

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАТИКИ**

Кафедра дискретной математики и алгоритмики

Аннотация к магистерской диссертации

**«Нейросетевые регуляторы в системах управления с
прогнозирующей моделью»**

Павловец Мария Евгеньевна

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук, доцент

Наталия Михайловна Дмитрук

Минск 2019

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация, 3 с., 28 рис., 7 табл., 25 источников

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ С ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛЬЮ, НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕГУЛЯТОР, ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Объектом исследования магистерской диссертации являются задачи стабилизации нелинейных динамических систем, на управляющие воздействия и траектории которых наложены жесткие ограничения, и связанные с рассматриваемой задачей схемы управления по прогнозирующей модели, реализованные на основе нейронных сетей и методов обучения с подкреплением.

Целью работы является построение нейросетевых регуляторов, гарантирующих асимптотическую устойчивость нелинейной системы, регуляторов на основе методов обучения с подкреплением.

Основной результат представлен алгоритмами управления на основе нейронных сетей, позволяющими (по результатам экспериментов) повысить производительность схемы управления с прогнозирующей моделью в 20 раз.

Работа состоит из трех глав. В первой главе определяются основные понятия и результаты в области управления с прогнозирующей моделью. Во второй главе рассматриваются методы оффлайн дизайна обратных связей и их аппроксимаций в системах с прогнозирующей моделью. В третьей главе представлены результаты построения нейросетевого регулятора для нелинейных систем с ограничениями, результаты построения регулятора с помощью методов обучения с подкреплением для систем с неявной динамикой, а также проведено сравнение предлагаемых подходов с классическими алгоритмами, основанными на решении задач оптимального управления онлайн.

Новизна представленной работы состоит в построении нейросетевых регуляторов совместно с построением областей притяжения и областей насыщенных управлений, использовании результатов теории робастного управления для гарантированной стабилизации нелинейной системы, исследовании влияния различных техник сэмплирования точек для построения обучающих выборок, что помогает сократить время обучения без потерь точности.

Областями применения разработанных алгоритмов являются прикладные задачи, решаемые в рамках теории управления с прогнозирующей моделью и возникающие в робототехнике, химической промышленности, транспортных системах, системах управления беспилотными аппаратами и др.

ABSTRACT

Master thesis, 3 p., 28 figures, 7 tables, 25 sources

OPTIMAL CONTROL, MODEL PREDICTIVE CONTROL, NEURAL NETWORK REGULATOR, REINFORCEMENT LEARNING

The object of the master's thesis research is the stabilization problems of nonlinear dynamic systems, which are subject to rigid constraints on the control actions and trajectories, and associated with the task under consideration of the control scheme according to the predictive model, implemented on the basis of neural networks and reinforcement learning methods.

The aim of the work is to build neural network regulators that guarantee the asymptotic stability of a non-linear system, regulators based on reinforced learning methods.

The main result is presented by control algorithms based on neural networks, which allow (according to the results of experiments) to increase the performance of the control circuit with the predictive model by 20 times.

The work consists of three chapters. The first chapter defines the basic concepts and results in the field of model predictive control. The second chapter discusses methods for offline design of feedbacks and their approximations in systems with a predictive model. The third chapter presents the results of building a neural network controller for nonlinear systems with constraints, the results of building a controller using training methods with reinforcement for systems with implicit dynamics, and also compared the proposed approaches with classical algorithms based on solving optimal control problems online.

The novelty of the presented work consists in building neural network regulators together with building attraction areas and saturated control areas, using the results of the robust control theory to guarantee stabilization of a nonlinear system, studying the influence of various points sampling techniques to build training samples, which helps reduce training time without loss of accuracy.

The areas of application of the developed algorithms are applied problems solved within the framework of the control theory with a predictive model and occurring in robotics, the chemical industry, transport systems, autonomous vehicle control systems, etc.