

Отзыв на автореферат диссертационной работы

Грицкевича Ивана Юрьевича

на тему

«ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ И ОБРАБОТКИ МАЛОКОНТРАСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Оценка актуальности и значимости работы

Представленная к рассмотрению диссертационная работа затрагивает одну из наиболее востребованных и технически сложных областей современной цифровой обработки сигналов – реализацию аппаратно-ориентированных алгоритмов локального контрастирования изображений. В условиях стремительного развития систем технического зрения, медицинской диагностики, дистанционного зондирования Земли и промышленного контроля качества, потребность в высокопроизводительных решениях для улучшения изображений приобретает критическое значение.

Особенно важно отметить актуальность данного исследования в контексте современных вызовов импортозамещения и развития отечественных высокотехнологичных решений. Работа демонстрирует эффективное применение программируемых логических интегральных схем для решения сложных вычислительных задач, что полностью соответствует стратегическим направлениям развития российской микроэлектроники.

Высоко оцениваю предложенный комплексный подход к аппаратно-алгоритмической ко-оптимизации, реализованный на ПЛИС Xilinx Kintex-7 XC7K325T. Практическая реализация предлагаемых решений выполнена на нескольких уровнях:

1. **На уровне логических примитивов** выполнена аппроксимации функции активации ELU через **разложение по многочленам Чебышева**. Это демонстрирует глубокое понимание математических основ и является аппаратно-эффективной альтернативой громоздким LUT-таблицам, особенно при необходимости вычисления производных. Выбор **8-битной арифметики с фиксированной точкой** является грамотным компромиссом между точностью и ресурсоемкостью.
2. **На алгоритмическом уровне** использован подход **динамического изменения размера окна обработки**. С аппаратной точки зрения, реализация этого в конвейерной архитектуре является нетривиальной задачей. Автор успешно решил ее путем организации **локальных буферов строк на базе BRAM**, что минимизирует обращения к внешней DDR-памяти и является классическим примером мощного FPGA-дизайна.

3. **Глубокая конвейеризация** дизайна с тщательной проработанной балансировкой стадий заслуживает особого внимания. Организация параллельного доступа к блочной памяти для создания "скользящего окна" обеспечивает эффективное использование пропускной способности, что критически важно для обработки изображений высокого разрешения.

Важным практическим результатом является **6-кратное, увеличение количества распознаваемых объектов** при 20-кратном уменьшении времени обработки.

При всей высокой оценке проделанной работы, для полноты анализа следует отметить несколько дискуссионных моментов, которые, скорее, являются точками для дальнейшего роста, нежели недостатками.

1. **Сравнительный анализ производительности.** В работе заявлено впечатляющее "20-кратное уменьшение времени обработки". Однако для академической строгости важно четко определить базовую линию для сравнения (baseline). Если сравнение проводилось с неоптимизированной реализацией на CPU (например, на Python), то такой результат ожидаем. Более показательным было бы сравнение с оптимизированной C++ реализацией или, что еще лучше, с современными GPU (например, семейством NVIDIA Jetson). Такое сравнение позволило бы более точно позиционировать решение в ландшафте существующих аппаратных ускорителей и четче очертить его нишу (например, превосходство по энергоэффективности на ватт или по задержке).

Для полноты картины в диссертации было бы полезно привести анализ временных характеристик с указанием **критических путей при синтезе проекта в ПЛИС**, что позволило бы оценить потенциал для дальнейшего повышения тактовой частоты.

2. **Характеристики "легковесной" CNN.** Термин "легковесная" является относительным. В автореферате не хватает количественных характеристик предложенной сети: общее число параметров, количество вычислительных операций (MACs) на инференс. Эти данные позволили бы более объективно оценить ее "легковесность" и сравнить с другими известными компактными архитектурами (например, MobileNet).
3. **Устойчивость и сложность настройки системы.** Предложенная система является многокомпонентной и, вероятно, содержит ряд собственных гиперпараметров (например, веса в комбинированной функции потерь, параметры ДКП, архитектура CNN). Хотя в работе представлены отличные результаты, остается открытым вопрос о сложности переноса и настройки данной системы на принципиально новые типы данных (например, медицинские рентгеновские снимки или спутниковые изображения). Обсуждение устойчивости системы и процесса её тонкой настройки добавило бы работе практической глубины.

Заключение

Представленная диссертационная работа демонстрирует выдающийся уровень технической проработки и научной новизны. Четыре защищаемых положения образуют

логически связанную систему, демонстрирующую синергию классических подходов, методов машинного обучения и передовой аппаратной акселерации на ПЛИС.

Комплексный подход к многоуровневой адаптации, глубокое понимание архитектурных особенностей ПЛИС и фокус на решении реальных прикладных задач позволили автору достичь выдающихся результатов. Качество исследования, фундаментальность теоретических положений и их подтверждение актами внедрения свидетельствуют о высоком научном и инженерном уровне работы. Данное исследование вносит весомый вклад в развитие отечественной школы проектирования высокопроизводительных систем обработки изображений на ПЛИС.

Диссертационная работа «Исследование и разработка методов реализации и обработки малоконтрастных изображений в условиях ограниченной видимости» представляет собой законченное научное исследование, полностью соответствующее критериям ВАК при Минобрнауки России для кандидатских диссертаций и её автор, Грицкевич Иван Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Я, Коробков Михаил Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фамилия Имя Отчество, и их дальнейшую обработку.

Кандидат технических наук,
Старший инженер по разработке СнК
ООО «КНС ГРУПП»


_____ М.П. Коробков М.А.



Дата: 14.08.2025

Общество с ограниченной ответственностью "КНС ГРУПП"

Адрес: 123376, Москва г, Рочдельская ул, дом № 15, строение 15, этаж 4, помещение IV, комната 4

Телефон: +7 (495) 540-50-55

e-mail: m.korobkov@yadro.com