

REVIEW

Of the scientific consultant for the dissertation work of **Mukhanov Samat Bakytzhanovich** «Development application for recognition of high precision patterns», submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty: 6D070400 – Computer Systems and Software Engineering

I. Background of work

As the scientific consultant for the dissertation, I have reviewed the work of **Mukhanov Samat Bakytzhanovich** entitled «**Development application for recognition of high precision patterns**», which will be submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty: **6D070400 – Computer Systems and Software Engineering**.

The dissertation work of Mukhanov Samat Bakytzhanovich is focused on Development application for recognition of high precision patterns, be more precise gesture recognition for Kazakh Sign Language.

Artificial intelligence is a key driver of advanced IT technologies, emphasizing its fundamental role in the development of intelligent systems. In this field, image recognition in computer vision plays a special role. Machine learning and neural networks are increasingly influencing the improvement of algorithm quality and speed. Many machine learning methods and models of convolutional neural networks and deep learning are emerging. One of the current directions in image recognition is gesture recognition. Much scientific research is being conducted in this field, both globally and in Kazakhstan. Gesture recognition is a relatively underexplored area with numerous unsolved problems, such as the development of high-quality and precise methods for recognizing images and gestures. Every algorithm, whether it's artificial intelligence or a search system employing artificial neural networks, requires improvement. However, each neural network can be prone to overfitting or underfitting, so it's important to strike the right balance and conduct thorough research to determine the correct number of parameters.

II. Objectives

In his research work, the following objectives were determined below:

- To study machine learning algorithms and method of neural network.
- To develop and apply high-precision methods for gesture recognition.
- To collect datasets for training convolutional neural network models.
- To implement a software gesture recognition for Kazakh Sign Language.

In this work, metrics are used to evaluate the quality of the neural network architecture for training. These metrics provide a quantitative assessment of model

performance. They help determine how well the model performs tasks such as classification, regression, or segmentation. It's also essential to compare different models, evaluating multiple models and selecting the best one. This is useful when choosing the model architecture, tuning hyperparameters, and identifying best practices. Monitoring the training process is crucial because metrics are used to monitor the training process in real-time. This allows for the examination of how the model improves or worsens during training. Properly configuring models so that metrics assist in setting model hyperparameters is important. In turn, changing hyperparameters can impact model performance, and metrics help in selecting the best parameters.

III. Results

During the work on the dissertation, the following tasks were performed:

- ✓ Trained and obtained results from convolutional neural networks such as LeNet, AlexNet, ResNet, and EffectiveNet.
- ✓ Conducted a comparative analysis between deep learning models and identified the most effective network with performance exceeding 90% accuracy in metrics such as accuracy, loss, and penalty.
- ✓ Compiled datasets for research consisting of more than 2100 images for 42 classes, with 50 images per class, representing the letters of the Kazakh tactile alphabet.
- ✓ Used metrics such as the confusion matrix and penalty matrix to predict the performance of algorithms for Kazakh sign language predictions, evaluating the degree of "wrongness."
- ✓ Applied the Long Short-Term Memory algorithm to implement collected training data, including gesture sequences and their corresponding classifications for high-precision gesture recognition.
- ✓ Developed and tested a gesture recognition system based on convolutional neural networks and machine learning algorithms.

Gesture recognition has significant practical significance and finds wide applications in various fields. Here are a few examples of its practical importance:

- Communication for individuals with disabilities: Gesture recognition can be used to provide a means of communication for people with disabilities, such as the deaf or hard of hearing. It allows them to express their thoughts and needs through sign language, interacting with devices and computers.
- Device control: Gesture recognition can serve as a method for controlling various devices, including smartphones, tablets, computers, and smart home systems. This enables actions such as screen scrolling, volume adjustment, app launching, and more, using gestures.
- Virtual and augmented reality: In entertainment and education, gesture recognition can be used in virtual and augmented reality. It allows users

to interact with the virtual world, create and manipulate objects using gestures, enriching the user experience.

- Medical diagnosis and rehabilitation: Gesture recognition can be applied in medical diagnosis and rehabilitation. For example, gestures can be used to monitor patients' movements and assess their physical rehabilitation progress.
- Education: In educational settings, gesture recognition can serve as a means of learning and interaction in the classroom. It can also be valuable for distance learning and remote education platforms.

IV. Recommendations

The development of gesture recognition systems is a complex and multifaceted task. Here are some recommendations that can assist in the development of such systems:

1. Data Preprocessing

Perform data preprocessing, including resizing images, normalization, and data augmentation if necessary. Address issues related to background and noise in the images.

