



IQTISODIY KO'RSATKICHLARNI NEYRON TARMOQLAR ASOSIDA PROGNOZLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Lobar Qurbonova Xo'jamurod qizi

Termiz davlat universiteti magistranti

Kompyuter va dasturiy injiniring kafedrası

ANNOTATSIYA

Ushbu tezisda iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda zamonaviy sun'iy intellekt va neyron tarmoq texnologiyalaridan foydalanish masalalari tadqiq etiladi. Iqtisodiy jarayonlarning vaqt davomida o'zgarishi, tashqi va ichki omillarning ta'siri hamda ma'lumotlar orasidagi murakkab bog'lanishlar an'anaviy statistik usullar yordamida yuqori aniqlikda prognozlashni murakkablashtiradi. Shu sababli iqtisodiy vaqt qatorlarini modellashtirishda chuqur o'rganishga asoslangan neyron tarmoqlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotda inflyatsiya darajasi, yalpi ichki mahsulot, valyuta kursi, eksport hajmi va ishsizlik darajasi kabi makroiqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash uchun LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmog'idan foydalanish yondashuvi ko'rib chiqilgan. Ma'lumotlarni tayyorlash, yetishmayotgan qiymatlarni tiklash, anomal qiymatlarni aniqlash, normallashtirish, vaqt qatorlarini o'quv va test to'plamlariga ajratish hamda LSTM modelini o'qitish bosqichlari yoritilgan. Taklif etilayotgan yondashuv iqtisodiy ko'rsatkichlarning kelajakdagi qiymatlarini aniqlash va qaror qabul qilish jarayonlarini axborot jihatdan qo'llab-quvvatlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, neyron tarmoq, LSTM, iqtisodiy prognozlash, vaqt qatori, inflyatsiya, makroiqtisodiy ko'rsatkich.

АННОТАЦИЯ

В тезисе рассматриваются вопросы применения современных технологий искусственного интеллекта и нейронных сетей для прогнозирования экономических показателей. Изменчивость экономических процессов во времени, влияние различных внутренних и



внешних факторов, а также наличие сложных взаимосвязей между данными затрудняют получение точных прогнозов с использованием традиционных статистических методов. В связи с этим применение нейронных сетей глубокого обучения для моделирования экономических временных рядов приобретает особую актуальность. В работе рассматривается подход на основе нейронной сети LSTM (Long Short-Term Memory) для прогнозирования таких макроэкономических показателей, как уровень инфляции, валовой внутренний продукт, валютный курс, объем экспорта и уровень безработицы. Освещены этапы подготовки данных, восстановления пропущенных значений, выявления аномальных значений, нормализации, разделения временных рядов на обучающую и тестовую выборки, а также обучения модели LSTM. Предлагаемый подход позволяет повысить эффективность прогнозирования экономических показателей и обеспечить информационную поддержку процессов принятия решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, LSTM, экономическое прогнозирование, временной ряд, инфляция, макроэкономические показатели.

ABSTRACT

This thesis examines the application of modern artificial intelligence and neural network technologies for forecasting economic indicators. The dynamic nature of economic processes, the influence of internal and external factors, and complex relationships between economic variables make accurate forecasting difficult using traditional statistical methods. Therefore, deep learning-based neural networks are increasingly important for modeling economic time series. The study considers an LSTM (Long Short-Term Memory) neural network approach for forecasting macroeconomic indicators such as inflation, gross domestic product, exchange rate, export volume, and unemployment rate. The main stages of data preparation, missing value recovery, anomaly detection,



normalization, division of time-series data into training and testing sets, and LSTM model training are discussed. The proposed approach can improve the efficiency of economic forecasting and provide information support for decision-making processes.

Keywords: artificial intelligence, neural network, LSTM, economic forecasting, time series, inflation, macroeconomic indicators.

KIRISH

Bugungi kunda iqtisodiy jarayonlarni aniq va tezkor prognozlash davlat boshqaruvi, moliyaviy rejalashtirish, tadbirkorlik faoliyati hamda iqtisodiy strategiyalarni ishlab chiqishning muhim tarkibiy qismiga aylanmoqda. Iqtisodiy ko'rsatkichlarning o'zgarishini oldindan baholash orqali mavjud resurslardan samarali foydalanish, ehtimoliy xavflarni aniqlash va tegishli boshqaruv qarorlarini ishlab chiqish imkoniyati yuzaga keladi.

