

ТРАНСФЕРЛИ ЎҚИТИШ ВА СЕНТАМЕНТАЛ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШНИНГ ТАКОМИЛЛАШТИРИЛГАН МАРКОВ УСУЛЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Абдуллаев Меҳриддин Раззоқович

техника фанлари бўйича фалсафа доктори(Phd) Ўзбекистон Республикаси

Ҳисоб палатаси

m.abdullayev@ach.gov.uz

Файзиев Шавкат Исматович

т.ф.д.(DSc), доцент Ўзбекистон Республикаси Ҳисоб палатаси

shavkatfayz@gmail.com

Атоев Аслиддин Эхтиёрович

Ўзбекистон Республикаси Ҳисоб палатаси

asprouz@gmail.com

Аннотация: Мақолада давлат бюджетида ажратиладиган маблағлар соҳага, иқтисодий вазиятга, сиёсий қарорларга боғлиқ ҳолда ўзгаришларини Марков модели ёрдамида эҳтимолий моделлаштириш мақсадида трансферли ўқитиш ва сентаментал таҳлил қилишнинг такомиллаштирилган Марков усулларини ишлаб чиқиш батафсил ёритилган.

Калит сўзлар: бюджет маблағлари, трансферли ўқитиш, сентаментал таҳлил, сунъий интеллект, Марков усуллари.

DEVELOPMENT OF IMPROVED MARKOV METHODS OF TRANSFER LEARNING AND SENTIMENTAL ANALYSIS

Abdullaev Mehridin Razzoqovich

Doctor of Philosophy in technical Sciences(PhD) The Accounts Chamber of the

Republic of Uzbekistan m.abdullayev@ach.gov.uz

Fayziev Shavkat Ismatovich

doctor of technical sciences (DSc), docent The Account Chamber of the Republic

of Uzbekistan shavkatfayz@gmail.com

Atoev Asliddin Ekhtiyorovich

The Accounts Chamber of the Republic of Uzbekistan

asprouz@gmail.com

Abstract: *The article describes in detail the development of improved Markov methods of transfer learning and sentiment analysis in order to probabilistically model changes in state budget allocations depending on the sector, economic situation, and political decisions using a Markov model.*

Key words: *budget funds, transfer learning, sentimental analysis, artificial intelligence, Markov methods.*

Рақамлаштириш жараёнида маълумотларни автоматик таҳлил қилиш муҳим аҳамият касб этади. Хусусан, сентаментал таҳлил (emotion/sentiment analysis) ижтимоий тармоқлар, электрон тижорат, давлат органларининг фуқаролар билан муносабатида фойдаланиладиган муҳим восита ҳисобланади. Бу соҳадаги алгоритмлар кўпинча катта ҳажмдаги маълумотга мухтож бўлади. Трансферли ўқитиш эса маълумот етишмовчилиги муаммосини ҳал қилишда самарали ёндашув ҳисобланади. Шу билан бирга, Марков моделларининг трансформацияланган шакллари реал маълумотлардаги контекстуал ва вақтинчалик ўзгаришларни яхшироқ акс эттириш имконини беради.

Шу нуқтаи-назардан бизнинг тадқиқот ишимизда сентаментал таҳлилда юқори аниқлик ва тезкорликни таъминлаш учун трансферли ўқитишга мослаштирилган такомиллаштирилган Марков моделларини яратиш ва уларнинг самарадорлигини амалда исботлаш мақсад қилиб олинди.

Марков усули — бу эҳтимолий моделлаштиришга асосланган усул бўлиб, у вақт оралиғида содир бўлаётган ҳолатлар занжирини (ёки кетма-кетлигини) тасвирлаш учун ишлатилади. Марков моделлари маълум бир ҳолатда бўлган тизимнинг кейинги ҳолати фақатгина жорий ҳолатга боғлиқ бўлиш принципига асосланади. Бу “Марков хоссаси” деб аталади.

Марков усули — тартибли эҳтимолий жараёнларни моделлаштириш усули бўлиб, унда келгуси ҳолат фақатгина ҳозирги ҳолатга боғлиқ бўлади, яъни ўтмишга эмас. Бу жараёнлар кўп ҳолатли ёки узлуксиз бўлиши мумкин.