2. Model Training and Evaluation

Divide the data into training, validation, and test sets. Train the model on the training data and evaluate its performance on the validation and test data. Use metrics such as accuracy, F1-score, and confusion matrix to assess the model's performance.

3. Optimization and Tuning

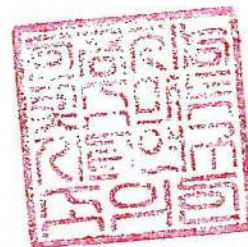
Optimize the model to improve recognition speed and reduce resource consumption. Carefully tune hyperparameters to achieve the best results.

4. Real Testing

Conduct real-world testing of the system under actual usage conditions to ensure that it operates effectively and reliably. Consider factors such as lighting conditions, camera viewing angles, and user diversity.



**Professor of Faculty of Computer Engineering
Gachon University
Republic of Korea**



Young Im Cho

[Логотип и название университета:]

(Университет Гачон)

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Муханова Самата Бакытжановича «Разработка и применение высокоточных методов распознавания образов», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности: «6D070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение».

I. Сведения о диссертационной работе

В качестве научного консультанта по диссертации мною была рассмотрена работа Муханова Самата Бакытжановича под названием «Разработка и применение высокоточных методов распознавания образов», которая будет представлена на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности: «6D070400 – Вычислительная техника и программное обеспечение».

Диссертационная работа Муханова Самата Бакытжановича посвящена разработке приложения для распознавания образов высокой точности, а точнее для распознавания жестов для языка жестов (дактилологический язык) на казахском языке.

Искусственный интеллект является ключевым фактором развития передовых ИТ-технологий, что подчеркивает его фундаментальную роль в разработке интеллектуальных систем. В данной области распознавание изображений (образов) с помощью технологии компьютерного зрения (машинное распознавание образов) играет особую роль. Технология машинного обучения и нейронные сети (нейросеть) оказывают все большее влияние на улучшение качества и скорости работы алгоритмов. Появляются множество методов машинного обучения и моделей конволюционных нейронных сетей (нейронная сеть свертки) и глубокого обучения (технология глубокого обучения). Одним из актуальных направлений в распознавании изображений (образов) является распознавание жестов. В данной области ведется множество научных исследований как по всему миру, так и в Казахстане. Распознавание жестов представляет собой относительно малоизученную область с множеством нерешенных проблем, таких как разработка качественных и точных методов распознавания изображений (образов) и жестов. Каждый алгоритм, будь то искусственный интеллект или какая-либо поисковая система с использованием искусственных нейронных сетей (нейросети), требует совершенствования. Однако каждая нейронная сеть (нейросеть) может быть склонна к чрезмерному обучению (переобучение нейронной сети) или недостаточному обучению, поэтому важно найти правильный баланс и провести тщательное исследование, чтобы определить правильное количество параметров.

II. Цели

В его исследовательской работе были определены следующие цели:

- Изучить алгоритмы технологии машинного обучения и метод нейронной сети (нейросеть),
- Разработать и применить высокоточные методы распознавания жестов,
- Собрать выборку данных для обучения моделей конволюционных нейронных сетей (нейронная сеть свертки),
- Реализовать программное обеспечение для распознавания жестов для языка жестов (дактилологический язык) на казахском языке.

В данной работе метрики (система показателей) используются для оценки качества архитектуры нейронной сети (нейросеть) для обучения. Данные метрики (система показателей) дают количественную оценку качества модели. Они помогают определить, насколько хорошо модель справляется с такими задачами, как классификация, регрессия (повторение ранее решенной проблемы) или сегментация. Они также необходимы для сравнения различных моделей, оценки нескольких моделей и выбора лучшей. Это полезно при выборе архитектуры модели, настройке гиперпараметров и выявлении наилучших методик.

Контроль процесса обучения имеет решающее значение, поскольку метрики (система показателей) используются для контроля процесса обучения в режиме реального времени. Это дает возможность проследить, как модель улучшается или ухудшается во время обучения. Важно правильно настроить модели, чтобы метрики (система показателей) помогали задавать гиперпараметры модели. В свою очередь, изменение гиперпараметров может повлиять на качество модели, а метрики (система показателей) помогают выбрать наилучшие параметры.

