

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертационную работу Олжаева Олжас Муратаұлы на тему «Разработка системы обнаружения повреждений дорог с использованием методов глубокого обучения на основе видеоданных», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06105 - «Наука о данных»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы):</p> <p>2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы);</p> <p>3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).</p>	<p>Исследование выполнено в рамках проекта грантового финансирования ИРН АР23487192 «Разработка системы обнаружения повреждений дорожного покрытия в режиме реального времени с использованием компьютерного зрения и искусственного интеллекта». Кроме того, тема диссертации соответствует Концепции развития искусственного интеллекта в Республике Казахстан на 2024-2029 годы, поскольку направлена на разработку интеллектуальной системы компьютерного зрения для анализа видеоданных и автоматизированного мониторинга транспортной инфраструктуры.</p>
2.	Важность для науки	<p>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.</p>	<p>Работа вносит существенный вклад в развитие методов компьютерного зрения и глубокого обучения для мониторинга дорожной инфраструктуры. В диссертации предложена многозадачная архитектура ТСР-RoadNet, объединяющая задачи обнаружения, классификации и сегментации поврежденных дорожного покрытия в рамках единой модели. Особую научную ценность</p>

		<p>представляет применение механизма кросс-масштабного трансформерного внимания для повышения точности распознавания дефектов в сложных условиях съемки. Важность исследования хорошо раскрыта через обоснование актуальности проблемы, анализ существующих подходов и результаты сравнительных экспериментальных исследований.</p>
<p>3. Принцип самостоятельности</p>	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) высокий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) низкий;</p> <p>4) самостоятельности нет.</p>	<p>Уровень самостоятельности автора является высоким. Соискателем самостоятельно выполнены анализ предметной области, сбор и разметка собственного набора видеоданных дорожного покрытия, разработка многозадачной нейросетевой архитектуры TCR-RoadNet, реализация алгоритмов обучения и тестирования модели, а также разработка программного обеспечения и веб-интерфейса для мониторинга дорожной инфраструктуры. Основные научные результаты, экспериментальные исследования и выводы получены автором самостоятельно и отражены в опубликованных научных работах по теме Диссертации.</p>
<p>4. Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <p>1) обоснована;</p> <p>2) частично обоснована;</p> <p>3) не обоснована.</p>	<p>Актуальность диссертационного исследования обоснована в полной мере. Автор убедительно показывает значимость задачи автоматизированного мониторинга дорожной инфраструктуры, приводит статистические данные о влиянии дефектов дорожного покрытия на безопасность дорожного движения и экономические</p>

	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) отражает;</p> <p>2) частично отражает;</p> <p>3) не отражает.</p>	<p>потери. Обоснована необходимость разработки интеллектуальных систем на основе методов компьютерного зрения и глубокого обучения для повышения эффективности диагностики состояния дорог.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) соответствуют;</p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют.</p>	<p>Содержание диссертации полностью отражает заявленную тему исследования. Все разделы работы посвящены вопросам разработки системы обнаружения повреждений дорожного покрытия на основе методов глубокого обучения, включая анализ существующих подходов, проектирование архитектуры нейронной сети, проведение экспериментальных исследований и разработку программного обеспечения для практического применения результатов.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) полностью взаимосвязаны;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует.</p>	<p>Цель и задачи исследования полностью соответствуют теме диссертации. Поставленные задачи охватывают все основные этапы разработки системы обнаружения повреждений дорожного покрытия: сбор и подготовку данных, разработку и обучение модели глубокого обучения, проведение экспериментальной оценки и создание программного комплекса для практического применения результатов.</p>
		<p>Все разделы диссертации логически взаимосвязаны и последовательно раскрывают поставленные цели и задачи исследования. Работа построена по классической научной структуре: от анализа предметной области и существующих методов к разработке предложенной</p>

	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) критический анализ есть;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;</p> <p>4) анализ отсутствует.</p>	<p>архитектуры, её экспериментальной проверке и оценке практической эффективности.</p> <p>Автором проведен критический анализ современных методов обнаружения дорожных дефектов, включая классические алгоритмы компьютерного зрения и современные архитектуры глубокого обучения. Предложенные решения обоснованы результатами сравнительного и абляционного анализа, что позволяет оценить эффективность разработанной архитектуры ТСР-RoadNet по сравнению с существующими подходами.</p>
<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Научные результаты диссертации являются частично новыми. Новизна заключается в разработке многозадачной архитектуры ТСР-RoadNet, объединяющей задачи обнаружения, классификации и сегментации дорожных дефектов, а также в использовании модуля контекстного уточнения признаков на основе трансформерного механизма внимания. Вместе с тем отдельные компоненты архитектуры и применяемые методы глубокого обучения основаны на известных подходах, получивших дальнейшее развитие и адаптацию для решения поставленной задачи.</p>
	<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Выводы диссертации являются новыми, поскольку получены на основе разработанной автором архитектуры нейронной сети, собственного набора видеоданных и проведенных экспериментальных исследований.</p>

