

УДК 528.8.04

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАНТОВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА И ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

С.В. Горбачев, Сивен Би, В.Ф. Кузин

APPLICATION OF QUANTUM IMAGE RECOGNITION TECHNOLOGY OF TRAFFIC FLOW AND DIGITAL RADIOGRAPHY

S.V. Gorbachev, Siwen Bi, V.F. Kuzin

Аннотация. Опираясь на квантовые преимущества, технология обработки изображений с помощью квантово-инспирированного метода, включающего алгоритмы квантового улучшения, квантового шумоподавления и квантовой сегментации, может значительно улучшить чувствительность распознавания и качество изображения. Квантово-инспирированные алгоритмы обладают мощными вычислительными возможностями и широкими перспективами применения. В статье приведены результаты обработки изображений транспортного потока в смоге улиц и медицинских изображений различными алгоритмами. Параметры эффекта улучшения изображений с помощью предложенного квантово-инспирированного метода лучше, чем у других алгоритмов, он имеет универсальность относительно различных сфер применения.

Ключевые слова: квантовое распознавание; обработка изображений; мониторинг процессов

Abstract. Relying on quantum advantages, image processing technology using a quantum-inspired method, including algorithms for quantum enhancement, quantum noise reduction and quantum segmentation, can significantly improve recognition sensitivity and image quality. Quantum-inspired algorithms have powerful computational capabilities and broad application prospects. The article presents the results of processing images of traffic flow in the smog of streets and medical images by various algorithms. The parameters of the image enhancement effect using the proposed quantum-inspired method are better than those of other algorithms, it has versatility with respect to various fields of application.

Keywords: quantum recognition; image processing; monitoring processes

1. Введение

С развитием науки и техники насущные потребности экономического строительства и других областей выдвинули более высокие требования к исследованиям в области обнаружения дистанционного зондирования. Улучшение разрешения и всестороннее применение дистанционного зондирования являются основными требованиями для развития науки и технологий квантового распознавания в таких областях, как наблюдение Земли, исследование дальнего космоса, глобальные изменения климата, проблемы углеродной нейтральности, мониторинг и управление транспортным потоком, аэрокосмическая и медицинская визуализация, геологоразведка, мониторинг окружающей среды, прогнозирование чрезвычайных ситуаций и т.д. Технология визуализации квантового распознавания имеет свои уникальные преимущества в этих областях.

2. Концепция технологии квантового дистанционного зондирования

Квантовое дистанционное зондирование – это теория и метод, отражающие законы движения дистанционного зондирования на квантовом уровне. Содержанием этих исследований являются основные технические системы дистанционного зондирования и приложения квантового дистанционного зондирования, изучающие, как использовать

квантовые состояния для выражения и передачи информации до тех пор, пока люди не начнут изучать и воспринимать весь процесс [1].

По сравнению с традиционным дистанционным зондированием, преимущества в основном проявляются в низком уровне шума, высоком разрешении и высоком качестве изображения, что позволяет получать более глубокую, богатую и микроскопическую информацию дистанционного зондирования [2]. Целью настоящего исследования применение технологии квантового распознавания изображений транспортного потока в смоге улиц и медицинских изображений с помощью квантово-инспирированного метода [3,4], включающего алгоритмы квантового улучшения, квантового шумоподавления и квантовой сегментации, а также сравнение параметров оценки эффекта усиления изображений с помощью нескольких алгоритмов.

3. Применение и анализ технологии квантовой обработки изображений

Технология квантовой обработки изображений предназначена для изучения и использования основных концепций и теорий квантовой механики, полного раскрытия преимуществ квантовых характеристик и внедрении нового метода обработки изображений, в том числе в дистанционном зондировании, основанного на принципах квантовой механики на классических компьютерах. Программное обеспечение системы квантово-инспирированной обработки изображений разделено на три модуля: модуль квантового улучшения, модуль квантового шумоподавления, модуль квантовой сегментации, и эти три модуля могут работать независимо.

С одной стороны, исследования в области обработки изображений с помощью квантового дистанционного зондирования могут быть использованы в качестве алгоритма моделирования квантовых систем и могут представлять теории и методы для будущей технологии квантовых вычислений, основанной на оборудовании квантовой физики. С другой стороны, это также расширение квантовой механики, квантовой информации и других теорий в области обработки изображений дистанционного зондирования, которые обеспечивают новую концепцию и идею для теоретических исследований и технической реализации в этой области. Область применения квантовой обработки изображений очень широка, например, в сельском хозяйстве, медицине, энергетике и так далее. Квантовые алгоритмы обладают мощными вычислительными возможностями и широкими перспективами применения. Они обладают характеристиками и преимуществами, которых нет у классических алгоритмов. Они могут решать многие проблемы, которые классические алгоритмы не могут решить, и создают значительные технологические, экономические, социальные преимущества, а также преимущества безопасности, такие как наблюдение Земли, обработка изображений в областях исследования дальнего космоса, глобальных изменений климата, углеродной нейтральности, мониторинга и управления транспортным потоком, аэрокосмической и медицинской визуализации.

