```
from xgolib import XGO
from xgoedu import XGOEDU
XGO_mini = XGO("xgomini")
XGO_edu = XGOEDU()
import math

mode = 'slow' # ['normal','slow','high']
# For a floor where there is no slippage with the robot dog's feet, the value of
the coefficient is 1.0
friction_coefficient = 1.0

# *** Movement of the robot dog of rectangle ***
r_step_x = 25 # x:[-25,25] robot dog step back and forth.
r_step_y = 18 # y:[-18,18] robot dog step left and right.

# Limit the values of step
r_step_x = max(-35, min(35, r_step_x)) # Interval restriction [-35, +35] for 'x'
r_step_y = max(-18, min(18, r_step_y)) # Interval restriction [-18, +18] for 'y'

# The values are determined according to the selected step. Increasing the values
decreases the robot dog's movement time.
r_decreasing_steps_x = r_step_x * 3.1
r_decreasing_steps_y = r_step_y * 2.7

r_decreasing_steps_x = max(1.0, r_decreasing_steps_x) # Interval restriction [1.0,
decreasing_steps_x]
r_decreasing_steps_y = max(1.0, r_decreasing_steps_y) # Interval restriction [1.0,
decreasing_steps_y]

# *** Movement of the robot dog of circle ***
c_step_x = 18
c_step_y = 18
# How many parts to divide the circle into
c_number_parts = 40
# Increasing the values decreases the robot dog's movement time.
c_decreasing_time = 300

def xgo_move_circle(radius):
    global c_step_x, c_step_y, c_number_parts, c_decreasing_time

    # Calculate the length of the circle
    length_circle = 2 * math.pi * float(radius)
```

```

length_delta = length_circle / c_number_parts

# Calculate the angle increment for each step
angle_increment = 360 / c_number_parts

c_delay_time = float(radius) / (c_decreasing_time * friction_coefficient)

# Display the parameters on the screen
print("The robot dog moves in a circle.")
print("Radius:", radius)
print("Length Circle:", round(length_circle,2))
print("Length Delta:", round(length_delta,2))
print("Number of Steps:", c_number_parts)
print("Angle Increment:", round(angle_increment,2))
print("Delay time:", round(c_delay_time,2))

# The robot dog moves with a high stride frequency.
XGO_mini.pace(mode)

# Move the robot dog along the circumference of the circle
for i in range(1, c_number_parts):
    # Calculate the current angle
    current_angle = i * angle_increment

    # Calculate step_x and step_y based on the current angle
    s_x = int(c_step_x * math.cos(math.radians(current_angle)))
    s_y = int(c_step_y * math.sin(math.radians(current_angle)))

    XGO_mini.move('x', s_x) # Move forward/backward
    XGO_mini.move('y', s_y) # Move left/right
    time.sleep(c_delay_time)
    print(f"current_angle: {current_angle}\tstep_x: {s_x}\tstep_y: {s_y}")

XGO_mini.stop()

# *** Movement of the robot dog along the sides of the square ***
# length_x, length_y - the length of the sides (x, y) of the rectangle [mm]
def xgo_move_rectangle(length_x, length_y):
    global r_step_x, r_step_y, r_decreasing_steps_x, r_decreasing_steps_y

    # Display the parameters on the screen
    print("The robot dog moves in a rectangle.")
    print("Length X:", length_x)
    print("Length Y:", length_y)

    # Calculate the time to move each side based on length, times_x and
friction_coefficient
    delay_time_x = float(length_x) / (r_decreasing_steps_x * friction_coefficient)
    delay_time_y = float(length_y) / (r_decreasing_steps_y * friction_coefficient)

    print("Delay Time X:", round(delay_time_x,2))
    print("Delay Time Y:", round(delay_time_y,2))

    # The robot dog moves with a high stride frequency.
    XGO_mini.pace(mode)

    # Dog movement with direction viewed from the side of the robot dog
    XGO_mini.move('x', r_step_x) # Move forward
    time.sleep(delay_time_x)
    XGO_mini.stop()
    XGO_mini.move('y', r_step_y) # Move right

```



```
time.sleep(delay_time_y)
XGO_mini.stop()
XGO_mini.move('x', -r_step_x) # Move backward
time.sleep(delay_time_x)
XGO_mini.stop()
XGO_mini.move('y', -r_step_y) # Move left
time.sleep(delay_time_y)
XGO_mini.stop()

def qr_decode():
    while True:
        # Check if there is a QR code
        qr_recognition = XGO_edu.QRRecognition()
        if qr_recognition:
            print("QR code recognized!")
            # Extract the value from the QR code
            qr_value = qr_recognition[0]
            print("Extracted value from the QR code:", qr_value)

            # Split the value into parts based on the space
            qr_parts = qr_value.split()
            num_parts = len(qr_parts)

            # Checking the number of parts, displaying the information and calling
            if num_parts == 1:
                print("QR part 1:", qr_parts[0])
            elif num_parts == 2:
                part1, part2 = qr_parts
                print("QR part 1:", part1)
                print("QR part 2:", part2)

                if part1 == 'Circle':
                    # Call the function xgo_move_circle
                    xgo_move_circle(part2)

                if part1 == 'Square':
                    # Call the function xgo_move_rectangle
                    xgo_move_rectangle(part2, part2)

            elif num_parts == 3:
                part1, part2, part3 = qr_parts
                print("QR part 1:", part1)
                print("QR part 2:", part2)
                print("QR part 3:", part3)

                if part1 == 'Rectangle':
                    # Call the function xgo_move_rectangle
                    xgo_move_rectangle(part2, part3)
            else:
                print("There is no set functionality for this QR code.")

            print()

print("#####")
```

```
print("Battery level: ", XGO_mini.read_battery())
print("#####")
print("\n<<< Show the camera a QR code >>>")
qr_decode()
```

XGO-mini 2 Dog – робота куче дава добри възможности за целите на образованието в областите на изучаване на софтуер, хардуер и изкуствен интелект. Тъй като в образованието се търси и мотивационния и забавния елемент кучето отговаря и на двата. Посочените примери могат да бъдат използвани в образователната сфера, но те съдържат както наука, технология, инженерство и математика или тук се вижда, че може да се използва метода STEM образование. В тази връзка XGO-mini 2 Dog, мобилен робот куче е добър инструмент за часовете по STEM.

Роботът е малък, подходящ за класна стая, подходящ за работа в малки групи ученици. Например, един клас може да използва 3 или 4 робота в групи. Роботът може да се използва за програмиране с блоков език, както и за обучение по програмиране на Python и ROS. Учениците, които се интересуват от хардуер, могат да го използват за работа в посока подобряване на мобилния робот и в крайна сметка да подобрят някои от неговите слабости.

XGO-mini 2 Dog е гъвкав, има 15 градуса свободно движение, интелигентна роботизиран ръка (грипер) и самостоятелна стабилизация. Краката му са шумни. Но е отворен за програмиране и надграждане. Може да се използва в час по информатика, час по информатика и технологии, час по компютърно моделиране, час по автоматизация, час по хардуер и пр.

Опитите показват, че мобилният робот XGO-mini 2 Dog предоставя много възможности за уроци в прогимназиално и гимназиално ниво. В някои от тестове се забелязва, че роботът не изпълнява точно инструкции по отношение на движението. Това е добра възможност за учениците да открият тези пропуски и да намерят начини за корекция, нови алгоритми в практиката.

Малкият размер на кучето води до ниско разположение на главата му, където е модул за камера и микроконтролерната платка с всички модули което прави взаимодействието с която и да е от функциите за проследяване на главата, доста неудобно. Както при много малки създания, светогледът на XGO-mini 2 Dog е предимно съставен от крака, ако е на

пода, или от торсове, ако е на бюрото ви, т.е. това което основно вижда и определя за своя светоглед.

Беше много трудно да види обект - крава и да я разпознае. Кравата трябва да бъде много близо до камерата, на нивото на главата на кучето, и фокусът е много труден (Фиг. 83 и фиг.84). Изкуственият интелект разпознава само крави с тяло, глава и бяла с черни петна. ИИ не може да разпознае лицето на кравата или други цветове. Теста е проведен с YOLO модула. Камерата има много ограничена видима зона.



Фиг.83: Тест за разпознаване на крава – 2 успешни от 3 опита



Фиг.84: Разпознаване на крава – три от три теста

Тестът с пръстите беше успешен, бърз и ясен. Наличието на повече обекти в полето на камерата не причинява проблеми, когато пръстите са по-близо до камерата.

QR кодът беше ясен, а разпознаването от страна на робота беше доста бързо.

ELECFREAKS [95] онлайн AI Vision модул [96] предоставя богат набор от контролни опции за робота куче XGO-Mini 2 Dog [97], които могат да бъдат успешно използвани за обучение в областта на роботиката и изкуствения интелект.

Бяха представени различни алгоритми за разпознаване, като YOLO, Gesture и QR, но в модула AI Vision са включени и други алгоритми за разпознаване, като Face, Age, Emotional, Color, Ball, Speech, които разширяват възможностите за управление. Всички тези алгоритми могат да направят процеса на експериментиране образователен по забавен начин, отваряйки широк спектър за образователни дейности, игри и дори функции асистирани на хора със специални потребности.

По време на експериментите за програмиране в онлайн среда се забелязаха някои предизвикателства, като голямо приплъзване на краката по повърхността на пода при функциите за движение — споменати в раздела „Методи, свързани с мобилността“ [97]. Липсва настройка на точно число на стъпките, което затруднява някои експерименти и изследвания.

Установи се голямо харчене на енергия от грипер (робо ръката), което доведе до бързо изхабяване на батерията и до нейното изключване, ако не е необходима за дадения експеримент или алгоритъм. В най-добрия случай робота куче издържа около 40 мин експлоатация със сорс кодове, което е достатъчно за един учебен час. Но след това трябва да се зареди напълно, преди да се използва отново. Което автоматично отговаря и на времето което робота би използвал и в домашна среда като любимец.

Робота куче, освен сензори, хардуер предлага и различни технологии включително и ИИ. Но към момента освен частта с управление през устройство и то за възрастова група до 10 години не е апробиран сред ученици в по-горните класове, където ще бъде добър инструмент, съчетаващ знания от различни сфери, за да се подобрят към момента установените слаби места и да се мисли за нови предизвикателства за неговото използване.



STEM урока може да съчетава физика, механика, математика, природни науки(изучаване на хабитата), музика, физическо(за движение) и др.

3.1.7. Интелигентни мобилни роботи

Както вече се отбеляза учебните работи имат своето място в образователната система. Както дават решения така и все още търсят такива за подобряване на прецизност или нови функционалности. Едно от основните предизвикателства все още пред интелигентните мобилни работи е разпознаването на обекти, измерване на разстояния до обекти и определяне на техните физически размери, както и оптимизиране на изчислителните ресурси, необходими за изпълнение на тези задачи [115, 116, 117, 118].

Съществуващите изследвания в областта на мобилните работи и дълбочинните камери често се фокусират върху подобряване или разработване на нови алгоритми за точен анализ на околната среда.

Нека видим ефективна архитектура, която разпределя ресурсите и функциите между микрокомпютърна система, подходяща за мобилен робот, и отдалечена компютърна станция. Микрокомпютърната система на работа може ефективно да обработва ниско ниво на управлението и контрола, както и да извлича кадри от 3D камера. Големите обеми данни, изискващи обработка и анализ, се предават към отдалечената станция, която при необходимост може да връща резултати към микрокомпютъра. Този подход намалява изчислителната тежест върху хардуера на работа и елиминира необходимостта от допълнително оборудване, като по-мощен процесор и по-голяма памет. Освен това, той избягва проблемите, свързани с увеличаване на теглото на работа, по-висока консумация на енергия и затруднения при комуникацията.

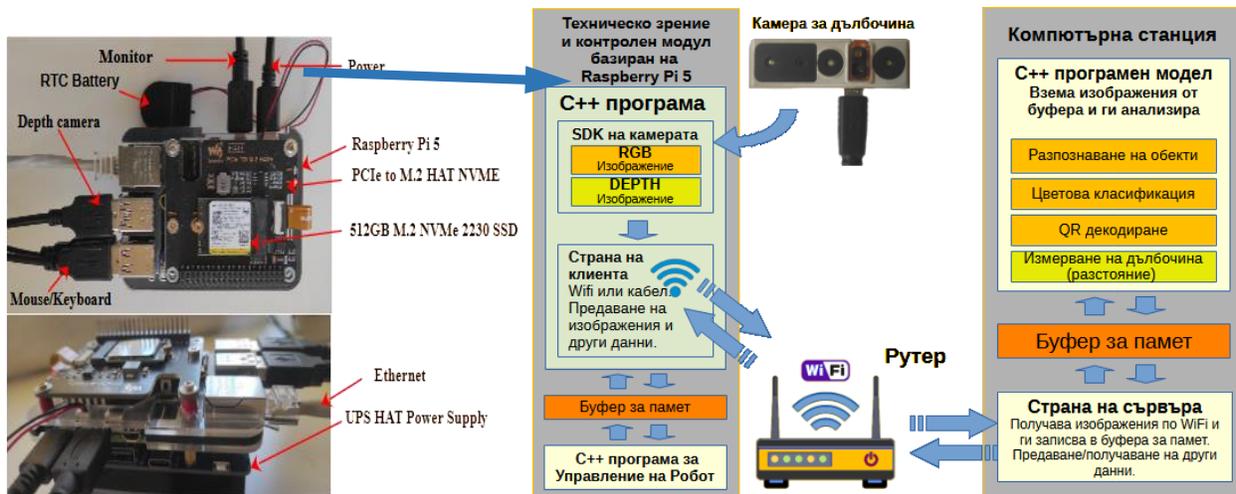
Представената разпределителната система е проектирана за анализ на сцени в реално време фокусирайки се върху двумерни обекти в триизмерна среда. По този начин всички разпознати обекти са дефинирани с размери в двумерното пространство (диаметър, ширина,

височина). Някои триизмерни обекти са опростени до своите двумерни аналогии; например, сферата се интерпретира като кръг, а кубът — като квадрат.

Разпределената система за визуализация и контрол интегрира хардуерни и софтуерни компоненти. Хардуерните компоненти включват: микрокомпютърен модул, базиран на Raspberry Pi 5; камера за дълбочина Orbbec Petrel A; рутер и компютърна станция (десктоп или лаптоп) [124, 125]. Софтуерните компоненти обхващат специфични програми, които осигуряват координирано взаимодействие между различните етапи на обработка на информацията в реално време.

Камерата за дълбочина е свързана с Raspberry Pi. Заснетите кадри от камерата се предават чрез кабел или безжично посредством рутера към компютърната станция. Анализът на кадрите се извършва на компютърната станция, където специализиран софтуерен модул (програмен модел) разпознава обекти, техните цветове и QR кодове. Добавена е допълнителната функционалност в програмируемия модел, която изчислява разстоянието до разпознатите обекти и техните физически размери, което позволява по-добър анализ на обектите в триизмерното пространство.

Тази разпределена система може да бъде приложена към мобилни роботи или в други области, където е необходимо триизмерно наблюдение. В контекста на мобилен робот системата позволява анализът на триизмерна сцена да се извършва на отдалечен компютър, който разполага с капацитет за обработка на голям обем данни и генериране на резултати в реално време. Резултатите от анализа могат да бъдат върнати към микрокомпютърен модул, който от своя страна реализира ниско ниво на управление и контрол на мобилния робот. По този начин, анализът на сцената и логиката за управление на работа се изпълняват на отдалечен компютър, което не натоварва системата с микрокомпютър (Raspberry Pi 5), обслужващ ниско ниво на управление. Това води до по-ефективна работа на работа и оптимизация на ресурсите в цялостната система за автономно управление. Блок-схема на разпределената система е показана на Фигура 85.



Фиг.86: Микрокомпютърен модул, базиран на Raspberry Pi 5

Фиг.85: Блокова схема на разпределената система за анализ и управление

Хардуерно осигуряване

- Микрокомпютърен модул, базиран на Raspberry Pi 5 (Фиг.86)

Микрокомпютърният модул е показан на фигура 2. Той включва следните хардуерни компоненти: платка Raspberry Pi 5, разширителна платка PCIe към M.2 HAT NVMe, SSD диск с капацитет 512GB тип M.2 NVMe 2230 и захранващ модул UPS HAT Power Supply. към модула са свързани мишка, клавиатура, Ethernet кабел и RTC батерия.

Задачите на микрокомпютърния модул са следните:

- Да чете кадри от камерата, да ги обработва в удобна форма и да ги изпраща към компютърната станция за последваща обработка и анализ.
- Да осигури комуникация с компютърната станция чрез изпращане и получаване на информация. Тази комуникация се осъществява посредством рутер чрез кабел или WiFi.
- Да предава и получава информация към и от програма, отговорна за управлението на мобилния робот, обозначена на фигура 85 като „C++ програма за управление на робот“. Микрокомпютърния модул трябва да бъде монтиран на автономен мобилен робот. Задачите, които роботът трябва да изпълнява, могат да бъдат задавани от

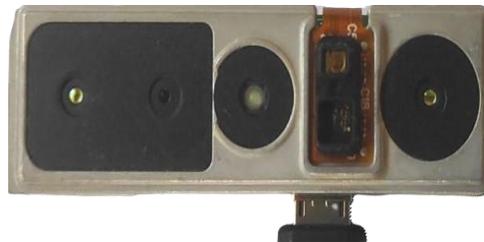
оператор чрез компютърната станция. Съответно, информация за състоянието на работа може да бъде изпращана към компютърната станция, където да бъде визуализирана по удобен за оператора начин.

Значението на основните компоненти на микрокомпютърния модул е следното:

- Микроконтролерът Raspberry Pi 5: разполага с 64-битов четириядрен процесор Arm Cortex-A76, работещ на 2.4 GHz, достатъчно мощен за изпълнение на програми за обработка на данни в реално време, включително от дълбочинната камера, периферни устройства за управление и комуникация с компютърната станция.
- Захранващ модул UPS HAT Power Supply: захранващ блок, който поддържа литиева батерия 21700 и осигурява надеждно и непрекъснато захранване на Raspberry Pi 5.
- PCIe към M.2 HAT NVMe: разширителна платка, която позволява свързването на NVMe SSD дискове тип M.2 към Raspberry Pi.
- 512GB M.2 NVMe 2230 Micron Bulk: SSD диск с висок скорост на четене и запис, подходящ и удобен за използване с Raspberry Pi.

➤ Дълбочинна камера

Дълбочинната камера измерва разстоянието до точки в пространството. В настоящото изследване и експерименти беше използвана камера Petrel A на Orbbec [119] (фигура 87).



Фиг.87: Камера Petrel A, Orbbec.

Камерата заснема RGB и дълбочинни изображения, които предоставят данни за разстояния до точки в пространството. Получените изображения от камерата се приемат от програма, реализирана на Raspberry Pi 5, и след това се изпращат към отдалечена компютърна станция. Камерата е свързана към Raspberry Pi 5 чрез USB 2.0. Софтуерът на камерата използва SDK-тата OpenNI [120] и OpenCV [122].

➤ Рутер

Рутерът осигурява двупосочна комуникация между микрокомпютерния модул и компютърната станция. Адресът на сървъра е предварително зададен в мрежата. За да комуникират, микрокомпютърният модул и компютърната станция трябва да бъдат в една и съща мрежа.

➤ Компютърна станция

Компютърната станция може да бъде стационарен компютър или лаптоп, който изпълнява специализирани програми за анализ и управление на данни. Тази станция анализира изображенията, изпратени от микрокомпютерния модул, и генерира изходна информация въз основа на анализа. Връзката за комуникация между станцията и микрокомпютерния модул е двупосочна. Станцията предоставя интерфейс за оператора за управление на процесите на анализ и мониторинг на резултатите.

Софтуер

➤ Програма за разпознаване и анализ на обекти

Специализирана програма (модел на програма), която функционира на компютърната станция и е обозначена като „С++ програмна модел“ на фигура 83.

Тази програма обединява следните възможности:

- Разпознаване на различни типове обекти (форми);
- Класификация по цвят на разпознатите обекти;
- Декодиране на QR кодове на обекти, ако те съдържат маркирани кодове.

