

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ

МОЛІЦЬКИЙ ВІКТОР ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 004.428.4

**АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
СИСТЕМ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ЇЇ ПІДПИСОМ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж
Луцків Андрій Мирославович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри програмної інженерії
Михалик Дмитро Михайлович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 21 лютого 2018 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №34 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд.1-603

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Рукописний підпис є одним з найпоширеніших методів підтвердження аутентичності особи, а сучасні технології дозволяють фіксувати процес відтворення цього підпису у часі, зберігаючи при цьому набір параметрів, який включає координати положення пера на площині, силу натиску та кути його нахилу. Розробкою та дослідженням інформаційних систем аутентифікації особи за її підписом займається ряд компаній: Cybersign Inc. (Японія), SOFTPRO (Німеччина), Interlink Electronics Inc. (США), CIC (Китай-США). У галузі розпізнавання підпису було видано сотні патентів фірмам IBM, NCR, VISA, Adapteck. Також у даному напрямку варто виділити роботи А. І. Іванова, І. А. Сорокіна, А. М. Луцківа, Songxuan Lai, Lianwen Jin, Weixin Yang.

Враховуючи, що динамічний підпис має яскраво виражений випадковий характер, то доцільно використовувати апарат штучних нейронних мереж та засоби машинного навчання для його верифікації, оскільки вони добре підходять для побудови моделей різних нелінійних і важко описуваних у рамках класичного математично апарату систем, й прогнозування розвитку цих систем у часі.

Дослідження штучних нейронних мереж є актуальним на сьогоднішній час, оскільки вони дозволяють наблизитися до можливостей обробки інформації людським мозком, який являє собою надзвичайно складний, нелінійний, паралельний комп'ютер (систему обробки інформації). Мозок має здатність організувати свої структурні компоненти, звані нейронами, так, щоб вони могли виконувати конкретні задачі (такі як розпізнавання образів, обробку сигналів органів почуттів, моторні функції) в багато разів швидше, ніж можуть дозволити найбільш швидкодіючі сучасні комп'ютери.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є дослідження алгоритмічного та програмного забезпечення на основі штучних нейронних мереж для задачі аутентифікації особи за допомогою рукописного підпису.

Для дослідження ефективності використання апарату штучних нейронних мереж для задачі розпізнавання рукописного підпису необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати публікації останніх досліджень в сфері верифікації динамічного підпису;
- провести аналіз архітектур нейронних мереж, що можуть бути використані для розпізнавання підпису;
- обрати мову програмування та набір бібліотек необхідних для проведення дослідження;
- отримати дані для проведення експериментів;
- провести нормування вхідних даних;
- реалізувати моделі проаналізованих архітектур за допомогою обраної мови програмування;
- провести серію експериментів та проаналізувати результати роботи моделей.

Об'єкт дослідження: алгоритмічне та програмне забезпечення системи аутентифікації особи за її підписом.

Предмет дослідження: модель штучної нейронної мережі.

Методи дослідження: методи цифрової обробки сигналів, апарат штучних нейронних мереж, засоби машинного навчання, математична статистика.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Застосовано штучну багатошарову нейронну мережу прямого поширення для верифікації динамічного підпису. В якості вхідних сигналів використано нормоване значення параметрів підпису, а саме значення координат та сили натиску пера.

2. Розроблено програмне забезпечення для проведення дослідження алгоритмів глибинного навчання та їх комбінацій в задачі верифікації динамічного підпису.

3. Проведено обчислювальний експеримент.

4. Обґрунтовано можливість використання бібліотеки Deeplearning4j для задачі розпізнавання рукописного підпису.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблене, з використанням мови програмування Scala та бібліотеки Deeplearning4j, програмне забезпечення може використовуватись для подальшого дослідження методів верифікації динамічного підпису на базі алгоритмів глибинного навчання та їх комбінацій. Також дане програмне забезпечення може бути інтегроване у вже існуючі системи, які працюють на JVM (з додатковими допрацюваннями під конкретну систему).

Апробація результатів роботи. Результати магістерської роботи були представлені на VI міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, 16-17 листопада 2017) та VII міжнародній конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Engineer of XXI Century» (Бельсько-Бяла, 8 грудня 2017).

Публікації. За основними результатами дослідження опубліковано 3 наукові праці, одна із них – стаття у науковому фаховому виданні, 2 – тези доповідей науково-технічних конференцій.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків, списку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 93 арк. формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, визначено мету, об'єкт і предмет дослідження, сформульовано задачі, які необхідно виконати в роботі та обрано методи дослідження. Також описано наукову новизну, практичне значення, апробацію та публікації результатів проведених досліджень.