На рис. 2 и рис. 3 приведены изображения без дистанционного зондирования, которые представляют собой изображения транспортного потока в смоге улиц и медицинские изображения. Мутное изображение является очень репрезентативным изображением. Оно характерно тем, что распределение оттенков серого в изображении концентрировано, а общее изменение уровня серого невелико, поэтому распознавание объектов на изображении чрезвычайно низкое.



Рисунок 2 – Изображение транспортного потока в дымке улиц
(а) Исходное изображение, (б) Вейвлет-преобразование, (в) Гомоморфная фильтрация (г) Квантовая вероятностная статистика (д) Квантовый метод

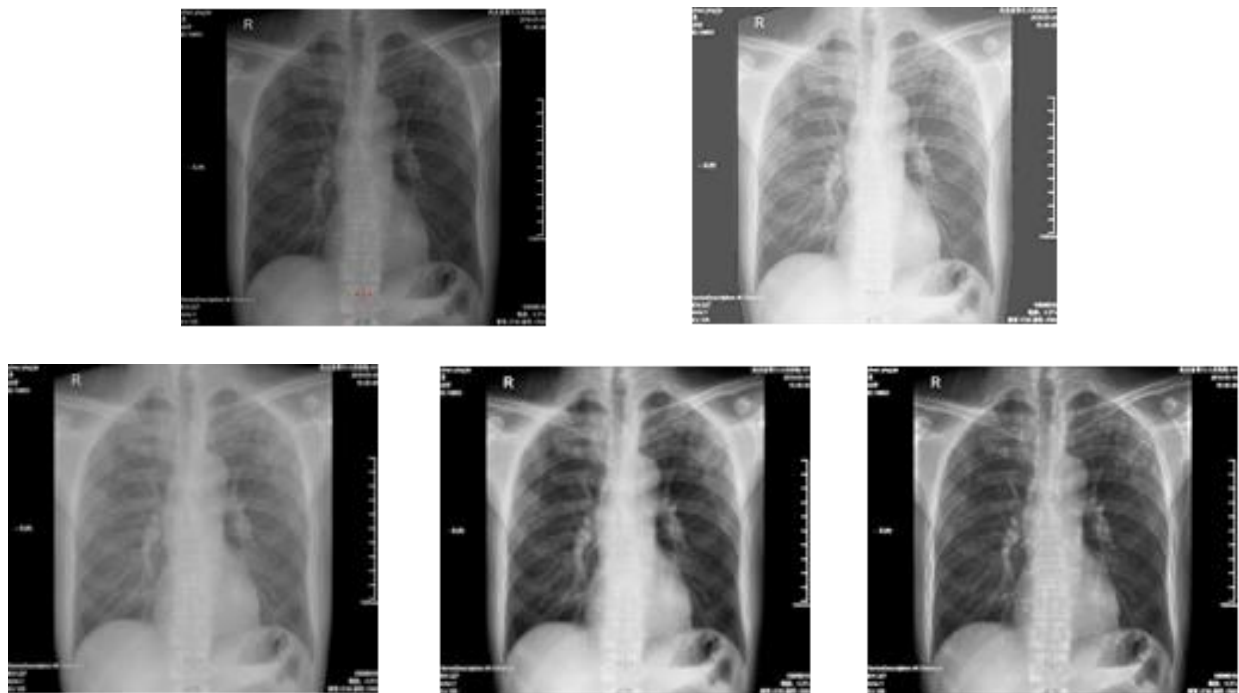


Рисунок 3 – Цифровая рентгенография грудины
(а) Исходное изображение, (б) Вейвлет-преобразование, (в) Гомоморфная фильтрация
(г) Квантовая вероятностная статистика (д) Квантовый метод

В таблицах 1 и 2 приведено сравнение параметров оценки эффекта усиления изображений с помощью нескольких алгоритмов. Среди них два параметра: энтропия изображения и функция измерения качества. Результаты показывают, что после улучшения изображения транспортного потока с помощью квантового метода, описанного в этой статье, информации и содержания изображения становится больше, а распределение серого в улучшенном изображении становится равномерным и качество изображения лучше. Среди них энтропия изображения, улучшенного с помощью квантового метода, больше на 6,2% изображения, полученного с помощью превосходного алгоритма квантовой статистики вероятности, и лучше по сравнению с другими тремя методами (рис. 2). Функция измерения качества также лучше у предложенного квантового алгоритма на 7,8% по сравнению с методом квантовой статистики вероятностей, соответственно 7,8% (табл.1).