An'anaviy prognozlash usullarida ko'pincha ma'lumotlarning chiziqli bog'lanishlari va oldindan belgilangan statistik farazlardan foydalaniladi. Biroq real iqtisodiy jarayonlarda ko'rsatkichlar o'rtasidagi munosabatlar murakkab, noxiziqli va vaqtga bog'liq bo'lishi mumkin. Ayniqsa, inflyatsiya, valyuta kursi, yalpi ichki mahsulot, eksport va ishsizlik kabi ko'rsatkichlar bir-biriga turli darajada ta'sir ko'rsatadi.

Mazkur holat iqtisodiy prognozlash jarayoniga sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish zaruratini yuzaga keltiradi. Neyron tarmoqlar katta hajmdagi ma'lumotlardan yashirin qonuniyatlarni aniqlash va murakkab bog'lanishlarni modellashtirish imkoniyatiga ega. Shu nuqtayi nazardan, iqtisodiy vaqt qatorlarini prognozlash uchun rekurrent neyron tarmoqlarning takomillashtirilgan turi hisoblangan LSTM modelidan foydalanish samarali yondashuvlardan biridir.

ASOSIY QISM

1. Iqtisodiy prognozlashda neyron tarmoqlardan foydalanish



Neyron tarmoqlar inson miyasidagi biologik neyronlarning ishlash tamoyillaridan ilhomlangan hisoblash modellaridir. Ular kiruvchi ma'lumotlar asosida murakkab funksional bog'lanishlarni o'rganish va yangi ma'lumotlar uchun natija shakllantirish imkonini beradi.

Iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash masalasida neyron tarmoqning asosiy vazifasi avvalgi davrlardagi ma'lumotlar asosida kelajakdagi qiymatlarni aniqlashdan iborat. Bunda modelga bir yoki bir nechta iqtisodiy ko'rsatkichlarning vaqt bo'yicha ketma-ketligi kiritiladi.

Tadqiqotda quyidagi asosiy ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin:

Belgilanishi	Iqtisodiy ko'rsatkich	O'lchov birligi
INF	Inflyatsiya darajasi	%
GDP	Yalpi ichki mahsulot	mlrd so'm
USD	AQSH dollari almashuv kursi	so'm
EXP	Eksport hajmi	mln dollar
UNE	Ishsizlik darajasi	%

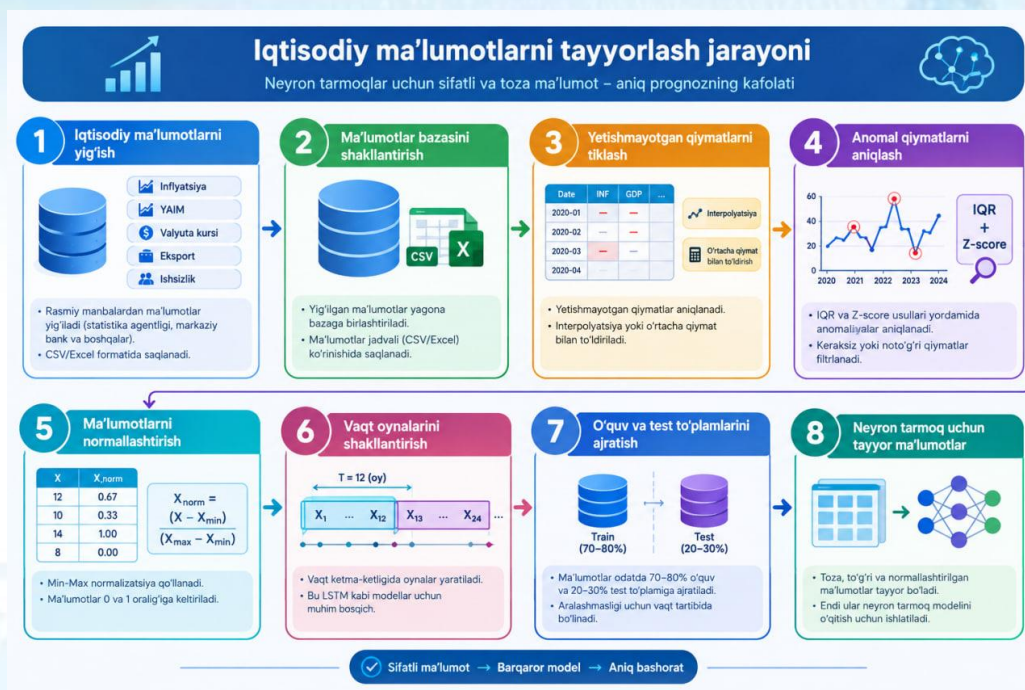
Mazkur ko'rsatkichlar iqtisodiy holatning turli jihatlarini ifodalab, ularning vaqt bo'yicha o'zgarishlari prognozlash modelining muhim axborot manbai sifatida qaraladi.