В контекста на текущото развитие към този модел на програмата са **добавени нови възможности:**

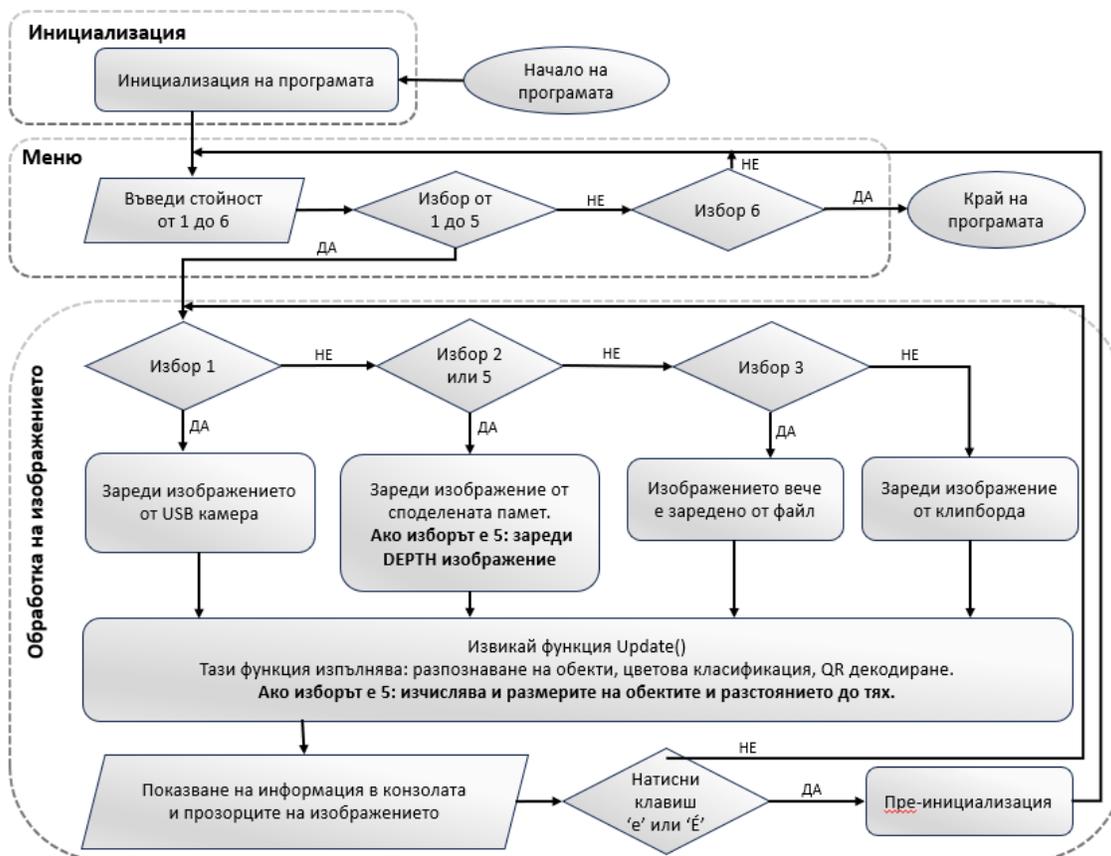
- Измерване на разстоянието до разпознат обект.
- Измерване на физическите размери на разпознатия обект.

Тези нови функционалности се реализират чрез добавяне на опция 5 към програмното меню, както е показано на Фигура 88.

```
*****
SELECT AN OPTION FROM THE MENU
*****
1. Load from camera
2. Load from Shared Memory
3. Load from Picture
4. Load from Clipboard
5. Load from Shared Memory (RGB + DEPTH images)
6. Exit
Your choice: 5_
```

Фиг.88: Добавена е възможност за избор при работа с RGB и дълбочинни изображения.

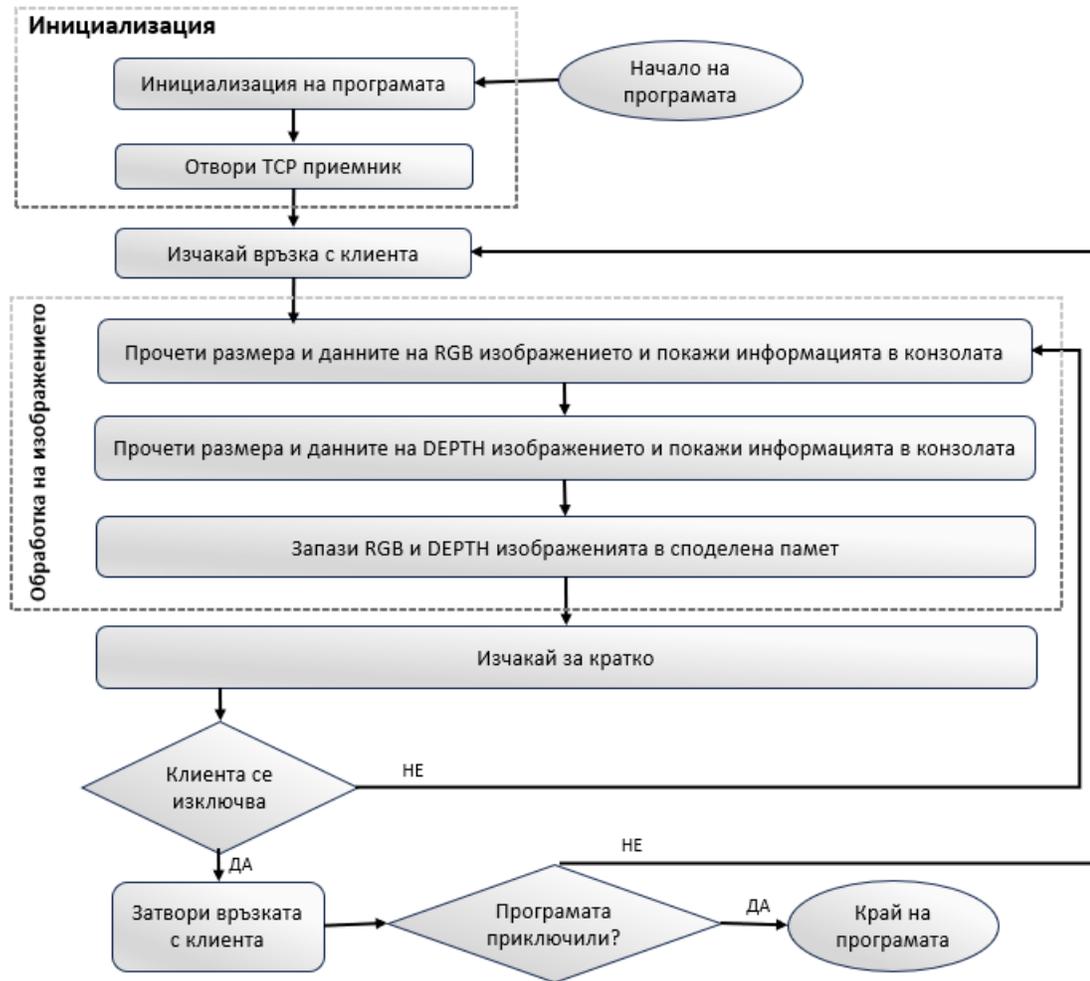
Избор 5 използва програмен подход за споделяне на памет [122]. С този подход се извличат две изображения от общата памет: първото е RGB изображението, а второто — изображението с дълбочина (DEPTH). За целта е разработена сървърна програма, която функционира на страната на компютърната станция. Тази програма получава RGB и DEPTH изображения от клиента (микрокомпютърния модул, базиран на Raspberry Pi 5) и ги записва в споделената област, от която моделът на програмата може да ги извлича за обработка и анализ. Добавеният код към моделната програма изчислява физическите размери на разпознатите обекти и разстоянието от камерата до тях, базирайки се на полученото изображение с дълбочина. Фигура 89 илюстрира блок-схема на основния цикъл, където допълнената функционалност е обозначена с удебелен шрифт.



Фиг.89: Блок-схема на модела на програмата за анализ на изображението

- Сървърна програма на страната на компютърната станция

Сървърната програма се зарежда от компютърната станция и използва библиотеката Boost.Asio за асинхронна мрежова комуникация и OpenCV за обработка на изображения. Тя е конфигурирана като сървър, който изчаква входящи връзки от клиент. Програмата използва приемник (tcp::acceptor), който слуша за входящи връзки на определен порт (в случая порт 12345). Когато получи входящ TCP връзка, програмата приема RGB и дълбочинни изображения от клиента, декодира ги и след това ги показва или записва в споделената памет. Фигури 90 и 91 показват функционалността на клиентската програма.

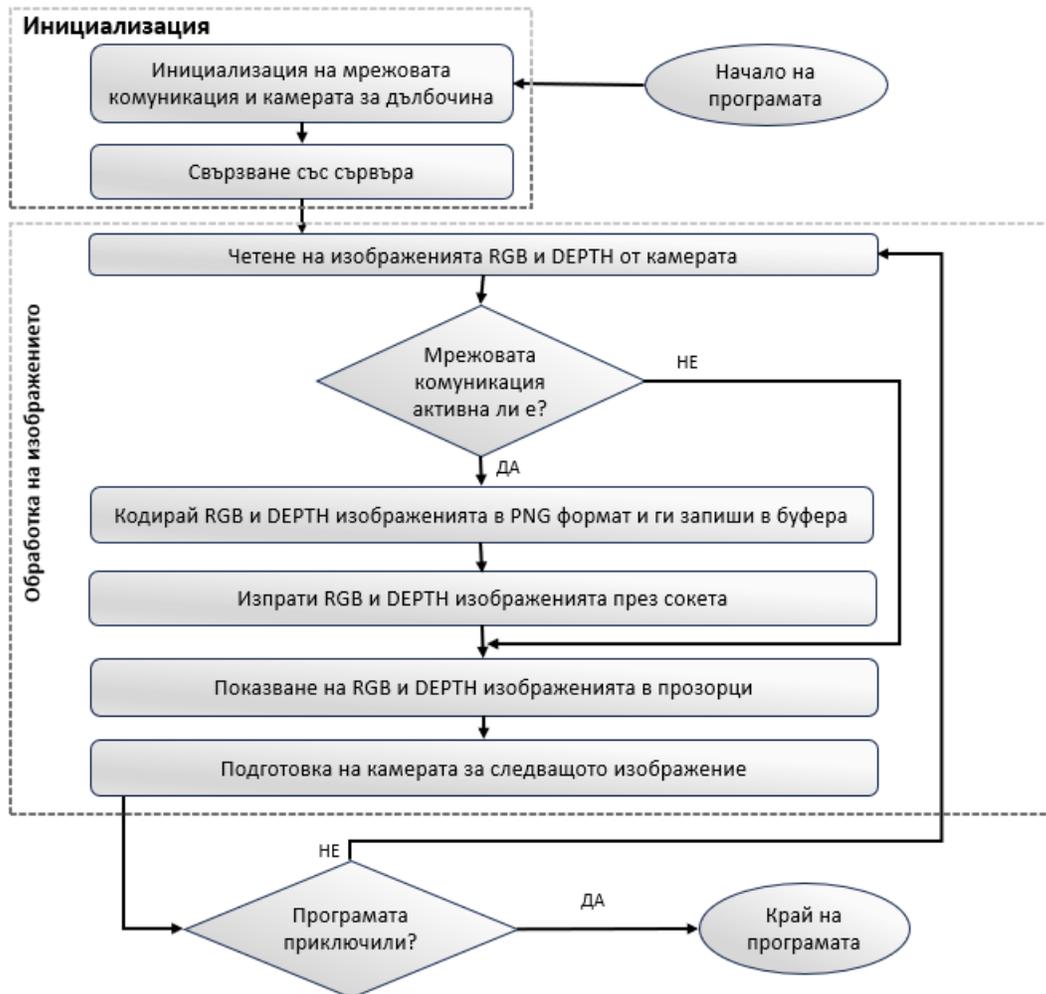


Фиг.90: Блокова диаграма на сървърната програма

- Клиентска програма на страната на микрокомпютърния модул.

Клиентската програма работи на микрокомпютърния модул, базиран на Raspberry Pi

5. Блокова диаграма на програмата е показана на фигура 91.

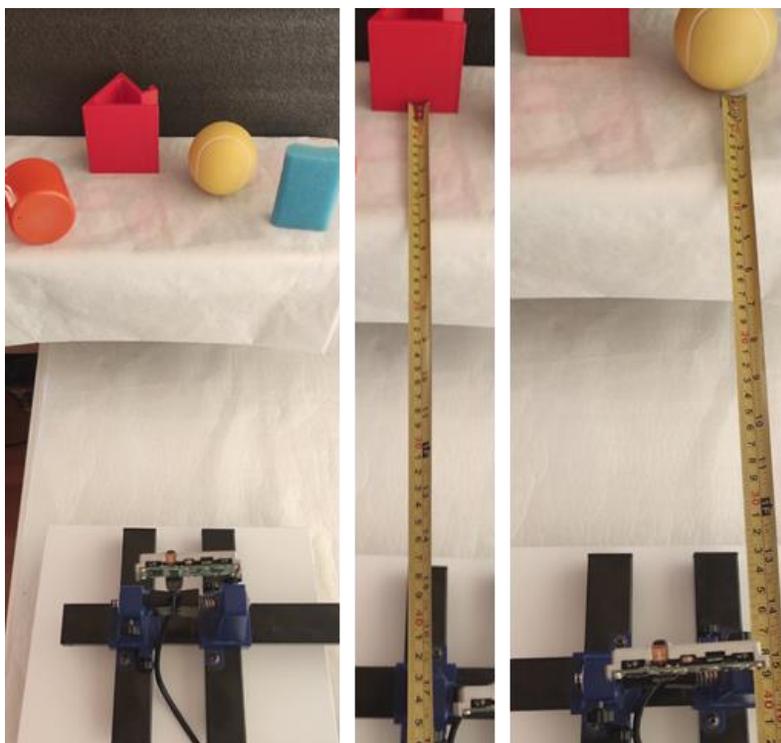


Фиг.91: Блокова диаграма на клиентската програма

Тя използва библиотеката Boost.Asio за мрежова комуникация и е интегрирана в SDK OpenNI, който се използва за управление на камерата и обработка на кадрите от нея. RGB и дълбочинните изображения се съгласуват чрез „Software Depth-to-Color Alignment“ преди да бъдат изпратени към компютърната станция. Процесът на съгласуване на изображението от сензора за дълбочина (Depth Image) и цветното RGB изображение (Color Image) спомага за по-точното съвпадение на пикселите в двете изображения.

Експеримент 1

Представеният на фигура 92 експериментален модел включва няколко обекта, които при директен поглед от камерата изглеждат като: червен квадрат, син правоъгълник, жълт кръг и оранжев кръг. Разстоянията до обектите е приблизително 40 см. Основната цел на проведените експерименти е да се потвърдят възможностите на системата за разпознаване на обекти, определяне на техните цветове, измерване на физическите им размери и изчисляване на разстоянието от камерата до всеки обект.



Фиг.92: Експерименталният модел – обекти и камера.

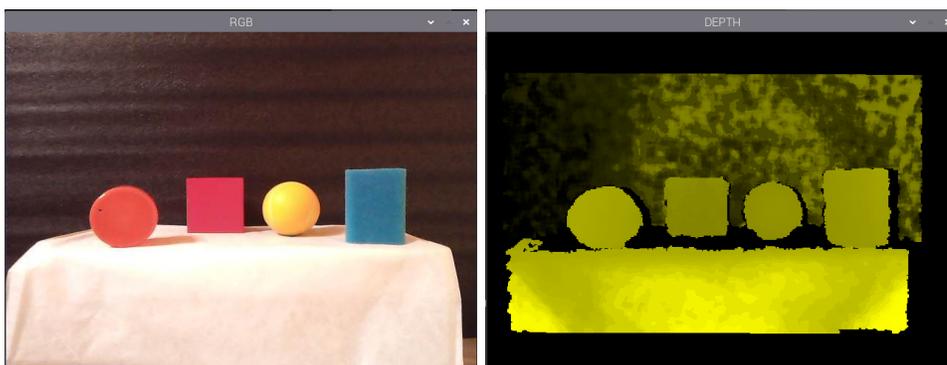
Таблица 5 описва реалните цветове и размери на обектите.

Таблица 5. Реални цветове и размери на обектите от модела.

Обект	Цвят на обекта	Размер на обекта	Разстояние от камерата
Кръг	Оранжево	Диаметър: 63 мм	33.0 см.
Квадрат	Червено	Страна: 75 мм / 75 мм	43.0 см.
Кръг	Жълто	Диаметър: 70 мм	38.0 см.
Правоъгълник	Синьо	Страна: 57 мм / 80 мм	34.0 см.

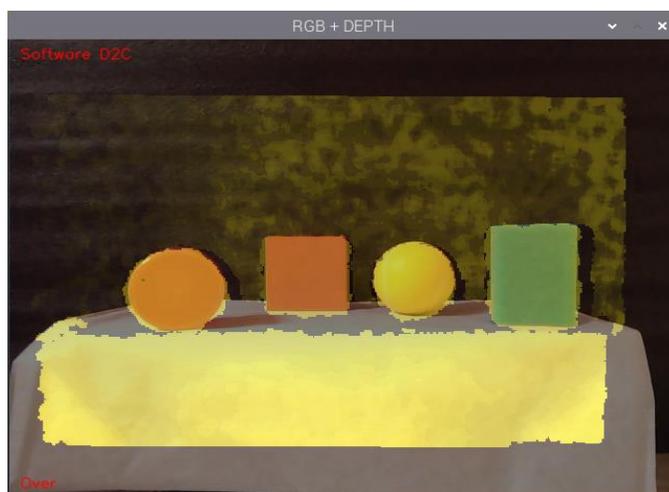
Експеримент 2 - Клиентска страна – микрокомпютърен модул, базиран на Raspberry Pi 5

Когато програмата стартира, се заснемат RGB и ДЪБОЧИННИ изображения от камерата. Фигура 93 илюстрира RGB и ДЪБОЧИННИ изображения на експерименталния модел, възприети от камерата.



Фиг.93: RGB и изображения с дълбочина на експерименталния модел

Фигура 94 показва композиционно изображение, което представлява смес от RGB и изображения с дълбочина, наложени едно върху друго и съгласувани по отношение на позиционирането.



Фиг.94: RGB и изображения с дълбочина, наложени и подравнени изображения.

Клиентската страна изпраща RGB и изображения с дълбочина към сървъра, като предоставя информация за тях в конзолата. Пикселите (точките) в дълбочинното изображение са представени чрез едноканален, 16-битов, беззнаков целочислен тип (int) (CV_16UC1). Фигура 95 илюстрира размера на кодираните изображения във формат .png, както и минималните и максималните стойности на измерените разстояния за точките в пространството (пикселите). Максималната стойност е 533 мм (53,3 см), което съответства на реалните размери на експерименталния модел. Задната стена на модела, по права линия от камерата, е разположена приблизително на 51 см разстояние, като двата края на стената са отдалечени от камерата с по-голямо разстояние.

```
Sending RGB image size: 285788 bytes
Sending RGB image.

Sending DEPTH image size: 48054 bytes
Sending DEPTH image.
Depth image min value: 0, max value: 533
```

Фиг.95: Информация за RGB и изображения с дълбочина, предоставени от клиента..

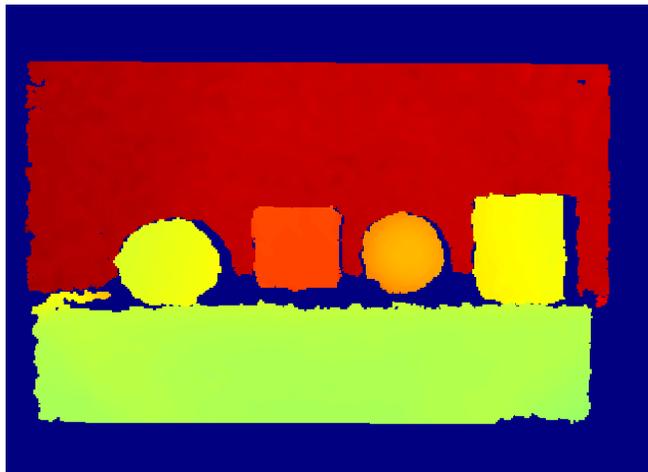
Експеримент 3 - Страница на сървъра – компютърна станция

Когато сървърната програма бъде стартирана на компютърната станция, тя очаква установяване на връзка с клиента. След установяване на връзката, клиентът започва да изпраща изображения към сървъра. Получените от сървъра RGB и DEPTH изображения съответстват на тези, показани на фигура 93. Сървърът получава тези изображения и извежда информация за тях в конзолата. Фигура 96 илюстрира, че изображенията, изпратени от клиента, са успешно получени от сървъра и техният размер съвпада с този на изпратените изображения (фигура 95).

```
Waiting for connection...  
Connection established  
Received RGB image size: 285788 bytes  
Received RGB image.  
Received DEPTH image size: 48054 bytes  
Received DEPTH image.  
Depth image min value: 0, max value: 533
```

Фиг.96: Информация за RGB и изображенията с дълбочина, получени от сървъра

Фигура 97 представя изображение на дълбочина, получено от сървъра, нормализирано в интервала $[0, 255]$ и конвертирано в 8-битов RGB цветови формат с цел по-ясна визуализация на дълбочината на точките.