III. Полученные результаты

В ходе работы над диссертацией были решены следующие задачи:

- ✓ Были обучены следующие конволюционные нейронные сети (нейронная сеть свертки) и получены результаты от конволюционных нейронных сетей (нейронная сеть свертки), таких как LeNet (архитектура конволюционной нейронной сети (нейронная сеть свертки)), AlexNet (архитектура конволюционной нейронной сети (нейронная сеть свертки)), ResNet (Остаточная нейронная сеть (нейросеть)) и EffectiveNet.
- ✓ Был проведен сравнительный анализ моделей глубокого обучения и выявлена наиболее эффективная сеть с качеством, превышающим 90% точности по таким метрикам (система показателей), как точность, потери и штрафы.
- ✓ Была сформирована выборка данных для исследования, состоящая из более 2100 изображений (образов) для 42 классов, по 50 изображений (образов) в каждом классе, представляющих буквы тактильного алфавита казахского языка.
- ✓ Были использованы такие метрики (система показателей), как матрица неточностей и матрица штрафов, для прогнозирования производительности (качества) алгоритмов прогнозирования языка жестов (дактилологический язык) на казахском языке, путем оценки степени «погрешности».
- ✓ Был применен алгоритм Long Short-Term Memory (алгоритм долговременной и кратковременной памяти) для реализации собранных обучающих данных, включая последовательности жестов и соответствующие им классификации для высокоточного распознавания жестов.
- ✓ Была разработана и протестирована система распознавания жестов на основе конволюционных нейронных сетей (нейронная сеть свертки) и алгоритмов машинного обучения.

Распознавание жестов имеет важное практическое значение и находит широкое применение в различных областях. Вот несколько примеров его практического значения:

- Общение лиц с ограниченными возможностями: Распознавание жестов может использоваться в качестве средства общения для людей с ограниченными возможностями, например, глухих или слабослышащих. Оно позволяет им выражать свои мысли и потребности посредством языка жестов, взаимодействуя с устройствами и компьютерами.
- Управление устройствами: Распознавание жестов может служить способом управления различными устройствами, включая смартфоны, планшеты, компьютеры и системы «умный дом». Оно позволяет выполнять такие действия, как прокрутка экрана, регулировка громкости, запуск приложений и другое, с помощью жестов.
- Технология виртуальной реальности и дополненной реальности: В сфере развлечений и образования распознавание жестов может использоваться в технологии виртуальной реальности и дополненной реальности. Оно позволяет пользователям взаимодействовать с виртуальным миром, создавать объекты и манипулировать (управлять) ими с помощью жестов, обогащая опыт пользователя.
- Медицинская диагностика и реабилитация (восстановление): Распознавание жестов может применяться в медицинской диагностике и реабилитации (восстановление). Например, жесты можно использовать для отслеживания движений пациентов и оценки прогресса их физической реабилитации (физическое восстановление).

- Образование: В образовательных учреждениях распознавание жестов может служить средством обучения и взаимодействия в классе. Оно также может быть полезно для платформ дистанционного обучения и дистанционного образования.

IV. Рекомендации

Разработка систем распознавания жестов представляет собой сложную и многогранную задачу. Вот несколько рекомендаций, которые могут помочь в разработке таких систем:

1. Предварительная обработка данных

Выполните предварительную обработку данных, включая изменение размера изображений, нормализацию и при необходимости аугментацию данных. Устраните проблемы, связанные с фоном и шумом на изображениях (образы).

2. Обучение и оценка модели

Разделите данные на обучающую, контрольную и тестовую выборку. Обучите модель на обучающих данных и оцените ее качество на контрольных и тестовых данных. Используйте такие метрики (система показателей), как точность, F1-показатель (метрика) и матрица неточностей для оценки качества модели.

3. Оптимизация и настройка

Оптимизируйте модель, чтобы повысить скорость распознавания и снизить потребление ресурсов. Тщательно настройте гиперпараметры для достижения наилучших результатов.

4. Реальное тестирование

Проведите тестирование системы с применением реальных данных в реальных условиях использования, чтобы убедиться в ее эффективной и надежной работе. Учитывайте такие факторы, как условия освещения, углы обзора камеры и разнообразие пользователей.

/Подпись/

Профессор кафедры компьютерной
инженерии
Университет Гачон
Республика Корея

Ен Им Чо

Одиннадцатое января две тысячи двадцать четвертого года.

Настоящим удостоверяем, что перевод текста с русского языка на английский язык был выполнен Агентством Переводов «KGB Language Services» и является корректным, РК, г. Алматы, ул. Гоголя 84А, оф. 218

Тел. + 7 778 409 68 05

Директор,
Амирханова Г.Б.



The eleventh of January two thousand and twenty-four.

We hereby certify that the translation of the text from Russian language into English language has been made by the KGB Language Services Translation Bureau and the translation is correct, The Republic of Kazakhstan, Almaty city, 84A Gogol str., 218 office

Tel.: + 7 7 778 409 68 05

Director,
Amirkhanova G.B.





[Handwritten signature]