

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ

на д-р Кристина Иванова Динева,
представени за участие в конкурса за академичната длъжност „доцент“
по професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки“, специалност
„Информатика“ обявен в ДВ бр. 97/15.11.2024 г.
за нуждите на секция „Моделиране и оптимизация“ към ИИКТ-
БАН, Институт по информационни и комуникационни технологии,
Българска академия на науките

Група В

B-1. Dineva, K., Atanasova, T. „Cloud Data-Driven Intelligent Monitoring System for Interactive Smart Farming“, (2022) *Sensors*, 22 (17), art. no. 6566, MDPI

IF:3.9 (Q2, WOS) SJR:0.764 (SCOPUS)

ISSN:1424-8220

<https://doi.org/10.3390/s22176566>

Abstract

Smart farms, as a part of high-tech agriculture, collect a huge amount of data from IoT devices about the conditions of animals, plants, and the environment. These data are most often stored locally and are not used in intelligent monitoring systems to provide opportunities for extracting meaningful knowledge for the farmers. This often leads to a sense of missed transparency, fairness, and accountability, and a lack of motivation for the majority of farmers to invest in sensor-based intelligent systems to support and improve the technological development of their farm and the decision-making process. In this paper, a data-driven intelligent monitoring system in a cloud environment is proposed. The designed architecture enables a comprehensive solution for interaction between data extraction from IoT devices, preprocessing, storage, feature engineering, modelling, and visualization. Streaming data from IoT devices to interactive live reports along with built machine learning (ML) models are included. As a result of the proposed intelligent monitoring system, the collected data and ML modelling outcomes are visualized using a powerful dynamic dashboard. The dashboard allows users to monitor various parameters across the farm and provides an accessible way to view trends, deviations, and patterns in the data. ML models are trained on the collected data and are updated periodically. The data-driven visualization enables farmers to examine, organize, and represent collected farm's data with the goal of better serving their needs. Performance and durability tests of the system are provided. The proposed solution is a technological bridge with which farmers can easily, affordably, and understandably monitor and track the progress of their farms with easy integration into an existing IoT system.

Абстракт

Интелигентните ферми, като част от високотехнологичното земеделие, събират огромно количество данни от IoT устройства за условията на животните, растенията и околната среда. Тези данни най-често се съхраняват локално и не се използват в интелигентни системи за мониторинг, за да предоставят възможности за извличане на значими знания

за фермерите. Това често води до усещане за пропусната прозрачност, справедливост и отчетност и липса на мотивация за мнозинството от фермерите да инвестират в базирани на сензори интелигентни системи за подпомагане и подобряване на технологичното развитие на тяхната ферма и процеса на вземане на решения. В тази статия се предлага управлявана от данни интелигентна система за мониторинг в облачна среда. Проектираната архитектура позволява цялостно решение за взаимодействие между извличане на данни от IoT устройства, предварителна обработка, съхранение, инженеринг на функции, моделиране и визуализация. Включено е поточно предаване на данни от IoT устройства към интерактивни отчети на живо заедно с вградени модели за машинно обучение (ML). В резултат на предложената интелигентна система за мониторинг, събраните данни и резултатите от ML моделирането се визуализират с помощта на динамично табло. Таблото позволява на потребителите да наблюдават различни параметри във фермата и предоставя достъпен начин за преглед на тенденции, отклонения и модели в данните. ML моделите се обучават на събраните данни и се актуализират периодично. Визуализацията, управлявана от данни, позволява на фермерите да разглеждат, организират и представят събраните данни от фермата с цел по-добро обслужване на техните нужди. Предоставени са тестове за производителност и издръжливост на системата. Предложеното решение е технологичен мост, с който фермерите могат лесно, достъпно и разбираемо да наблюдават и проследяват напредъка на своите ферми с лесна интеграция в съществуваща IoT система.

B-2. Dineva, K., Atanasova, T. „Design of scalable iot architecture based on AWS for smart livestock“, (2021) *Animals*, 11 (9), art. no. 2697, MDPI

IF:3.2 (Q1, WOS) SJR:0.684 (SCOPUS)

ISSN: 2076-2615

<https://doi.org/10.3390/ani11092697>

Abstract

In the ecological future of the planet, intelligent agriculture relies on CPS and IoT to free up human resources and increase production efficiency. Due to the growing number of connected IoT devices, the maximum scalability capacity, and available computing power of the existing architectural frameworks will be reached. This necessitates finding a solution that meets the continuously growing demands in smart farming. Cloud-based IoT solutions are achieving increasingly high popularity. The aim of this study was to design a scalable cloud-based architecture for a smart livestock monitoring system following Agile methodology and featuring environmental monitoring, health, growth, behaviour, reproduction, emotional state, and stress levels of animals. The AWS services used, and their specific tasks related to the proposed architecture are explained in detail. A stress test was performed to prove the data ingesting and processing capability of the proposed architecture. Experimental results proved that the proposed architecture using AWS automated scaling mechanisms and IoT devices are fully capable of processing the growing amount of data, which in turn allow for meeting the required needs of the constantly expanding number of CPS systems.

Абстракт

В екологичното бъдеще на планетата интелигентното земеделие разчита на киберфизичните системи (CPS) и Интернет на нещата (IoT), за да освободи човешки ресурси и да повиши ефективността на производството. Поради нарастващия брой свързани IoT

устройства ще бъде достигнат максималният капацитет за скалируемост и наличната изчислителна мощност на съществуващите архитектурни рамки. Това налага намирането на решение, което да отговаря на непрекъснато нарастващите изисквания в интелигентното земеделие. Базираните в облак IoT решения постигат все по-голяма популярност. Целта на това проучване е да се проектира мащабируема облачна архитектура за интелигентна система за наблюдение на добитъка, следваща методологията Agile и включваща мониторинг на околната среда, здраве, растеж, поведение, възпроизводство, емоционално състояние и нива на стрес на животните. Използваните AWS (Amazon Web Services) услуги и техните специфични задачи, свързани с предложената архитектура, са обяснени подробно. Извършен е стрес тест, за да се докаже възможността за поглъщане и обработка на данни на предложената архитектура. Експерименталните резултати доказаха, че предложената архитектура, използваща механизми за автоматизирано мащабиране на AWS и IoT устройства, са напълно способни да обработват нарастващото количество данни, което от своя страна позволява посрещане на необходимите нужди на постоянно увеличаващия се брой CPS системи.