Фиг.97: Нормализирано изображение на дълбочината в цветен формат.

Значението на цветовете е следното:

- Синьо: обекти, най-близки до камерата (съответстващи на черния цвят в оригиналното изображение).
- Циан (Суан): обекти, които се намират малко по-далече от най-близките.
- Зелено: обекти със средна дълбочина.
- Жълто: обекти, разположени по-близо от най-отдалечените.
- Червено: най-отдалечените обекти от камерата.

Важно е да се подчертае, че изчисляването на разстоянията до обектите се базира на оригиналните 16-битови стойности на изображението, без преобразуване към 8-битови стойности. Това осигурява прецизно изчисление на разстоянията до обектите.

При наличие на динамични обекти в наблюдаваната среда, забавената комуникация може да доведе до загуба на важна информация относно позицията и движението на обектите в околната среда. При резолюция 640x480 пиксела, средното време за получаване и на двете изображения (RGB и ДЪБОЧИНА), изпратени от клиента, е приблизително 60 мс (Фигура 98). Това време е достатъчно за експериментални цели в настоящия етап. В бъдеще ще бъдат предприети усилия за неговото подобряване.

```
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 58 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 59 ms
Average time to receive both images (RGB + DEPTH) from the client: 58 ms
```

Фиг.98: Средно време за получаване на илюстрации и от двамата клиента.

Времето се изчислява с помощта на следната формула:

$$\text{Средно време (мс)} = 1000 / \text{итерации}$$

където:

- 1000 представлява броя милисекунди в една секунда;
- итерации е броят на получените изображения (RGB + Depth) за една секунда.

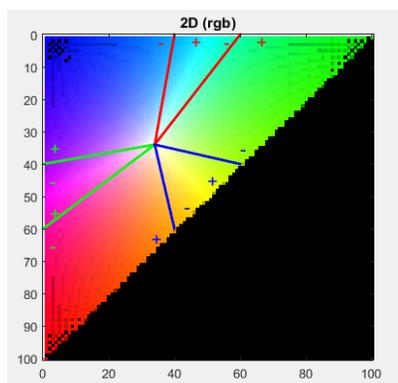
Експеримент 4 - Модел на програмата – компютърна станция

При стартиране на програмния модел се избира допълнителната функционалност чрез опцията в менюто 5, както е показано на фигура 86. Тази опция позволява на програмния модел да анализира RGB и DEPTH изображенията. За целите на експериментите не се използват QR кодове и разпознаването им не е необходимо.

След избора и натискането на Enter се появяват три прозореца: входното RGB изображение (Фигура 99, отдясно), лента за регулиране (trackbar) и изходното (филтрираното) RGB изображение.

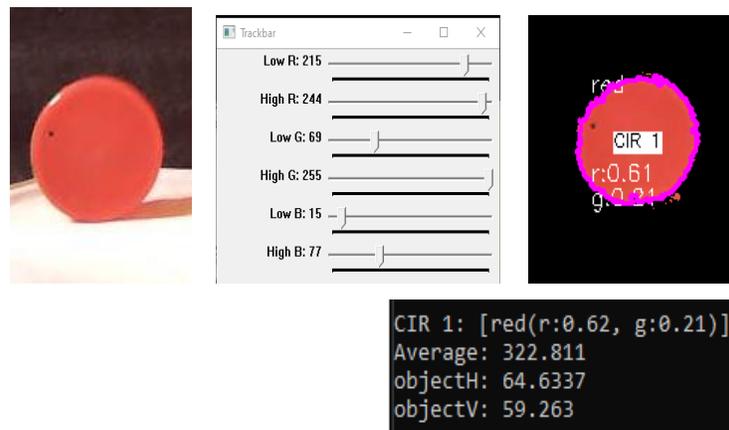
Входното изображение съответства на RGB изображението, изпратено от камерата. Изходното изображение, получено след прилагане на цветови прагове, е филтрирано с помощта на лентата за регулиране. DEPTH изображението не се показва в прозорец, но програмата го използва вътрешно за определяне на размера и разстоянието до обектите.

Използвайки лентата за превъртане (trackbar), към изображението се прилагат цветови прагове за изолиране на значимите обекти. Класификацията по цвят се извършва съгласно схемата за класификация, представена на фигура 97. За създаването на тази класификация е използван общ подход [11]. В двумерното пространство се разграничават три основни цвята: червен, зелен и син (Red, Green, Blue), както и три вторични цвята: магента, циан и жълт (Magenta, Cyan, Yellow).



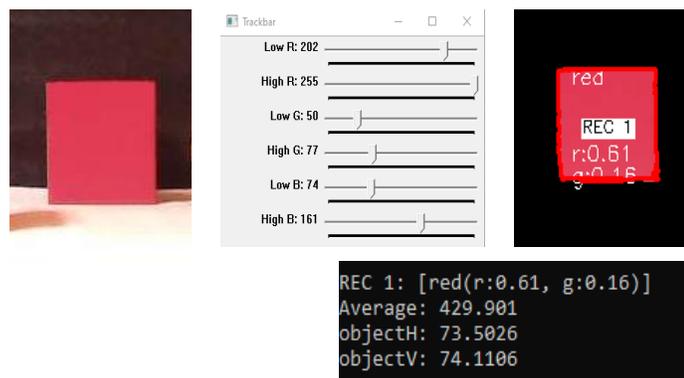
Фиг.99: Схема за класификация при определяне на цвета на обектите.

Резултатът от програмата за първия обект, отляво надясно, е показан на Фигура 100. Оранжевият кръг е класифициран като червен, тъй като няма налична класификация за оранжево. Други възможни класификации са жълто или магента, но действителният цвят на обекта не попада в диапазона на тези цветове.



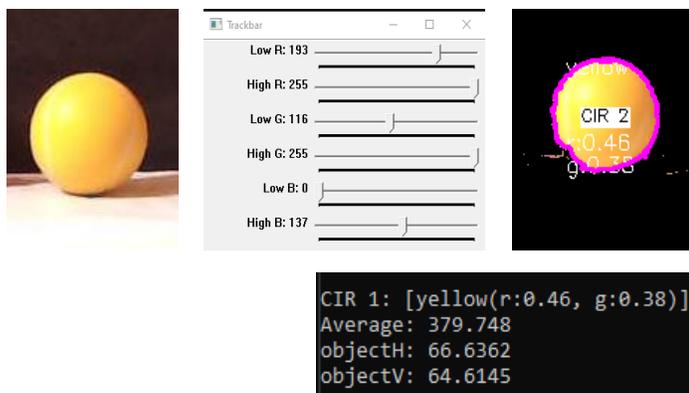
Фиг.100: Разпознат обект – червен кръг с размери в милиметри.

Изходните данни от програмата за втория обект са показани на Фигура 101.



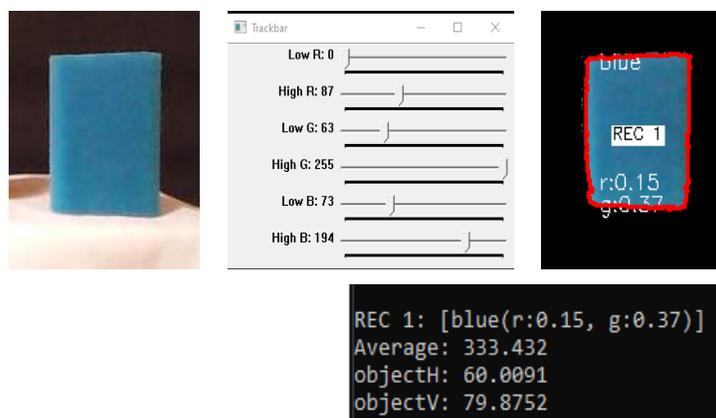
Фиг.101: Разпознат обект – червен правоъгълник с размери в милиметри

Изходните данни на програмата за третия обект са показани на фигура 102.



Фиг.102: Разпознат обект – жълт кръг с размери в милиметри

Изходът на програмата за третия обект е показан на фигура 103.



Фиг.103: Разпознат обект – син правоъгълник с размери в милиметри

Таблица 6 представя обобщените резултати от анализа на разпознатите обекти, включително цветовете, физически размери и разстоянието между камерата и обектите.

Таблица 6. Резултати за разпознатите обекти.

Обект	Цвят на обекта	Размер на обекта	Разстояние от камерата
Кръг (CIR)	Червено	Диаметър: 62 мм	32.3 см.
Правоъгълник (REC)	Червено	Страна: 74 мм / 74 мм	43.0 см.

Обект	Цвят на обекта	Размер на обекта	Разстояние от камерата
Кръг (CIR)	Жълто	Диаметър: 66 мм	38.0 см.
Правоъгълник (REC)	Синьо	Страна: 60 мм / 80 мм	33.3 см.

От таблицата може да се направи извод, че изчислените стойности са много близки до реалните стойности, показани в Таблица 5.

Таблица 7 представя относителните грешки, изчислени като процентни стойности, както за размерите на обектите, така и за разстоянията до тях.

Таблица 7. Относителните грешки, изразени като проценти.

Обект	Реален размер (мм)	Измерен размер. (мм)	Реално разстояние (см)	Измерено разстояние (см)	Грешка в размер (%)	Грешка в разстояние (%)
Кръг (CIR)	63.0	62.0 (avg.)	33.0	32.3	1.59%	2.12%
Квадрат (REC)	75.0		43.0	43.0	1.33%	0.00%
Кръг (CIR)	70.0	66.0 (avg.)	38.0	38.0	5.71%	0.00%
Правоъгълник (REC)	68.5 (avg.)	70.0 (avg.)	34.0	33.3	2.19%	2.06%

Формулата, използвана в настоящия анализ, е следната:

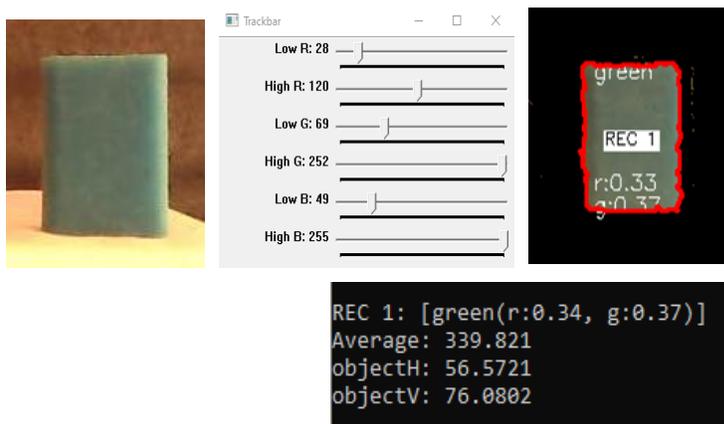
$$\text{Относителна грешка (\%)} = (|\text{Истинска стойност} - \text{Измерена стойност}| / \text{Истинска стойност}) * 100.$$

Резултатите от таблицата показват, че грешките при измерване на обектите и разстоянията до тях са в много тесни граници. Максималната грешка при измерване на размерите на обектите е 5,71%, докато при измерване на разстоянията е едва 2,12%.

Това демонстрира високата точност на системата при измерването на физическите параметри на обектите и разстоянията до тях, което е от съществено значение за

прецизността на роботизираните задачи в динамични среди. При необходимост, точността може да бъде допълнително оптимизирана посредством вътрешни променливи коефициенти в софтуерната програма.

При промяна на осветлението, обектите могат да променят цветовете си според възприемането от камерата. На фигура 104 е показан пример за ефекта от промяната на осветлението (размерите, посочени в конзолата, са в милиметри).



Фиг.104: Влияние на промяната на осветлението – цветът на обекта се променя

В показания случай синият правоъгълник се разпознава като зелено, тъй като в изображението на камерата изглежда зелено. Въпреки това, този цвят е много близък до синята зона в класификацията по цвят.

Цветовете, с които се възприемат обектите, зависят от качеството на сензора и от състоянието на околната светлина. Разликите между оригиналния и възприемания цвят представляват проблем, който може да създаде затруднения при провеждане на експериментални изследвания. Поради това, модела на програма предлага възможност за работа с различни източници на входни изображения. В споделената зона могат да бъдат запазвани изображения от 3D симулации, което може значително да подобри резултатите

от експериментите, тъй като параметрите на обектите няма да зависят от състоянието на околната светлина и качеството на сензорите.

Въпреки посочените проблеми с качеството на осветлението и сензора, камерата Petrel A на Orbbec, използвана в настоящото изследване, се представи добре и е подходяща за бъдещи изследвания и експерименти.

При движещи се обекти, скоростта на обработка на изображението е от решаващо значение за успешното функциониране на системата, тъй като всяко забавяне в цикъла може да доведе до забавяне в реакцията на работа и до намалена ефективност при проследяване на движещи се цели. При резолюция 640x480, програмата за анализ на сцената изпълнява цикъл на обработка за приблизително 20 милисекунди. Този анализ включва разпознаване на обекта, определяне на неговия цвят, измерване на разстоянието до обекта и неговите двумерни размери.

```
CIR 1: [red(r:0.58, g:0.24)]  
Average: 342.348  
objectH: 56.9929  
objectV: 55.1851  
Average time to analyze a images: 19.7863 ms
```

Фиг.105: Влияние време за изпълнение на един анализен цикъл

Резултатите показват, че програмата има добро време за изпълнение на анализаторските алгоритми, като средното време за цикъл е 20 милисекунди, което прави системата способна да реагира бързо при взаимодействие с движещи се обекти. Това време за обработка осигурява прецизност и ефективност при проследяване на цели в реално време, което е особено важно в динамични среди. Въпреки че времето за обработка е по-кратко от времето, необходимо за пренос на изображения от 3D камерата, което е установено като 60 милисекунди (Фиг. 105), следва да се подчертае, че анализиращата програма може да работи и със симулирани изображения в 3D среда. Това позволява провеждането на изследвания върху поведението на работа при условия, близки до реалните.

Тази разпределена система създава нов модел за измерване на разстоянието до обекти, използваща 3D камера може да бъде приложена в интелигентни мобилни роботи. Чрез интеграция на хардуерни и софтуерни компоненти, системата добавя нови



функционалности към предложената програма, свързани с анализ в триизмерно пространство.

Новите възможности включват изчисляване на разстоянието до разпознатите обекти и измерване на техните физически размери, което позволява по-детайлен анализ на обектите в триизмерната среда. Преди тези промени, моделът на програмата включваше единствено разпознаване на обекти, класификация по цвят и декодиране на QR кодове.

Представения модел осигурява координирано взаимодействие между различните етапи на обработка на информация в реално време. Камерата за дълбочина, свързана с Raspberry Pi, пренася данни към компютърната станция, където информацията се обработва и анализира. Резултатите от анализа могат да бъдат изпратени обратно към микрокомпютърния модул, който може да бъде използван за управление и контрол на мобилен робот.

Представения модел разпределя сложните изчисления и ресурсните изисквания между различните компоненти, което може да доведе до оптимизация и по-ефективен автономен контрол в реално време на мобилния робот.

С този робот и подобренията извършени в хардуерната част се показва как той обхваща всички компоненти на ИТ, КТ, КФС, ИИ, Cloud и е приложим за STEM обучение, съчетаващо език, технологии, информатика, математика, физика и прилага много меки умения необходими на всеки един за увеличаване на технологичността и стабилността на обществото.

С представения робот предстоят апробации сред ученици и учители.

3.1.8. Други мобилни образователни работи

До тук бяха представени няколко мобилни работи, които са на пазара и биха могли да се използват в образователната система с цел преминаване към индустрия 5.0.

Сега ще бъдат представени няколко робота разработвани специално за нуждите на образованието, които да могат да се интегрират със съвременните образователни методи, а именно STEM метода на преподаване.

Първият робот е инициализиран от здравната криза COVID-19. Тази пандемия промени както българското образование и образованието в целия свят. Но тази кризата очерта значението на дигитализацията и социалното взаимодействие. Най-уязвими групи бяха учениците, който трябваше да изследват необятния свят на знанието, седейки часове наред пред екраните на компютрите си. Но дигиталната трансформация надхвърли границите на настолните компютри, лаптопи и планшети.

Няма да се спирам подробно на образователната структура в България(може да се види в Приложение 2)

Ключов е момента , че образованието се разделя на две части според абстрактното развитие на учениците. Зрението на детето става все по-силно всяка година. Това подобро зрение е необходимо, когато детето изследва света по-пълно и започва училище. Развиващото се око се учи да прави много неща по-добре, като например: да вижда нещата в 3D (три измерения) измерение. Това е известно като възприятие за дълбочина, проследяване, което помага на очите да следват движеща се цел и т.н. Около 11 - 12-годишна възраст децата се научават да мислят за абстрактни понятия, когато са придобили визуален опит. Това е времето на прогимназиалния етап. Те завършват това, което Пиаже нарича конкретен оперативен период и влизат в официалния оперативен период. Има два основни аспекта на тази теория: процесът на познание и етапите, през които преминаваме, докато постепенно придобиваме тази способност. [111] Пиаже се интересува от това как един организъм се адаптира към околната среда. Затова той е описва интелигентността. Пиаже обяснява поведението, което се контролира чрез ментални организации, наречени схеми, които индивидът използва, за да си представи света и да обозначи действие. Тази адаптация се задвижва от биологичен стремеж за постигане на баланс между схемите и околната среда.[111] Пиаже описва два процеса, използвани от индивида в опита му да се адаптира: асимилация и акомодация. И двата процеса се използват през целия живот, тъй като човек все повече се адаптира към околната среда по по-сложен начин. Пиаже идентифицира четири етапа в когнитивното развитие: Сензомоторен етап (7-месечна



възраст); Предоперативен етап (проходящо и ранно детство); Конкретен оперативен етап (начално и ранно юношество) и официален оперативен етап (юношество и зряла възраст).

Конкретния оперативен етап се характеризира със седем вида запаметяващи действия: брой; дължина, течност, маса, тегло, площ, обем. Всичко това се изучава целенасочено между 7ма и 10 годишна възраст. Интелигентността се демонстрира чрез логично и систематично манипулиране на символи, свързани с конкретни обекти. Развива се оперативното мислене (умствени действия, които са обратими). Егоцентричното мислене намалява. [111]

Много предучилищни и начални програми са моделирани по теорията на Пиаже, която осигурява част от основата за конструктивно обучение. Откривателското учене и подпомагането на развиващите се интереси на детето са две основни техники за обучение. Препоръчително е учителите да предизвикват способностите на детето, но да не представят материал или информация, които са твърде далеч над нивото на детето. Препоръчва се също учителите да използват голямо разнообразие от конкретни преживявания, за да помогнат на детето да учи, например използване на манипулации, работа в групи, за да придобият опит, виждайки от чужда гледна точка, екскурзии, работа с ръце, сетива и т.н. [13] Отличителните постижения на конкретните операции са, че децата проявяват логическо мислене. Те започват да мислят абстрактно. Децата на тази възраст са в състояние да демонстрират абстрактно мислене. Например, те могат да разбират нюансите на сивото, да се борят с абстрактни понятия като любов или справедливост и да формулират ценности, основани на мислене и анализиране, а не само на чувства или преживявания. Това означава, че децата в началното образование трябва да видят, да пипнат всичко, което чуват, без значение от образователната сфера – математика, история, география. Както вече се уточни това обучение днес се нарича STEM.

Удовлетворението на учениците е инструмента за разбиране на успеха в образованието.

