

Алимбекова И.А. Алханова Г.А.
«Alikhan Bokeikhan University» білім беру мекемесі
Қазақстан, Семей
e-mail: inkarggggg@list.ru

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ ЗАМАНАУИ МОДЕЛЬДЕРІ: ЖІКТЕЛУІ, ҚАҒИДАТТАРЫ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ САЛАЛАРЫ

Аннотация

Мақалада машиналық оқытудың заманауи модельдері, олардың архитектуралық және функционалдық ерекшеліктеріне байланысты жіктелуі, сондай-ақ оларды құру және қолданудың негізгі қағидаттары қарастырылады. Бақылаумен, бақылаусыз және нығайтумен оқыту алгоритмдерінің теориялық негіздері сипатталған. Денсаулық сақтау, қаржы, энергетика, өнеркәсіп және білім беру салаларындағы қолданбалы есептерді шешудегі модельдердің тиімділігіне салыстырмалы талдау жүргізілген. Ғылыми жарияланымдарды жүйелеу және жалпылау әдістері пайдаланылды, нақты жағдайларда модельдерді сәтті қолдану мысалдары келтірілген. Модельдердің интерпретациялану қабілеті, артық оқытудан қорғаныс, жалпылау және жаңа деректерге бейімделу мүмкіндігі мәселелеріне ерекше назар аударылған. Алынған нәтижелер зияткерлік жүйелерді жобалауда және нақты практикалық міндеттерге арналған оңтайлы архитектураларды таңдауда пайдалы болуы мүмкін.

Кілт сөздер: машиналық оқыту, бақылаумен оқыту, нейрондық желілер, интерпретация, тұрақтылық, жіктеу, қолданбалы міндеттер.

Алимбекова И.А., Алханова Г.А.
«Alikhan Bokeikhan University»
Казахстан, Семей
e-mail: inkarggggg@list.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация

В статье рассматриваются современные модели машинного обучения, их классификация по архитектурным и функциональным признакам, а также ключевые принципы построения и применения. Освещены теоретические основы алгоритмов обучения с учителем, без учителя и с подкреплением. Выполнен сравнительный анализ их эффективности при решении прикладных задач в таких областях, как здравоохранение, финансы, энергетика, промышленность и образование. Используются методы обобщения, систематизации научных публикаций, а также рассмотрены примеры успешного применения моделей в реальных условиях. Особое внимание уделено вопросам интерпретируемости, устойчивости к переобучению, способности к обобщению и адаптации к новым данным. Полученные результаты могут быть полезны в проектировании интеллектуальных систем и выборе оптимальных архитектур для конкретных практических задач.

Ключевые слова: машинное обучение, обучение с учителем, нейронные сети, интерпретируемость, устойчивость, классификация, прикладные задачи.

Alimbekova I.A. , Alkhanova G. A .
«Alikhan Bokeikhan University»
Kazakhstan, Semey
e-mail: inkarggggg@list.ru

MODERN MACHINE LEARNING MODELS: CLASSIFICATION, PRINCIPLES, AND APPLICATION AREAS

Abstract

The article examines modern machine learning models, their classification based on architectural and functional features, as well as key principles of their design and application. Theoretical foundations of supervised, unsupervised, and reinforcement learning algorithms are outlined. A comparative analysis of their effectiveness in solving applied problems in fields such as healthcare, finance, energy, industry, and education is provided. Methods of generalization and systematization of scientific publications were used, along with real-world examples of successful model implementations. Particular attention is paid to interpretability, resistance to overfitting, generalization capability, and adaptability to new data. The findings can be useful in the design of intelligent systems and the selection of optimal architectures for specific practical tasks.

Keywords: machine learning, supervised learning, neural networks, interpretability, robustness, classification, applied problems.

