

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра комп'ютерних наук

Дипломна робота

з теми: «Штучні нейронні мережі та їх застосування в задачах
прогнозування цін на ринку нерухомості»

Виконала: студентка 2 курсу, групи KN1-M20
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Євтушенко Тетяна Андріївна

Керівник: Пилипюк Т. М., кандидат фізико-
математичних наук, доцент, доцент кафедри
комп'ютерних наук

Рецензент: Шумиляк Л.М., кандидат технічних
наук, асистент кафедри програмного
забезпечення комп'ютерних систем
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Кам'янець-Подільський – 2021 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ОСНОВИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	5
1.1 Поняття штучних нейронних мереж	5
1.2 Структура нейронної мережі	6
1.3 Властивості штучних нейронних мереж.....	12
1.4 Переваги використання штучних нейронних мереж.....	15
1.5 Топологія ШНМ	16
1.6 Навчання штучної нейронної мережі.....	19
1.7 Алгоритм зворотного поширення помилки.....	22
Висновки до розділу 1	26
РОЗДІЛ 2 ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ	27
2.1 Поняття та аналіз ринку нерухомості	27
2.2 Переваги ШНМ у прогнозуванні	28
2.3 Етапи нейромережевого прогнозу фінансових часових рядів.....	30
2.4 «Метод вікон».....	32
Висновки до розділу 2	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ ЧАСОВОГО РЯДУ	34
3.1 Постановка задачі.....	34
3.2 Моделювання нейронних мереж у пакеті Matlab	38
3.3 Підготовка даних та вибір типу нейронної мережі	39
3.4 Навчання мережі	44
3.5 Тестування та отримання результатів прогнозування	48
Висновки до розділу 3	56
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТОК	62

ВСТУП

Актуальність. Характерною рисою сучасного життя є впровадження інформаційних технологій у різні сфери людського життя. За допомогою комп'ютерних технологій автоматизується широке коло завдань і процесів, які в минулому покладалися на вирішення людиною. Вирішення багатьох проблем важко уявити без застосування цих технологій. На сьогоднішній день існує безліч напрямків науки і техніки, які в значній мірі орієнтовані на розвиток систем, які аналізують інформацію.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) мають широке поширення серед різноманітних прикладних задач, таких як стиснення даних, розпізнавання образів, оптимізація, аналіз даних, задачі управління та ін. Одним з напрямів практичного використання ШНМ є задачі прогнозування, а саме: прогнозування ринку нерухомості, прогнозування курсу валют, побудова прогнозу споживання електроенергії, прогнозування платоспроможності кредиторів, навантаження енергетичних систем та ін. ШНМ можуть застосовуватися для вирішення практично будь-якого роду задач, зокрема і за відсутності явної математичної моделі чи за нестачі даних задля ефективного застосування статистичних методів.

Через те, що у сучасному світі все з більшою гостротою проявляється інтерес до якісного прогнозування фінансових ринків, що пов'язано з швидким розвитком високих технологій і, відповідно, з появою нових інструментів аналізу даних, одним з найактуальніших досліджень є саме прогнозування.

Одним із прикладів задач такого роду може бути прогнозування ціни на регіональному ринку нерухомості. Будь-який вид прогнозування – це складне завдання, особливо там, де майбутнє дуже мінливе. Ринок нерухомості є дуже мінливим і непередбачуваним за своєю природою. Як правило, такий прогноз ґрунтується на виявленні прихованих закономірностей у накопичених даних, проводяться порівняння з фактичними цінами для підтвердження моделі.

Метою даної роботи є дослідження штучних нейронних мереж та можливість їх використання для здійснення короткострокового прогнозу цін на регіональному ринку нерухомості.

Завдання дослідження:

1. Огляд та аналіз джерел з теми дослідження.
2. Дослідження основних методів прогнозування з використанням штучних нейронних мереж, методи їх проектування та навчання.
3. Підготовка статистичних даних.
4. Розробка алгоритму та програмна реалізація прогнозування вартості для об'єктів житлової нерухомості.
5. Аналіз результатів дослідження.

Об'єкт дослідження. Задачі прогнозування.

Предмет дослідження. Застосування нейромережевих алгоритмів для прогнозування цін на ринку нерухомості.

Методи дослідження. Метод аналізу та синтезу, систематизація знань та метод наукового пізнання.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень були оприлюднені на звітній науковій конференції студентів та магістрантів за підсумками науково-дослідної роботи у 2020-2021 навчальному році. Статтю «Штучні нейронні мережі та їх застосування в задачах прогнозування на основі часових рядів» за результатами дослідження подано до Вісника Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. Випуск 14.