Таблица 1 – Сравнение параметров оценки эффекта усиления изображения транспортного потока в дымке улиц с помощью различных методов

Метод	Энтропия изображения	Функция измерения качества
Квантовый метод	7.1889	1755.5
Вейвлет-преобразование	5.9285	1552.1
Квантовая вероятностная статистика	6.7435	1618.2
Гомоморфная фильтрация	5.4757	1365.0

В таблице 2 также приводится сравнение параметров оценки нескольких эффектов улучшения изображения цифровой рентгенографии грудины. Здесь энтропия улучшенного изображения с помощью квантового метода больше на 0,3% по сравнению с алгоритмом Вейвлет-преобразования и лучше трех других методов (рис. 3), а функция измерения качества выше на 11,2% метода квантовой вероятностной статистики и лучше по сравнению с тремя другими методами.

Таблица 2 – Сравнение параметров оценки эффекта усиления цифровой рентгенографии грудины с помощью различных методов

Метод	Энтропия изображения	Функция измерения качества
Квантовый метод	7.7304	4801.3
Вейвлет-преобразование	7.6786	3345.6
Квантовая вероятностная статистика	7.6340	4265.7
Гомоморфная фильтрация	6.9706	3053.7

Заключение

Согласно четырем сериям экспериментов, сравнивая результаты моделирования различных алгоритмов, можно сделать вывод, что эффект улучшения изображений с помощью квантового метода, предложенного в этой статье, лучше, чем у других методов. Выбранные изображения в этой статье взяты из разных сфер применения, которые представляют собой изображения транспортного потока в дымке улиц и медицинские изображения и которые доказывают, что предложенный квантовый метод надежен, применим к большинству изображений и имеет определенную универсальность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bi S., Dongsheng J. Quantum remote sensing and the study of complex computing, 3S World, 2002. No. 4. Iss. 49, pp. 12-13.
2. Bi S. Quantum Spectral Imaging Research, Beijing: Science Press, 2007, pp.33-37.
3. Би С., Виктор Кузин. Исследования по применению технологий квантового обнаружения в мониторинге геологических катастроф // Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума III Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук». Москва, 2021. с.90-94.
4. Gorbachev S., Kuzin V., Batranin A, Shevchuk D., Bhattacharyya S, Dey S., Konar D. A Quantum-Inspired Approach to Collective Combine of Basic Classifiers in an Ensemble Bagging. Hybrid Quantum Metaheuristics Theory and Applications. Editor: S. Bhattacharyya, M. Koeppe, E. Behrman, I. Cruz. Boca Raton, USA: CRC Press, 2022. Ch. 2, pp. 21-36.

REFERENCES

1. Bi S., Dongsheng J. Quantum remote sensing and the study of complex computing, 3S World, 2002. No. 4. Iss. 49, pp. 12-13.
2. Bi S. Quantum Spectral Imaging Research, Beijing: Science Press, 2007, pp.33-37.
3. Bi S., Kuzin V. *Issledovaniya po primeneniyu tekhnologij kvantovogo obnaruzheniya v monitoringe geologicheskikh katastrof* [Research on the use of quantum detection technologies in monitoring geological disasters]. Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma III Mezhdunarodnogo Kosyginского Foruma "Sovremennye zadachi inzhenernyh nauk". Moscow, 2021, pp.90-94.
4. Gorbachev S., Kuzin V., Batranin A, Shevchuk D., Bhattacharyya S, Dey S., Konar D. A Quantum-Inspired Approach to Collective Combine of Basic Classifiers in an Ensemble Bagging. Hybrid Quantum Metaheuristics Theory and Applications. Editor: S. Bhattacharyya, M. Koeppe, E. Behrman, I. Cruz. Boca Raton, USA: CRC Press, 2022. Ch. 2, pp. 21-36.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Горбачев Сергей Викторович

Российская инженерная академия, г. Москва, Россия, академик Российской инженерной академии,

E-mail: hanuman1000@mail.ru

Gorbachev Sergey Victorovich

Russian Academy of Engineering, Moscow, Russia, academician of the Russian Academy of Engineering,

E-mail: hanuman1000@mail.ru



Сивен Би

Институт дистанционного зондирования и цифровой Земли, Китайская академия наук, Пекин, Китай, доктор философии, профессор,

E-mail: bisw@radi.ac.cn

Siwen Bi

Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, Professor,

E-mail: bisw@radi.ac.cn

Кузин Виктор Федорович

Российская инженерная академия, г. Москва, Россия, доктор технических наук, профессор, академик-секретарь секции «Геология, добыча и переработка полезных ископаемых, академик Российской инженерной академии, действительный член Российской академии естественных наук, Академии технологических наук РФ, Международной академии наук высшей школы

E-mail: vkuzin@mail.ru

Kuzin Victor Fedorovich

Russian Academy of Engineering, Moscow, Russia, Doctor of Sciences in Engineering, Professor, Academician-Secretary of the section «Geology, Mining and Processing of Minerals», Academician of the Russian Academy of Engineering, full member of the Russian Academy of Natural Sciences, Academy of Technological Sciences of the Russian Federation, International Academy of Sciences of Higher Education,

E-mail: vkuzin@mail.ru