Учителите чрез правилно насочване и социална подкрепа могат да определят и проектират бъдещето на децата. Учителите действат като стимулатори на мотивацията и

ангажираността на учениците. Положителните взаимоотношения учител-ученик ще осигурят удовлетворение на учениците от техния опит в училище, докато Vieno et al (2007) идентифицират, че психологически мотивираните и грижовни учители могат да подобрят ефективността на училището за децата. Когато обучението в класната стая е организирано в среда на сътрудничество от учители, учениците ще почувстват повишена ефикасност. Учениците стават по-ангажирани в учебния процес, когато намерят учители, които се грижат за техните социални и академични нужди. Като цяло децата, които учат извън родните си страни, са по-наблюдателни по отношение на своите учители и ги оценяват по фактори, включително тяхната ангажираност с професията и отношение към учениците, които в последствие биха могли да повлияят на учениците да възприемат учителите като модели за подражание в живота си като възрастни. Освен това училищният опит на децата емигранти им помага да развият своите способности чрез влиянието на приятели и извънкласни дейности. Такива проучвания предполагат, че е разумно да се предположи, че подкрепата на учителите би повишила удовлетвореността на учениците от техните училища, което от своя страна би довело до по-добра ангажираност на учениците. [100]

Нека видим предлаганите хипотези(X) (фиг.106):

X1: Подкрепата на учителите ще има положително въздействие върху удовлетвореността на учениците от училище.

X2: Училищната подкрепа ще има положително въздействие върху удовлетвореността на учениците от училище.

X3: Подкрепата от връстници ще има положително въздействие върху удовлетвореността на учениците от училище.

X4: Удовлетворението от училище ще доведе до положително въздействие върху ангажираността на учениците.

X5: Местоположението на училището ще смекчи връзката между удовлетворението от училище и ангажираността на учениците.



Фиг.106: Очаквания на учениците

Подкрепа на учителите

- Моите учители правят обучението ми интересно и радостно.
- Моите учители и други служители се отнасят към мен с уважение.
- Получавам обратна връзка за представянето си от моите учители.
- Моите учители ми помагат да се подобрявам винаги, когато се представям слабо.
- Моите учители ме насърчават.
- Моите учители признават добрите ми дела публично.
- 7. Учителите ми наистина се грижат за мен.
- 8. Когато имам проблем, знам към кого да се обърна за помощ.
- 9. Чувствам се комфортно да се обръщам към учители/съветници за обсъждане на проблемите ми.

Подкрепа на учителите

- Моите учители правят обучението ми интересно и радостно.
- Моите учители и други служители се отнасят към мен с уважение.
- Получавам обратна връзка за представянето си от моите учители.
- Моите учители ми помагат да се подобрявам винаги, когато се представям слабо.

- Моите учители ме насърчават.
- Моите учители признават добрите ми дела публично.
- Учителите ми наистина се грижат за мен.
- Когато имам проблем, знам към кого да се обърна за помощ.
- Чувствам се комфортно да се обръщам към учители/съветници за обсъждане на проблемите ми.

Организационна подкрепа

- Моето училище предлага възможности за участие в спорт, клубове и други дейности извън класа.
- Терените, сградите и открито се поддържат в чисто и добро състояние.
- Намирам класните стаи в училище за отлични и добре оборудвани с ресурси за обучение и преподаване.
- Намирам компютърните лаборатории в училище за отлични и добре оборудвани с ресурси за обучение и преподаване.
- Намирам научните лаборатории в училище за отлични и добре оборудвани с ресурси за обучение и преподаване.
- Намирам библиотеката в училище за отлична и добре оборудвана с подходящи книги.

Удовлетворение от училище

- Щастлив съм в училище.
- Смятам, че дисциплината в училище е адекватна.
- Чувствам се в безопасност в училище.
- Чувствам се горд от моето училище.

Партньорска поддръжка

- Учениците в моето училище се отнасят с уважение към другите.
- Моите приятели в училище са предимно кооперативни и работят в екип.
- Приятелите ми ми помагат да изпълнявам задачите си.

Ученическа ангажираност

- Активно участвам в извънкласни дейности.
- Занимавам се активно със спорт.



В организационната подкрепа се виждат 3 точки, свързани с класна стая, ресурс и оборудване. Това е STEM обучението.

Ние имаме ученици и училища и смятаме, че всичко е организирано. Управляваме училищната система. Но образователна система има предизвикателства от живота. Предизвикателства като: деца, живеещи в чужбина; ученици, живеещи извън столицата (София); хора с увреждания и здравни пандемии.

Провокирани от предизвикателствата на дистанционното обучение, с което се сблъскват всички ученици и учители в ЕС по време на COVID-19 пандемията, започнаха поредица от сесии с метода „мозъчна атака“ за това: „Как технологията може да се използва за осигуряване на облекчение по време на социалната изолация?“.

Последната здравна пандемия, която вече споменах COVID 19 е първата, която направи голям технологичен напредък. Отдавна се говори за нови технологии, нови поколения – технологични поколения, но нашето образование говореше само за подготовка, а не за реални промени. Някои частни училища започнаха да интегрират технологии в образованието, но в държавните училища това беше мираж.

Кризата с COVID-19 отново очерта значението на дигитализацията на социалното взаимодействие. Роботите като логично следващо поколение цифрови инструменти, които могат да се използват за ускоряване на цифровата трансформация на образователните системи в целия ЕС и дори в целия свят. Тази ключова технология позволява да се въведе нов цифров капацитет и отваря нови хоризонти за образователните институции на всички образователни нива.

Най-търсените професии днес не са съществували преди петнадесет години. След още пет години роботите ще вършат 65% от работата, която вършим днес. Стратегията за индустриална политика на ЕС определя роботиката като неразделна част от ключовите базови технологии (КБТ) с най-важен дял в растежа на европейските индустрии. Следователно трябва да се насочи по-голямо внимание към това как роботите могат да бъдат по-добре интегрирани в живота на младите хора и тяхното образование.

Острата нужда от нов тип висококачествено образователно съдържание, иновативни дидактически подходи и надеждни средства за предоставяне на културни и образователни преживявания на учениците при ограничение на социалното дистанциране може да бъде адресирана с помощта на роботиката. Роботите не могат да бъдат заразени от COVID-19 или други инфекциозни заболявания. Те могат да се използват като аватари на учители и ученици, за да могат да изпитат вълнението от посещенията в музей например. Също така те могат да подкрепят музейните изследователи по време на обиколките с екскурзовод на място или по време на дистанционен урок в класната стая.

Кризата с COVID-19 ускори процеса на дигитализация и подчерта необходимостта от дистанционно обучение или по-скоро необходимостта от предоставяне на висококачествено обучение извън класната стая на всички ученици.

Екип от изследователи разработиха автономен мобилен робот Tele-ROBKO и необходимия софтуер за осигуряване на виртуални присъствени посещения на музеи, като част от учебната програма или като извънкласна дейност за класове на ученици (студенти) и техните учители.

Това е ниско бюджетен автономен мобилен робот, състоящ се от платформа за мобилни роботи от диференциален тип, компютър и контролери, електрозадвижваща система, включваща две 12V LiFePo батерии и станция за презареждане и сензорна система, включваща: инфрачервен, ултразвук, лазерен скенер, 3D сензор - “Real Sense” и интегриран акселерометър, жирокоп и инерционен сензор (фиг. 107)



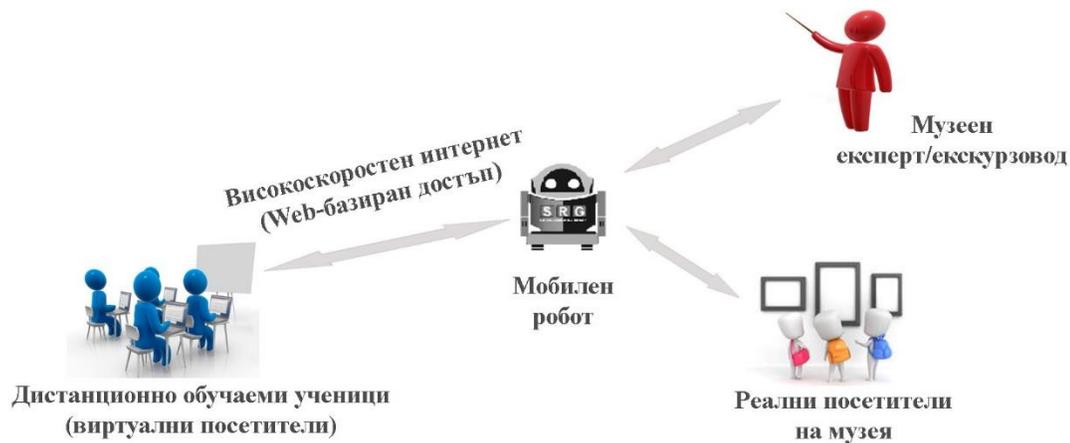
Фиг. 107: TELE-ROBKO



Една от функционалностите на робота е режим на телеприсъствие в училищен клас (фиг. 108):

Обиколка с екскурзовод „Телепосещение“ на музея– Роботът ще си сътрудничи с експерта по обиколката на музея - гид и ще предостави аватар на посещаващия клас (ученици), като следва тематичната презентация на музейния експерт. Пред всеки експонат експертният водач провежда беседа, изготвена и дидактически съобразена с учебната програма по предмета. Обиколката се състои от предварително определена последователност от експонати, свързани с обща тема. Роботът ще преминава от един експонат към друг, според указанията на музейния екскурзовод (чрез дистанционно управление или през уеб интерфейс). Роботът ще се позиционира на предварително зададена позиция пред експоната, което осигурява най-добрия изглед на експоната. Дефинирана и контролирана от учителя обиколка на телевизионно посещение в реално време . Преди този вид посещение учителят, използвайки уеб интерфейс, създава списък с експонати (от наличните в базата данни). Когато обиколката започне, роботът автономно отива до най-доброто място за гледане пред първия експонат, при поискване от учителя (през уеб интерфейс) отива до следващия експонат в списъка.

Телевизионно посещение „отидете на изложба“, контролирано от учителя. При този тип посещение учителят в реално време изпраща задание на робота пред експонатите по свой избор.



Фиг. 108: Телеприсъствие в училищен клас

Иновация в образованието ще бъдат:

- Въвеждане на нов интерактивен инструмент за обучение в българските образователни институции;
- Иновативна експлоатация на музейни експонати;
- Създаване на възможност за дистанционен достъп до културни институции (музейни експозиции и др.);
- Разработване на роботизирана система за „телепосещения“ на културни институции (музейни експозиции, галерии, изложби и други обекти) „Tele-ROBCO“;
- Разработване на уникален, уеб-базиран графичен потребителски интерфейс за управление на Роботизирана система за телевизионни посещения – „Tele-ROBCO“ ;

Tele-ROBCO ще доведе до нова КФС за телепосещения (телеприсъствие). Софтуерна подсистема за управление на работи е базирана на ROS - Robot Operating System с отворен код.

Беше проведена апробация с робота, като ученици посетиха музея на място или робота отиде при други ученици в училището им, за да могат да го видят, да го управляват, други да го достигнат чрез технологиите – stream или т.нар. потокова обработка на данни (потоково предаване) . Системата прилага технология за потокова обработка на данни за анализ на информацията в реално време.

Специфични приложения за мултимедия са:



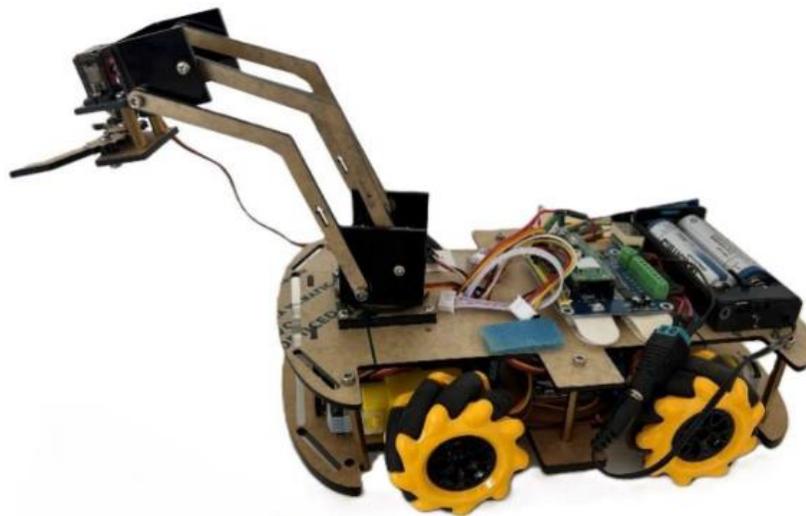
- Потоково предаване на мултимедия (media streaming)
- Видео стрийминг (video streaming)
За обработка на данни:
- Потокова обработка на събития (stream processing)
- Обработка на данни в движение (data-in-motion processing)

Апробирания час с разработен иновативен урок по история показва междупредметна връзка и развитието на ИКТ с история, география, български език, техническата част обхваща математика, механика и др., в потвърждение на STEM обучението.

Друг робот все още в разработка е учебен манипулатор

Разработва се мобилен робот манипулатор за образователната система: мобилен робот - манипулатор, който използва Raspberry Pi Pico W и се програмира на Python. Той се създава с цел да обогати STEM образованието, като предоставя интерактивна среда за изучаване на роботиката хардуерно и софтуерно, т.е. изучаване на сензорна интеграция и програмиране. Роботът е построен върху стандартно шаси, оборудван с меканом колела и робо ръка(грипер), която се управлява от серво мотори. Този робот може да се програмира в среда на Python, предлага управление както на шасито, така и на грипера чрез веб интерфейс, достъпен чрез Wi-Fi хотспота на робота. фиг. 109.

Този робот е насочен за гимназиален етап и се апробират по специфични уроци интегриращи език, математика, физика, механика, ИТ, КТ, ИИ и др., с цел обучение на специалисти в инженерните науки.



Фиг. 109: Образователен манипулатор

ИЗВОДИ

В представената глава бяха изследвани различни учебни роботи, техните ИКТ, беше показана връзката между STEM обучението с дадени примерни уроци или части от такива и ИКТ, бяха предложени и решения за изпълнение от роботите спрямо урока. Всички тези разработки подкрепят хипотезата, че ИКТ е полезен инструмент за използване в образованието и обединяващ различни предмети в STEM обучение.

От апробираните уроци се вижда леката приемственост на учениците във всеки един етап на образование за работа както само с роботите, но още повече обвързаността с другите предмети и дисциплини от основната образователна програма и реалното прилагане на STEM подхода.

Апробацията с учители също показва приемственост и отваряне към метода, макар и по-плахо. Но категоричното им впечатление е, че би било по-забавно образование и би било полезен начин на преподаване.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дисертационния труд са предложени разработени програмни решения за различни образователни работи в резултат на подготвена STEM методология за всеки урок.

Разгледани са хардуерни и софтуерни възможности на всеки един робот.

Направените тестове са подбрани така, че да изследват възможностите на роботите и да предоставят информация за тяхната работа. Да бъдат тествани дали са подходящи за ученици и за какви възрастови групи.

На база технически възможности на роботите са представени възможни уроци за STEM, всички те са апробирани в реална среда с ученици между 6 – 18 г. и учители.

Предложеният робот Ozobot EVO отговаря на много от критериите за работа с ученици, дава различни опции свързани с образователния план в България. Случва програмиране от без устройства до езиково програмиране на Python.

BlueBot е друг образователен мобилен робот, много подходящ за начален етап, който дава първите възможности за пространствено ориентиране, запознаване на работа с компютър и първи стъпки в програмирането.

Artie 3000 и ArtieMax са подходящи за обучение по роботика, за интегрирани уроци по STEM. Те са за ученици, които вече могат да се справят с четенето и стигат до програмиране на програмните езици Python, C++, Java.

Cody Rocky е интересен мобилен робот с възможности да е полезен в STEM образованието и пътя към разбиране на машините и програмите. Той също дава възможности за програмиране на Python, освен и блоковото програмиране.

XGO mini 2 Dog е малко по-висок клас мобилен робот. Той е много атрактивен за малките ученици, но реално е подходящ за работа с по-големите ученици, които вече правят ясно разграничение между хардуер и софтуер и могат да се определят, в коя посока биха се

развивали. Робата дава големи възможности за изследване, за доразработка, за работа както блоково, така и на Python.

По отношение на мобилните работи разпознаване на цветове и форми има какво да се желае, все още светлината оказва влияние като променя цвета което подава грешна информация на четящите устройства. Има още какво да се желае и в измерването на самите обекти и тяхното засичане като разстояние, обем, размер и предположение какъв е обекта. Технологиите се развиват ежедневно и както се подобряват самите камери и части така и ние търсим комбинация от различни компоненти, за да подобрим бързината и реакцията на роботите.



ПРИНОСИ

Приноси: Научни; Научно-приложни и Приложни:

- Разработен алгоритъм за Ozobot EVO за придвижване на робота по траектория във форма на звезда, без пресичане на линии и алгоритъм за изпълнение на ритми от българския фолклор.
- Разработен алгоритъм за мобилен робот XGO mini 2 Dog за движение на робота в кръг, правоъгълник и квадрат около зададен обект и зададени параметри.
- „Реижиниринг“ на хардуерната част на мобилен робот ArtieMax.
- Разработен алгоритъм за робот ArtieMax за интегриран STEM урок по технологии, математика и английски език.
- Разработен алгоритъм за изписване на конкретна дума с робота ArtieMax, чрез математическа функция. Представен е и алгоритъм за корекция при неправилно изписване на думата.
- Разработен нов модел за измерване на разстоянието до обекти, използващ 3D камера. Чрез интеграция на нови хардуерни и софтуерни компоненти, системата добавя нови функционалности към предложената програма, свързани с анализ в триизмерно пространство. Систеმა разпределя сложните изчисления и ресурсните изисквания между различните компоненти, което може да доведе до оптимизация и по-ефективен автономен контрол в реално време на мобилния робот.
- Изследвана е качествена и количествена оценка на разбирането на учениците от 6 до 18 годишна възраст за използването на Изкуствения интелект в обучението.
- Разработен алгоритъм за верижен робот Codey Rocky за движение което да избягва препятствия с цел интегриране в STEM урок по математика.