Практичне значення отриманих результатів. Архітектуру розробленої нейронної мережі для прогнозування цін на регіональному ринку нерухомості можна використовувати для короткострокового прогнозу з використанням часових рядів.

Структура роботи. Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатку.

ВИСНОВКИ

У результаті дослідження штучних нейронних мереж було вивчено та проаналізовано відповідні джерела інформації, які були використані для вибору побудови моделі та навчання нейронної мережі. Вирішено актуальне науково-практичне завдання використання штучної нейронної мережі для прогнозування продажів на регіональному ринку нерухомості – цін на первинну нерухомість новобудов у місті Кам'янець-Подільський за допомогою часових рядів.

У ході проведення дослідження було отримано наступні наукові та практичні результати:

- 1) Розглянуто основні принципи побудови та проаналізовано існуючі методи навчання штучних нейронних мереж, які використовуються для прогнозування фінансових даних у вигляді часових рядів. На основі отриманої інформації обрано оптимальний тип нейронної мережі – багатошаровий перцептрон 48-71-24 (48 нейронів вхідного шару, 72 нейрони схованого шару та 24 вихідних нейрони) з алгоритмом зворотного поширення помилки.
- 2) Спроектовано архітектуру нейронної мережі.
- 3) Проведено навчання нейронної мережі з використанням підготовлених вхідних даних на основі цін продажів на регіональному ринку нерухомості, а саме цін на нерухомість новобудов у місті Кам'янець-Подільський.
- 4) Проведено тестування та отримано результати прогнозування навченої нейронної мережі на основі зібраних вхідних даних.
- 5) Отримано оцінку роботи нейронної мережі. Реалізація запропонованої моделі прогнозування за допомогою математичного пакета Matlab показала високу точність прогнозування.

На сьогодні є всі підстави говорити про досягнення успіхів нейронних мереж у вирішенні складних завдань як суто наукових, так й у сфері техніки,

бізнесу, фінансів, медичної діагностики й інших галузей, пов'язаних з інтелектуальною діяльністю. Таким чином, нейронна мережа за своїми рисами схожа на штучний інтелект. Така мережа, натренована на певній безлічі даних, може провести узагальнення отриманої інформації і відтворити розрахунок з результатами на даних, які не використовувалися при її навчанні.

Прогнозування вартості житла – лише один з багатьох можливих варіантів завдань, які можуть бути виконані за допомогою штучних нейронних мереж, коли багато факторів та різні набори вхідних даних можуть бути проаналізовані без участі людини.

Практична частина дослідження містила практичне застосування прогнозування цін на нерухомість новобудов у місті Кам'янець-Подільський. Здійснювалося короткострокове прогнозування середнього значення ціни за квадратний метр площі квартири первинного типу нерухомості по місту. Оцінка мережі визначалася на основі помилкового прогнозу: чим менша помилка прогнозу, тим краще прогнозує мережа. Вхідні значення для навчання мережі використовувалися як часовий ряд погодинних цін в гривнях за конкретний період.

Виходячи з результатів дослідження, можна сказати, що навчання нейронної мережі дало високу точність прогнозування – 98,4 % з похибкою 198,047 грн/м².

У даній роботі результуюча мережа базується на великій кількості вхідних даних, що, у свою чергу, доводить ефективність використання ШНМ та подальше її використання не тільки для короткострокового прогнозу цін нерухомості, але і в майбутніх тенденціях розвитку інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Асаул А. М., Брижаль І. А., Чевганова В. Я. Економіка нерухомості. Київ: Лібра, 2004. 304 с.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. М. Анализ временных рядов, прогноз и управление. М.: Мир, 1974. 406 с.
3. Варфоломеев С. Український ринок нерухомості. Аналітичний. Київ, 2003. 49 с. URL:
<http://pension.kiev.ua/files/RealEstate.pdf> (дата звернення: 06.10.2021).
4. Воронин В. А. Моделирование рынка недвижимости в условиях финансово-экономического кризиса / под общ. ред. Маркуса Я. И.. Практика оценки. № 10 (37), октябрь 2009 г. М.: “Экономика”, октябрь 2009 г. 66 с
5. Воронін В. О. Ринок нерухомості в умовах фінансово-економічної кризи. “Янус-Нерухомість”, 2009. № 11, 12. С. 9–12; С. 14–17.
6. Комашинский В. И., Смирнов Д. А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. М:Горячая линия Телеком, 2003. 94 с.
7. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия – Телком, 2002. 382 с.
8. Крючин О. В., Арзамасцев А. А. Реализация параллельного алгоритма подбора активационных функций искусственной нейронной сети / Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. Тамбов, 2013. Т. 18. Вып. 4. С. 1394-1401.
9. Литвин В. В., Пасічник В. В., Яцишин Ю. В. Інтелектуальні системи: Підручник. Львів: «Новий Світ – 2000», 2009. 406 с.
10. Матвеева Н. Ю. Нейросетевые технологии: преимущества использования в современном мире. Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям, 2015. С. 370-374.
11. Минский М., Пейперт С. Перцептроны. М.: Мир, 1971. 261 с.
12. Нейронные сети и финансовые рынки. Принятие решений в торговых

