

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен "Доктор" по научната специалност 01.01.12. "Информатика" в професионално направление 4.6. "Информатика и компютърни науки"

Автор на дисертационния труд: маг.инж. Десислава Николова Бояджиева
Тема: "Комбиниран подход за разпознаване на он-лайн подписи"

Рецензент: доцент д-р Пенчо Георгиев Венков, Технически университет - София

1. Актуалност на разработвания проблем в научно и научно-приложно отношение

Полагането на подпис върху документи е бил и остава бърз и надежден способ за доказване на самоличност, авторство и право на достъп благодарение на изключителните способности за търсене на подобие и сравняване на форми с човешкото зрение. През последните десетилетия за проверка на самоличността и идентификация на хора се използват биометричните им данни, сред които важно място заема регистрацията на подписи в реално време с дигитални писалки и сензорни екрани. Данните за формата на подписа се допълват с динамичните характеристики на ръката и писалката при неговото полагане. Те се анализират с прецизните и гъвкави методи на теорията за разпознаване на образи и невронните мрежи с цел да се елиминират неизбежните промени в дължината, формата и динамиката на подписите на отделен индивид и да се осъществи надеждната им идентификация при възможни умели фалшификации на подписа от недобросъвестни лица.

Дългогодишната практика и широкото разпространение на подписите за доказване на самоличност, трудностите при разпознаване поради изменчивост на подписа, нарастващите изисквания към точност и надеждност при автоматична верификация обуславят високата наукоемкост и актуалност на темата на дисертационния труд.

2. Степен на познаване на състоянието на проблема

В обзорната глава е направен критичен анализ и систематизация на публикациите по обработка, анализ и разпознаване на подписи. Цитирани са 108 заглавия, публикувани през последните три десетилетия. От тях 13 позиции са Web адреси, а 9 заглавия са от български автори, което показва, че докторантката познава българската колегия, работеща в това направление. Малък брой заглавия преди 1990 касаят предимно теорията на линейната регресия. В различните периоди на развитие на научно-приложната област е установено предпочитание към използването на Бейсови решаващи правила, подходи за динамично времево изкривяване (DTW), скрити Марковски модели (HMM), невронни мрежи и комбинирани методи. Особено внимание е отделено на свойствата на мултиекспертните класификатори, съставени от сходни невронни мрежи, обучени с различни множества признаци. Правилно се отбелязва, че изброените класове методи успешно се използват за разпознаване на речевите сигнали, които се отличават с аналогична изменчивост във времето. За обект на изследването са избрани подписи, регистрирани в реално време. Дефинирани са целите и задачите на дисертацията: избор на информативни признаци за разпознаване и създаването на комбиниран класификатор и софтуерно приложение за верификация на подписи. Може да се приеме, че докторантката добре познава и творчески интерпретира състоянието на проблема.

3.Съответствие на избраната методика с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Изследването започва с разработване на протокол за събиране на подписи и с натрупване на собствена база подписи от 8 индивида. Регистрираните в реално време подписи се описват с 26 глобални признака, от които 14 са нововъведени и не се срещат в литературата. С метода за корелационните плеяди се избира общо подмножество от независими признаци за динамични подписи. С регресионен анализ и C_p критерия на Mallow се търсят минимизирани индивидуални признакови описания за надеждна верификация на всеки участник в базата данни. Тя се реализира с невронни мрежи (НМ) от типа MLP с един скрит слой. Строят се мулти-класификатори с НМ с различен брой неврони в скрития слой и с различни стойности на началните тегла. За оценка на резултатите е синтезиран алгоритъм за класификация по метода на най-близките съседи, използващ евклидов критерий за сходство в пространството на нормираните признаци. Разработен е обобщен мрежов модел на процеса за верификация на подписи. Считаю, че избраната методика е добре обоснована и съответства на целите на дисертационния труд.

4.Характеристика на дисертацията

Дисертационната записка е с обем 129 стр. Тя е съставена от увод, 5 глави, заключение, приноси, публикации на докторанта и библиографска справка. В началото на изложението, наред със списъците на фигурите и таблиците е включен българо-английски терминологичен речник, който е много полезен както за стила на записката, така и за утвърждаване на българската терминология в областта.