- Разработен алгоритъм за робот Artie 3000 за изчертаване на различни графични модели.
- Разработен иновативен урок по история на базата на платформата streamit, позволяващ дистанционно посещение на музей, чрез роботизиран гид “Robco” (<https://www.youtube.com/watch?v=bJLvZO6tAg>)



АПРОБАЦИЯ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Значителна част от постигнати резултати в настоящото дисертационното изследване са представени и апробирани при участието на автора в различни национални и международни научни конференции и други научни и научно-популярни мероприятия, изброени по-долу:

- ✓ 14th International Scientific Conference TechSys 2025 - Gaining Python Skills Through Interactive Education robot Ozobot EVO
- ✓ 14th International Scientific Conference TechSys 2025 - Engineering, Technology and Systems Development of an Educational Omnidirectional Mobile Manipulator with Mecanum Wheels.
- ✓ 13th International Conference "TechSys 2024" – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS - AI algorithms for object and gesture recognition with mobile robot XGO-mini 2 dog.
- ✓ ICAI'24 - International Conference Automatics and Informatics 2024 - Distributed 3D camera distance measurement system for intelligent mobile robots
- ✓ 22nd IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, TECIS 2024 - Combining Software Algorithms and Machine Learning in Business Data
- ✓ 12th International Conference "TechSys 2023" – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, „ARTIEMAX robot AS A STEM education TOOL THROUGH Integration technology, math and English language
- ✓ 22nd IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, TECIS 2024 - Students understanding for AI in different educational levels.
- ✓ „International Science Conference "Educational Technologies - 2023" ROBO STEAM - INCLUSIVE TECHNOLOGIES
- ✓ 4th Interdisciplinary PhD Forum with International Participation, 16 – 19 May 2023, Sandanski, Bulgaria - "Диференциален робот с вериги Cody Rocky"

- ✓ 5th Interdisciplinary PhD Forum with International Participation 16 – 19 April 2024
Kyustendil, Bulgaria - “Образователен робот Robco”
- ✓ 3th International Itinerant Conference Languages, security, technology 5-6-October 2023
- Ползи и предизвикателства в STEM обучението
- ✓ Научен семинар на ИИКТ – БАН в секция “Кибер-физични системи”, на 06.12.2024г.
Представена презентация на тема:



БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Bell, Bradford S., and Steve WJ Kozlowski. "Advances in technology-based training." *Managing human resources in North America*. Routledge, 2012. 27-43.
- [2] de Freitas, S., Liarokapis, F. (2011). *Serious Games: A New Paradigm for Education?*. In: Ma, M., Oikonomou, A., Jain, L. (eds) *Serious Games and Edutainment Applications*. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_2
- [3] Ma Minhua, Oikonomou Andreas, "Serious Games and Edutainment Applications", book, Springer Cham, doi.org/10.1007/978-3-319-51645-5, ISBN978-3-319-51643-1, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51645-5>
- [4] Chen, NS., Hwang, GJ. Transforming the classrooms: innovative digital game-based learning designs and applications. *Education Tech Research Dev* **62**, 125–128 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9332-y>
- [5] Elder CD. *Serious Games*. By Clark C. Abt. (New York: The Viking Press, Inc., 1970. Pp. 176. \$5.95, cloth; \$1.95, paper.) - *A Primer on Simulation and Gaming*. By Richard F. Barton. (Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1970. Pp. 239. \$8.95 cloth, \$4.95 paper.). *American Political Science Review*. 1971;65(4):1158-1159. doi:10.2307/1953510
- [6] Friedman, S. and Schultz, D., "Generational Politics in the United States: From the Silents to Gen Z and Beyond", book, ISBN:9780472904440, 2024, University of Michigan Press, <https://books.google.bg/books?id=RnEDEQAAQBAJ>
- [7] Chute, E. (2009). STEM education is branching out: Focus shifts from making science, math accessible to more than just brightest. *Pittsburg Post-Gazette*, 947944–947298.
- [8] Christopoulos A, Pažeraite A., Chytas C., Tenberge C., Timotijevic D., Lale Eric D., Vaivadiene E., and team, "A PRACTICAL HANDBOOK ON EFFECTIVE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF STEAM TEACHING AT SCHOOL", book, Pressbooks, Funded by Erasmus+ Programme of the European Union
- [9] Mohr-Schroeder M., Cavalcanti M., Blyman K., "Stem Education: Understanding the Changing Landscape", 2015, pp.3 – 14, DOI:[10.1007/978-94-6300-019-2_1](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_1), https://www.researchgate.net/publication/294287197_Stem_Education_Understanding_the_Changing_Landscape

- [10] Dugger, William E., Jr, “Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston”, ITEA, 2000, стр. 7, (2000/2/2007), ITEA, 2000, https://www.researchgate.net/publication/234677078_Standards_for_Technological_Literacy
- [11] Technical Foundation of America, “Standards for Technological and Engineering Literacy”, <https://www.iteea.org/stel>
- [12] National Research Council 1996. National Science Education Standards, Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>, <http://nap.edu/4962>
- [13] Betzner, J. and Marek, E. (2014) Teacher and Student Perceptions of Earth Science and Its Educational Value in Secondary Schools. *Creative Education*, 5, 1019-1031. doi: [10.4236/ce.2014.511116](https://doi.org/10.4236/ce.2014.511116), <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=47209>
- [14] Homkes R. and Strikwerda. R. A., 2009, Meeting the ABET program outcome for issues and responsibilities: an evaluation of CS, IS, and IT programs. In Proceedings of the 10th ACM conference on SIG-information technology education (SIGITE '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 133–137. <https://doi.org/10.1145/1631728.1631764>
- [15] Stefanidou, C. and Skordoulis, C. (2014) Subjectivity and Objectivity in Science: An Educational Approach. *Advances in Historical Studies*, 3, 183-193. doi: 10.4236/ahs.2014.34016. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=50254>
- [16] Kennedy T., Odell M., 2023, STEM Education as a Meta-discipline, *Contemporary Issues in Science and Technology Education* (pp.37-51), DOI:[10.1007/978-3-031-24259-5_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24259-5_4), https://www.researchgate.net/publication/368796346_STEM_Education_as_a_Meta-discipline
- [17] Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: Primer. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26
- [18] Shernoff, D.J., Sinha, S., Bressler, D.M. et al. Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *IJ STEM Ed* 4, 13 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>, <https://link.springer.com/article/10.1186/s40594-017-0068-1#citeas>
- [19] Bennett, J.M.P., An investigation of elementary teachers' self-efficacy for teaching integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education, Dissertation, Regent University, ProQuest Number: 10137835, 2016, <https://www.proquest.com/openview/48f43dce3b88d5bcec7c49544e38475e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>
- [20] Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). Purdue



- University Press. <https://experts.umn.edu/en/publications/implementation-and-integration-of-engineering-in-k-12-stem-educat>
- [21] Purzer, S., Strobel, J., Cardella, M.E 2014 book Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices, Purdue University Press, ISBN: 9781612493589, <https://books.google.bg/books?id=bl7yDwAAQBAJ>
- [22] Kelley, T.R., Knowles, J.G. A conceptual framework for integrated STEM education. IJ STEM Ed 3, 11 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- [23] OECD (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2015_sti_scoreboard-2015-en.html
- [24] Harrington R., 2015, These are the 10 smartest countries in the world when it comes to science, Business insider, <https://www.businessinsider.com/most-technological-countries-lag-behind-in-science-2015-12#6-greece-spent-only-008-of-its-gdp-on-research-in-2013-which-was-one-of-the-lowest-reported-among-developed-countries-it-might-explain-why-its-stem-degree-rate-dropped-from-28-in-2002-to-26-in-2012-5>
- [25] Georgieva S., 2014, Добре забравено старо: Сендовската система вече се нарича STEM, https://www.segabg.com/hot/category-education/dobre-zabraveno-staro-sendovskata-sistema-veche-se-naricha-stem?fbclid=IwY2xjawHu-SZleHRuA2F1bQIxMQABHXc-HSr9GOArCdJhWQG5ZymfQ2FEGYWw2-QIa6q883VSXVkfP9uRPT_7kA_aem_tJxgGhfvz-Uf8V14kudVwg
- [26] European Commission's, 2024, Education and Training Monitor 2024, Comparative report, Luxembourg: Publications Office of the European Union, ec.europa.eu/education/monitor_op.europa.eu/etm
- [27] Leavitt, Harold J et al. Management in the 1980's, *Harvard Business Review*. 11 1958
- [28] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B8_%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B8_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8

- [29] Longley, Dennis et al. Dictionary of Information Technology, 2. Macmillan Press, 1985. ISBN 0-333-37260-3. p. 164
- [30] Glushkov, V.M. and other. Encyclopedia of Cybernetics. Kyiv, 1975.
- [31] Information: A Very Short Introduction. Luciano Floridi // Oxford University Press, 2010. Посетен на 16 септември 2010.
- [32] Zunt, Dominik. Who did actually invent the word „robot“ and what does it mean? // The Karel Čapek website. 2007.
- [33] <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
- [34] Q. Wu, "Networking College's Smart Education System Based on Omnidirectional Interaction Model," *2021 2nd International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE)*, Chongqing, China, 2021, pp. 141-144, doi: 10.1109/ICISE-IE53922.2021.00039.<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9742435/citations#citations>
- [35] Angeline, R., Adhityaa, C., Ranganathan, V.P., Kailash, K.E. (2024). Intelligent Educational Chatbot for Student Interaction Based on DaVinci Model. In: Senjyu, T., So-In, C., Joshi, A. (eds) *Smart Trends in Computing and Communications. SmartCom 2024* 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 947. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-1326-4_19, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-1326-4_19
- [36] B. Williamson, J. Pykett, and S. Nemorin, "Biosocial spaces and neurocomputational governance: brain-based and brain-targeted technologies in education," *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, vol. 39, no. 2, pp. 258–275, 2018.
- [37] B. Willizmson, R.Eynon, (2020) "Historical threads, missing links, and future directions in AI in education", *Learning, Media and Technology*, 45:3, 223-235, DOI:[10.1080/17439884.2020.1798995](https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995).
- [38] X. Zhai, X. Chu, C. Sing Chai, Morris Siu Yung Jong, Andreja Istenic, Michael Spector, Jia-Bao Liu, J. Yuan, Yan Li, "A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020", *Complexity*, vol. 2021, Article ID 8812542, 18 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>
- [39] A. Flogie and B. Aberšek, "Transdisciplinary approach of science, technology, engineering and mathematics education," *Journal of Baltic Science Education*, vol. 14, no. 6, pp. 779–790. Ijaz, A. Bogdanovych, and T. Trescak, "Virtual worlds vs books and, 2015.
- [40] K videos in history education," *Interactive Learning Environments*, vol. 25, no. 7, pp. 904–929, 2017.



- [41] T. Horakova, M. Houska, and L. Domeova, “Classification of the educational texts styles with the methods of artificial intelligence,” *Journal of Baltic Science Education*, vol. 16, no. 3, pp. 324–336, 2017.
- [42] T. Horakova, M. Houska, and L. Domeova, “Classification of the educational texts styles with the methods of artificial intelligence,” *Journal of Baltic Science Education*, vol. 16, no. 3, pp. 324–336, 2017.
- [43] S. Vattam, A. K. Goel, S. Rugaber et al., “Understanding complex natural systems by articulating structure-behavior-function models,” *Educational Technology & Society*, vol. 14, no. 1, pp. 66–81, 2011.
- [44] A. Casamayor, A. Amandi, and M. Campo, “Intelligent assistance for teachers in collaborative E-learning environments,” *Computers & Education*, vol. 53, no. 4, pp. 1147–1154, 2009
- [45] A. Gogoulou, E. Gouli, and M. Grigoriadou, “Adapting and personalizing the communication in a synchronous communication tool,” *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 24, no. 3, pp. 203–216, 2008.
- [46] A. Tüfekçi and U. Köse, “Development of an artificial intelligence based software system on teaching computer programming and evaluation of the system,” *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, vol. 28, no. 2, pp. 469–481, 2013.
- [47] V. V. Nabyev, Ü. Çakiroğlu, H. Karal, A. K. Erümit, and A. Çebi, “Application of graph theory in an intelligent tutoring system for solving mathematical word problems,” *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, vol. 12, no. 4, pp. 687–701, 2016.
- [48] A. Mukherjee, U. Garain, and A. Biswas, “Experimenting with automatic text-to-diagram conversion: a novel teaching aid for the blind people,” *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 17, no. 3, pp. 40–53, 2014
- [49] M. Liu, V. Rus, and L. Liu, “Automatic Chinese factual question generation,” *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 10, no. 2, pp. 194–204, 2017.
- [50] K. R. Malik and T. Ahmad, “E-assessment data compatibility resolution methodology with bidirectional data transformation,” *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, vol. 13, no. 7, pp. 3969–3991, 2017.
- [51] J. Petit, S. Roura, J. Carmona et al., “Jutge.org: characteristics and experiences,” *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 11, no. 3, pp. 321–333, 2018.

- [52] I. Zipitria, A. Arruarte, and J. Elorriaga, "Discourse measures for Basque summary grading," *Interactive Learning Environments*, vol. 21, no. 6, pp. 528–547, 2013.
- [53] G. P. Jain, V. P. Gurupur, J. L. Schroeder, and E. D. Faulkenberry, "Artificial intelligence-based student learning evaluation: a concept map-based approach for analyzing a student's understanding of a topic," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 7, no. 3, pp. 267–279, 2014.
- [54] C. Rapanta and D. Walton, "The use of argument maps as an assessment tool in higher education," *International Journal of Educational Research*, vol. 79, pp. 211–221, 2016.
- [55] A. Jones, "Philosophical and socio-cognitive foundations for teaching in higher education through collaborative approaches to student learning," *Educational Philosophy and Theory*, vol. 43, no. 9, pp. 997–1011, 2011.
- [56] G. Kessler, "Technology and the future of language teaching," *Foreign Language Annals*, vol. 51, no. 1, pp. 205–218, 2018.
- [57] D. H. Jonassen, "Ask systems: interrogative access to multiple ways of thinking," *Educational Technology Research and Development*, vol. 59, no. 1, pp. 159–175, 2011.
- [58] Davy Tsz Kit Ng, Jiahong Su, Jac Ka Lok Leung & Samuel Kai Wah Chu (2023), "Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: a review, *Interactive Learning Environments*", DOI: 10.1080/10494820.2023.2255228
- [59] Jiahong Su, Yuchun Zhong, Davy Tsz Kit Ng, "A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K-12 levels in the Asia-Pacific regions *Computers and Education: Artificial Intelligence*", Volume 3, 2022, 100065, ISSN 2666-920X
- [60] I. Lee, B. Perret, "Preparing High School Teachers to Integrate AI Methods into STEM Classrooms," *The Thirty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-22)*, 2022
- [61] F. R. Melo, E. L. Flôres, S. D. Carvalho, R. A. G. Teixeira, L. F. B. Loja, and R. de Sousa Gomide, "Computational organization of didactic contents for personalized virtual learning environments," *Computers & Education*, vol. 79, pp. 126–137, 2014.
- [62] Irene Lee, Beatriz Perret "Preparing High School Teachers to Integrate AI Methods into STEM Classrooms", *The Thirty-Sixth AAAI, Conference on Artificial Intelligence (AAAI-22)*, 1997
- [63] J. Andriessen, J. Sandberg, "Where is Education Heading and How About AI?", *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (1999), 10, 130-150.
- [64] Huang, S.; Wang, B.; Li, X.; Zheng, P.; Mourtzis, D.; Wang, L. Industry 5.0 and Society 5.0—Comparison, complementation and co-evolution. *J. Manuf. Syst.* 2022, 64, 424–428.
- [65] Staikova, M.; Ivanova, V.; Chivarov, N. Artie max robot as a STEM education tool through integration technology, math and English language. *AIP Conf. Proc.* 2024, 3078, 020007. <https://doi.org/10.1063/5.0208311>.



- [66] Khine, M.S.; Ohmer. Robotics in STEM Education; Springer: Berlin, Germany, 2017; pp. 262, ISBN: 978-3-319-57785-2.
- [67] Breiner, J.M.; Harkness, S.S.; Johnson, C.C.; Koehler, C.M. What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. Sch. Sci. Math. 2012, 112, 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>.
- [68] Vega, J.; Canas, J.M. Open vision system for low-cost robotics education. Electronics 2019, 8, 1295. <https://doi.org/10.3390/electronics8111295>.
- [69] Weinberg, J.B.; Yu, X. Robotics in education: Low-cost platforms for teaching integrated systems. IEEE Robot. Autom. Mag. 2003, 10, 4–6. <https://doi.org/10.1109/MRA.2003.1213610>.
- [70] Staikova, M.; Ivanova, V.; Chivarov, N. Students understanding for AI in different educational levels. IFAC-PapersOnLine 2024, 58, 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.147>.
- [71] Ozobot Educator's Guide. Available online: <https://ozobot.com>.
- [72] Khine, M.S., Khine, M.S. and Ohmer, 2017. Robotics in STEM Education. Springer.
- [73] Jonathan M. Breiner, Shelly Sheats Harkness, Carla C. Johnson, Catherine M. Koehler, What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships, School Science and mathematics, 2012
- [74] Vega, J. and Canas, J.M., 2019. Open vision system for low-cost robotics education. Electronics, 8(11), p.1295.
- [75] Weinberg, J.B. and Yu, X., 2003. Robotics in education: Low-cost platforms for teaching integrated systems. IEEE Robotics & automation magazine, 10(2), pp.4-6.
- [76] Chivarov, N., Yovkov, S., Chivarov, S., Tosheva, I., Pleva, M., Hladek, D. NITRO Educational Mobile Robot Platform for Maze Solving and Obstacle Avoidance, 2022. IEEE Xplore. Restrictions apply.
- [77] ESP32 - Technical Reference Manual, Copyright © 2022 Espressif Systems, version 4.8
- [78] Maier A., Sharp A. and Vagapov Y., "Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things," 2017 Internet Technologies and Applications (ITA), Wrexham, UK, 2017, pp. 143-148, doi: 10.1109/ITECHA.2017.8101926.
- [79] Rai P. and Rehman M., "ESP32 Based Smart Surveillance System," 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), Sukkur, Pakistan, 2019, pp. 1-3, doi: 10.1109/ICOMET.2019.8673463.
- [80] Educational Insights, ArtieMax Guide

- [81] Sutherland C. J., "Blockly in a Box: How Children Explore Block-Based Robot Programming," 2022 19th International Conference on Ubiquitous Robots (UR), Jeju, Korea, Republic of, 2022, pp. 263-267, doi: 10.1109/UR55393.2022.9826278.
- [82] Minard P., Pintos F., Louzir A., Chambelin P., Naour Y. Le and Bras L. Le, "On-board integration of compact printed WiFi antennas with existing DECT antenna system," 2008 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, San Diego, CA, USA, 2008, pp. 1-4, doi: 10.1109/APS.2008.4618944.
- [83] Villacís D., Acosta F. R. and Lara Cueva R. A., "Performance analysis of VoIP services over WiFi-based systems," 2013 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM), Medellin , Colombia, 2013, pp. 1-6, doi: 10.1109/ColComCon.2013.6564813.
- [84] Web page of LUMA Centre at Aalto University <http://luma.aalto.fi>, 12.5.2016
- [85] <http://koodiaapinen.fi/en/>
- [86] <https://macsources.com/artie-max-code-and-draw-review/>
- [87] <https://www.techadvisor.com/article/723603/best-coding-and-stem-toys-for-kids-2022.html>
- [88] Xun Xu, Yuqian Lu, Birgit Vogel-Heuser, Lihui Wang, "Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception, Journal of Manufacturing Systems", Volume 61,2021,Pages 530-535, ISSN 0278-6125
- [89] Humayun M., "Industrial Revolution 5.0 and the Role of Cutting Edge Technologies", International Journal of Advanced Computer Science and Applications; West Yorkshire Vol. 12, Iss. 12, (2021), pp. 605 – 614.
- [90] Nosta J. „The 5th Industrial Revolution: the dawn of cognitive age“, (6.10.2023), <https://www.psychologytoday.com/us/blog/the-digital-self/202310/the-5th-industrial-revolution-the-dawn-of-the-cognitive-age>
- [91] Orphanides K.G., "Review: Luwu Dynamics XGO-Mini2", (17.06.2023), <https://www.wired.com/review/review-luwu-dynamics-xgo-mini2/>
- [92] Mouser Electronics Team, "Newest products: Raspberry Pi Compute Modules 4 (CM4), (24.07.2023), " <https://www.mouser.bg/new/raspberry-pi/raspberry-pi-cm4-compute-modules/>
- [93] Maurya A. and Sharma V., "Facial Emotion Recognition Using Keras and CNN," 2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE), Greater Noida, India, 2022, pp. 2539-2543, doi: 10.1109/ICACITE53722.2022.9823480.
- [94] Khopkar A. and Saxena A. A., "Facial Expression Recognition Using CNN with Keras", Biosc. Biotech. Res. Comm. special Issue Vol 14 No 05 (2021) Pp-47-50



- [95] Elecfreaks Team, “ELECTFREAKS CM4 XGO-Mini Robot Dog Kit For Raspberry Pi “, (2023), <https://www.elecfreaks.com/>
- [96] The xgorobot web /working/ environment : <http://block.xgorobot.com/>
- [97] Elecfreaks Team, „CM4 XGO Robot Kit V2”, (2023), <https://wiki.elecfreaks.com/en/pico/cm4-xgo-robot-kit/>
- [98] Nosta J., “The New Cognitive Age: In the 5th Industrial Revolution, technology and humanity will evolve together”, (8.11.2023), <https://futurist.bg/the-5th-industrial-and-cognitive-revolution/>
- [99] Montiglio, D. (2009), “Guide To Understand The Bulgarian Educational System”, Journal of Foreiner,
- [100]Gokuladas, V. K., Sam, S.K., (2022), “Student Satisfaction In Secondary Education: An Empirical Study of Indian Expatriate Students”, Journal of Research in International Education, 75 – 83.
- [101]Bosworth K, Ford L and Hernandaz D (2011) School climate factors contributing to student and faculty perceptions of safety in select Arizona schools. Journal of School Health. 81(4): 194–201.
- [102] Halachev, P. (2009), “Educational Challenges for e-Learning in Higher Education in Bulgaria”, The International Journal of Learning Annual Review 16(6):737-746.
- [103]Kostova, D., (2008), “The Bulgarian educational system and evaluation of the ISCED-97 implementation”, 163 – 173p.
- [104]Bieri, F., Imdorf, Ch., Stoilova, R., Boyadjieva, P., „The Bulgarian educational system and gender segregation in the labour market“, Pages 158-179 | Received 08 Apr 2014, Accepted 21 Dec 2015, Published online: 19 Feb 2016
- [105]Boyadjieva, P. (2012) ‘Higher education and rating systems of higher schools in Bulgaria: Situation, problems, and outlook (published in Bulgarian)’, Bulgarian Journal of Science and Education Policy 6: 5–84.
- [106]Anthony, M., „Cognitive Development in 11-13 Year Olds. Children become increasingly competent at adult-style thinking during the "tween" years.“ <<https://www.scholastic.com/parents/family-life/creativity-and-critical-thinking/development-milestones/cognitive-development-11-13-year-olds.html>>, 2015 (accessed 15.05.15)
- [107]Methodology for studying of students’ satisfaction with the quality of education, Dimitar A. Tsenov Academy of Economics, https://wwwold.uni-svishtov.bg/app/quality/CKO_DOCUMENTS/Methodologia_IAOKU.pdf (15.06.2019).

