

REFERENCE

for the thesis of Tursynova Azhar entitled «Development of Deep Learning equipped IoT System for Stroke Diagnosis», presented for the Ph.D degree in the specialty 8D07109- Automaion and Internet of things

The dissertation titled "Development of an Internet of Medical Things System Equipped with Deep Learning for Stroke Diagnosis" represents a comprehensive study and proposes innovative solutions for the automated diagnosis of stroke signs using the Internet of Medical Things (IoMT) and deep learning models applied to brain imaging.

The document thoroughly addresses the issue of stroke diagnosis, emphasizing the critical importance of early detection for improving patient outcomes. It reviews contemporary methods of medical imaging analysis and highlights the challenges and limitations of existing approaches, particularly when dealing with small datasets.

The first chapter is dedicated to a review of the literature on stroke diagnosis, analyzing current approaches to stroke prediction using artificial intelligence and the Internet of Medical Things. It also discusses the types and pathophysiology of strokes.

The second chapter describes approaches and decision support systems for stroke diagnosis. This chapter provides an overview of machine learning and deep learning methods, and presents three types of stroke diagnosis: detection, classification, and segmentation.

The third chapter examines the materials and methods used for stroke diagnosis. It proposes models and architectures for solving the problems of stroke classification and segmentation based on brain imaging. This chapter details the main methods for improving the quality and performance of the models, specifies the data used for the models, and describes the IoMT equipment, its functional scheme, and operating principles.

The fourth chapter presents the research results. It includes the results of experiments using the Internet of Medical Things for stroke diagnosis, as well as the results of experiments with models for classifying brain strokes using deep

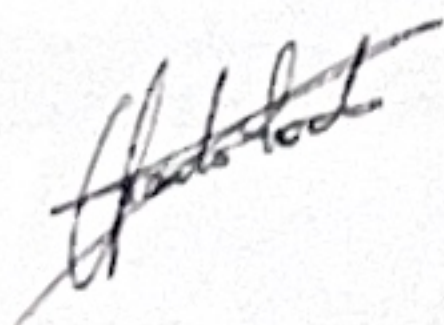
learning. Additionally, it describes the outcomes of experiments with a deep neural network model based on U-Net and U-Net with ResNet blocks for brain image segmentation. The effectiveness of the developed deep learning models is evaluated.

The document is well-organized and easy to read, with each topic clearly presented and the methods thoroughly described. The results are presented sequentially and supported by scientific articles. During the research work, 7 scientific articles were published, 5 of which were published in journals indexed in the Scopus and Web of Science databases. All published articles are related to the topic of the doctoral student's research.

Based on the above, I believe that the doctoral student Azhara Tursynova deserves the PhD degree in the specialty "8D07109 - Automation and Internet of Things". The dissertation titled "Development of an Internet of Medical Things System Equipped with Deep Learning for Stroke Diagnosis" demonstrates significant scientific and practical contributions to stroke diagnosis using advanced IoMT and deep learning technologies.

Lisbon, May 6, 2024

Scientific supervisor,



Professor Octavian Adrian POSTOLACHE

PhD in Electrical Engineering and Computer Science

Senior Researcher of Instituto de Telecomunicações Portugal

Iscte - Instituto Universitario de Lisboa

Director of Digital Technology and Automation, Iscte-Sintra

Chair of Instrumentation and Measurement Group, IT-IUL

ОТЗЫВ

на диссертацию Турсыновой Ажар на тему «Разработка системы Интернета вещей, оснащенной глубоким обучением, для диагностики инсульта», представленной на соискание ученой степени Ph.D по специальности 8D07109 - Автоматизация и Internet of things

Диссертация под названием «Разработка системы Интернета вещей, оснащенной глубоким обучением, для диагностики инсульта» представляет собой всестороннее исследование и предлагает инновационные решения для автоматической диагностики признаков инсульта с использованием медицинского Интернета вещей (IoMT) и моделей глубокого обучения, применяемых к изображениям мозга.

Документ тщательно рассматривает проблему диагностики инсульта, подчеркивая критическую важность раннего выявления для улучшения результатов лечения пациентов. Он анализирует современные методы анализа медицинских изображений и выделяет проблемы и ограничения существующих подходов, особенно при работе с небольшими наборами данных.

Первая глава посвящена обзору литературы по диагностике инсульта, анализируя текущие подходы к прогнозированию инсульта с использованием искусственного интеллекта и медицинского Интернета вещей. В ней также рассматриваются типы и патофизиология инсультов.

Во второй главе описаны подходы и системы поддержки принятия решений для диагностики инсульта. Эта глава предоставляет обзор методов машинного обучения и глубокого обучения, и представляет три типа диагностики инсульта: обнаружение, классификация и сегментация.

Третья глава рассматривает материалы и методы, используемые для диагностики инсульта. Предлагаются модели и архитектуры для решения задач классификации и сегментации инсультов на основе изображений мозга. В этой главе подробно описаны основные методы улучшения качества и производительности моделей, указаны данные, используемые для моделей, а также описано оборудование IoMT, его функциональная схема и принципы работы.

Четвертая глава представляет результаты исследования. Включены

результаты экспериментов с использованием медицинского Интернета вещей для диагностики инсульта, а также результаты экспериментов с моделями классификации инсультов мозга с использованием глубокого обучения. Дополнительно описаны результаты экспериментов с моделью глубокой нейронной сети на основе U-Net и U-Net с блоками ResNet для сегментации изображений мозга. Оценена эффективность разработанных моделей глубокого обучения.

Документ хорошо организован и легко читается, каждая тема четко представлена, а методы тщательно описаны. Результаты последовательно изложены и подкреплены научными статьями. В ходе исследовательской работы было опубликовано 7 научных статей, 5 из которых опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Все опубликованные статьи связаны с темой исследования докторанта.

Основываясь на изложенном выше, я считаю, что докторант Ажар Турсынова заслуживает ученой степени Ph.D по специальности «8D07109 - Автоматизация и Internet of things». Диссертация под названием «Разработка системы Интернета вещей, оснащенной глубоким обучением, для диагностики инсульта» демонстрирует значительный научный и практический вклад в диагностику инсульта с использованием передовых технологий IoMT и глубокого обучения.

Лиссабон, 6 мая, 2024

Научный руководитель,

/подпись имеется/

Профессор Октавиан Адриан ПОСТОЛАКЕ

Доктор философии в области электротехники и информатики

Старший исследователь Института телекоммуникаций,

Португалия, ISCTE

Директор по цифровым технологиям и автоматизации,

ISCTE

Республика Казахстан, город Алматы
Перевод текста документа с английского языка на русский язык выполнен переводчиком
Кенжетаевой Дианой Серикболовной.

Подпись

ИП «TRANSLATION SERVICES PRO»
ЖСН/ИИН 890416450513
Кенжетаева Диана
Аудармашы/Переводчик
Сот: +7 747 580 89 48

Двадцать второе мая две тысячи двадцать четвертого года я, Мусатаева Айгерим
Максатовна, нотариус города Алматы, действующий на основании лицензии №21015147,
выданной Министерством Юстиции Республики Казахстан от 15.04.2021 года,
свидетельствую подлинность подписи переводчика **Кенжетаевой Дианы Серикболовны**.

Подлинность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре за №1752

Взыскана сумма согласно ст. 30 п. 2 Закона РК «О Нотариате» -1957 тенге
Нотариус



[Handwritten signature]

Наименование	Кет	Аудықталған
Принцип	но и. проинформировано	
Нотариус	И. А. Мусатова	И. А. Мусатова



ET0907106220619211125G6600022

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия