

**ОТЗЫВ**

**официального рецензента на диссертационную работу  
Бурибаева Жолдаса Алладиновича на тему «Разработка эффективных параллельных алгоритмов машинного обучения для системы ориентации робота в пространстве», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D075100 - «Информатика, вычислительная техника и управление».**

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям развития науки.
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Диссертационная работа и исследования, выполненные в течение всего периода обучения по программе PhD, соответствует проектам Государственной программе развития АПК Казахстана до 2021 и 2027 года, а именно, приоритетам «Точное земледелие» и «SMART фермы». В рамках диссертации выполнялись работы, соответствующие следующим приоритетам направления программы, как «Цифровой Казахстан» с использованием прорывных технологий и возможностей, которые повысят производительность труда. Следует отметить, что выбранная

			<p>автором тема является актуальной, так как современные методы и алгоритмы детектирования объектов в трехмерном пространстве играют ключевую роль при формировании стратегии движения роботов. Поэтому можно утверждать, что тема диссертации и проведенные исследования являются актуальными для науки и практики. В данной работе разработаны и реализованы алгоритмы и архитектура поиска томов и определения их положения, адаптированные с системами мобильного агробота. Диссертационная работа соответствует направлением образовательной программе по специальности 6D075100 - «Информатика, вычислительная техника и управление»</p>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не раскрыта</u>	<p>Диссертационная работа вносит вклад в развитие науки в области компьютерного зрения по направлению «Информатика, вычислительная техника и управление», а ее важность изложена и раскрыта на достаточном уровне. Результаты PhD работы положительно влияют на развитие научно-исследовательских работ, так как они позволяют развивать задачи ускорения формирования архитектуры мобильных и коллаборативных роботов.</p>

			<p>Научная новизна и важность данной работы заключается в разработке модели поиска и детектирования плодов томата и определения их положения в пространстве доступа робота. Данная работа раскрывает выбранную тему и основана на комбинации алгоритмов машинного обучения для детектирования плодов, новой быстрой алгоритме локализации, использующим параллельные вычисления и схемы их адаптации в систему Агро робота, обеспечивающую их гармоничное взаимодействие. Несмотря на присутствие новых теоретических элементов работа носит выраженный практический и прикладной характер.</p>
3.	<p>Принцип самостоятельности</p>	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Высокий</u>;</li> <li>2) Средний;</li> <li>3) Низкий;</li> <li>4) Самостоятельности нет</li> </ol>	<p>В ходе выполнения диссертационной работы соискатель проявил высокую степень самостоятельности. Диссертационная работа является результатом практической деятельности и непосредственного участия диссертанта в научных проектах, указанных в диссертации, а также на это указывают публикации автора.</p>
4.	<p>Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Обоснована</u>;</li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	<p>Актуальность исследования полностью обоснована в разработке алгоритмов детектирования и локализации плодов томатов, являющихся эффективным инструментом для решения задач</p>

			стратегии движения робота.
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) <u>Отражает;</u>  2) Частично отражает;  3) Не отражает</p>	Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации, где последовательно и логический отражены все основные пункты работы.
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <u>соответствуют;</u>  2) частично соответствуют;  3) не соответствуют</p>	Цель работы заключается в разработке эффективной модели и технологий распознавания образов, компьютерного зрения и машинного обучения предназначенного для выполнения распознавания и сборки томатов. Технология представлена в работе скромно, но модель показана, что позволяет сделать вывод о достижении цели.
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны;</u>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует</p>	Работа построена по классическому образцу. В первой главе автор рассматривает применение методов цифровой обработки изображений для сегментаций и распознавания томатов, и приводит традиционные методы компьютерного зрения, в частности работающее в специфических координатах цвета, а также способы подавления шума. Во второй главе он определяет решение, связанное с модификацией алгоритмов машинного обучения и их адаптации к текущей задаче. В этой главе он выполняет перебор нескольких известных методов, оценивая их эффективность в

			<p>решении поставленной задаче. Вторая глава тоже является аналитической и принципиально ее можно было бы объединить с первой, так как она представляет собой аналитический обзор.</p> <p>В третьей главе автор переходит к собственной разработке, выполняя обучение нейронной сети и модифицируя модель YOLOv5 для обнаружения томатов.</p> <p>В четвертой главе решается задача локализации плодов томатов в пространстве, посредством оптимизированных алгоритмов про помощи распараллеливания. Там же рассматривается адаптация полученной схемы формирования полученного информационного окружения к манипулятору робота. Данное описание можно было бы расширить и преподнести в виде отдельной главы.</p> <p>Затем следует заключение и приложения, демонстрирующие разработку.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) критический анализ есть;</li> <li>2) анализ частичный;</li> <li>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</li> </ol>	<p>Авто выполнил анализ методов машинного обучения во второй главе, практическую реализацию технологической модели, основанной на компьютерном зрении, которую реализовал в реальной робототехнической системе и протестировал при работе с манипулятором.</p>