B-3. Danev, V.; Atanasova, T.; Dineva, K. Multi-Sensor Platform in Precision Livestock Farming for Air Quality Measurement Based on Open-Source Tools. *Appl. Sci.* **2024**, *14*, 8113. **IF:2.5 (Q1, WoS)**

ISSN: 2076-3417

<https://doi.org/10.3390/app14188113>

Abstract

Monitoring air quality in livestock farming facilities is crucial for ensuring the health and well-being of both animals and workers. As livestock farming can contribute to the emission of various gaseous and particulate pollutants, there is a pressing need for advanced air quality monitoring systems to manage and mitigate these emissions effectively. This study introduces a multi-sensor air quality monitoring system designed specifically for livestock farming environments. Utilizing open-source tools and low-cost sensors, the system can measure multiple air quality parameters simultaneously. The system architecture is based on SOLID principles to ensure robustness, scalability, and ease of maintenance. Understanding a trend of evolution of air quality monitoring from single-parameter measurements to a more holistic approach through the integration of multiple sensors, a multi-sensor platform is proposed in this work. This shift towards multi-sensor systems is driven by the recognition that a comprehensive understanding of air quality requires consideration of diverse pollutants and environmental factors. The aim of this study is to construct a multi-sensor air quality monitoring system with the use of open-source tools and low-cost sensors as a tool for Precision Livestock Farming (PLF). Analysis of the data collected by the multi-sensor device reveals some insights into the environmental conditions in the monitored barn. Time-series and correlation analyses revealed significant interactions between key environmental parameters, such as strong positive correlations between ammonia and hydrogen sulfide, and between total volatile organic compounds and carbon dioxide. These relationships highlight the critical impact of these odorants on air quality, emphasizing the need for effective barn environmental controls to manage these factors.

Абстракт

Мониторингът на качеството на въздуха във ферми за животни е от съществено значение за осигуряването на здравето и благополучието както на животните, така и на работниците. Тъй като животновъдството може да допринесе за емисии на различни газообразни и прахообразни замърсители, съществува належаща нужда от усъвършенствани системи за мониторинг на качеството на въздуха, които ефективно да управляват и намаляват тези емисии. Това изследване представя многосензорна система за мониторинг на качеството на въздуха, предназначена специално за среди за животновъдство. Използвайки инструменти с отворен код и сензори с ниска цена,

системата може едновременно да измерва множество параметри на качеството на въздуха. Архитектурата на системата е базирана на принципите на SOLID, за да осигури устойчивост, мащабируемост и лесна поддръжка.

Разглеждайки еволюцията на мониторинга на качеството на въздуха от измервания на единични параметри към по-холистичен подход чрез интегриране на множество сензори, в това изследване се предлага многосензорна платформа. Тази промяна към многосензорни системи е продиктувана от разбирането, че цялостното разбиране на качеството на въздуха изисква отчитане на разнообразни замърсители и екологични фактори. Целта на това изследване е да се изгради многосензорна система за мониторинг на качеството на въздуха, използвайки инструменти с отворен код и сензори с ниска цена, като инструмент за Прецизно Животновъдство (Precision Livestock Farming - PLF). Анализът на данните, събрани от многосензорното устройство, разкрива прозрения за екологичните условия в наблюдаваната ферма. Анализите на времеви серии и корелации разкриха значителни взаимодействия между ключови екологични параметри, като силни положителни корелации между амоняк и сероводород, както и между общите летливи органични съединения и въглероден диоксид. Тези връзки подчертават критичното въздействие на тези замърсители върху качеството на въздуха, подчертавайки необходимостта от ефективни контроли на околната среда във фермите за управление на тези фактори.

Група Г

Г-0. Dineva K, Atanasova T. „Health Status Classification for Cows Using Machine Learning and Data Management on AWS Cloud“. (2023) *Animals* 13(20):3254.

IF:3.2 (Q1, WOS) SJR:0.684 (SCOPUS)

ISSN: 2076-2615

<https://doi.org/10.3390/ani13203254>

Abstract

The health and welfare of livestock are significant for ensuring the sustainability and profitability of the agricultural industry. Addressing efficient ways to monitor and report the health status of individual cows is critical to prevent outbreaks and maintain herd productivity. The purpose of the study is to develop a machine learning (ML) model to classify the health status of milk cows into three categories. In this research, data are collected from existing non-invasive IoT devices and tools in a dairy farm, monitoring the micro- and macroenvironment of the cow in combination with particular information on age, days in milk, lactation, and more. A workflow of various data-processing methods is systematized and presented to create a complete, efficient, and reusable roadmap for data processing, modeling, and real-world integration. Following the proposed workflow, the data were treated, and five different ML algorithms were trained and tested to select the most descriptive one to monitor the health status of individual cows. The highest result for health status assessment is obtained by random forest classifier (RFC) with an accuracy of 0.959, recall of 0.954, and precision of 0.97. To increase the security, speed, and reliability of the work process, a cloud architecture of services is presented to integrate the trained model as an additional functionality in the Amazon Web Services (AWS) environment. The classification results of the ML model are visualized in a newly created interface in the client application.