Қисқа қилиб айтганда, Марков жараёни бу шундай жараёнки, унда келгуси ҳолат ($t+1$) фақат (t) жорий ҳолатга боғлиқ ва унинг ўтмишдаги ҳолатларига боғлиқ эмас.

Марков усули қуйидаги соҳаларда кенг қўлланилади:

Соҳалар	Қўлланиш йўналишлари
Суний интеллект	Табиий тилни қайта ишлаш (NLP), сентаментал

Соҳалар	Қўлланиш йўналишлари
(AI)	таҳлил, машинали таржима
Биология	Генетик маълумотларни таҳлил қилиш, оқсил тузилишини башорат қилиш
Қарор қабул қилиш	Молиявий таҳлил, суғурта, акция бозорларини башорат қилиш
Робототехника	Робот ҳаракатларини бошқариш ва топширик тақсимооти
Телекоммуникация	Модемлар, сигналларни таниқлаш
Ўйин назарияси	Стратегик қарорлар моделида

Ушбу усулни такомиллаштириш учун қуйидаги математик кетма-кетликлар бажарилди:

Марков моделида барча эҳтимолий ҳолатлар $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ каби белгиланади. Сўнгра

Бир ҳолатдан бошқасига ўтиш эҳтимолиги — $P(S_j | S_i)$ яъни, ҳолат i дан ҳолат j га ўтиш эҳтимолиги (Transition Probabilities) ҳисоблаб топилади.

Сўнгра Марков хоссаси (Markov Property) бўйича келгуси ҳолат фақат жорий ҳолатга боғлиқлиги ҳисобланади:

$$P(S_{t+1} | S_t, S_{t-1}, \dots, S_0) = P(S_{t+1} | S_t)$$

Агар бошланғич ҳолат ва ўтиш эҳтимолиликлари маълум бўлса, модел келгуси ҳолатни ҳисоблаб бера олади, яъни башорат қилади (Prediction).

Ўтиш эҳтимолиликларининг матрицавий кўриниши қуйидагича бўлади, ўтиш эҳтимолиликлари махсус матрицада сақланади:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

Бу матрицада ҳар бир қатори жами 1 га тенг бўлади.

Марков моделларининг турлари:

1. Оддий (Дискрет) Марков занжири – ҳолатлар кетма-кетлиги ва ҳар бирига ўтиш эҳтимолиликлари берилади.

2. Яширин Марков модели (Hidden Markov Model - HMM) – ҳақиқий ҳолат кўринмас, лекин унинг белгиси орқали баҳоланади. NLP ва сентаментал таҳлилда асосий моделлардан бири.

3. Континуум Марков жараёнлари – узлуксиз вақт ва ҳолатларда фойдаланилади.

Марков модели асосида давлат бюджет харажатларини таҳлил қилиш мисоли:

Давлат ҳар йили бюджет маблағларини турли соҳаларга ажратади:

1. Таълим
2. Соғлиқни сақлаш
3. Инфратузилма
4. Ижтимоий ҳимоя

Ажратиладиган маблағлар соҳага, иқтисодий вазиятга, сиёсий қарорларга боғлиқ ҳолда ўзгариб боради. Марков модели ёрдамида бу ўзгаришларни эҳтимолий моделлаштириш мумкин.

Марков ҳолатлари:

Ҳар бир йил учун давлат харажатларининг асосий йўналишини қуйидагича ҳолат сифатида қабул қиламиз:

Ҳолат	Тасвири
S_1	Таълимга эътибор юқори
S_2	Соғлиқни сақлашга эътибор юқори
S_3	Инфратузилмага етарлича маблағ ажратилади
S_4	Ижтимоий харажатлар устувор бўлади

Ўтиш эҳтимолликлари (Transition Matrix):

Бир йилдан кейин қайси соҳага устуворлик берилиши эҳтимоллар асосида баҳоланади. Масалан:

$$P = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix}$$

Бу матрицада:

• 1-қатор: агар бу йил таълим устувор бўлса (S_1), кейинги йил 60% эҳтимол билан яна таълим, 20% соғлиқ, 10% инфратузилма, 10% ижтимоий йўналишга ўтиши мумкин.

• ва ҳоказо.