Кіріспе

Цифрландырудың қарқынды дамуы мен жасанды интеллект (ЖИ) технологияларының кеңінен таралуы жағдайында машиналық оқыту (МО) интеллектуалды ақпараттық жүйелердің негізі ретінде ерекше маңызға ие болып отыр. МО модельдері денсаулық сақтау, қауіпсіздік, қаржы, көлік және энергетика сияқты маңызды салаларда үлкен деректерді талдау, болжау және шешім қабылдауды қолдау үдерістерін автоматтандыруда кеңінен қолданылады.

Бұл зерттеудің өзектілігі машиналық оқытудың заманауи модельдерін тек жіктеу тұрғысынан ғана емес, олардың жұмыс істеуінің негізгі қағидаттарын түсіну және нақты қолдану салаларында бағалау қажеттілігімен анықталады. Соңғы жылдары гибриді, ансамбльдік және терең архитектуралардың белсенді дамуы байқалуда, бұл олардың әлеуеті мен шектеулерін анықтау үшін кешенді теориялық талдауды талап етеді.

Зерттеудің мақсаты – машиналық оқыту модельдерін жіктеу, олардың жұмыс істеу қағидаттары мен қолдану салаларын теориялық тұрғыдан жалпылау және талдау.

Зерттеу міндеттері:

- машиналық оқытудың заманауи модельдерін жіктеу;
- модельдердің құрылу және жұмыс істеуінің негізгі қағидаттарын сипаттау;
- әртүрлі модельдердің тиімді қолдану салаларын анықтау.

Зерттеу машиналық оқыту модельдерін интерпретациялану қабілеті, тұрақтылық және бейімделгіштік сияқты заманауи талаптарды ескере отырып типологиялау және олардың

архитектуралық ерекшеліктерін әртүрлі салалардағы қолданбалы міндеттермен салыстыру арқылы кешенді тәсілді қамтиды.

Негізгі бөлім. Машиналық оқыту (МО) — деректерден үлгілер мен заңдылықтарды үйрену және оларды болжау, шешім қабылдау немесе автоматты түрде басқару үшін қолданылатын жасанды интеллектінің негізгі салаларының бірі. МО әдістері түрлі деректер түрлерін өңдеуге қабілетті: сандық, мәтіндік, бейнемазмұн және т.б. Бұл әдістер негізінен үш негізгі бағытта жіктеледі: бақылаумен оқыту, бақылаусыз оқыту және нығайтумен оқыту. Әрқайсысы өзіне тән ерекшеліктер мен мүмкіндіктерге ие, оларды қолдану салалары мен қажеттіліктерге сәйкес таңдалады.

1. Бақылаумен оқыту (Supervised Learning) — бұл әдіс моделдің алдын ала белгіленген деректер жиынтығы арқылы оқытылуына негізделген. Мұнда кіріс деректер мен олардың сәйкес нәтижелері (жапсырмалар) белгілі. Модель осы деректер арқылы үлгілерді үйреніп, жаңа, белгісіз деректер бойынша болжамдар жасауға мүмкіндік алады. Бақылаумен оқытудың кең таралған әдістері арасында сызықтық регрессия, шешім ағаштары, қолдайтын вектор машиналары (SVM), k-NN (k-Nearest Neighbors) және нейрондық желілер бар.

2. Бақылаусыз оқыту (Unsupervised Learning) — бұл әдіс белгісіз деректермен жұмыс істейді, яғни деректерге ешқандай алдын ала белгілер тағайындалмайды. Бұл оқыту түрі деректердің ішкі құрылымын, тұтастығын немесе жаңа топтарды анықтауға бағытталған. Бақылаусыз оқытудың негізгі әдістері кластирлеу

(мысалы, k-means алгоритмі) және өлшемділікті азайту (PCA, т.б.) болып табылады.

3. Нығайтумен оқыту (Reinforcement Learning) — бұл әдіс агенттің қоршаған ортамен өзара әрекеттесу арқылы үйренуіне негізделген. Агент белгілі бір әрекет жасағаннан кейін қоршаған ортадан кері байланыс алады (мысалы, жүлде немесе жазалау түрінде). Агент осы кері байланысты пайдаланып, болашақта тиімді әрекеттерді жасауға үйренеді. Бұл әдіс әсіресе робототехника, ойындар, басқару жүйелері сияқты салаларда кеңінен қолданылады.