Абстракт

Здравето и благосъстоянието на добитъка са важни за осигуряване на устойчивост и рентабилност на селскостопанската индустрия. Намирането на ефективни начини за

наблюдение и докладване на здравния статус на отделните крави е от решаващо значение за предотвратяване на огнища и поддържане на продуктивността на стадото. Целта на изследването е да се разработи модел за машинно обучение (ML), който да класифицира здравния статус на млечните крави в три категории. В това изследване се събират данни от съществуващи неинвазивни IoT устройства и инструменти в млечна ферма, като се наблюдава микро- и макросредата на кравата в комбинация с конкретна информация за възрастта, дните в млякото, лактацията и др. Работен поток от различни методи за обработка на данни е систематизиран и представен, за да се създаде пълна, ефективна и многократно използвана пътна карта за обработка на данни, моделиране и интеграция в реалния свят. Следвайки предложения работен процес, данните бяха обработени и пет различни ML алгоритъма бяха обучени и тествани, за да се избере най-описателният за наблюдение на здравословното състояние на отделните крави. Най-високият резултат за оценка на здравния статус се получава чрез класификатор Random Forest Classifier (RFC) с точност 0,959, припомняне 0,954 и точност 0,97. За да се повиши сигурността, скоростта и надеждността на работния процес, е представена облачна архитектура на услуги за интегриране на обучените модели като допълнителна функционалност в средата на Amazon Web Services (AWS). Резултатите от класификацията на ML модела се визуализират в новосъздадения интерфейс в клиентското приложение.

Г-1. Dineva, K., Atanasova, T. „Architectural ML Framework for IoT Services Delivery Based on Microservices“ (2020) Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 12563 LNCS, pp. 698-711.

SJR:0.320 (SCOPUS), WOS, ACM DIGITAL LIBRARY

ISBN:978-3-030-66470-1

https://doi.org/10.1007/978-3-030-66471-8_53

Abstract

The Internet of Things (IoT) is the interconnection of devices and services that allows free data flow. Managing and analyzing this data is the actual added value that IoT is beneficial for. Machine learning plays an increasingly important role in performing data analysis in IoT solutions. This paper presents an architectural framework with machine learning solutions implemented as a service in the microservice group. This architectural framework for IoT services delivery is designed following the Agile methodology. The requirements for the software architecture and expected functionalities of the system are defined. The microservices collection is explained by providing a separate description for every service. Machine learning (ML) analytics on IoT (as the processing paradigm for intelligently handling the IoT data) is represented as a part of the microservice platform. Several strategic advantages of the proposed microservice-based IoT architecture over others are discussed together with implementation issues.

Абстракт

Интернет на нещата (IoT) е взаимното свързване на устройства и услуги, което позволява свободен поток от данни. Управлението и анализирането на тези данни е действителната добавена стойност, за която IoT е от полза. Машинното обучение играе все по-важна роля при извършването на анализ на данни в IoT решения. Тази статия представя архитектурна рамка с решения за машинно обучение, внедрени като услуга в групата на микросервисите. Тази архитектурна рамка за предоставяне на IoT услуги е проектирана следвайки методологията Agile. Дефинирани са изискванията към софтуерната архитектура и очакваните функционалности на системата. Колекцията от микроуслуги се обяснява чрез предоставяне на отделно описание за всяка услуга. Анализът на машинно обучение (ML)

за IoT (като парадигма за обработка за интелигентно опериране с IoT данни) е представен като част от платформата за микросервиси. Няколко стратегически предимства на предложената IoT архитектура, базирана на микроуслуги, се обсъждат заедно с проблемите на внедряването.

Г-2. Dineva, K. and T. V. Atanasova. „Modelling And Simulation of Cloud-Based Digital Twins in Smart Farming“. (2022) International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 22 (6.2), pp. 241-248.

SJR:0.123(Scopus)

ISBN:978-619-7603-52-1,

ISSN:1314-2704

<https://doi.org/10.5593/sgem2022V/6.2/s25.31>

Abstract

Digital Twins can be seen as powering the next generation of IoT-connected solutions. Digital Twins model the real world by using historical and real-time data to represent the past and present and simulate the predictable future. Digital twins are related to a set of concepts such as digital representation and 3D visualization, integration, monitoring, control, computation, prediction, and decision-making. They are digital replicas of physical objects having bidirectional data flow. The physical object and its digital twin are synchronized, and the simulations, optimizations and visualizations are in real-time.

Using Digital Twins supports the processes of gaining insights that drive better products, optimize operations, reduce costs, and improve the customer experience. These benefits can be used in any type of environment, including buildings, factories, farms, power grids, and even entire cities.

Data gathered as a result of the implementation of Precision Livestock Farming (PLF) techniques allows the creation of digital twins though out the farm. As a result, farmers can manage the farm remotely based on real-time digital information, rather than relying on direct observation and manual tasks on the ground. This allows them to act immediately in case of deviations, simulate the effect of interventions based on real-life data and automate various decision-making processes.

The main goal of the article is modelling and simulations of digital twins for smart farming in a Cloud environment. During operational use, digital twins can be used not only to monitor and simulate the effects of interventions but also to remotely control objects by using automated actuators. Finally, digital twins are also very valuable for traceability, compliance, and training as they optimize farm operations and provide measurable data for increasing sustainability.

Абстракт

Цифровите близнаци (Digital Twins) могат да се разглеждат като захранващи следващото поколение решения, свързани с IoT. Digital Twins моделират реалния свят, като използват исторически данни и данни в реално време, за да представят миналото и настоящето и да симулират предсказуемото бъдеще. Цифровите близнаци са свързани с набор от концепции като цифрово представяне и 3D визуализация, интеграция, мониторинг, контрол, изчисление, прогнозиране и вземане на решения. Те са цифрови копия на физически обекти с двупосочен поток от данни. Физическият обект и неговият цифров близнак са синхронизирани, а симулациите, оптимизациите и визуализациите са в реално време.

