

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Гришко Михаила Валерьевича на тему:
«Построение нейросетевых моделей и алгоритмов для решения задач с неполной информацией»,
представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070300- Информационные системы»

Актуальность темы исследования. Развитие технологий искусственного интеллекта является объективным глобальным технологическим трендом, что находит свое отражение и в сфере государственной политики в области развития науки и техники, в частности в государственной программе «Цифровой Казахстан». Приложение нейронных сетей в области финансовых технологий (fintech) также входит в круг наиболее актуальных прикладных задач современности, что обусловлено стремительным развитием и усложнением финансовых технологий в течение последнего десятилетия, а также привлечением широких слоев населения к более сложным финансовым продуктам, таким как инвестирование в финансовые активы.

Цель диссертационной работы. Построение и исследование нейросетевых моделей и алгоритмов для решения задач с неполной информацией, в частности задач распознавания и классификации, а также задач восстановления зависимостей на основе эмпирических данных.

Задачи исследования, реализующие цель диссертационной работы.

- построение модели нейросети для решения задач распознавания с бинарной информацией, воспроизводящей вычисления корректного алгоритма согласно операторной теории Ю.И.Журавлева;
- разработка и исследование подхода к оценке риска портфеля ценных бумаг, основанного на использовании самоорганизующихся карт Байеса.

Объект исследования. Операторы вычисления оценок для задач распознавания и классификации, модели оценки риска портфеля ценных бумаг.

Предмет исследования.

- способы построения корректного алгоритма и нейросети, воспроизводящей вычисления, осуществляемые корректным алгоритмом

- модели самоорганизующихся карт Байеса, а также их применения для задачи оценке риска портфеля ценных бумаг

Научная новизна. В работе впервые построена модель нейронной сети, воспроизводящая вычисления корректного алгоритма (по Журавлеву), определены условия корректности задач, для которых может быть построен корректный алгоритм.

впервые применены самоорганизующиеся карты Байеса для задачи оценки риска портфелей ценных бумаг.

Основное положение защиты.

- определены условия корректности алгебры распознающих алгоритмов с μ -операторами вычисления оценок над множеством задач распознавания с бинарной информацией.
- показано, что для любой Ω -регулярной задачи можно построить 6 -уровневую пространственную, многослойную нейросеть, воспроизводящую вычисления, осуществляемые корректным алгоритмом.
- рассмотрен подход по использованию байесовских самоорганизующихся карт для более точной оценки рисков портфеля ценных бумаг (метод UBSOM). Разработанный подход основан на построении распределения портфеля из совместного распределения компонентов портфеля, которое лучше отражает внутреннюю структуру взаимодействия компонентов в портфеле, чем методы, основанные только на данных о стоимости портфеля.
- показано, что для долгосрочного прогнозирования разработанная модель UBSOM демонстрирует в численных экспериментах наилучшую точность среди сравнимых методов.

Теоретическая значимость. В диссертации определены условия корректности алгебры распознающих алгоритмов с μ -операторами вычисления оценок над множеством задач распознавания с бинарной информацией. И эти условия, являясь достаточными условиями корректности, сформулированы в виде ограничений на множество задач распознавания (Ω быть построен корректный алгоритм. Причём каждому оператору исходного семейства соответствует μ -блок - пространственная, трёхуровневая, многослойная нейронная сеть, воспроизводящая вычисления, осуществляемые алгоритмом (оператором) исходного семейства.

Более того, учитывая данный результат, для любой Ω -регулярной задачи удастся построить 6-уровневую пространственную, многослойную нейросеть, воспроизводящую вычисления, осуществляемые корректным алгоритмом.

Практическая значимость работы. Вместе с тем, касаясь практического аспекта применения нейросетей для решения прикладной задачи, в диссертации рассмотрен подход по использованию байесовских самоорганизующихся карт для более точной оценки рисков портфеля ценных бумаг (метод UBSOM). Этот метод также может помочь преодолеть предположение о нормальности классической модели Марковица и заменить гауссово распределение смесью гауссианов, которая лучше соответствует реальным распределениям портфеля.

Разработанный подход основан на построении распределения портфеля из совместного распределения компонентов портфеля, которое лучше отражает внутреннюю структуру взаимодействия компонентов в портфеле, чем методы, основанные только на данных о стоимости портфеля.

UBSOM демонстрирует в численных экспериментах наилучшую точность среди сравнимых методов. Это связано с тем, что разработанный подход более точно отражает природу распределения приростов стоимости портфеля, по сравнению с альтернативными параметрическими и непараметрическими методами. Суть в том, что мы аппроксимируем распределение в многомерном пространстве, в то время как прямая оценка приростов стоимостей портфеля дает одномерное распределение. Преобразование векторов приростов стоимости финансовых инструментов в одномерную величину прироста стоимости портфеля приводит к потере детальной информации о многомерном распределении, что оказывает влияние на действительный риск портфеля.