В Глава 1 са представени трудовете по верификация и идентификация на статични и динамични подписи, проблемите при разработване на СРП, методите за разпознаване на форми с променяща се дължина, невронните мрежи и комбиниранияте класификатори. Дефинирани са целта и задачите на дисертацията.

В Глава 2 са предложени процедури за предварителна обработка и извличане на признаци от динамични подписи с графичен таблет и писалки. Описани са оператори за минимизиране на признаците по метода на корелационните плеяди. С регресионен анализ се търсят най-информативните подмножества от независими признаци, общи за базата данни и индивидуални за всеки отделен участник.

Глава 3 е посветена на изграждането на класификатори на подписи и оценяване на тяхното качество. Изхождайки от предимствата на НМ, свързани с гъвкавост, адаптируемост, способност за обобщаване на данните от обучение и недостатъците, свързани с липса на прозрачност и стабилност, се предлага да се използват мултикласификатори от НМ от типа MLP с различен брой неврони в скрития слой и да се комбинират решенията с отчитане точността на всяка НМ. Разработен е алгоритъм за класификация по k най-близки съседи, основан на евклидов критерий за сходство за $k=1,3$. За оценяване на класификаторите в задача за дихотомия се въвеждат коефициенти за вярни и грешни положителни и отрицателни решения. Наред с класическата постановка за обучение с обучаваща, валидираща и тестова извадки, специално внимание се отделя на метода за N -кратна крос-валидация при малък брой примери за обучение. Накрая е построен обобщен мрежов модел, описващ динамичната верификация на подпис.

В Глава 4 са описани проведените експерименти за верификация с многослойни перцептрони и правила за k най-близки съседи. Търси се по-добра точност на решенията при различни постановки на обучение: (1) използване на общо за потребителите или индивидуално

признаково описание, (2) включване на умели и неумели фалшификати или само на неумели, т.е. чужди подписи, при получаване на признаците. Тестовите са проведени със собствената база от по 10 оригинални подписа и 9 умели фалшификати от 8 потребителя и с публично достъпна база SUsig с 84 участника с по 20 собствени и 10 подправени подписа. Резултатите са сравнени с тези на други автори, работили в областта.

В Глава 5 е описан разработения прототип на система за разпознаване на подписи със специализиран хардуер: компютри, таблети, писалки. Представени са синтезираните програмни модули, протоколи и бази данни за събиране на подписи, екраните за визуализиране на графични данни и резултати от верификацията.

В заключението са дефинирани перспективни задачи за бъдеща работа за оптимизиране на системата за верификация на подписи и нейното практическо приложение.

5. Приноси на дисертационния труд

За научно-приложни приноси могат да се приемат:

- Предложения метод за определяне на информативно подмножество независими признаци за всеки потребител, основан на подхода за корелационните плеяди и търсенето на най-добър регресионен модел;
- Разработената методология за изграждане и оценка на мулти-класификатори от невронни мрежи с различен брой неврони в скрития слой.
- Разработения обобщен мрежов модел на процеса за динамична верификация на подписи.
- Проведените изследвания за проверка на точността на верификация с общи или индивидуални признаци, с включването на умели и неумели или само неумели фалшифицирани подписи в отрицателния клас и съпоставката на резултатите с тези на критерий за класификация по k най-близки съседа.
- Предложените алгоритми за предварителна обработка на подписи върху графичен таблет, с които се стандартизира извличането на изходно множество от 26 признака.

Приложни приноси на дисертацията са:

- Разработената софтуерна система за събиране на подписи с графичен таблет и дигитална писалка, с менюта за предварителна обработка на подписите, извличане на признаци, избор на подмножество признаци, избор на модел на класификатор и обучението му.
- Предвидените възможности за добавяне на потребители, търсене на потребител чрез навигация, визуализация на оригинални и фалшиви подписи на потребителите.

6. Личен принос на докторанта

Съдържанието на записката и цитираните по-горе приноси са несъмнено личен принос на докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултатите от дисертационния труд са представени в 6 публикации. Една от публикациите е самостоятелна. Тя е включена в трудовете на РУ "Ангел Кънчев" през 2010 г. В останалите 5 докторантката е на първо място. Два доклада са представени на международни конференции с трудове, издадени от Springer-Verlag. Два доклада са изнесени на конференции в страната. Последната публикация е приета за отпечатване в кн.2, 2014 г. на списанието Cybernetics and Information Technologies. В 4 от тези публикации се разглеждат проблеми за избор на признаци, а останалите две са посветени на методи за верификация. Цитирани са две

допълнителни публикации от национални конференции по размити (WSEAS) и интелигентни (IEEE) системи през 2008 г. Те описват търсенето на информативни признаци в цветни изображения на лица на хора.