Използването на Digital Twins поддържа процесите на получаване на прозрения, които стимулират изграждане на по-добри продукти, оптимизират операциите, намаляват разходите и подобряват изживяването на клиентите. Тези предимства могат да се използват във всякакъв тип среда, включително сгради, фабрики, ферми, електрически мрежи и дори

цели градове.

Данните, събрани в резултат на прилагането на техниките за прецизно животновъдство - Precision livestock farming (PLF), позволяват създаването на дигитални близнаци извън фермата. В резултат на това фермерите могат да управляват фермата дистанционно въз основа на цифрова информация в реално време, вместо да разчитат на директно наблюдение и ръчно изпълнение на задачи на място. Това им позволява да действат незабавно в случай на отклонения, да симулират ефекта от интервенциите въз основа на данни от реалния живот и да автоматизират различни процеси на вземане на решения. Основната цел на статията е моделиране и симулации на цифрови близнаци за интелигентно животновъдство в облачна среда. По време на оперативна употреба цифровите близнаци могат да се използват не само за наблюдение и симулиране на ефектите от интервенции, но и за дистанционно управление на обекти чрез използване на автоматизирани задвижващи механизми. И накрая, дигиталните близнаци също са много ценни за проследимост, съответствие и обучение, тъй като те оптимизират операциите на фермата и предоставят измерими данни за повишаване на устойчивостта.

Г-3. Dineva, K., Atanasova, T. „Systematic look at machine learning algorithms - Advantages, disadvantages and practical applications“ (2020) International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2020-August (2.1), pp. 317-324.

SJR:0.123 (Scopus)

ISBN:978-619-7603-06-4

ISSN:1314-2704

<https://doi.org/10.5593/sgem2020/2.1/s07.041>

Abstract

Machine Learning (ML) is the study and the usage of the mathematical algorithms which can improve their performance without the need for human interaction. These algorithms are considered as a subset of Artificial Intelligence (AI). Machine learning algorithms use past data as input and produce new predicted values as an output. Machine learning algorithms have been used in many areas for solving an innumerable number of tasks. However, the various tasks need applying of different machine learning algorithms for obtaining maximum accuracy of the target results. In this paper, an analysis with consideration of the advantages, disadvantages, and different areas of applications in the real world are made for each of the four ML algorithm groups - supervised, unsupervised, semi-supervised, and reinforcement learning. After the comparative analysis is done, the ensemble methods boosting, stacking, and bagging are introduced, described, and compared. Emphasis is done on defining the accuracy of which ML algorithms can be improved and which ensemble methods can be used for that. Machine Learning algorithms combined with ensemble methods are highly competitive and provide the best results in most cases where they are applicable.

Абстракт

Машинното обучение (ML) е изучаването и използването на математически алгоритми, които могат да подобрят тяхната производителност без необходимост от човешко взаимодействие. Тези алгоритми се считат за подмножество от алгоритми на изкуствения интелект (AI). Алгоритмите за машинно обучение използват минали данни като вход и произвеждат нови стойности като изход. Алгоритмите за машинно обучение са били използвани в много области за решаване на безброй много задачи. Различните задачи обаче изискват прилагане на различни алгоритми за машинно обучение за постигане на максимална точност на целевите резултати. В тази статия е направен анализ с отчитане на

предимствата, недостатъците и различните области на приложения в реалния свят за всяка от четирите групи алгоритми за ML - самообучението с учител, самообучението без учител, смесено самообучение и обучение с подсилване. След извършване на сравнителния анализ се въвеждат, описват и сравняват методите на ансамбъла за усилване, поддръжане и пакетизиране. Акцентът е поставен върху определянето на точността на кои алгоритми за ML могат да бъдат подобрени и кои методи на ансамбъл могат да се използват за това. Алгоритмите за машинно самообучение, комбинирани с методи на ансамбъл, са силно конкурентни и осигуряват най-добри резултати в повечето случаи, когато са приложими.

Г-4. Dineva, K., Atanasova, T. „Machine learning solution for IoT big data“ (2020) International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2020-August (2.1), pp. 207-214.

SJR:0.123 (Scopus)

ISBN:978-619-7603-06-4

ISSN:1314-2704

<https://doi.org/10.5593/sgem2020/2.1/s07.027>

Abstract

Nowadays it is critical to have the ability to quickly and reliably fetch huge amounts of heterogeneous data and apply Machine Learning (ML) models against it for better decision making. Successful processing of streams with data is crucial for real-time operations like extracting, filtering, transforming, aggregating with other data sources, persisting data to data warehouses, publishing to a different messaging topics or pipelines. With Machine Learning gaining high in popularity serious concerns are appearing around the performance of the Machine Learning models in production and there is a reason for that. It is essential to choose wisely the right technologies used for creating robust data pipelines, deploying accurate Machine Learning models and monitoring the performance in production environments. In this paper, an approach is proposed for building a distributed platform using a messaging system which is capable of extracting, processing, and analyzing information from streaming data in real-time. Kafka streaming concepts for ingesting data are discussed along with ways to operationalize the data pipelines. Using Spark Structured Streaming for enriching Kafka events with a Machine Learning algorithm is shown. With streaming data continuing to arrive, the Spark engine will react to the data changes and will incrementally and continuously process the data. Important conceptual reasons are discussed that are explaining the factors which have a huge impact on the accuracy and the performance of the deployed Machine Learning models in a production environment. The overall improved result can be used later to produce the proper conclusions and better predictions.