- [108]Zsheliaskova-Koynova, Zsh., Mileva, (2019), E., “STUDENTS’ SATISFACTION WITH PEDAGOGY TEACHING”, *Trakia Journal of Sciences*, Vol. 17, Suppl. 1,
- [109]Fischer, K. W. (1980). A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87(6), 477–531. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.6.477>
- [110]Anderson, M. (1992). *Intelligence and development: A cognitive theory*. Blackwell Publishing.
- [111]Huitt, W., Hummel, J. (2003), “Piaget’s theory of cognitive development. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved [date] from <<http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/cogsys/piaget.html>>
- [112]Collins, A., (1984), “Development During Middle Childhood”, National Academy press, Washington, D.C. 1984
- [113]Rubio F., Valero F., Lopez-Albert C., “A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications”. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 2019;16(2). doi:10.1177/1729881419839596
- [114]Siegwart R., Reza Nourbakhsh I., Scaramuzza D., “Introduction to Autonomous Mobile Robots”, book of Massachusetts Institute of Technology, 2011
- [115]Bilbro G. and Snyder W., "A System To Recognize Objects In 3-D Images", *Proc. SPIE 0635, Applications of Artificial Intelligence III*, (26 March 1986); <https://doi.org/10.1117/12.964125>
- [116]Farhadi A., Endres I., Hoiem D. and Forsyth D., "Describing objects by their attributes", 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Miami, FL, USA, 2009, pp. 1778-1785, doi: 10.1109/CVPR.2009.5206772
- [117]Frome A., Huber D., Kolluri R., Bülow T., Malik J., “Recognizing Objects in Range Data Using Regional Point Descriptors.”, In: Pajdla, T., Matas, J. (eds) *Computer Vision - ECCV 2004*. ECCV 2004. Lecture Notes in Computer Science, vol 3023. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24672-5_18
- [118]Johnson A. and Hebert M., "Recognizing objects by matching oriented points," *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, San Juan, PR, USA, 1997, pp. 684-689, doi: 10.1109/CVPR.1997.609400
- [119]Team of Obi Zhongguang Technology Group Co., Ltd., “ORBEC Depth Camera”, Product specification, Co Copyright © 2013–2022, Orbec Incorporated, <https://www.orbec.com/wp-content/uploads/2023/07/Petrel-A-En.pdf>
- [120]Team of Obi Zhongguang Technology Group Co., Ltd., <https://www.orbec.com/developers/openni-sdk/>
- [121]Smolskiy M., “Open Source Computer Vision Library“, <https://github.com/opencv/opencv>



- [122]Microsoft Team, “Learn”, <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/memory/using-file-mapping>
- [123]Gochev G., “Computer Vision and Neural Networks”, Technical University Publishing House, 1998. (translated from Bulgarian)
- [124] Shade J., S. Gortler, Li-wei He, Richard Szeliski, “Layered depth images”, 24 July 1998, SIGGRAPH98: The 25th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques
- [125]Tom van Dijk, Guido de Croon;” How Do Neural Networks See Depth in Single Images?”, Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), 2019, pp. 2183-2191
- [126]Coradeschi, S., & Saffiotti, A. (2003). Perceptual Anchoring of Symbols for Action. Proceedings of the 17th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 407-412.

БЛАГОДАРНОСТИ

Поднасям своите най-искрени благодарности към научният ми ръководител проф. д-р Найден Шиваров от Института по информационни и комуникационни технологии към Българска академия на науките. Благодаря Ви за това, че бяхте мой ментор, за безрезервна професионална подкрепа, насоки и градивна критика, за да се случи този дисертационен труд. Благодаря Ви за съвместна творческа работа, по време на която бяхме отдадени на науката и споделяме общи интереси и ценности. Благодаря Ви за успешната работата по интересни проекти, които допринесоха за успешното реализиране на настоящия труд!

Благодаря и на всички колеги от Института по информационни и комуникационни технологии от секция „Кибер-физични системи“ и секция „Разпределени информационни и управляващи системи“, с които си сътрудничихме.

Специално бих искала да отбележа дълбоката си признателност към всички колеги от ИИКТ – БАН, които добронамерено и безкористно ми съдействаха и помагаха с ценни съвети и насоки! Благодаря Ви за колегиалната и творческа атмосфера, в която работихме!

„Малки картографи“

Възрастова група 1 – 4 клас

Цели:

Учениците да:

- разбират какво представлява географска карта;
- параметрите които ѝ трябва, за да я има – меридиани, паралели, географска дължина, ширина, мерни единици, мащаб;
- инструменти за измерване – компас;
- научат за историята на картите, тяхната роля/приложение в ежедневието;
- научават основни понятия при използване на карти;
- да разграничават видове карти – географски, транспортни, GPS, чип, банкови;
- опишат основните технологии и инженерни решения за създаване на карти;
- използват математика и информатика за решаване на практически задачи, свързани със създаването на карта.

Интердисциплинарност: компютърно моделиране, технологии и предприемачество, околна среда – география, история, български език, математика.

Връзки, които могат да се направят по отношение на STEM обучението са показани на фиг.1, а на фиг.2 са посочени връзките с предметите по учебната програма.

Направление	Възможни връзки на темата със STEM направленията
Математика и информатика	Учениците ще използват математически изчисления за създаване на карта, като разпределение материали. Ще бъдат създадени модели на Canva, Google Jamboard, или Word, scratch , app – map plus, gps fiels, area, measure.; 3D map - GIS (Scratch).
Родинознание Човекът и обществото	Ще се запознаят с различни географски термини, значение, карти , райони , пътя около мен
Компютърно моделиране	Да се начертаят карти с помощта на информационни технологии
Роботика и кибер-физични системи	Възможно е да разгледа ролята на кибер-физичните системи за създаване на карти, използване на робота за писане
Арт	Рисуване

Фиг. 1. Възможни връзки със STEM направленията

Предмет	Теми от учебната програма	Компетентности като очаквани резултати от обучението
---------	---------------------------	--

Математика	Събиране и изваждане Умножение на едноцифрени/многоцифрени числа с едноцифрено/двучифрено число	Извършва аритметично действие събиране и изваждане Извършва аритметичното действие умножение на едноцифрено/многоцифрено число с едноцифрено/двучифрено число. Обяснява получените резултати от решена задача. Съставя текстова задача по данни, представени чрез чертежи и схеми.
Компютърно моделиране	Създаване модели	Ползва различни програмни за изчертаване на модели на географски и други карти Умее да си служи с информация от интернет
Родинознание/ Човекът и обществото	Опознавам селищата в България Ориентиране по географската карта Повърхнина на България – равнини и низини	Открива връзката между особеностите на природната среда и на типа селище (град, село) с трудовата дейност на хората в нашата родина. Познава особености на местоположението и природата на родния край Определя посоките на света при работа с географската карта. Посочва държавните граници на България на географска карта. Ориентира се по географска карта за местоположението на България на Балканския полуостров. Разбира значението на географското положение на България за нейното развитие. Ориентира се по географска карта за местоположението на България на Балканския полуостров. Разпознава условни знаци на картата. Чертае основни видове условни знаци. Описва с помощта на географската карта повърхнината на Р България. Ориентира се по цветовете на географската карта за местоположението на природни обекти. Описва основни характеристики на природните обекти и значението им – равнини, низини. Разбира отговорността на хората за опазването на природните богатства на България. Обяснява връзката между природни дадености и трудовата дейност на хората. Похвати за ориентиране по карта.
Технологии и предприемачество	Инструменти и материали	Различава материали с голяма и малка дълготрайност. Разпознава материали, които могат да се рециклират. Обработва хартия и картон като безопасно използва инструменти.

		Прилага операциите рязане, огъване, пробиване при работа с достъпни материали (хартия, картон, метално фолио, тел). Осъществява самостоятелен избор на материали и инструменти при изработване на изделие и безопасни условия за работа.
Рисуване	Цветове, GPR, техники за рисуване, инструменти	Разпознаване на основни цветове, палитра, познаване на инструменти, видове писци, основа за рисуване, материали.

Фиг. 2. Възможни връзки с предмети от учебната програма

За да бъде възприета темата и да има усвояване на нови знания учениците е необходимо да притежават някакви упорни знания, които да ги надграждаме. В случая опорните знания необходими за картографията са:

- Ориентация за посоки – завъртане на ляво, завъртане на дясно, напред, назад;
- Оразмеряване, мащаб;
- Материали и техните основни свойства;
- Различни технологии за рисуване;
- Технологии за изграждане на карти;
- Изследвания на материали за изработка на карти (дебелина, якост, издръжливост, разлагане, водоустойчивост, влагоустойчивост);
- Задачи и рискове при създаването карти;
- Ролята на инженерството при създаване и поддръжката на карти;
- Геометрия и дизайн на карти;
- Инженерни решения за осигуряване на устойчивост на картите;
- Вдъхновение от природата за устойчиви технологии.

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ТЕМАТА

1. Мотивиране

1.1. Връзка с обекти и основни научни принципи за пространство и движение

Създаването на географска карта ще изисква разбирането и приложението на посоките за движение, посоките на света, свойства на материали като дебелина, якост, издръжливост, разлагане, водоустойчивост, влагоустойчивост. Децата ще научат как тези свойства влияят на ежедневието на хората, включително колко важни са те за създаването на различни предмети необходими в ежедневието ни. Това ще стимулира техния интерес към науката и технологиите от най-ранна възраст.

1.2. Творчество и сръчност

Проектирането на карти е не само технологично предизвикателство, но и творчески процес. Децата ще създават свои собствени планове за карти, като използват различни материали и техники. Това развива тяхното въображение, а също така и уменията им за работа с различни материали и инструменти.

1.3. Културно и историческо обогатяване

Темата за картите е свързана с изследване и създаване на различни формати карти. Децата ще научат за историята на картите, географски, транспортни, банкови и други. Това ще ги обогати културно.

1.4. Емоционална и социална полза

Разработването на идеи и решаване на задачи за карти може да бъде екипна дейност, която насърчава сътрудничеството и комуникацията между децата. Те ще работят заедно, за да създадат планове и решения, които могат да помогнат на бъдещите поколения да се локализируют правилно в пространството. Това развива пространствената им ориентация, социалните им умения и създава усещане за споделена цел.

1.5. Практическо приложение

Децата ще научат как да използват математическите и научни принципи, за да решават реални проблеми, свързани с живота в ежедневието. Това включва изчисления за създаване на модели на карти. Тези знания ще ги подготвят за бъдещето на науката и технологиите.

2. Въведение и теоретична обосновка

9.1. Изграждане на бъдеща среда/и

Живота и средата около нас са в непрекъснат процес на развитие и промени. В ежедневието и в развитието си използваме различни инструменти за ориентиране в околната среда. Изучаването на карти, които да използваме за ориентация или друго, ще даде обосновка на бъдещите подрастващи за света около тях, как да търсят, да наблюдават и как да прилагат заобикалящата ги среда в тяхното ежедневието. Ще им даде креативност за създаване на собствени модели.

3. Зараждане на картите

Картата представлява преход от рисуване към картография. Картографските произведения отразяват виждането на народите за света и тяхното място в него.

9.1. Древноизточна картографска школа

За най-старата карта на света може да се смята Вавилонската карта (Фиг. 3), наричана още *Imago Mundi*. Тя е открита в Ирак, изработена е от глина и представлява целият познат за нейните автори тогавашен свят. Съхранява се в Британския музей в Лондон и е датирана ок. V-VI в. пр. Хр. [1]



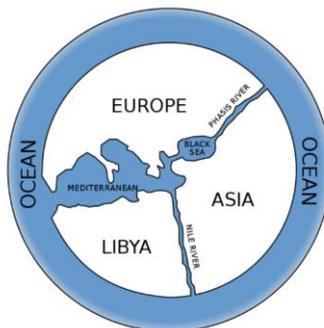
Фиг. 3 Вавилонска карта на света

Около централната част на картата са изобразени седем триъгълника, които приличат на лъчи. Те показват посоките и разстоянията от Вавилон до различни обекти.

Друг пример, който от някои археолози е посочван за най-старата карта на света, е глинена плочка с размери 7.6×6.8 cm, открита близо до иракския град Киркук през 1930 г. Тя представлява карта на речна долина, простираща се между два хълма. Картографът Лео Багров я датира с възраст 7000 г. пр. Хр (History Of Cartography Project, Volume 1, 1987).

9.1. Картографията в Древна Гърция и елинистичния свят

Научната основа на западните картографски традиции е формирана с класическите гръцки теории за естеството и формата на Земята (Ehrenberg, 2006). [1] Питагорейците въвеждат концепцията за сферичната Земя около V в. пр. Хр. (Канев, 1965). Първата карта на земната повърхнина, позната на древните гърци, е съставена от гръцкия математик и философ Анаксимандър (610 – 540 г. пр. н.е.) (Фиг. 4). Той изобразява Земята като плосък кръг, около който се намира океанът. В централната част е Средиземно море, а около него са Европа, Азия и Либия (Африка). Същият образ на Земята може да се види описан и в Омировата „Илиада“. [...]



Фиг. 4 Светът според Анаксимандър

Могат да бъдат показани още много разнообразни варианти на карти и да бъдат дискутирани с учениците. Както може да се покажат пет различни карти, да се разделят на пет отбора(групи) и всеки отбор да намери информация за картата, да направи представяне пред другите групи устно или с помощта на презентация или изработване на табло, на което да се визуализира информацията. За целта могат да се използват ресурси от учебник по Картография. [1] Материала е достъпен свободно или учителя да подбере и предостави по подходящ начин информацията.

4. Причини за създаване на картите

Първата международна дефиниция за картографската наука и нейния предмет на изучаване е дадена от Международната картографска асоциация (International Cartographic Association - ICA) и е публикувана през 1973г.: “Картографията е изкуство, наука и технология за създаване на карти, едновременно с тяхното изучаване като научни документи и работи на изкуството”. В този контекст, картографски продукти могат да бъдат всички видове карти, планове, диаграми и профили, тримерни модели и глобуси, които представят Земята или някое небесно тяло във всякакви мащаби.

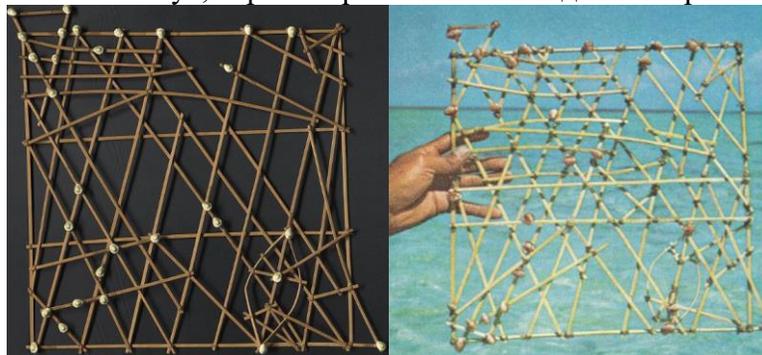
Картата най-често се определя като „Умалено, обобщено, образно-знаково, математично определено изображение на земната повърхност върху равнина, което показва разпространението, състоянието и взаимните връзки на различни предмети и явления от природата и обществото, подбрани съобразно предназначението на всяка карта“. Съвременното равнище на картографията разшири своята дейност и излезе извън границите на планетата. По тези причини някои автори дават следното по-широко определение за карта: “Умалено и обобщено изображение на земната повърхност, на други небесни тела или на небесната сфера и на отнасящите се към тях обекти и явления върху равнина в дадена проекция чрез система от условни знаци”.

5. България в старите карти

Да се направи проучване за България, как и къде се намира по старите карти. Могат да се използват онлайн ресурси. [2]

6. Навигационни карти от Маршаловите острови

Запознаване на учениците с Маршаловите острови. Кратка информация – какво е остров, къде се намират, търсене по глобус, карта. Изработване на модел на карта от фиг.5 [7]



Фиг. 5 Навигационни карти – Маршалови острови



Античен компас

Фиг. 8 Китайски компас

Компасът е изобретен преди повече от 2000 години по време на династия Хан (汉朝). Интересен факт е, че той за първи път е използван не като инструмент за определяне на посоките, а с цел осъществяване на гадания. Гаданията били насочени към намиране на щастието, с което се поражда древното китайско изкуство за хармонията, познато на света като фън шуей (风水). В най-ранните си дни компасът бил наречен „си’нан“ (西南, букв. „запад-юг“). Употребата му се разширява, а неговото разпространение в Арабия и Европа става факт едва през XIII век.

Компасите са били направени от лодестон, който е естествено магнитна скала. Лодестонът бил оформен във форма, наподобяваща лъжица и се поставя върху бронзова плоча, маркирана с кардиналните посоки. Тази настройка се наричала „Синан“.

Но с течение на времето хората започнали да осъзнават практическите му приложения за навигация. До 11 -ти век се използват компасите на китайските кораби, за да намерят пътя си през моретата. Това било смяна на играта за морска търговия и проучвания. С компаса моряците могат да се впуснат по -далеч от брега и да изследват нови земи с повече увереност.

9.2. Разпространени в ислямския свят и Европа

От Китай технологията „Compass“ постепенно си проправя път към ислямския свят. Арабските търговци и моряци бързо приели този полезен инструмент. Те се подобрили на дизайна и го направили по-точен и преносим. Ислямският свят изиграл решаваща роля за разпространението на компаса в Европа.

През 12 век европейските моряци започнали да използват компаси. Отначало те били малко скептични към тази нова технология. Но тъй като видяха как това може да им помогне да се ориентират по-безопасно и ефективно, компасът се превърнал в съществена част от тяхното оборудване. Компасът революционизира европейското проучване. Това позволило на изследователи като Христофър Колумб и Фердинанд Магелан да се впуснат в своите епични пътешествия и да открият нови континенти.

9.3. Съвременни иновации на компаса

През вековете компасите преминали през много промени и подобрения. Днес имаме всякакви компаси, които да отговарят на различни нужди. Например, ако сте в туристическия сектор, може да искате да ползвате Водостойчив цифров компас.



Има и метален водоустойчив компас с измервател на картата огледало за спасяване. Компас с метален флип капак, мини. Той е достатъчно малък, за да носите в джоба си, но все пак много точен.

Картографско съдържание – това е главният елемент на картата, представляващ картографираната територия.

Математична основа на картата – Включва мащаба, вътрешната рамка, картографската мрежа от меридиани и паралели, координатната мрежа.

Допълнително съдържание – съдържа външната рамка, заглавие, легенда, фотоснимка, диаграми, връзки.

ПРАКТИЧЕСКИ ЗАДАЧИ

Задача 1: Създаване на мини карта

Учениците се разделят на 5 групи. Учителя ги разделя, според тяхното местожителство, така, че да съчетае по-голяма отдалеченост на учениците един от друг и спрямо училището. Всеки ученик трябва да начерта пътя от неговия дом до училище, улиците, може и имена, ако знае, сгради, други забележителности. Чертаенето се осъществява на паус хартия А4 с молив НВ и линия. След това учениците налагат листовете си така, че училището да се позиционира в една точка и да видят как се получава карта на квартала според техния дом.