2. Ma'lumotlarni neyron tarmoq uchun tayyorlash

Neyron tarmoqning prognozlash sifati nafaqat tanlangan algoritmgga, balki dastlabki ma'lumotlarning sifatiga ham bevosita bog'liq. Shu sababli modelni o'qitishdan oldin ma'lumotlarni tayyorlash bosqichini to'g'ri tashkil etish talab etiladi.

Ma'lumotlarni tayyorlash jarayoni quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:





Yetishmayotgan qiymatlarni qayta tiklashda interpolatsiya yoki statistik usullardan foydalanish mumkin. Anomal qiymatlarni aniqlash uchun esa IQR (Interquartile Range) yoki Z-score kabi usullar qo'llaniladi.

Ma'lumotlar turli o'lchov birliklariga ega bo'lganligi sababli ularni yagona diapazonga keltirish muhim. Buning uchun Min-Max normallashtirish usulidan foydalanish mumkin:

3. LSTM neyron tarmog'ining iqtisodiy prognozlashdagi afzalliklari

Oddiy neyron tarmoqlarda vaqt bo'yicha ketma-ketliklarda mavjud uzoq muddatli bog'lanishlarni saqlab qolish muammosi mavjud. Rekurrent neyron tarmoqlarda ushbu muammoni kamaytirishga harakat qilingan bo'lsa-da, uzoq vaqt oralig'idagi bog'lanishlarni o'rganishda gradientning so'nishi kabi muammolar yuzaga kelishi mumkin.

LSTM — rekurrent neyron tarmoqlarning ushbu muammoni kamaytirishga mo'ljallangan arxitekturalaridan biridir. LSTM hujayrasida axborotni saqlash, yangilash yoki chiqarish jarayonlarini boshqaruvchi maxsus mexanizmlar mavjud.

LSTM modelining asosiy tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat:

- forget gate — keraksiz axborotni chiqarib tashlash;





- input gate — yangi axborotni xotiraga kiritish;
- cell state — muhim ma'lumotlarni vaqt davomida saqlash;
- output gate — joriy natijani shakllantirish.

LSTM modelining mazkur xususiyatlari iqtisodiy vaqt qatorlari bilan ishlashda muhim ahamiyatga ega. Chunki iqtisodiy ko'rsatkichlarning bugungi qiymati ko'pincha oldingi davrlardagi o'zgarishlar bilan bog'liq bo'ladi.

Masalan, inflyatsiyaning joriy qiymatini prognozlashda faqat oxirgi davr qiymatini emas, balki oldingi bir nechta davrlardagi inflyatsiya dinamikasi, valyuta kursi, YAIM, eksport va ishsizlik kabi omillarni ham hisobga olish mumkin.

4. LSTM modelini shakllantirish

Tadqiqotda LSTM modelining kirish qismiga ma'lum vaqt oralig'idagi iqtisodiy ko'rsatkichlar ketma-ketligi beriladi. Masalan, 12 oylik ma'lumotlar asosida keyingi davr qiymatini prognozlash mumkin.

LSTM qatlamlari vaqt bo'yicha ma'lumotlar orasidagi bog'lanishlarni o'rganadi. Dropout mexanizmi modelni o'qitishda ortiqcha moslashuv (overfitting) xavfini kamaytirishga yordam beradi. Yakuniy Dense qatlam esa prognoz qilinayotgan iqtisodiy ko'rsatkichning qiymatini shakllantiradi.

5. Prognozlash jarayonini takomillashtirish

Iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda yuqori natijaga erishish uchun faqat LSTM arxitekturasini tanlashning o'zi yetarli emas. Modelning giperparametrlarini ham to'g'ri tanlash talab etiladi.

