

УДК 004.853

А. В. Навойчик, магистрант; Н. И. Гурин, доц., канд. физ.-мат. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ**

Разработано программное обеспечение для проверки бланков ответов по тестам на основе технологии оптического распознавания рукописных символов. В качестве механизма функционирования приложения использовалась обученная и протестированная сверточная нейронная сеть.

Сверточная нейронная сеть – специальная архитектура искусственных нейронных сетей, нацеленная на эффективное распознавание изображений. Идея сверточных нейронных сетей заключается в чередовании сверточных слоев и субдискретизирующих слоев. Для обучения сети использовался метод обратного распространения ошибки.

Сверточная нейронная сеть была обучена и протестирована на нескольких наборах данных:

1) английские печатные буквы и цифры – 3600 и 360 изображений для обучения и тестирования соответственно, получен результат 94% соответствия;

2) русские рукописные буквы – 330 и 66 изображений для обучения и тестирования соответственно, получен результат 73% соответствия;

3) русские рукописные цифры – 100 и 20 изображений для обучения и тестирования соответственно, получен результат 85% соответствия.

Для улучшения результатов, естественно, потребуется выборка для обучения гораздо большего объема в наборах данных.

При проектировании программного обеспечения для проверки бланков ответов по тестам были заложены следующие требования.

1. Создание разметки бланка ответов с указанием областей данных участника, ответов на задания с вариантами ответа, ответов на задания без вариантов ответа.

2. Оптическое распознавание меток.

3. Оптическое распознавание рукописных символов.

4. Проверка бланка ответов по созданной разметке.

5. Подсчет результата.

Практической полезностью разработанного программного обеспечения является автоматизация процесса проверки бланков ответов по тестам.

Реализация предложенного метода использования сверточной нейронной сети позволяет получить полноценную и рабочую систему оптического распознавания рукописного текста и автоматизировать проверку бланков ответов по тестам. Разработанное программное обеспечение можно использовать в учреждениях образования, исследовательских центрах для проверки различных тестов.

УДК 519.715

И. А. Бирюк, магистрант  
(БГТУ, г. Минск)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СИНХРОНИЗАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В связи с бурными темпами развития сети интернет и как следствие увеличение количества информации, которая передаётся при помощи этой сети, все чаще и чаще поднимается вопрос об информационной безопасности. Для безопасной передачи информации применяются различные технологии, наиболее часто применяемая – криптографическое преобразование информации.

Для распределения ключей между пользователями компьютерной сети используются следующие основные способы:

- использование одного или нескольких центров распределения ключей;
- прямой обмен ключами между пользователями сети.

Проблемой первого подхода является то, что центру распределения ключей известно, кому и какие ключи распределены, и это позволяет читать все сообщения, передаваемые по сети. Возможные злоупотребления могут существенно нарушить безопасность сети. При втором подходе проблема состоит в том, чтобы надежно удостовериться в подлинности субъектов сети.

Одна из новых идей касающаяся распространения ключей, применяемых для шифрования, является использование нейронных сетей. Эта идея была выдвинута И. Кантером и В. Кинцелем и основано на использовании архитектуры ТРМ (англ. Tree Parity Machine, древо-видная машина четности). Развитием этой идеи является расширение множества используемых алгебр за счёт использования комплексных и гиперкомплексных чисел [1-3].

Было разработано программное средство для проведения исследований и анализа устойчивости двух искусственных нейронных сетей. Для анализа полученных результатов были рассчитаны индекс Брея-Кёртиса и расстояние по Хеллингеру для того чтобы провести сравнение подобие полученного во время проведения экспериментов