- операціях / Бэстенс Д. Э., Ван Ден Берг В. М., Вуд Д. М.: ТВП, 1997. 236с.
13. Нормативные системы в прогнозировании развития предпринимательского сектора экономики / Л. И. Муратова и др. // Управление экономическими системами 2009, №20. URL: <http://uecs.mcnip.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=145> (дата звернення: 27.09.2021).
14. Руденко О. Г., Бодяньський Є. В. Штучні нейронні мережі: Навч. посібник. Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006. 404 с.
15. Тимошук П. В. Штучні нейронні мережі: навч. Посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 444 с.
16. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / пер. с англ. Зуев Ю. А., Точенов В. А. М. : Мир, 1999. 184 с.
17. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.
18. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. Издательский центр «Академия», 2005. 176 с.
19. Chiu, Yu Hsien, et al. Enterprise resource planning, 2014.
20. Cuaresma J. C. Beating the Random Walk in Central and Eastern Europe / J. C. Cuaresma & J. Houskova / Journal of Forecasting, 2005. P. 189–201.
21. Diederik P. Kingma, Jimmy Ba: Adam: A method for stochastic. San Diego, 2015.
22. Fren M. The upstart algorithm: A method of constructing and training feedforward neural networks / Neural Computation. 1990.
23. Girossi F., T. Poggio Representation qualities of neural networks: Kolmogorov's theorem is irrelevant / Neural Computation. 1989.
24. Guo Y., Chen J., Du Q. Multi-way backpropagation for training compact deep neural networks // Neural Networks, 2020.
25. Hansson M. On stock return prediction with LSTM networks // Lund University, 2017.
26. Jingfei Yang M. Sc. Power System Short-term Load Forecasting: Thesis for Ph.d degree. Germany, Darmstadt, Elektrotechnik und Informationstechnik der

- Technischen Universität, 2006. 139 p. Extrapolation // The free encyclopedia «Wikipedia». URL:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Extrapolation> (дата звернення: 03.10.2021).
27. K. C. Lam, C. Y. Yua, & K. Y. Lam An Artificial Neural Network and Entropy Model for Residential Property Price Forecasting in Hong Kong. *Journal of Property Research*, 2008. Volume 25, Issue 4.
28. Neocleous, CK Anastasopoulos, P. Nikolaides Neural networks to estimate the risk for preeclampsia occurrence. *Neural Networks*, 2009.
29. Parzen E. Long memory of statistical time series modeling // NBER-NSF Time Series Conference, USA, Davis, 2004 URL:
<http://www.stat.tamu.edu/~eparzen/Long%20Memory%20of%20Statistical%20Time%20Series%20Modeling.pdf> (дата звернення: 27.09.2021).
30. Sutskever I., O. Vinyals, Q. V. Le Sequence to sequence learning with neural networks / In *Advances in neural information processing systems*, 2014. P. 3104-3112.
31. Swanson N. & White H. A model-selection approach to assessing the information in the term structure using linear models and artificial neural networks / *Journal of Business & Economic Statistics*. 1995. P. 13.
32. Swingler Kevin. *Applying Neural Networks. A practical Guide* / Kevin Swingler. URL:
http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/book4/3_2.php (дата звернення: 03.10.2021).
33. Tsymbal Y., Tkachenko R. A Digital Watermarking Scheme Based on Autoassociative Neural Networks of the Geometric Transformations Model // *Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing*, 2016. p. 231-234.
34. Upadhyaya B. R. Application of neural networks for sensor validation and plant monitoring. / B. R. Upadhyaya, E. Eryutek / *Neural Technology*. 1992.