Абстракт

В днешно време е изключително важно да има способността бързо и надеждно да се извличат огромни количества разнородни данни и да се прилагат модели на машинно самообучение (ML) върху тях за по-добро вземане на решения. Успешната обработка на потоци с данни е от решаващо значение за операции в реално време като изтегляне, филтриране, трансформиране, агрегиране с други източници на данни, запазване на данни в хранилища за данни, публикуване в различни канали. С нарастването на популярността на машинното обучение се появяват сериозни опасения относно производителността на моделите на машинно самообучение в реални условия и има причина за това. От съществено значение е да се избере разумно правилните технологии, използвани за създаване на стабилни канали за данни, внедряване на точни модели на машинно обучение и наблюдение на производителността в производствени среди. В тази статия се предлага подход за изграждане на разпределена платформа, използваща система за съобщения,

която е в състояние да извлича, обработва и анализира информация от поточни данни в реално време. Концепциите за поточно предаване на Kafka за поглъщане на данни се обсъждат заедно с начините за опериране на серия от стъпки за обработка на данни. Показано е използването на Spark Structured Streaming за обогатяване на Kafka събития с алгоритъм за машинно обучение. Тъй като поточните данни продължават да пристигат, системата Spark ще реагира на промените в данните и ще обработва постепенно и непрекъснато данните. Обсъждат се важни концептуални причини, които обясняват факторите, които оказват огромно влияние върху точността и производителността на разгърнатите модели на машинно самообучение в производствена среда. Общият подобрен резултат се използва по-късно, за да се направят правилните заключения и по-добри прогнози.

Г-5. Dineva, K., Atanasova, T. „Expandable IoT Architecture for Livestock in Agriculture 5.0“ (2021), International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 21(6.1), pp. 93-100

SJR:0.123 (Scopus)

ISBN: 978-619-7603-30-9

ISSN: 1314-2704

<https://doi.org/10.5593/sgem2021/6.1/s25.19>

Abstract

The technological progress naturally leads to a transition from Agriculture 4.0 to Agriculture 5.0, which includes key technologies as Wireless Sensor Networks, Internet of Things, Cloud age, Artificial Intelligence, and Machine Learning accompanying agronomic activities. These technologies allow collection of information, analyzing and drawing meaningful insights from it in a more accurate, timely and reliable manner. IoT in this context refers to the use of IoT devices to convert data from surrounding elements and actions related to agriculture. The number of IoT agricultural active connections in the EU in 2016 is reported to be 0.51 million, increasing to 12.03 million in 2019 and expected to reach 46.92 million by 2022 and 70.26 million connections by 2025. Moreover, IoT technologies (sensors, cameras, drones, and connected devices) are considered as the main reason agriculture can generate so much valuable information. The agriculture sector as expected is highly influenced by the advances in these technologies. Smart Farming is in focus now. There are various proposed solutions utilizing the IoT concept in Smart Farming. However, the architecture of these developments is very difficult to reorganize to provide for the expansion of their functionality, the integration of new IoT devices and data sources using various communication protocols. Finally, managing IoT devices is still a challenge. Catching up with the ever-increasing demands and technologies, Agriculture 5.0 needs an effective approach to the design of extensible IoT architectures. By adopting AWS Cloud IoT services this paper proposes an expandable IoT architecture, which can work with a variety of communication protocols, allowing centralized device management and Big Data processing abilities.

Абстракт

Технологичният прогрес естествено води до преход от Земеделие 4.0 към Земеделие 5.0, което включва ключови технологии като безжични сензорни мрежи, Интернет на нещата, облачните изчисления, изкуствен интелект и машинно обучение, съпътстващи агрономическите дейности. Тези технологии позволяват събиране на информация, анализиране и извличане на значими прозрения от нея по по-точен, навременен и надежден начин. IoT в този контекст се отнася до използването на IoT устройства за преобразуване

на данни от околните елементи и действия, свързани със селското стопанство. Броят на IoT селскостопанските активни връзки в ЕС през 2016 г. се съобщава на 0,51 милиона, като се увеличава до 12,03 милиона през 2019 г. и се очаква да достигне 46,92 милиона до 2022 г. и 70,26 милиона връзки до 2025 г. Освен това IoT технологиите (сензори, камери, дронове и устройства за свързване) се считат за основната причина селското стопанство да генерира толкова много ценна информация. Секторът на селското стопанство, както се очаква, е силно повлиян от напредъка в тези технологии. Интелигентното земеделие е на фокус сега. Има различни предложени решения, използващи концепцията за IoT в Smart Farming. Архитектурата на тези разработки обаче е много трудна за реорганизиране, за да се осигури разширяване на тяхната функционалност, интегриране на нови IoT устройства и източници на данни, използващи различни комуникационни протоколи. И накрая, управлението на IoT устройства все още е предизвикателство. Наваксвайки непрекъснато нарастващите изисквания и технологии, Agriculture 5.0 се нуждае от ефективен подход към проектирането на разширяеми IoT архитектури. Чрез приемането на облачни IoT услуги на AWS (Amazon Web Services) в тази статия се предлага разширяема IoT архитектура, която може да работи с различни комуникационни протоколи, позволявайки централизирано управление на устройства и възможности за обработка на големи данни.

Г-6. Balabanov, T.D., Blagoev, I.I., Dineva, K.I. (2018). "Self Rising Tri Layers MLP for Time Series Forecasting". In: Vishnevskiy, V., Kozyrev, D. (eds) Distributed Computer and Communication Networks. DCCN 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 919. Springer, Cham.

SJR:0.194 (Scopus)

ISSN 1865-0929

ISBN 978-3-319-99447-5

https://doi.org/10.1007/978-3-319-99447-5_50

Abstract

Time series forecasting is an attractive and heavily researched area. A very popular approach in this field is the usage of artificial neural networks. Some artificial neural network are oriented to deep learning as training algorithm. In this study instead of hidden layers number extension the size of input layer of tri layers multilayer perceptron is extended. The network starts with 1-1-1 topology. The input layer rise to n, according the size of input time series. In parallel hidden layer goes to m by application of pruning algorithm. Achieved topology n-m-1 is trained with classical backpropagation of the error.