Jumladan, quyidagi parametrlarni optimallashtirish mumkin:

- LSTM qatlamlaridagi neyronlar soni;
- vaqt oynasi uzunligi;
- batch size;
- learning rate;
- epochlar soni;
- dropout koeffitsiyenti;



- optimallashtirish algoritmi.

Shuningdek, o'quv ma'lumotlari va test ma'lumotlarini vaqt ketma-ketligini buzmagani holda ajratish muhimdir. Vaqt qatorlari bilan ishlashda kelajakdagi ma'lumotlarning o'quv jarayoniga tasodifan kirib qolishi model natijalarining sun'iy ravishda yuqori ko'rinishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni vaqt bo'yicha ajratish tamoyiliga amal qilish lozim.

TAKLIF ETILAYOTGAN YONDASHUVNING AMALIY AHAMIYATI

Tadqiqot natijasida iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash jarayonini avtomatlashtirishga yo'naltirilgan neyron tarmoq modeli shakllantiriladi. Mazkur yondashuvning asosiy afzalligi iqtisodiy ma'lumotlardan foydalanib, foydalanuvchiga kelajakdagi ko'rsatkichlar bo'yicha prognoz natijalarini taqdim etish imkoniyatidir.

LSTM modeli asosida ishlab chiqilgan prognozlash tizimida foydalanuvchi tegishli iqtisodiy ko'rsatkichni tanlashi, tarixiy ma'lumotlarni ko'rishi, prognoz natijasini grafik shaklda kuzatishi va natijalarni jadval ko'rinishida olishi mumkin.

Bundan tashqari, prognoz natijalarini tahlil qilish asosida foydalanuvchiga qisqa tavsiyalar beruvchi intellektual modulni joriy etish mumkin. Bunday yondashuv oddiy prognozlash modelidan farqli ravishda tizimni qarorlarni qo'llab-quvvatlash vositasiga aylantiradi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda neyron tarmoqlardan foydalanish zamonaviy sun'iy intellekt texnologiyalarining istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Iqtisodiy jarayonlarning murakkabligi, vaqt bo'yicha o'zgaruvchanligi va ko'rsatkichlar o'rtasidagi noxiziqli bog'lanishlar an'anaviy prognozlash usullariga qo'shimcha ravishda intellektual modellashtirish yondashuvlaridan foydalanishni talab etadi.

Tadqiqotda LSTM neyron tarmog'ining iqtisodiy vaqt qatorlarini prognozlashdagi imkoniyatlari ko'rib chiqildi. LSTM modelining uzoq muddatli





bog'lanishlarni saqlash va vaqt bo'yicha ketma-ket ma'lumotlarni qayta ishlash xususiyatlari uni iqtisodiy prognozlash masalalari uchun maqbul modellardan biriga aylantiradi.

Taklif etilayotgan yondashuvda ma'lumotlarni sifatli tayyorlash, anomal va yetishmayotgan qiymatlarni qayta ishlash, normallashtirish, vaqt oynalarini shakllantirish, LSTM modelini o'qitish va natijalarni MSE, MAE hamda RMSE mezonlari orqali baholash bosqichlari yagona jarayonga birlashtiriladi.

Mazkur yondashuv asosida iqtisodiy ko'rsatkichlarning kelajakdagi qiymatlarini prognozlash, natijalarni vizual ko'rinishda taqdim etish va foydalanuvchini qaror qabul qilish jarayonida axborot bilan ta'minlash imkonini beruvchi intellektual tizim yaratish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory // Neural Computation. — 1997. — Vol. 9, No. 8. — P. 1735–1780.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — Cambridge: MIT Press, 2016.
3. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. — 3rd ed. — O'Reilly Media, 2022.
4. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. — 3rd ed. — OTexts, 2021.
5. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. — New York: Springer, 2006.
6. Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. — 5th ed. — Wiley, 2015.
7. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — Cambridge: MIT Press, 2016. — 800 p.



8. Brownlee J. Deep Learning for Time Series Forecasting: Predict the Future with MLPs, CNNs and LSTMs. — Machine Learning Mastery, 2018.
9. Chollet F. Deep Learning with Python. — 2nd ed. — Manning Publications, 2021.
10. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. et al. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2017. — Vol. 30.