	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного подхода для автоматизированного мониторинга дорожного покрытия.</p> <p>Предложенные технические и технологические решения являются новыми и обоснованными. Разработанная система обеспечивает комплексное решение задач обнаружения, классификации и сегментации дорожных повреждений в режиме реального времени, а также их визуализацию и географическую привязку посредством специализированного программного обеспечения.</p>
<p>6. Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (кваликатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).</p>	<p>Основные выводы диссертационной работы являются обоснованными и подтверждаются результатами экспериментальных исследований, сравнительного анализа с существующими решениями, а также оценкой эффективности разработанной архитектуры по общепринятым метрикам качества. Представленные результаты демонстрируют достижение поставленной цели исследования и подтверждают практическую применимость предложенного подхода.</p>
<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p>	<p>Положения, выносимые на защиту, являются обоснованными и подтверждены результатами проведенных исследований. Эффективность предложенной архитектуры TCR-RoadNet доказана результатами сравнительного и абляционного анализа, показавшими повышение качества</p>

	<p>4) не доказано;</p> <p>5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий;</p> <p>4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p>	<p>обнаружения и сегментации дорожных дефектов по сравнению с существующими решениями. Экспериментально подтверждена эффективность модуля контекстного уточнения признаков на основе трансформерного механизма внимания, обеспечивающего более точную локализацию поврежденных в сложных условиях съемки. Разработанная система продемонстрировала возможность работы в режиме реального времени со скоростью до 57 кадров в секунду, сохраняя высокие показатели точности обнаружения и сегментации дорожных дефектов. Основные результаты исследования опубликованы в научных изданиях, индексируемых в базе Scopus, а также представлены в материалах международных конференций.</p>
8.	<p>Принцип достоверности.</p>	<p>Выбор методологии исследования является обоснованным и подробно описан в диссертационной работе. Автором использованы современные методы</p>
	<p>Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	

	<p>2) нет.</p>	<p>компьютерного зрения, глубокого обучения и многозадачного обучения, включая сверточные нейронные сети и трансформерные механизмы внимания. Представлены этапы сбора и подготовки данных, структура разработанной архитектуры ТСР-RoadNet, стратегия обучения модели, функции потерь и критерии оценки эффективности, что обеспечивает воспроизводимость полученных результатов.</p>
	<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет.</p>	<p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований в области искусственного интеллекта и компьютерного зрения. В работе применены технологии глубокого обучения, многозадачные нейронные сети, трансформерные механизмы внимания, методы обработки и анализа видеоданных, а также современные программные средства для обучения, тестирования и оценки эффективности разработанной системы.</p>
	<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет.</p>	<p>Теоретические положения и предложенная модель подтверждены результатами экспериментальных исследований. В диссертации представлены результаты обучения и тестирования разработанной архитектуры ТСР-RoadNet, выполнены сравнительный анализ с существующими решениями, а также проведено абляционное исследование отдельных модулей архитектуры. Полученные результаты</p>

		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	подтверждают эффективность предложенного подхода для обнаружения и сегментации повреждений дорожного покрытия в режиме реального времени.
		8.5 Исползованные источники литературы <u>достаточно</u> /не достаточно для литературного обзора.	Исползованные источники литературы являются достаточноыми для проведения полноценного литературного обзора. Автором проанализировано 154 научных источника, включая современные статьи, индексируемые в международных базах данных, а также публикации последних лет, посвященные методам компьютерного зрения, глубокого обучения и интеллектуальному мониторингу дорожной инфраструктуры.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Диссертация имеет теоретическое значение, поскольку развивает подходы к применению многозадачных нейронных сетей и трансформерных механизмов внимания для анализа дорожной инфраструктуры.

	<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет.</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично-новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Диссертация имеет практическое значение. Разработанная система может быть использована для автоматизированного мониторинга дорожного покрытия и поддержки принятия решений при планировании ремонтных работ.</p> <p>Предложения для практики являются новыми и основаны на разработанной автором архитектуре ТСР-RoadNet и программном комплексе мониторинга дорожной инфраструктуры.</p>
<p>10. Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) высокое;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Диссертация написана на высоком научном уровне, отличается логичной структурой изложения, корректным использованием научной терминологии и последовательностью представления результатов исследования. Работа хорошо оформлена, содержит необходимые иллюстрации, таблицы и математический аппарат.</p>
<p>11. Замечания к диссертации</p>	<p>Нет.</p>	<p>Представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне.</p>
<p>12. Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)</p>	<p>Научный уровень публикаций докторанта является высоким. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в международных научных изданиях. По теме работы опубликованы статьи в журнале International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), индексируемом в базе Scopus, посвященные разработке архитектур глубокого обучения для обнаружения повреждений дорожного покрытия. Кроме того, результаты исследований представлены в материалах международной конференции Proceedings Computer Science, где рассмотрены задачи сегментации и автоматизированного анализа дорожных дефектов с использованием современных методов компьютерного зрения и нейронных сетей. Публикации соответствуют тематике диссертации и отражают основные научные результаты исследования.</p>	

<p>13. Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)</p>	<p>Ходатайствовать перед Комитетом о присуждении Олжасу Муратұлы степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D06105 - «Наука о данных». Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).</p>
---	--

Заключение

Представленная диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) Олжаева Олжас Муратұлы на тему «Разработка системы обнаружения повреждений дорог с использованием методов глубокого обучения на основе видеоданных», является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, которая отвечает требованиям «Правил присуждения степеней», а ее автор заслуживает ходатайства перед Комитетом о присуждении степени доктора философии (PhD)

Официальный рецензент:
 PhD, профессор кафедры
 «Информационные системы»,
 Алматинский технологический
 университет



Козбакова Айнуур Холдасовна