Не са представени данни за цитиране и импакт фактор на публикациите.

8.Автореферат

Авторефератът, с обем от 37 страници, отговаря на изискванията и представя съдържанието и постиженията в дисертацията.

9.Значимост на научното изследване и приложните приноси

Изследването е проведено в научна област, в която не се срещат много публикации от български автори. Докторантката е вложила интересни и оригинални идеи в процедурите за търсене на индивидуални подмножества признаци за персонална верификация на подписи и в синтеза на мултиекспертни класификатори от нервонни мрежи със сходна топология, както и в разработения прототип на разпознаваща система с база данни.

Приложението на такава система в практиката няма да е бързо и лесно. От една страна това произтича от противопоставянето "експерт - автоматична система". От друга е очевидно, че са необходими усилия за доказване надеждността на процедурите за автоматична верификация, тъй като подписите се влияят от много фактори, а дават големи права на авторите си.

10.Препоръки и забележки

В предварителното становище за дисертационния труд от 12.01.2014 г. бях направил препоръки за терминологията и формата на изложението. Повечето от тях са реализирани по целесъобразност. Тук ще отбележа само термините "лъжливо положителни (FAR)" и "лъжливо отрицателни (FRR)" решения на стр.31. Предлагам да се нарекат грешни положителни и грешни отрицателни решения. Не съм сигурен дали термините "он лайн" и "оф лайн" на кирилица са получили достатъчно широка гражданственост или е по-добре да се заменят с динамични и статични подписи.

Към съдържанието на записката имам следните препоръки и забележки:

1.Целта на дисертацията е "разработване на нов комбиниран метод за разпознаване на потребители по онлайн подписи...". Тя включва верификация и идентификация на потребители с подписи. Но основните изследвания в следващите глави са ориентирани към верификацията, без това да явно обявено. Търсенето на индивидуални подмножества признаци, работата с отделни НМ за всеки потребител, изследване влиянието на умелите фалшификати върху точността на обучение имат смисъл само при верификация. Задачата за идентификация по подпис остава в периферията на изследванията. Това не намалява стойността на получените резултати, тъй като идентификацията по подпис от база данни рядко се среща на практика.

2.Не е пояснено как се използва при експериментите разработения в Глава 3 обобщен мрежов модел за верификация на подписи.

3.В Глава 4 методът на k най-близки съседа се прилага за $k=1$, т.е. за един най-близък съсед. Това е частен случай, който може да е критичен, ако признаковите вектори са зашумени. Пак там, на стр.93 Фиг.4.2. трябва да се чете Фиг.4.1.

4.В изводите към Глава 4 на стр.108, т.5 се твърди, че обучените само с неумели фалшификати класификатори показват по-добри резултати от тези, обучени с умели и неумели фалшификати. Това е вярно за резултатите в Табл. 4.12 за публичната база подписи SUsig. За резултатите от собствената база подписи (Табл.4.4 на стр.93) е обратно. По-голям брой модели, обучени с умели и неумели фалшификати се отличават с по-висока точност. Това на практика може да се получи, тъй като разликите в точностите не са големи, а самите числени стойности са случайни числа.

Тези забележки не касаят научното съдържание на дисертацията и приносите в нея, а апелират за по-прецизно описание на задачи и резултати от изследване. Записката се характеризира с добър стил и владееене на терминологията в научната област. Докторантката притежава задълбочени знания в Теория за разпознаване на образи, по невронни мрежи, по компютърна верификация на подписи. както и умения да прилага тези знания за решаване на инженерни задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценката ми за рецензирания дисертационен труд, автореферата и публикациите по дисертацията е положителна. Дисертацията съдържа съществени научно-приложни и приложни приноси и отговаря на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, както и Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на ИИКТ-БАН.

Предлагам на уважаемото Научно жури да присъди единодушно на маг. инж. Десислава Николова Бояджиева образователната и научна степен **“доктор”** по специалността 01.01.12. "Информатика".

25.04.2014 г.

София