Абстракт

Прогнозирането на времеви редове е привлекателна и силно проучена област. Много популярен подход в тази област е използването на изкуствени невронни мрежи. Някои изкуствени невронни мрежи са ориентирани към задълбочено обучение като алгоритъм за обучение. В това изследване се разглежда подход за разширяване на броя на скритите слоеве и размера на входния слой на трислойния многослоен перцептрон. Мрежата започва с топология 1-1-1. Входният слой се повишава до n, според размера на входната времева серия. Паралелно скритият слой преминава към m чрез прилагане на алгоритъм за подрязване. Постигнатата топология n-m-1 се обучава с класическо обратно разпространение на грешката.

Г-7. Dineva, K., Atanasova, T., Balabanov T., "Cloud Dataflow for Machine Learning Modeling

Abstract

The development of modern dairy farming is aimed at creating larger farms with more intensive production in accordance with the market needs. New larger livestock facilities need new approaches to management and logistics. The Internet of Things (IoT), machine learning (ML) and cloud computing are forming the basis of digital animal husbandry as they are increasingly being introduced into dairy farming. The collection of IoT sensor data and their storage in the information cloud allows the use of machine learning methods for predicting events in livestock farms. ML is characterized by its hunger for computing resources in all its phases, which can be resolved using cloud computing. Collected data by IoT devices require cleaning and scaling. Building a model requires training, testing, and validation. All these activities should be carried out in a timely sequence.

The purpose of this article is to build models trained to predict the future amount of milk with the greatest accuracy for each individual animal. To achieve this goal, a pure Azure Cloud DataFlow (ADF) has been created, which monitors the processes from collecting and storing IoT data, to data processing, modelling, and model evaluation to visualization of results. Following this data flow, the experimental studies described in this article are performed. Three regression machine learning models were trained on the data collected from a Smart Livestock farm. Testing of the developed models has proven the applicability of the developed Cloud DataFlow, as the Boosted Decision Tree Regression Model shows the highest accuracy in predicting the amount of milk produced by each individual animal.

Абстракт

Развитието на съвременното животновъдство е насочено към създаване на по-големи ферми с по-интензивно производство, съобразени с потребностите на пазара. Новите по-големи животновъдни обекти се нуждаят от нови подходи за управление и логистика. Интернет на нещата (IoT), машинното обучение (ML) и облачните изчисления формират основата на дигиталното животновъдство, тъй като все повече се въвеждат в млекопроизводството. Събирането на данни от IoT сензори и тяхното съхранение в информационния облак позволява използването на методи за машинно обучение за прогнозиране на събития в животновъдни ферми. ML се характеризира със своя недостиг за изчислителни ресурси във всичките му фази, които могат да бъдат решени с помощта на облачни изчисления. Събраните данни от IoT устройства изискват почистване и мащабиране. Изграждането на модел изисква обучение, тестване и валидиране. Всички тези дейности трябва да се извършват в определена последователност.

Целта на тази статия е да се изградят модели, обучени да прогнозираят бъдещото количество мляко с най-голяма точност за всяко отделно животно. За постигането на тази цел е създаден чист Azure Cloud DataFlow (ADF), който следи процесите от събиране и съхраняване на IoT данни, през обработка на данни, моделиране и оценка на модела до визуализация на резултатите. След този поток от данни се извършват експерименталните изследвания, описани в тази статия. Три модела на регресионно машинно обучение бяха обучени с данните, събрани от ферма за интелигентни животни. Тестването на разработените модели доказва приложимостта на разработения Cloud DataFlow, тъй като

Boosted Decision Tree Regression Model показва най-висока точност при прогнозиране на количеството мляко, произведено от всяко отделно животно.

Г-8. K. Dineva, T. Atanasova „Analysis Of Dairy Cow Behavioral Patterns Using A Combination Of Iot Data And Signal Processing Techniques” 23rd Int. Scientific Multidisciplinary Conf. on Earth and Planetary Sciences SGEM 2023, 3–9 July, 2023, Vol. 23 (6.1) 121-128

SJR:0.123 (Scopus)

ISSN 1314-2704

ISBN 978-619-7603-61-3

DOI: 10.5593/sgem2023/6.1/s25.14

Abstract

This article presents a study focused on animal activity recognition using a combination of IoT devices and signal processing techniques. The study involves collecting data from IoT devices placed on the cow's neck, which are equipped with an accelerometer and gyroscope, along with a synchronized video camera. The objective is to accurately recognize and classify four key activities exhibited by the cow. To prepare the collected signals for analysis, various signal processing techniques are applied. This includes essential pre-processing steps to clean the data, such as noise removal and filtering, ensuring reliable and accurate activity recognition. Additionally, feature extraction processes are performed to enhance the accuracy and precision of behavioral models. The study also examines the boundaries and allowable variations for each specific cow movement. Furthermore, dimensionality reduction techniques are applied to reduce the complexity of the data. This study aims to develop an approach to analyze the behavior patterns of cows using IoT devices. The results contribute not only to our understanding of cow behavior but also hold potential implications for livestock management, health monitoring, and precision agriculture. This research paves the way for further exploration and development in the field of animal behavior studies, ultimately leading to improved welfare and productivity in livestock management practices.

Абстракт

Тази статия представя проучване, фокусирано върху разпознаването на активността на животните, използвайки комбинация от IoT устройства и техники за обработка на сигнали. Проучването включва събиране на данни от IoT устройства, поставени на врата на кравата, които са оборудвани с акселерометър и жироскоп, заедно със синхронизирана видеокамера. Целта е точно да се разпознаят и класифицират четири ключови дейности, проявявани от кравата.

За да се подготвят събраните сигнали за анализ, се прилагат различни техники за обработка на сигнали. Това включва основни стъпки за предварителна обработка за почистване на данните, като премахване на шума и филтриране, осигурявайки надеждно и точно разпознаване на активността. Освен това се извършват процеси за извличане на характеристики, за да се подобри точността и прецизността на поведенческите модели. Проучването също така изследва границите и допустимите вариации за всяко конкретно движение на кравата. Освен това се прилагат техники за намаляване на размерността, за да се намали сложността на данните.