5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Результаты являются частично новыми, так как автор использует известные алгоритмы компьютерного зрения, модификация к конкретной задаче определяется классическим путем решения, тем не менее она присутствует, внесение дополнительных слоев конволюции в модель снимает проблему переобучения предобученной модели и балансировки параметров. Алгоритм определения локализации и схема адаптации к архитектуре многозвенного робота отличаются оригинальностью, что позволяет определить новизну работы более 75%.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Научные результаты и положения диссертации являются полностью новыми, что подтверждает наличием 12 печатных работ, в том числе четыре работы в международных изданиях, индексируемых в Scopus. Научные результаты диссертационной работы определяется тем, что предложена модель, формирующая поведения агроробота при сборе плодов томата, основанная на принципах компьютерного зрения.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p>	<p>Техническое решение использования многосекционного робота требует рутинной работы и сложной системы</p>

		<p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>управления, безусловно проще было бы реализовать использование трехступенчатого коллаборативного манипулятора, но возможно это ограничило доступ к удаленно растущим плодам. Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми решения и обоснованными.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомах с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Теоретической и методологической основой диссертационного исследования основываются на модели, объединяющей алгоритмы компьютерного зрения, локализации и управления многосекционным манипулятором.  Теоретические исследования, проведенные в рамках диссертации, позволили получить результаты, имеющие высокое практическое научное значение. Все основные выводы основаны на весовых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:  7.1 Доказано ли положение?  1) доказано;  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано  7.2 Является ли тривиальным?  1) да;</p>	<p>Положения, выносимые на защиту, определяется как система/модель компьютерного зрения, реализованная на основе параллельной обработки изображений и улучшенной архитектуры со сверточной нейронной сетью с</p>

		<p>2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) <u>узкий</u>;</p> <p>2) <u>средний</u>;</p> <p>3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>представлением трехмерных координат исследуемого объекта, которая показала качественные результаты экспериментов с высокой скоростью обработки по сравнению традиционной архитектурой нейронной сети.</p> <p>Разработанная модель позволила увеличить скорость обработки в два раза и улучшить точность на 3 %.</p> <p>программное обеспечение управления манипулятором посредством принципов компьютерного зрения позволила решить поставленную практическую задачу, которая имеет узкий характер, но очень необходима в народном хозяйстве.</p>
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></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) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Выбор методологии исследования обоснован, а применяемые методы исследования подробно рассмотрены и хорошо описаны в соответствующих главах.</p> <p>Применение методов машинного обучения на основе нейронных сетей в робототехнике имеет очевидное преимущество при решении частных задач, в данном случае обнаружения и локализации томатов.</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) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Достоверность теоретических результатов исследования подтверждается научными данными, экспериментальными исследованиями, а также доказаны и подтверждены на основе компьютерных программ, разработанный соискателем</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу во всех разделах диссертации. При проведении научных исследований соблюдены все нормы научной этики.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Список научной литературы состоит из 86 наименований использованных источников.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Как указывалось выше, теоретическое значение диссертации состоит в разработке модели управления манипулятором робота посредством методов компьютерного зрения, включающей модификацию нейронной сети для распознавания плодов томата и разработки алгоритма из локализации.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Направление диссертации представляет собой модель управления агроботом, что подчеркивает выраженный практический характер, который подтверждается практическими</p>

			темами, сопровождающими исследование
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%); 3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%)	Многосекционный манипулятор предполагает сложную схему управления и доступа к объектам и относится к передовым технологиям
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) <u>среднее</u> ; 3) <u>ниже среднего</u> ; 4) <u>низкое</u> .	Качество написания и оформления диссертационной работы соответствует правилам, структура и правила оформления соблюдены. Однако диссертация содержит грамматические ошибки. Первую и вторую главу следовало бы объединить в единый аналитический обзор, а четвертую главу разделить и вынести отдельно рассмотрение проблемы локализации и управления манипулятором.

Представленная диссертация Бурибаева Жолдаса Алладиновича на тему «Разработка эффективных параллельных алгоритмов машинного обучения для системы ориентации робота в пространстве» отвечает всем требованиям «Правил присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D075100 - «Информатика, вычислительная техника и управление».

**Официальный рецензент:**

Доктор технических наук,  
Декан факультета прикладной  
математики и информатики,  
Белорусского государственного  
университета

Недзведзь А. М.

Недзведзь А. М.

ПОДПИСЬ \_\_\_\_\_  
Начальник управления  
организационной работой  
документационного обеспечения  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



Недзведзь А. М.