Ресурси за задачата:

- Паус хартия А4
- Графитен молив НВ
- линии

Задача 2: Създаване на по-голяма карта

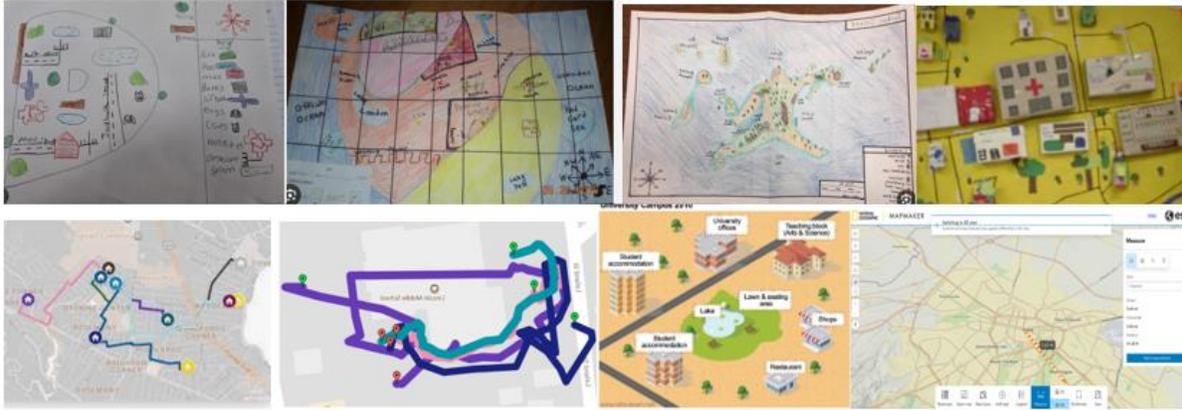
Учениците застопоряват картите от зад. 1. в точка на училището и правят заедно една по-голяма карта, в която училището е в средата и спрямо него очертават картата до техния дом. Работи се върху лист тип флипчарт.

Ресурси за задачата:

- Флипчарт хартия
- Графитен молив НВ
- Линии
- Цветни моливи

Задача 3: Изработване на по пълна географска карта

Учениците обсъждат събраните данни, дискутират в екипа как да изглежда картата, разпределят си задачите; измерват и отбелязват съответните точки – оразмеряване – мащаб. Наситеност на цветовете, хармоничност – значение на цветовете планини, низини, реки, път, сграда, парк, парко място. Фиг.9



Фиг. 9 Изработване на карта

Задача 4: Ориентиране по карта

Засяга се математическият метод Азимут. Фиг. 10 Не е необходимо да се обяснява теория на учениците в начален етап. Но след задачата нека се направи извод за това, че са работили по карта като са се ориентирали по определени точки.



Фиг. 10 Азимут

Учениците се разделят на отбори. Всеки отбор има име. Работят по групи. Задава се конкретна точка, от която учениците тръгват. Учителят може да изпрати на телефоните им

локацията на първоначалната точка.  Дава им се карта на дворното пространство на

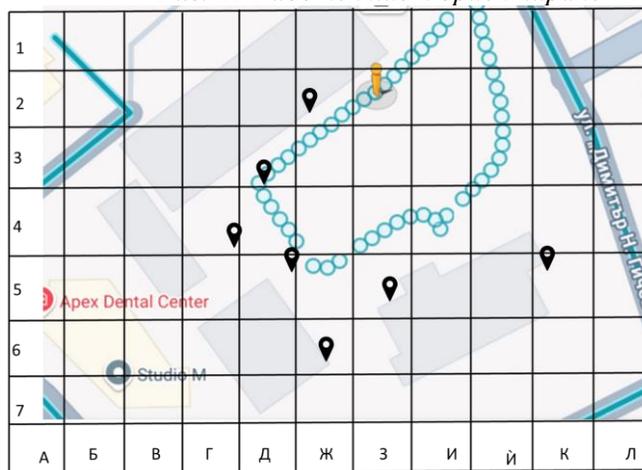
училището с маркирани точки.  Дават им се указания – работен лист (фиг.11) и карта – маршрут (фиг.12). По картата се дават указания да преминат през всички точки и имат за задача на всяка точка да намерят „съкровище“. Указанията за работния лист са: първа колона се записват координатите според двуизмерната координатна система на тяхната карта – буква (x) и цифра(y), втора колона - да използват компас и да записват на всяка една точка градусите, които им показва, трета колона – отбелязват брой стъпки от точка до точка (може предварително да се дискутира 1 стъпка как се измерва), 4та колона – на разпечатаната карта чертаят линии от точка до точка и измерват разстоянието в см, превръща се в метри или мм. В пета колона се задава, че една стъпка е равна на 2 см и трябва да се изчисли разстоянието според 4та колона. В последната колона се отбелязва намереното „съкровище“. Съкровището могат да бъдат снимки на хора свързани с картографията. Да намерят начин да ги разпознаят и да намерят информация за тях и да ги представят. Може и да бъде само една личност, разрязана на пъзел, който те да сглобят и

отново да издирят(намерят) коя е личността и информация за нея. Може да е Магелан, Кристофор Колумб и т.н. Някои от приказки свързани с пътешествия. Използвайте както хартиени варианти, така и видео материали. Песента „Тече, всичко тече“ – да се научи за награда за справяне със задачите. [5, 8, 9,10]

РАБОТЕН ЛИСТ

КООРДИНАТНА ПОЗИЦИЯ	КОМПАС ГРАДУСИ	БРОЙ СЪПКИ	РАЗСТОЯНИЕ В СМ /М	РАЗСТОЯНИЕ В СМ ОТ ТОЧКА ДО ТОЧКА	КОГО НАМЕРИХ?
2 / 3	230 ЮЗ	0	0	2 см	АЗ

Фиг. 11 Работен лист ориентиране



Фиг. 12 Карта маршрут

Задача 5: Измерване на ъгли

След като са изчертали линии от точка до точка, да измерят ъглите с транспортир и от двете страни (външен и вътрешен).

Задача 6: Как измерваме крачките?

Една крачка колко см е, мм, м? От т.А до т.Б са 15 крачки, колко см/мм/м са ?

Решение: измерване с линия, ролетка, технически метър - 1 крачка е 20 см.

1 крачка е 200 мм, 0.2 м

От т. А до т. Б – 15 (крачки) x 20 см = 300 см /3000мм / 0.3 м

От т. Б до т. С – 5 (крачки) x 20 см = 100 см/ 1000 мм/ 0.1 м

От т. С до т. Д – 20 (крачки) x 20 см = 400 см/ 4000 мм/ 0.4 м

Задача 7: Карта за приложение на телефон /Техническа карта

Учениците да начертаят квадратна мрежа на лист А4, като всяко квадратче да бъде 2 x 2 см. Да поставят(пренеса) от другата карта точките през, които са преминали. И отново да кажат коя точка къде се намира в координатната система. За почивка игра: „Кораби и лодки“.

Задача 8: Изчисли целия изминат път в м и км.

Учениците се позовават на зад.4, където са начертали и отбелязали всяка отсечка от точка до точка. Необходимо е да извършат действие събиране на всички отсечки, за да намерят/пресметнат цялото изминато разстояние и да го преобразуват в различни мерни единици.

Задача 9: Лице на повърхнина/квадрат или правпъгълник/

Необходимо е учениците да намерят лицето на фигурата, която се получава от техния път, взимат се само квадратчетата от мрежата, където има точка. Ако е необходимо се добавят квадратчетата за образуване на правилна фигура квадрат или правоъгълник. Да се прилага според възможностите на учениците. Може да е различно за всяка група. Може да се изчисли за готовата карта на госпожата или за картата с мрежа от квадратчета по 2 см.

Задача 10: Моя маршрут

Нека учениците предложат собствен маршрут, с конкретни точки, измерване на крачки, ъгли, лице на терена:

- да бъде най-полегат;
- да бъде с едно изкачване;
- да бъде в две изкачвания.

Задача 11: Преобразуване в декар

Колко дек е терена?

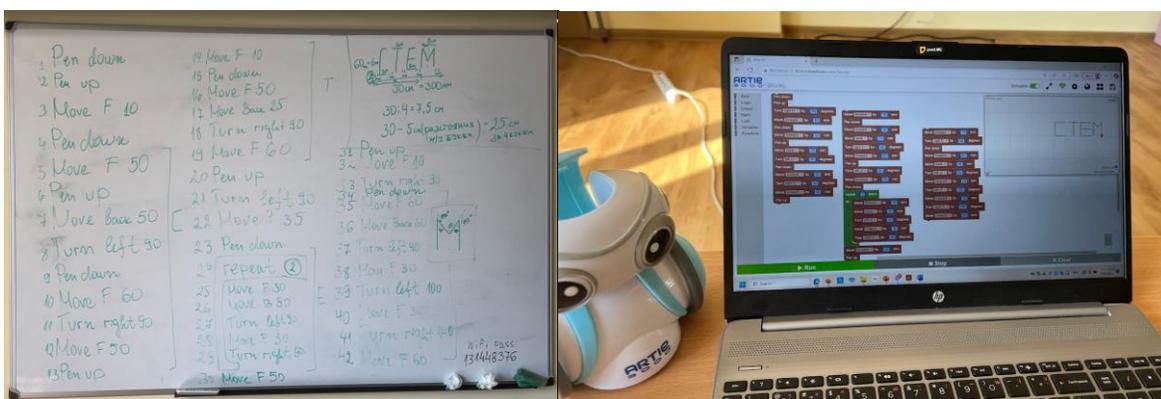
За по-големи ученици може да се направят задачи с ъглоповящи и триъгълници.

Задача 12: Въпросник

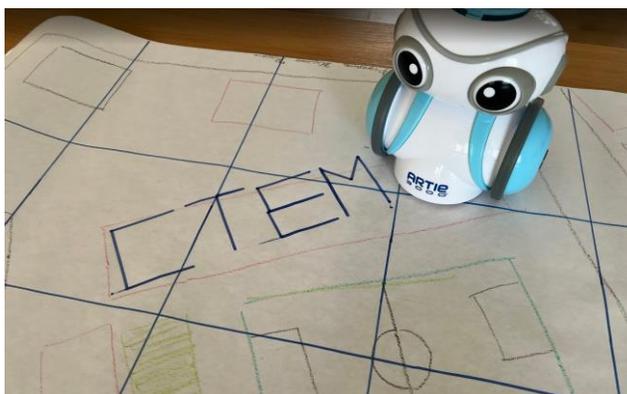
Може да използвате този готов ресурс за въпросник, за да проверите по забавен и интерактивен начин знанията на учениците. [11] или да създадете сами в платформата Kahoot. В тази платформа можете да се регистрирате безплатно на базов пакет и да създавате Въпросници, можете и да ги споделяте между колеги. [12] Имате два линка, един за регистрация и работа на учителя и един за учениците, може да се ползва от телефони, планшети и компютри, като учениците въвеждат генериран game pin, когато учителя зареди въпросника, и след това си въвеждат „име“ (name). Учениците могат да си изберат и аватар (лице).

Задача 13: Напиши с Artie 3000 името на училището.

Учениците имат за задача да използват робота Artie 3000 (BlueBot) да напишат името на училището си. Имената на училищата са дълги и писането на код за буква ще отнеме време. Ето защо може да се раздели задачата в няколко часа и да се дописва буква по буква. Задачата изисква да се предвиди мястото, където ще се изписва името, размер, да се изчисли всяка буква какви размери ще има, разстояние между тях, ъгли ако има в буквите. На подадения пример е отбелязан и кода за всяка буква. Фиг. 13 и Фиг. 14. По този начин обвързваме българският език, писменост с математика, програмиране и роботика.



Фиг. 13 Име на училище – STEM



Фиг. 14 Име на училище – STEM_1

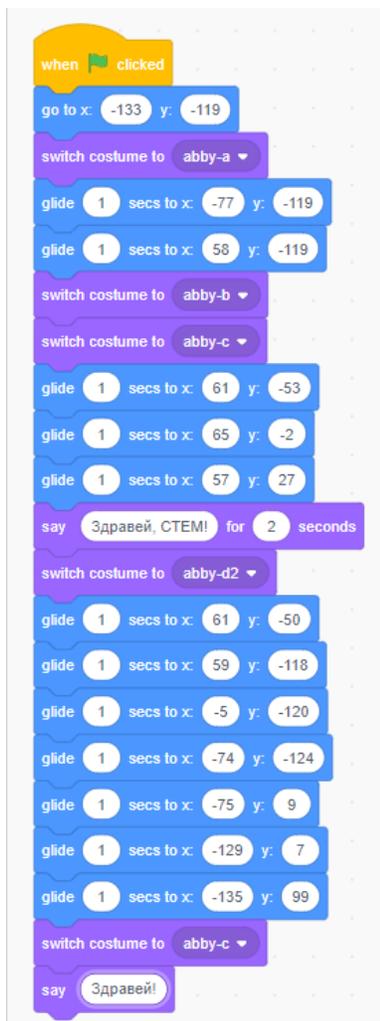
Задача 14: Карта „Пътешественик“

Задачата е да се създаде карта с програма на компютър. Програми, които биха могли да се използват: scratch, Canva, Google Jamboard, или Word, app – map plus, gps fields, area, measure..3D mappa - GIS (Geographic Information System) Software. Според избора на работа и възрастта на учениците задачата може да се раздели на подуроци. В тази задача ще създадете програма, която:

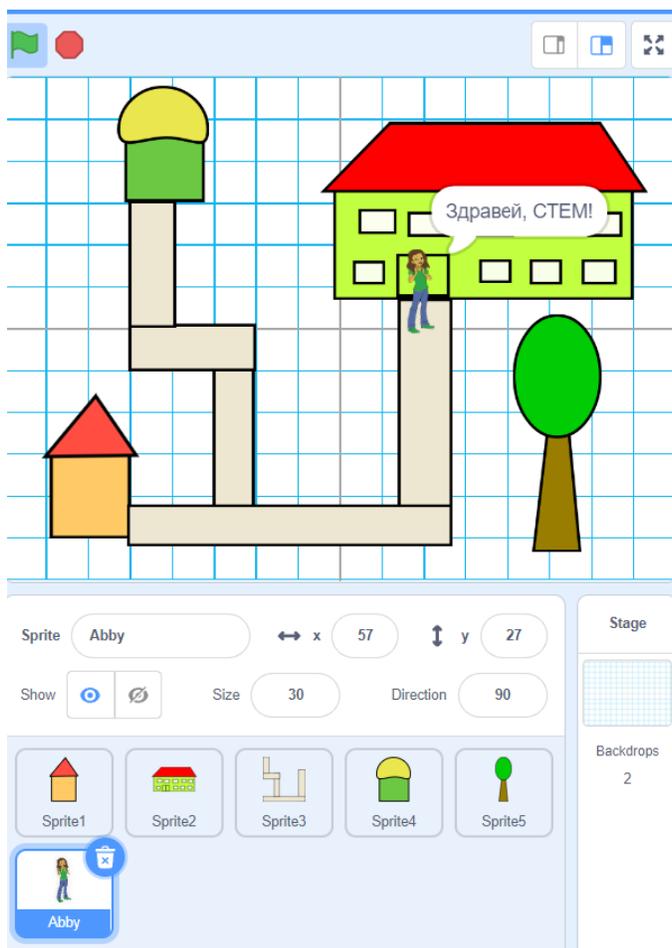
- Използвай квадратна мрежа за фон;

- Нарисувай или сложи готови икони за обекти (къща, училище, завод, детска площадка);
- Сложете пътища;
- Оцветете подходящо – терен , цветовете, значение;
- Сложете герой, който да върви по маршрут;
- Тествайте програмата.

Решение: Фиг. 15 и Фиг. 16



Фиг. 15 Код – блоков



Фиг. 16 Карта "Пътешественик"

Задача 15: Изработка на Воден компас

Необходими материали (Фиг.17):

- Игла
- Магнит
- Парче твърда хартия/ тампон за грим/ топче малко от стиропор/ пластмасова капачка от бутилка
- Ножица
- Тиксо

- Купа
- Вода

Инструкция :

- Изрежете кръг с диаметър 5 см
- Залепете иглата в средата на кръга
- Напълнете купата с вода
- Вземете магнита и го натъркайте по иглата в една и съща посока около 20 пъти
- Поставете бавно парчето хартия във водата, да остане на повърхността
- Наблюдавайте как се върти и иглата трябва да застане на север като компас

Триенето на иглата с магнита води до намагнетизирането ѝ, получава северен и южен полюс. Иглата започва да взаимодейства с магнитното поле на Земята. Хартията (стиропор, капачка, тампон) във водата дава свободно движение на иглата. Експеримента е успешен ако водата когато единия край на иглата сочи една и съща посока. Фиг. 18. Точността зависи и от натъркването с магнит. По-дълго, по-точно.



Фиг. 17 Материали за воден компас



Фиг. 18 Воден компас

Задача 16: Изработване на слънчев компас

Слънчевият компас може да се изработи реално според метеорологичното време, ако позволява. И/или с програма за онагледяване на експеримента.

Необходими материали (Фиг.19):

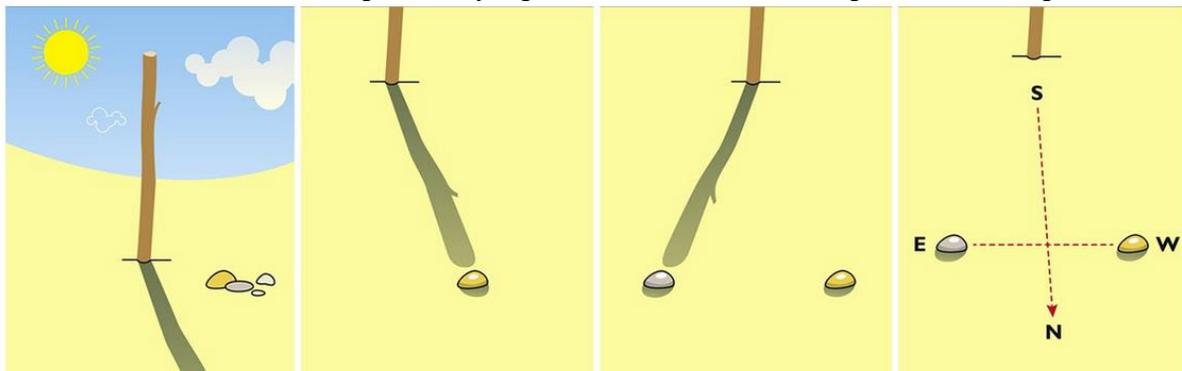
- Права пръчка от дърво/ клонка;
- Камъчета – 4 броя;

Инструкция :

- Забийте пръчката на подходящо място, мека почва/пясък/ и на слънчево място;
- Поставете едно камъче в края на падналата сянка;

- Изчакайте 15-20 мин. и сложете другото камъче на края на сянката.

Съответно първите две камъчета едно срещу друго ще очертаят посоката изток – запад и може да се сложи перпендикулярна линия, която ще очертае юг – север. Фиг. 15



Забийте пръчката на подходящо място, мека земя, пясък и да е осветено добре от слънцето.

Поставете едно камъче в края на падналата сянка.

Изчакайте 15-20 мин. и сложете другото камъче на края на сянката.

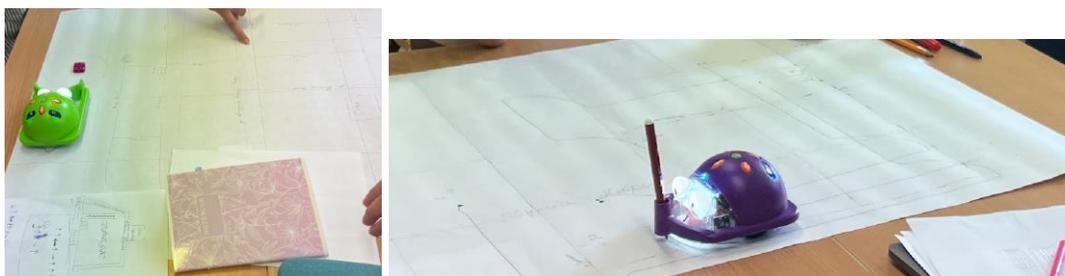
Първите две камъчета едно срещу друго ще очертаят посоката изток – запад и може да се сложи перпендикулярна линия, която ще очертае юг – север.