Това проучване има за цел да разработи подход за анализ на моделите на поведение на крави, използващи IoT устройства. Резултатите допринасят не само за нашето разбиране за поведението на кравите, но също така имат потенциални последици за управлението на добитъка, мониторинга на здравето и прецизното земеделие. Това изследване проправя пътя за по-нататъшно проучване и развитие в областта на изследванията на поведението

на животните, което в крайна сметка води до подобряване на хуманното отношение и производителността в практиките за управление на добитъка.

Г-9. Dineva, K., Atanasova, T.; “Recognising Dairy Cows Behaviour With LSTM Model To Improve Farm Management Practices”, Proceedings of 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023, Vol. 23 (6.2), 353-360,

SJR:0.123 (Scopus)

ISSN 1314-2704

ISBN 978-619-7603-66-8

DOI: 10.5593/sgem2023V/6.2/s25.43

Abstract

This paper focuses on recognizing the activity of dairy cows using a non-invasive approach that monitors four key behaviors: licking, feeding, standing, and lying. The study used IoT devices with accelerometers and gyroscopes attached to the cow's neck to continuously monitor its movements. The data collection process aimed to capture the dynamic and static nature of dairy cow behaviors, providing a valuable data set for subsequent analysis. To efficiently process the raw data, we analyzed it and then used long short-term memory (LSTM) neural networks, a type of recurrent neural network (RNN) suitable for sequential data processing. The LSTM model was trained on the collected sensor data to recognize and classify the four target activities. The model achieved an accuracy of 96%, indicating its robust ability to accurately identify dairy cow activity. Furthermore, the model consistently maintained a low loss value hovering around 0.25, demonstrating its generalization and predictive performance. This research has important implications for dairy production and animal welfare. Accurate real-time recognition of dairy cow activities can help improve farm management practices, enabling timely interventions when needed.

Абстракт

Този документ се фокусира върху разпознаването на активността на млечните крави с помощта на неинвазивен подход, който наблюдава четири ключови поведения: облизване, хранене, стоене и лежане. Проучването използва IoT устройства с акселерометри и жирографи, прикрепени към врата на кравата, за непрекъснато наблюдение на нейните движения. Процесът на събиране на данни имаше за цел да улови динамичния и статичен характер на поведението на млечните крави, предоставяйки ценен набор от данни за последващ анализ. За да обработим ефективно необработените данни, ние ги анализирахме и след това използвахме невронни мрежи с дълга краткосрочна памет (LSTM), тип повтаряща се невронна мрежа (RNN), подходяща за последователна обработка на данни. Моделът LSTM беше обучен на събраните сензорни данни, за да разпознаят и класифицират четирите целеви дейности. Моделът постигна точност от 96%, което показва стабилната му способност да идентифицира точно активността на млечните крави. Освен това, моделът постоянно поддържа ниска стойност на грешки, която се движи около 0,25, демонстрирайки неговата генерализация и прогнозна ефективност. Това изследване съдържа важни прозрения за млекопроизводството и хуманното отношение към животните. Точното разпознаване в реално време на дейностите на млечните крави може да помогне за подобряване на практиките за управление на стопанството, позволявайки навременни интервенции, когато е необходимо.

Г-10. Atanasova, T., Dineva, K., Muchanova, V.; “Cognitive Decision Support System in IoT Applications”. WSEAS Transactions on Computer Research, 13, WSEAS Press, 2025, 85-91

SJR:0.144 (Scopus)

ISSN:1991-8755

DOI: 10.37394/232018.2025.13.9

Abstract

The value of data from IoT systems can only be realized when intelligence is applied. There is a need to bring intelligence to data using predictive and cognitive analytics by leveraging machine self-learning and the ability to propose solutions with minimal human intervention. A cognitive system is a technology that emulates human-like abilities to process data and learn from it. Cognitive computing technologies, in combination with data produced by connected devices and their actions, allow the design of Cognitive IoT (CIoT). This paper proposes processing complex data sets in CIoT, including structured and unstructured data. With machine learning techniques, cognitive IoT systems gather data from multiple sources and provide decision support with accurate classifications and predictions for various phenomena.

Абстракт

Стойността на данните от IoT системите може да се реализира само когато се прилага интелигентност. Има нужда от внасяне на интелигентност в данните с помощта на предсказващ и когнитивен анализ чрез използване на машинно самообучение и способността да се предлагат решения с минимална човешка намеса. Когнитивната система е технология, която емулира човешки способности за обработка на данни и учене от тях. Когнитивните компютърни технологии, в комбинация с данни, произведени от свързани устройства и техните действия, позволяват проектирането на когнитивния интернет на нещата (CIoT). Този документ предлага обработка на сложни набори от данни в CIoT, включително структурирани и неструктурирани данни. С техники за машинно обучение когнитивните IoT системи събират данни от множество източници и осигуряват подкрепа за вземане на решения с точни класификации и прогнози за различни явления.

Г0-1. Dineva K., Atanasova T., Petrov P., Parvanov D., Mateeva G., Kostadinov G. „Towards CPS/IoT System for Livestock Smart Farm Monitoring“. (2021), International Conference Automatics and Informatics (ICAI), IEEE, 2021, 252-255

Scopus

ISSN:978-1-6654-2661-9

<https://doi.org/10.1109/ICAI52893.2021.9639460>

Abstract

Cyber-physical systems (CPS) represent an information technology notion that involves the incorporation of computing properties into physical objects of all kinds, biological or artificial. These systems are called to free up human resources, increase modern production efficiency and be of great help in improving the quality of production. Sensors built into agricultural equipment, located on pastures or attached to farm animals, monitor certain parameters and send data for storage and processing. This is done to optimize decision-making processes with the help of machine learning software that can analyze large amounts of data and optimize processes in real time. The paper proposes CPS system for monitoring the environment, health, growth, behavior, reproduction, emotions and stress of animals, as well as GPS marking for tracking and counting animals using IoT devices. The system collects heterogeneous data from various sensors and communication modules and provides modelling of processes and phenomena with managing of large volumes of data and application of mathematical and computational tools in AWS Cloud.

