

REVIEW
of the Dissertation Abstract by Sun Xilong
**"Mathematical modeling of intelligent control processes for a robotic
manipulator"**
submitted for the degree of Candidate of Sciences (PhD)
**Specialization 1.2.2 – Mathematical modeling, numerical methods and
program complexes**

The dissertation work of Sun Xilong is devoted to the development of mathematical modeling methods for hybrid dynamic systems of manipulator control. The main focus is on integrating dynamic movement primitives with reinforcement learning methods, as well as introducing an optimal replay buffer mechanism to accelerate algorithm convergence. The research objective is to improve the computational efficiency of learning processes and the accuracy of multi-step task execution through the development of a hybrid modeling method and hierarchical control architecture. The dissertation develops new numerical methods for stochastic optimization and creates a suite of problem-oriented programs based on ROS for implementing the proposed models. Additionally, the possibility of applying large language and vision-language models for semantic task decomposition is considered, enabling the robot to understand complex natural language instructions and transform them into action sequences.

The results of the work are aimed at improving the quality of control for robotic systems operating under uncertainty. Upon reviewing the abstract, I have formed a positive impression of the work accomplished. An important problem has been solved: the creation of a hierarchical control system that combines the cognitive capabilities of large models with the efficiency of motor learning, which has been confirmed through experiments on the "robot hockey" task and in the RL Bench environment. It is worth noting the carefully developed methodology for numerical experiments and the implementation of the software complex, which ensures end-to-end integration of machine vision and trajectory planning modules, as evidenced by the certificates of state registration of computer programs.

I would like to note that the results obtained by Sun Xilong have been properly validated, published in high-ranking journals (Q1) included in the WoS and Scopus databases, as well as in publications from the Higher Attestation Commission list. While reading the abstract, several stylistic imperfections were

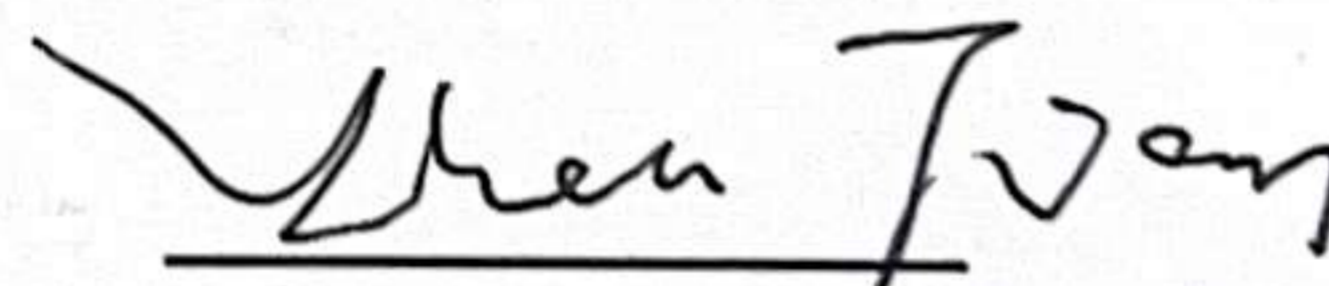
noticed, but they do not distort the understanding of the research results. I would like to pose a question (raise a remark) regarding the text of the manuscript: The work proposes an optimal replay buffer (ORB) mechanism where the sampling probability is proportional to the reward. It is not entirely clear how this method handles "sparse reward" situations in the initial stages of learning, when there are very few successful examples in the buffer. It would be helpful to clarify whether there are mechanisms that prevent premature convergence of the algorithm to local optima when using such an aggressive prioritized sampling strategy.

However, it is important to note that these remarks do not diminish the overall high assessment of the original dissertation work, which, judging by the abstract, fully complies with the requirements established by the Higher Attestation Commission and the "Regulations on the Awarding of Academic Degrees" applicable to dissertations. Its author, Sun Xilong, deserves to be awarded the academic degree of Candidate of Physical and Mathematical Sciences in the specialty 1.2.2 – Mathematical Modeling, Numerical Methods, and Software Systems.

I, Zhen Tian, consent to the inclusion of my personal data in the documents related to the work of the Dissertation Council and their further processing.