Фиг. 19 Слънчев компас на paint/ scratch

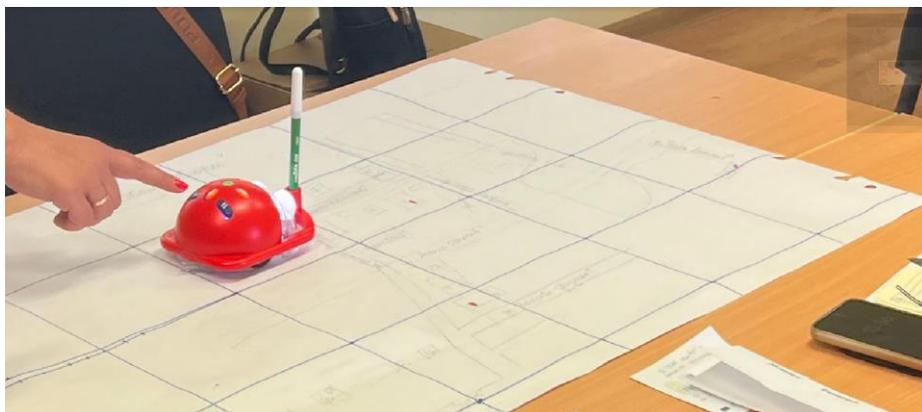
Задача 17: Да обиколя моя квартал с моя робот

Учениците включват в проекта си задача с учебен робот BlueBot/Artie 300/Ozobot. Фиг. 20. Фиг. 21. Фиг. 22 Фиг. 23. И трите робота са подходящи за работа в начален етап. Задачата на учениците е да придвижат робота от техния дом до училище. Могат да се създават най-различни маршрути като:

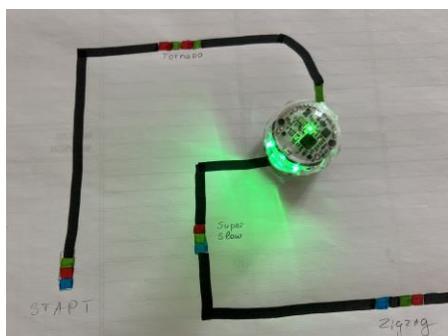
- Робота в училище автобус, кого ще вземе първо, така че да направи най-кратък маршрут.
- Аз отивам при дете Х и заедно отиваме на училище, намери най-кратък път.
- Колко е крачката/стъпката на робота?
- Колко стъпки прави на картата, за да стигне до дадената цел?
- Колко е дълъг пътя, по който минава?
- И т.н.



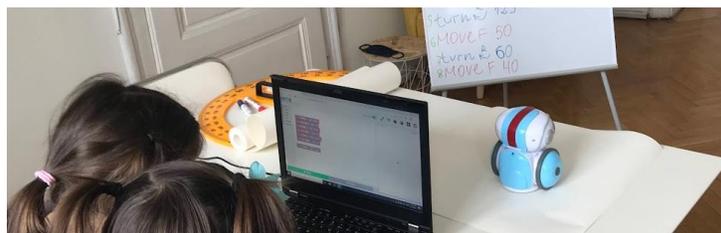
Фиг. 20 Път с BlueBot



Фиг. 21 Път с BlueBot 1



Фиг. 22 Път с Ozobot Evo

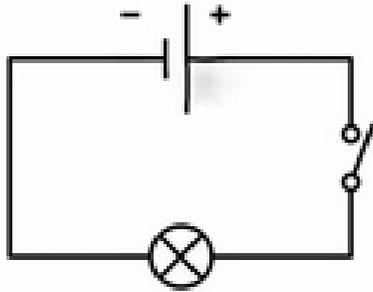


Фиг.23 Път с Artie 3000

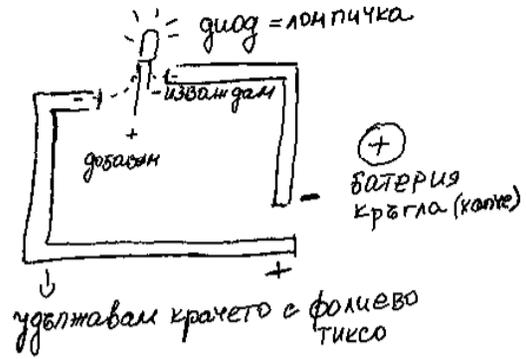
Задача 18: Да осветим пътя

След като имаме няколко различни карти и квадратни мрежи е време за нещо интересно. Елементарна електрическа верига. Може да поднесем мотивацията към учениците – дали искат сега да осветим нашите проекти и как би се случило това. Дали вечер разхождайки се има лампи по улиците? Знаят ли „Кой е човека, който е известен, че е осветил Земята? (Никола Тесла). Проекта може да бъде от една лампа и няколко.

Електрическа верига стандартна фиг. 24. Електрическа верига за малки ученици – фиг. 25 и фиг. 26.



Фиг. 24 Електрическа верига класическа



Фиг. 25 Електрическа верига за нач. етап



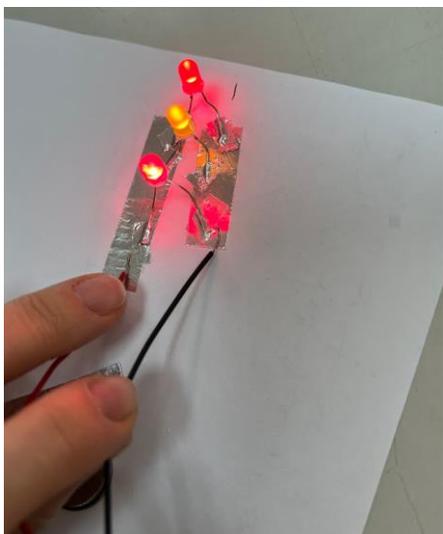
Разтварят се крачетата на диода (лампичка) в страни. Запомня се кое е дългото плюсово краче и кое е късото минусово. Тъй като крачетата са къси ги удължаваме с помощта на фолиево тиксо.

Кратка дискусия за фолиото като материал и свойства. Крачетата да са върху фолиото и да се залепят с обикновено тиксо. Края на + да е по-дълъг, за да може да се постави в/у батерията, на +

Фиг. 26 Електрическа верига за карта

Разтварят се крачетата на диода (лампичката) в страни. Запомнят се кое е дългото плюсово краче и кое е късото минусово краче. Тъй като крачетата са къси ги удължаваме с помощта на фолиево тиксо. Кратка дискусия за фолиото като материал и свойства. От кухнята на мама, защо се слага върху тавата и после във фурната? Пази да не изгори храната. Но е проводник, по него се предава ток. Крачетата да се сложат върху фолиото и да се залепят с обикновено тиксо. Края на + да е по-дълъг, за да може да се постави в/у батерията, на +. Батерията се поставя с минусовата страна на минусовото краче. Когато се сложи + краче върху + лампичката светва.

По сложно с няколко диода, като на фиг. 25. Основно правило всички + крачета да са от едната страна, застават на фолио лентата, залепват се и всички минус крачета от другата страна се поставят на фолио лентата. Да се съобрази на къде е най-добре да бъде батерията.



Фиг. 27 Електрическа верига от няколко лампички



Фиг. 28 Батерия V9 с конектор

На фиг.27 е използвана батерия тип V9 със конектор(Фиг. 28) за проверка на веригата, но може да се използва и вместо обикновена кръгла батерия.

Необходими материали:

- диоди;
- алуминиево фолио;
- батерии.

Инструкция :

Разтварят се крачетата на диода (лампичката) в страни. Запомнят се кое е дългото плюсово краче и кое е късото минусово краче. Тъй като крачетата са къси ги удължаваме с помощта на фолиево тиксо. Кратка дискусия за фолиото като материал и свойства. От кухнята на мама, защо се слага върху тавата и после във фурната? Пази да не изгори храната. Но е проводник, по него се предава ток. Крачетата да се сложат върху фолиото и да се залепят с обикновено тиксо. Края на + да е по-дълъг, за да може да се постави в/у батерията, на +. Батерията се поставя с минусовата страна на минусовото краче. Когато се сложи + краче върху + лампичката светва.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обучението през STEM уроци се превръща в мощно средство за получаване на знания, опознаване на света, забавление и мотивация за изследване и задълбочаване в живота. Началната педагогика има за задача не само да учи учениците на нови знания, но и да запали искрата в тях за опознаване на заобикалящия ги свят. STEM обучението предлага една отворена и всеобхватна територия, която не затваря, а отваря врати, която дава разнообразие, която много-леко поднася новите знания, разбиране за тях, запомняне,

забавление докато учиш и тази лекота дава крила на новите поколения да творят, да решават глобални казуси и за правят света по-добро място за всички ни.

Един урок по картография премина през умения по математика, технологии, артистизъм, роботи, език, музика, география, история та до избора на професия - Картограф, Планински водач, Екскурзовод, Планински спасител, Ландшафтен архитект, Навигационен инженер.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sarafova, E. (2023). 🗺️ 01. History of cartography. In Textbook on Cartography (01 ed.). Pixel Company, 2024. <https://doi.org/10.21428/19802f4c.c0119158>
- [2] <https://oldmaps.wixsite.com/bulgariainmaps/18century>
- [3] Sarafova, E. (2023). 🗺️ 01. History of cartography. In Textbook on Cartography: <https://cartography.pubpub.org/pub/01-history/release/1>
- [4] <https://istoria.bg/maps>
- [5] Audiobooks Bulgaria, Christopher Columbus: <https://www.youtube.com/watch?v=bHx816KGgqk>
- [6] <https://www.britannica.com/science/cartography>
- [7] https://cartography.bg/wp-content/uploads/2019/11/02_%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D0%BD%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%B0.pdf
- [8] Educational platform "Ucha.se", Fernando Magellan, section "Personalities": <https://ucha.se/watch/12885/fernando-magelan>
- [9] Television – bTV, “Magellan's Journey 1080p BG audio”: <https://www.youtube.com/watch?v=Wc3Z3AY3TUs>
- [10] "It flows, everything flows" - Song with lyrics: <https://www.youtube.com/watch?v=MtfiRgfQvhs>
- [11] Questionnaire: <https://classbuddy.net/bg/play?code=08d82ecffea33608ed34e8b19a7c6321#>
- [12] Interactive platform for creating questionnaires to test knowledge: <https://kahoot.com/> for the teacher and <https://kahoot.it/> for students
- [13] Create a map: <https://www.arcgis.com/apps/instant/atlas/index.html?appid=0cd1cdee853c413a84bfe4b9a6931f0d>
- [14] “ Make your own compass”: <https://www.youtube.com/watch?v=eksBnWVBRcc>
- [15] “ Make your own compass”: <https://www.youtube.com/watch?v=sFBj3veDrjo>
- [16] <https://www.thetechieteacher.net/2014/11/map-maker-for-elementary.html>
- [17] https://padlet.com/dashboard/make?mobile_page=LayoutPicker
- [18] https://docs.google.com/presentation/d/1jadIg9nk64U9gWtj4QEbd-AEzVtCXQeHy44LPXIF3M/present#slide=id.g27b693dca5_0_261
- [19] <https://www.teacherled.com/resources/mapmaker/TreasureMapPack.pdf> - for print
- [20] [https://bg.khanacademy.org/science/fizika-11-](https://bg.khanacademy.org/science/fizika-11-klas/x9ee5a5eeacd2adc4:eksperimentalna-fizika/x9ee5a5eeacd2adc4:magnetizam-opiti/v/which-way-is-north)

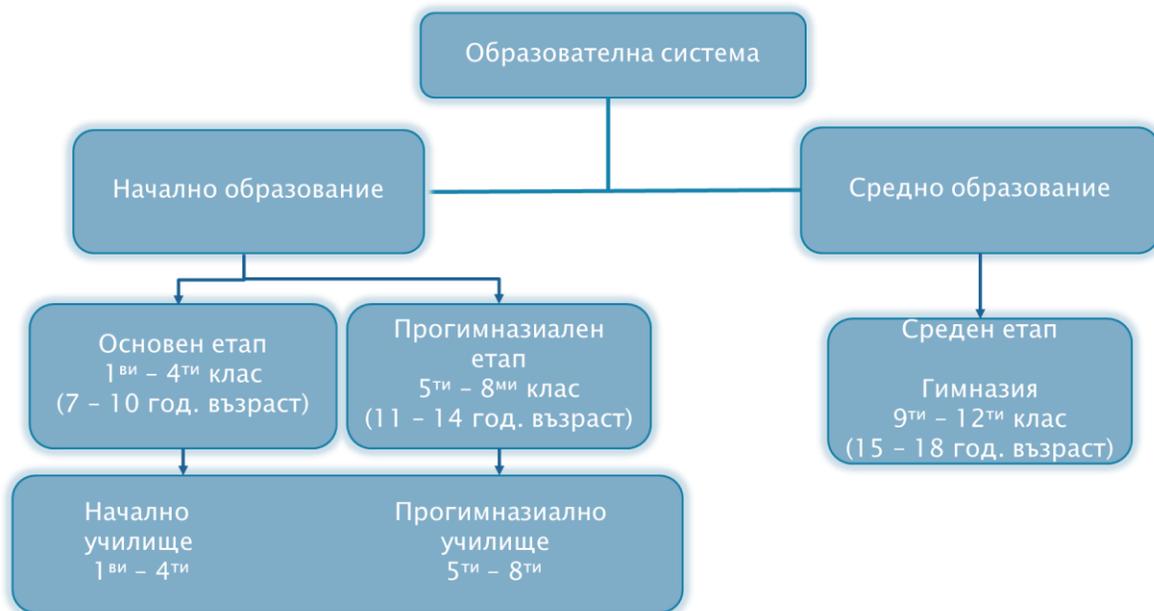
klas/x9ee5a5eeacd2adc4:eksperimentalna-fizika/x9ee5a5eeacd2adc4:magnetizam-opiti/v/which-way-is-north



Приложение №2

Българското образование се разделя на основно и средно. Тези два етапа са задължителни. Висшето образование е по избор. Основното и средното образование в България е безплатно в държавните училища. Има основни училища (от първи до четвърти клас), основни училища (от първи до осми клас) и основни училища (от първи до дванадесети клас или от осми до дванадесети клас). Началният етап включва деца от първи до четвърти клас (на възраст 7 -10 години), прогимназиален етап обхваща пети - осми клас (11 - 14 годишна възраст). В средното образование учениците са девети – дванадесети клас (15 – 18 годишна възраст). Образователна система в България - Фиг.1. Основно образование може да се получи в държавни, общински или частни училища. Образованието е безплатно с изключение на частните училища. Има единна учебна програма за основно образование, която е задължителна за всички ученици от 1 до 4 клас; освен това в тези години един учител работи с един клас. След успешно завършване на четвърта година се издава сертификат за завършено образование. Сертификатът включва годишния резултат по предметите, изучавани през четвъртата година, както и резултата, получен по избраните/избираемите предмети. [5] Прогимназиалното образование (от 5ти до 8ми клас) полага основите за изучаване на основите на различни науки и в края на това обучение учениците трябва да са придобили съответните умения. Свидетелство за основно образование се издава след успешно завършен осми клас. Удостоверението включва годишния резултат, получен по предметите, изучавани през седмата/осмата година, както и оценките, получени по избраните предмети. Ученикът преминава от основно училище в средно училище, без да се налага да полага приемен изпит, като използва свидетелството за основно училище. Влизането в профилирани училища (напр. математическо или езиково ориентирано училище) след завършване на техния курс през 7-мата или 8-мата година е въз основа на приемни изпити. [5] Средното общо образование обхваща ученици от 9 до 12 (13) клас (13 – 18 годишна възраст) и отново е безплатно с изключение на частните училища.

Притежателите на квалификации за завършено средно образование (диплома за средно образование) имат право да продължат образованието си във висша образователна степен (университет), без ограничение по отношение на избора на висше учебно заведение.



Фиг. 1 Образователна система в България

Публикации по дисертационната тема

- Maya Staikova. “Gaining Python Skills Through Interactive Education robot Ozobot EVO”. "14th International Scientific Conference TechSys 2025—Engineering, Technology and Systems", 100, 1, MDPI , Engineering Proceedings, 2025, DOI:doi.org/10.3390/engproc2025100015, <https://www.mdpi.com/2673-4591/100/1/15>
- Nayden Chivarov, Radoslav Vasilev, Maya Staikova, Stefan Chivarov. “Development of an Educational Omnidirectional Mobile Manipulator with Mecanum Wheels”. 14th International Scientific Conference TechSys 2025—Engineering, Technology and Systems, 100, 1, MDPI , Engineering Proceedings, 2025, DOI:doi.org/10.3390/engproc2025100016, <https://www.mdpi.com/2673-4591/100/1/16>
- Staikova, M., Vasilev, R., Chivarov, N. “AI algorithms for object and gesture recognition with mobile robot XGO-mini 2 dog”. Proceeding, 13th International Conference “TechSys 2024” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS“, 3274, 1, AIP Publishing, 2025, DOI:doi.org/10.1063/5.0259622, <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/3274/1/040003/3338119/AI-algorithms-for-object-and-gesture-recognition>
- Vasilev, R., Chivarov, N., Staikova, M. “Distributed 3D camera distance measurement system for intelligent mobile robots”. Proceeding, International Conference Automatics and Informatics 2024 (ICAI'24), 2025, DOI:10.1109/ICAI63388.2024.10851561, 233-239, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10851561>
- Ivanova, V., Chivarov, N., Staikova, M. “Combining Software Algorithms and Machine Learning in Business Data Processing”. 22nd IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, TECIS 2024, 58, 3, Conference Proceedings, 2024, ISSN:24058963, DOI:10.1016/j.ifacol.2024.07.150, 198-202. SJR (Scopus):0.4, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896324002337>
- Staikova, M., Ivanova, V., Chivarov N. „ARTIEMAX robot AS A STEM education TOOL THROUGH Integration technology, math and English language“. Proceeding, 12th

International Conference “TechSys 2023” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS“, AIP Conference Proceedings, 2024, ISSN:0094243X, DOI:10.1063/5.0208311, SJR (Scopus):0.189, <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3078/1/020007/3284708/Artie-max-robot-as-a-STEM-education-tool-through?redirectedFrom=fulltext>

- Staikova, M., Ivanova, V., Chivarov, N. “Students understanding for AI in different educational levels”. 22nd IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, TECIS 2024, 58, 3, Conference Proceedings, 2024, ISSN:24058963, DOI:10.1016/j.ifacol.2024.07.147, 182-186, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896324002301>
- Yovkov S., Chivarov N., Chivarov, S., Staikova, M.. Educational Mobile Robot Equipped with Intelligent Camera Huskylens. Conference Proceedings, 9th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2023, IEEE, 2023, ISBN:979-835031140-2, DOI:10.1109/CoDIT58514.2023.10284418, 2269-2274, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10284418>

Научна публикация в не реферирани списания с научно рецензиране

- Staikova, M., Chivarov, N., Ivanova, V., Chivarov, S. ROBO STEAM - INCLUSIVE TECHNOLOGIES. The volume is dedicated to the International Science Conference "Educational Technologies - 2023", volume 38 (1), Union of scientists in Bulgaria - branch Sliven, 2023, ISSN:1311 2864, 33-40, <https://streamitproject.eu/scientific-articles/scientific-article-robo-steam-inclusive-technologies/>

Цитирания към Декември 2025

- Shaohui Du, Zilong Liu, Wenqin Chen, Zhihan Tan, and Jian Chen. 2025. A Study of Remote Updating Techniques for Data from End-side Devices of the Hongmeng Operating System. In Proceedings of the 4th Asia-Pacific Artificial Intelligence and Big Data Forum (AIBDF '24). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 112–119. <https://doi.org/10.1145/3718491.3718512>
- Yasser Mymoon, Perceptions of Generation Z of the Role of the Teacher in Integrating Artificial Intelligence into Education: Students of Teacher Preparation Colleges at Menoufia University as a Model, June 2025, *مجلة التربية في القرن 21 للدراسات التربوية والنفسية* 7(44):274-355, DOI: [10.21608/jsep.2025.432299](https://doi.org/10.21608/jsep.2025.432299)
- Jabbouri R., Truong Y., AI characteristics and competitive advantage: the moderating role of resource allocation, November 2025, *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, DOI: [10.1108/IJEER-08-2024-0814](https://doi.org/10.1108/IJEER-08-2024-0814)
- Murwantara Imade, Tjahyadi H., Yugopsupito P., Community Video Profiling using Generative AI: A Scenario-Based Practical Experience to Catholic Community in Serpong Utara, November 2025, *Jurnal Pengabdian Masyarakat* 6(2):574-580, DOI: [10.32815/jpm.v6i2.2769](https://doi.org/10.32815/jpm.v6i2.2769)
- Radoslav Vasilev, Nayden Chivarov, Valentina Ivanova, "Integration of Object Recognition, Color Classification, and QR Decoding for the Purposes of an Intelligent Mobile Robot", *WSEAS TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING*, vol.21, pp.66, 2025. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10851561/citations?tabFilter=papers#citations>

Декларация за оригиналност на резултатите

Декларирам, че дисертацията съдържа оригинални резултати, получени, при проведени от мен, научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител.

Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са коректно и подробно цитирани в библиографията.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:

/маг. Мая Стайкова/