Абстракт

Киберфизичните системи (CPS) представляват идея за информационни технологии, която включва включването на изчислителни свойства във физически обекти от всякакъв вид, биологични или изкуствени. Тези системи имат за цел да освободят човешки ресурси, да повишат ефективността на съвременното производство и да бъдат от голяма полза за подобряване на качеството на продукцията. Сензори, вградени в селскостопанска техника, разположени на пасища или прикрепени към селскостопански животни, следят определени параметри и изпращат данни за съхранение и обработка. Това се прави, за да се оптимизират процесите на вземане на решения с помощта на софтуер за машинно обучение, който може да анализира големи количества данни и да оптимизира процесите в реално време. Статията предлага CPS система за наблюдение на околната среда, здравето, растежа, поведението, възпроизводството, емоциите и стреса на животните, както и GPS маркиране за проследяване и преброяване на животни с помощта на IoT устройства. Системата събира разнородни данни от различни сензори

и комуникационни модули и осигурява моделиране на процеси и явления с управление на големи обеми от данни и прилагане на математически и изчислителни инструменти в AWS Cloud.

G0-2. K. Dineva, T. Atanasova, T. Balabanov and D. Parvanov, "How to Process, Model and Apply Heterogeneous Data Obtained from the IoT" 2023 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET), Istanbul, Turkiye, 2023, pp. 1-6

Scopus

ISBN 979-8-3503-1692-6

DOI:10.1109/ICEET60227.2023.10525796.

Abstract

Now, IoT systems generate massive amounts of data in diverse formats and shapes. Integrating information flows is essential for scientific, technical, and business practices. However, processing and using data in different formats and forms requires appropriate competencies, making it difficult to organize the entire process to achieve sustainable and reproducible results. Heterogeneity is one of the main characteristics of the data obtained from IoT systems, and this is the main reason for the problems arising in many cases of data analysis and application. This paper presents a systematized end-to-end methodology for processing, modelling and implementing heterogeneous data obtained from IoT devices. A general conceptual scheme of its development is offered. The theoretical-methodological framework is described and explained in detail as phases, grouped into four main stages. The pipelines are built by defining the stages, which show the necessary actions for each step. A systematized end-to-end methodology can be applied in different areas where IoT systems are used. The proposed end-to-end workflow is realized in the AWS cloud Serverless environment as a pipeline.

Абстракт

Сега IoT системите генерират огромни количества данни в различни формати. Интегрирането на информационни потоци е от съществено значение за научните, техническите и бизнес практиките. Обработката и използването на данни в различни формати обаче изисква подходящи компетенции, което затруднява организирането на целия процес за постигане на устойчиви и повторно възпроизводими резултати. Хетерогенността е една от основните характеристики на данните, получени от IoT системи, и това е основната причина за проблемите, възникващи в много случаи при анализ и приложение на тези данни. Този документ представя систематизирана методология от край до край за обработка, моделиране и внедряване на хетерогенни данни, получени от IoT устройства. Предлага се обща концептуална схема на неговото развитие. Теоретико-методологическата рамка е описана и разяснена подробно като фази, групирани в четири основни етапа. Тръбопроводите са изградени чрез дефиниране на етапи, които показват необходимите действия за всяка стъпка. Предложената систематизирана методология от край до край може да се приложи в различни области, където се използват IoT системи. Представеният работен процес е реализиран в облачната среда на AWS Serverless като пайплайн.

G0-3. Danev, V., Atanasova, T., Dineva, K., Blagoev, I., Petrov, P., Markov, N., Hristov, M., Stoycheva, S., Mondeshka, L., Valova, I., Valov, N., Mladenova, Ts. „Multisensor System for Measuring Air Components in Intelligent Animal Husbandry“. 2024 9th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE) 27-29 June 2024, IEEE, 2024

Scopus

ISBN 979-8-3503-6938-0

DOI:10.1109/EEAE60309.2024.10600612

Abstract

Modern animal husbandry prioritizes efficiency, but its consequences include animal welfare concerns, environmental pollution, and health impacts. Sensors play a crucial role in intelligent animal husbandry; they collect data from various aspects of the livestock and can detect various pollutants in the air. Most research in the field relies on standard sensor devices collecting data for individual parameters. Designing an affordable, easy-to-install multisensor device allows farmers to better monitor animal health and make better-informed decisions to manage their farms. In this paper a multisensor system for air quality measuring is proposed. The developed system is low cost, and it is based on open-source software. The data collected by the system will help to monitor and improve the environment in which the animals are kept.

Абстракт

Съвременното животновъдство дава приоритет на количествата продукция, но последиците от нея включват опасения за нарушаване на хуманното отношение към животните, замърсяване на околната среда и въздействие върху здравето. Сензорите играят решаваща роля в интелигентното животновъдство. Чрез тях се събират данни за различни аспекти на добитъка и могат да се открият различни замърсители във въздуха. Повечето изследвания в областта разчитат на стандартни сензорни устройства, събиращи данни за отделни параметри. Проектирането на достъпно, лесно за инсталиране мултисензорно устройство позволява на фермерите да събират повече и разнообразни важни параметри и да наблюдават по-прецизно здравето на животните, следователно и да вземат по-добре информирани решения за управление на своите ферми. В тази статия се предлага мултисензорна система за измерване на качеството на въздуха. Разработената система е с ниска цена и е базирана на софтуер с отворен код. Събраните от системата данни ще помогнат за наблюдение и подобряване на средата, в която се отглеждат животните.