Перший розділ дипломної роботи присвячено аналізу предметної області та аналізу останніх публікацій результатів досліджень систем аутентифікації особи за її підписом. В даному розділі проведено аналіз методів біометричної аутентифікації,

розглянуто переваги та недоліки кожного з них. Проаналізовано публікації досліджень методів верифікації динамічного підпису та обґрунтовано доцільність використання штучних нейронних мереж для вирішення даного завдання.

У другому розділі висвітлено основні підходи, що використовуються при проектуванні штучних нейронних мереж. Розглянуто принцип функціонування штучного нейрона та основні функції активації, що використовуються у нейронних мережах. Проаналізовано ряд нейромережевих архітетур та основні аспекти, які необхідно враховувати при побудові штучних нейронних мереж, їх навчання та розв'язання конкретних задач з їх використанням.

У третьому розділі дипломної роботи описано проведення експерименту з використанням нейронної мережі прямого поширення для вирішення задачі верифікації динамічного підпису. Першим етапом проведення експерименту було нормування вхідних даних, а саме приведення підписів однієї особи до одного розміру. Наступним кроком була побудова нейронної мережі, яка зображена на рис. 1. Для її побудови і проведення подальших досліджень використовувались мова програмування Scala та бібліотека DeepLearning4j.

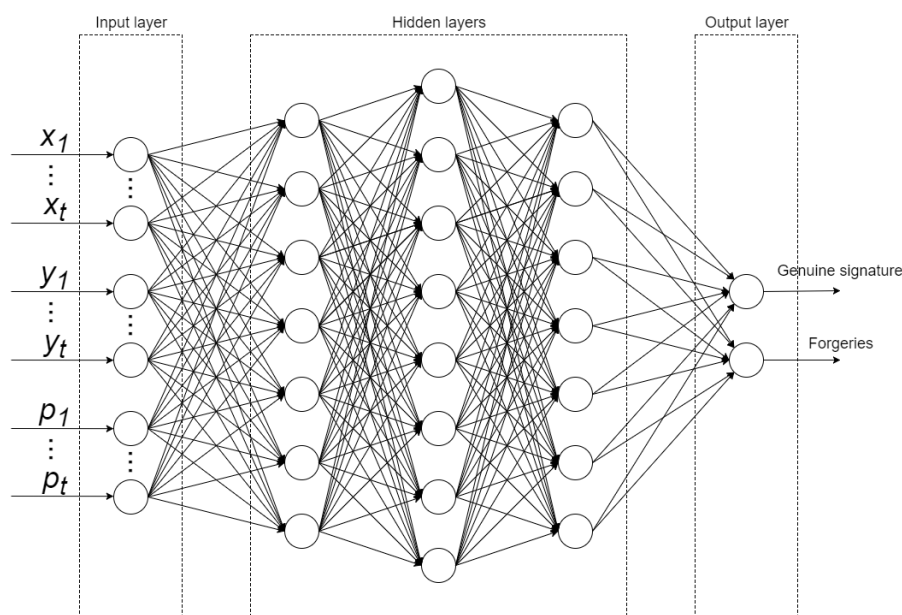


Рис. 1. Схема нейронної мережі для верифікації підпису

В процесі проведення дослідження підбирались параметри нейронної мережі таким чином, щоб досягти максимальної точності. Також було проведено порівняння результатів з іншими дослідженнями, що проводились на цьому самому наборі даних.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації виробництва і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проведення дослідження.

В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто основні вимоги до організації робочого місця під час проведення дослідження, проаналізовано основні етапи оцінки стійкості системи управління

підприємством та ознайомлено з ключовими аспектами проведення аварійно-відновлюваних робіт на комп'ютерних та електричних мережах.

В частині «Екологія» розглянуто методологічні основи опрацювання екологічної інформації на базі комп'ютерних технологій та висвітлено питання радіоактивного забруднення довкілля та його моніторингу.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі проведено аналіз алгоритмічного та програмного забезпечення, в основі якого лежить апарат штучних нейронних мереж, для побудови систем аутентифікації особи за її підписом. В процесі проведення дослідження були вирішені наступні завдання:

- проаналізовано публікації останніх досліджень в сфері верифікації динамічного підпису;

- проведено аналіз архітектур нейронних мереж, які можуть бути використані для розпізнавання підпису, та вибрано багатошарову нейронну мережу прямого поширення для проведення подальшого дослідження;

- обгрунтовано можливість використання мови програмування Scala та бібліотеки DeepLearning4j для реалізації моделі штучної нейронної мережі та проведення подальших експериментів;

- для проведення дослідження обрано набір даних «SigComp11», який містить динамічні підписи десятих осіб, та проведено нормування цих підписів;

- реалізовано модель багатошарової штучної нейронної мережі прямого поширення;

- проведено серію експериментів, змінюючи параметри нейронної мережі, а саме кількість прихованих шарів і кількість нейронів на цих шарах, та досягнуто точності верифікації 93,16%.