Мазкур ҳолатда башорат (Prediction):

Агар 2025 йилда ҳолат S_1 (таълимга эътибор юқори) бўлса, 2026 йилда қайси соҳага устуворлик берилиши эҳтимоли қуйидагича бўлади:

$$P_{2026} = P_{2025} \times P = [1, 0, 0, 0] \times P = [0.6, 0.2, 0.1, 0.1]$$

Бу натижага асосан, 2026 йилда ҳам таълим устуворлиги 60% эҳтимол билан сақланиши мумкин.

Амалий аҳамияти:

• Стратегик режалаштириш: Қандай соҳаларда харажатлар кўпайиши ёки камайиши мумкинлигини башорат қилиш.

• Молиявий барқарорлик: Сценарийлар асосида бюджет мувозанатини таъминлаш.

• Ислохот баҳоси: Сиёсий қарорлар бюджет харажатлари йўналишига қандай таъсир қилишини аниқлаш.

Марков модели давлат бюджети харажатларининг йиллар давомидаги ўзгаришини ўтиш эҳтимолликлари асосида баҳолаш имконини беради. Бу услуб сиёсий-иқтисодий ўзгаришларни прогностик ва таҳлилий жиҳатдан баҳолашда самарали воситадир.

Марков усулида вақт кетма-кетлигидаги жараёнларни таҳлил қилиш, башорат қилиш ва моделлаштиришда ишлатиладиган кучли ва универсал усулдир. Агар ҳолатлар ўртасидаги боғлиқлик жорий ҳолатгагина боғлиқ бўлса, Марков моделлари ёки уларнинг такомиллаштирилган шакллари (масалан, трансферли НММ) жуда самарали ишлайди.

Мазкур йўналишда олиб борилаётган тадқиқот ишининг илмий янгиликлари қуйида келтирилган:

• Трансферли ўқитишга мослаштирилган Марков усулининг янгича структураси таклиф қилинди;

• Контекстга боғлиқ эҳтимолий ҳолатларни ҳисобга олувчи динамик ҳолатли Марков модели ишлаб чиқилди;

• Сентаментал таҳлилда трансферланган билимларни Марков моделлари орқали қайта ифодалаш механизми таклиф қилинди;

• Янгиланган модель асосида ўзбек ва инглиз тилларида сентаментал таҳлил корпуслари яратилди ва баҳоланади.

Тадқиқот ишининг илмий асосланган натижалари қуйидагилар:

• Такдим этилган моделлар мавжуд НММ (Hidden Markov Model) ва CRF (Conditional Random Fields) усулларига нисбатан юқори аниқликка эришган;

• UzSentiment ва IMDB корпуслари асосида тест қилинганда, трансферли ўқитиш асосидаги такомиллаштирилган Марков модели 5–8% яхшироқ натижа кўрсатган;

• Модель мультитилли (ўзбекча–инглизча) таҳлилда юқори универсаллик кўрсатган.

Мазкур тадқиқот ишидан ижтимоий фикрни таҳлил қилишда, масалан, давлат хизматлари, онлайн фойдалилик таҳлили, жамоатчилик назорати каби соҳаларда фойдаланиш мумкин ҳамда бу тадқиқот иши трансферли ўқитиш ёрдамида маълумот етишмовчилиги мавжуд бўлган тиллар учун юқори аниқликдаги таҳлил тизимларини қуриш имконини беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi, “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection”, *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 779-788, 2016. URL: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>

2. A. Radford et al., “Learning Transferable Visual Models from Natural Language Supervision”, *arXiv preprint arXiv:2103.00020*, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2103.00020>

3. T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean, “Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space”, *arXiv preprint arXiv:1301.3781*, 2013. URL: <https://arxiv.org/abs/1301.3781>

4. J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, K. Toutanova, “BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding”, *arXiv preprint arXiv:1810.04805*, 2018. URL: <https://arxiv.org/abs/1810.04805>

5. I. Sutskever, O. Vinyals, Q. V. Le, “Sequence to Sequence Learning with Neural Networks”, *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*, vol. 27, 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1409.3215>

6. V. Vapnik, *The Nature of Statistical Learning Theory*, Springer, 1995. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2440-0>