Преимущества модели UBSOM были подтверждены результатами вычислительных экспериментов, проведенных на основе данных о стоимости ценных бумаг на фондовых рынках РФ и США.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и списка использованной литературы. Общий объем диссертации 64 страниц, 11 рисунков, 1 таблицы. Список использованной литературы состоит из 65 источников. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы диссертационной работы,

цели и задачи исследования, краткий обзор полученных результатов, их научная новизна и значимость.

В первой главе излагается современное состояние алгебраического подхода к решению задач распознавания и классификации, излагаются принципы теории Ю.И.Журавлева и теории алгоритмов вычисления оценок. Также в данной главе приводится обзор методов оценки риска портфеля ценных бумаг и принципы функционирования модели самоорганизующихся карт Байеса.

Вторая глава посвящена вопросу построения пространственной модели нейросети для задач распознавания и классификации. Здесь подробно разбирается постановка задачи распознавания и классификации, рассматривается поэтапное построение пространственной модели нейросети для задач распознавания и классификации, в частности рассматривается Построение модели 3-х уровневой пространственной нейросети (μ -блок) для модели распознавания \mathfrak{M} .

В третьей главе рассматривается модель байесовой нейронной сети для задачи оценки рисков портфеля ценных бумаг. Здесь излагаются положения и особенности модели UBSOM оценки и прогнозирования риска портфеля ценных бумаг на основе синтеза многомерного совместного распределения портфельных компонент. Кроме того, приводятся описание проведенных вычислительных экспериментов и анализ их результатов, рассматривается вопрос применения UBSOM к данным по финансовым инструментам фондового рынка США и РФ.

В Заключении представляются основные результаты и выводы диссертационной работы.

Уровень достоверности и результаты апробации. Результаты, изложенные в диссертационной работе, обсуждались на научных семинарах кафедры информационных систем КазНУ им. аль-Фараби и Института информационных и вычислительных технологий, докладывались на международных конференциях:

1. 8th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2014), University of Pisa, Italy, 6 – 8 December 2014
2. Conference on Business Analytics in Finance and Industry, University of Chile, Chile, 6-9 January 2014
3. International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY2014), 2014

4. 2013 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY), 2013
5. 11th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, 2014

По теме диссертации опубликованы 7 статей:

1. Dyusembaev, A.E., Grishko, M.V. Construction of a Correct Algorithm and Spatial Neural Network for Recognition Problems with Binary Data. *Comput. Math. and Math. Phys.* 58, 1673–1686 (2018). <https://doi.org/10.1134/S0965542518100068> (IF=0.675, CiteScore rank =35, Q3 Scopus)
2. Dyusembaev, A.E., Grishko, M.V. On Correctness Conditions for Algebra of Recognition Algorithms with μ -Operators over Pattern Problems with Binary Data. *Dokl. Math.* 98, 421–424 (2018). <https://doi.org/10.1134/S1064562418060078> (IF= 0.619, CiteScore rank =66, Q2 Scopus)
3. Dyusembaev, A.E., Grishko, M.V. Conditions of the correctness for the algebra of estimates calculation algorithms with μ -operators over a set of binary-data recognition problems. *Pattern Recognit. Image Anal.* 27, 166–174 (2017). <https://doi.org/10.1134/S1054661817020043> (IF= 0.260, CiteScore rank =49, Q3 Scopus)
4. Grishko M.V., Murzakhmetov A.N. Making investment decisions based on econometric analysis in the conditions of Kazakhstan stock market // *Bulletin of National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*, Iss. 2, Mar 2015, pp. 250-256 (**Claritive Analytics**);
5. A. Fedotov, A. Murzakhmetov, A. Dyusembaev, M. Grishko. To Analysis of the Model of Innovation Diffusion in the Social Systems under the Influence of the Media and Interpersonal Communication // *Information, International Information Institute*, volume 21, issue 3, 1187-1196 (2018)
6. A.N.Murzakhmetov, A.M.Fedotov, M.B.Grishko, A.E. Dyusembaev. Modeling of distribution of innovation in socio-economic systems // *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, physico-mathematical series*, volume 6, № 316, (2017)
7. A. Dyusembaev, M. Grishko, D. Kaliazhdarov. The Conditions of Solvability of the Inverse Problem of Operator Equation for a Pattern Recognition Neurooperator Model // *Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems*, volume 14, №1 (2014)