Associate Research Fellow,
Guangdong Laboratory of Artificial Intelligence and Digital Economy (SZ)
PhD in Robotics
(Field of research: Intelligent Control and Robotics)
Zhen Tian

March 10, 2026



Postal Address: Block B, Kerun Building, Yutang Street, Guangming District,
Shenzhen, Guangdong Province, China
Phone: +86 0755-33691810
E-mail: gmlab@gml.ac.cn



I hereby certify the signature of Zhen Tian:
Scientific Secretary

Guangdong Laboratory of Artificial Intelligence and Digital Economy (SZ)

Zhenru Chen

Zhenru Chen March 10, 2026

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Сунь Силуна, выполненную на тему:
«Математическое моделирование процессов интеллектуального
управления роботизированным манипулятором», представленную на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ**

Диссертационная работа Сунь Силуна посвящена разработке методов математического моделирования гибридных динамических систем управления манипулятором. Основное внимание уделяется интеграции динамических примитивов движения с методами обучения с подкреплением, а также внедрению механизма оптимального буфера воспроизведения для ускорения сходимости алгоритма.

Целью исследования является повышение вычислительной эффективности процессов обучения и точности выполнения многошаговых задач за счет разработки метода гибридного моделирования и иерархической архитектуры управления.

В диссертации разработаны новые численные методы стохастической оптимизации и создан комплекс проблемно-ориентированных программ на базе ROS для реализации предложенных моделей. Кроме того, рассматривается возможность применения больших языковых и визуально-языковых моделей для семантической декомпозиции задач, что позволяет роботу понимать сложные инструкции на естественном языке и преобразовывать их в последовательности действий. Результаты работы направлены на повышение качества управления робототехническими системами, функционирующими в условиях неопределенности.

По результатам ознакомления с авторефератом у меня сложилось положительное впечатление о проделанной работе. Решена важная задача: создание иерархической системы управления, объединяющей когнитивные возможности больших моделей с эффективностью моторного обучения, что подтверждено экспериментами на задаче «робо-хоккей» и в среде RL Bench.

Стоит отметить тщательно проработанную методологию численных экспериментов и реализацию программного комплекса, обеспечивающего сквозную интеграцию модулей машинного зрения и планирования траекторий,

о чем свидетельствуют свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Хотелось бы отметить, что результаты, полученные Сунь Силуном, прошли должную апробацию, опубликованы в высокорейтинговых журналах (Q1), входящих в базы данных WoS и Scopus, а также в изданиях из перечня ВАК.

При чтении автореферата было замечено несколько стилистических недочетов, однако они не искажают понимание результатов исследования. Хотелось бы задать вопрос (сделать замечание) по тексту рукописи: в работе предлагается механизм оптимального буфера воспроизведения (ORB), в котором вероятность выборки пропорциональна вознаграждению. Не вполне ясно, как данный метод справляется с ситуациями «редкого вознаграждения» (sparse reward) на начальных этапах обучения, когда в буфере очень мало успешных примеров. Было бы полезно уточнить, существуют ли механизмы, предотвращающие преждевременную сходимость алгоритма к локальным оптимумам при использовании столь агрессивной стратегии приоритетной выборки.

Однако важно отметить, что данные замечания не снижают общей высокой оценки оригинальной диссертационной работы, которая, судя по автореферату, полностью соответствует требованиям, установленным Высшей аттестационной комиссией (ВАК) и «Положением о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям. Ее автор, Сунь Силун, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Чжэнь Тянь, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник,

Гуандунская лаборатория искусственного интеллекта и цифровой экономики
(Шэньчжэнь)

Доктор философии (PhD) в области робототехники

(Область научных интересов: интеллектуальное управление и робототехника)

Чжэнь Тянь

10 марта 2026 г

Почтовый адрес: Блок В, здание Кэжунь, улица Юйтан, район Гуанмин,
Шэньчжэнь, провинция Гуандун, Китай
Телефон: +86 0755-33691810
E-mail: gmlab@gml.ac.cn

Подпись Чжэнь Тяня заверяю:

Ученый секретарь

Гуандунской лаборатории искусственного интеллекта и цифровой экономики
(Шэньчжэнь)

Чэнь Чжэньжу

10 марта 2026 г

*Перевод с английского языка
на русский язык верен.*

Сухоненко М.А., пом. директора ДМС