Проведені дослідження показують, що використання алгоритмів глибинного навчання, а саме нейронних мереж прямого поширення, є ефективним при побудові систем аутентифікації особи за її підписом.

Було виконано економічні розрахунки, спрямовані на визначення економічної ефективності та вартості проведення дослідження алгоритмічного та програмного забезпечення систем аутентифікації особи за її підписом.

Розглянуто та описано основні вимоги до організації робочого місця під час проведення дослідження, проаналізовано основні етапи оцінки стійкості системи управління підприємством та ознайомлено з ключовими аспектами проведення аварійно-відновлюваних робіт на комп'ютерних та електричних мережах.

Ознайомлено з поставленими питаннями екології які стосуються дипломної роботи.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. V. Molitskyi, N. Yuzvin, A. Lutskev. Using Deeplearning4j for online signature verification // Projekt interdyscyplinary projektem XXI wieku. Tom 2. – Wydawnictwo naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej – 2017. – pp. 239-242.
2. В. В. Моліцький. Застосування штучних нейронних мереж для верифікації динамічного підпису. // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів [том 2], (Тернопіль, 16–17 листоп. 2017.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. –226 с. (том 2) – С. 122.
3. Моліцький В. В., А. М. Луцків. Автоматизована система тестування психологічної готовності до виконання критичних завдань на основі динамічного підпису// Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2017. – С. 58–64.

АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: «Алгоритмічне та програмне забезпечення систем аутентифікації особи за її підписом» // Дипломна робота // Моліцький Віктор Васильович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно – інформаційних систем та програмної інженерії, група СІм – 61 // Тернопіль, 2018 // с. – 93, рис. – 10 , табл. – 6, аркушів А1 – 8, додат. – 1, бібліогр. – 47.

Ключові слова: **БИОМЕТРИЧНА АУТЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ, ДИНАМІЧНИЙ ПІДПИС, ШТУЧНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, НОРМУВАННЯ ВХІДНОГО СИГНАЛУ.**

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено дослідженню алгоритмічного та програмного забезпечення систем аутентифікації особи за її підписом, з використанням апарату штучних нейронних мереж. У кваліфікаційній роботі магістра проведено аналіз останніх досліджень у даній галузі та розглянуто основні підходи, що використовуються для розв'язання задачі верифікації динамічного підпису. Обґрунтовано доцільність використання штучних нейронних мереж для верифікації динамічного підпису. Розроблено програмне забезпечення, засобами мови програмування Scala та бібліотеки Deeplearning4j, для проведення дослідження ефективності використання штучної нейронної мережі прямого поширення для верифікації підпису. Проведено ряд експериментів та визначено найоптимальнішу конфігурацію нейронної мережі, досягнувши точності верифікації 93,16%.

ABSTRACT

The theme of the thesis: «Algorithm and software of personal authentication systems by his/her signature» // Master thesis// Molitskyi Viktor // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and software engineering, group CIm – 61 // Ternopil, 2018// p. – 93, fig. – 10, tab. – 6, Sheets A1 – 8, Add. – 1, Ref. – 47.

Keywords: BIOMETRIC AUTHENTICATION OF PERSON, ON-LINE SIGNATURE, ARTIFICIAL NEURAL NETWORK, MACHINE LEARNING, INPUT SIGNAL NORMALIZATION.

Master's qualification work is devoted to the research of algorithmic and software systems of authentication of a person by it's signature, using artificial neural networks. In the master's qualification work was made the analysis of the latest research in this field is carried out and the main approaches which are used for solving the verification problem of a dynamic signature. The expediency of using artificial neural networks for verification of dynamic signature is substantiated. Developed software by using Scala programming languages and Deeplearning4j library to conduct research on the effectiveness of using an artificial neural network for verification of the online signature. Conducted a number of the experiment and the most optimal configuration of the neural network is determined, having achieved the verification accuracy of 93.16%.