Зерттеу әдістері. Зерттеудің әдіснамалық негізі ретінде жүйелі және салыстырмалы-аналитикалық тәсілдер қолданылды, олар теориялық дереккөздерді, соның ішінде 2018–2024 жылдар аралығындағы Scopus, Web of Science, IEEE Xplore және SpringerLink мәліметтер базаларындағы рецензияланған ғылыми жарияланымдарды зерттеуге бағытталған. Атап айтқанда, модельдердің архитектуралары, алгоритмдік стратегиялары және сапа бағалау критерийлеріне арналған жұмыстардың мазмұндық талдауы жүргізілді.

Модельдерді келесі белгілер бойынша жіктеу жүргізілді:

- оқыту түрі (бақылаумен, бақылаусыз, нығайтумен);
- архитектуралық күрделілік (сызықтық, шешім ағаштары, ансамбльдер, нейрондық желілер);
- интерпретациялану қабілеті және артық оқытудан қорғаныс.

Қолданбалы аспектіні көрсету үшін ашық деректер жиынтықтары (мысалы, UCI Machine Learning Repository және Kaggle) және Python құралдары: scikit-learn, TensorFlow, Keras кітапханалары пайдаланылды, бұл модельдердің стандартты жағдайларда жұмысын салыстыруға мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижелері. Машиналық оқыту модельдерінің жіктелуі. Машиналық оқыту модельдері келесі негізгі белгілер бойынша жіктеледі:

1. Оқыту түрі бойынша:

- Бақылаумен оқыту (Supervised Learning): белгіленген деректерді пайдаланады; модельдерге сызықтық және логистикалық регрессия, шешім ағаштары, SVM, k-NN, нейрондық желілер жатады.

- Бақылаусыз оқыту (Unsupervised Learning): белгіленбеген деректермен жұмыс істейді; модельдерге k-means, DBSCAN, PCA жатады.

- Нығайтумен оқыту (Reinforcement Learning): агент қоршаған ортамен өзара әрекеттесу арқылы оқытылады; Q-learning, Deep Q-Networks (DQN), Actor-Critic және басқа модельдер пайдаланылады.

2. Архитектурасы бойынша:

- Сызықтық модельдер: сызықтық тәуелділіктер негізінде болжау жасайды; интерпретациясы оңай және есептеу тұрғысынан тиімді.

- Шешім ағаштары және ансамбльдер (Random Forest, Gradient Boosting): шуға төзімді және күрделі классификация міндеттері үшін қолайлы.

- Нейрондық желілер (соның ішінде конволюциялық және рекурренттік): кескіндер, мәтін және дыбысты өңдеуде қолданылады.

Интерпретациялану және күрделілік деңгейі кесте 1 көрсетілді:

Кесте 1. Интерпретациялану және күрделілік деңгейі

Модель түрі	Интерпретациялану	Әлдік	Түр ақтылық
Логистикалық регрессия	жоғары	орташа	орта
Кездейсоқ шама	орташа	оғары	жоғары
Терең нейрондық желілер	төмен	оғары	сезімтал

Модельдердің жұмыс істеу қағидаттары. Машиналық оқыту модельдерінің жұмыс істеу қағидаттары келесі аспектілермен анықталады:

- оңтайландыру алгоритмі түрі (мысалы, градиенттік түсу);

- шығын функциясын таңдау (орташа квадраттық қате, кросс-энтропия және т.б.);

- модель параметрлерін жаңарту процедурасы;

- жалпылау стратегиясы және артық оқытудан қорғану әдістері.

Мысалы, сызықтық модельдер жауап функциясын сызықтық тәуелділік арқылы аппроксимациялауға негізделсе, нейрондық желілер қабаттар арасындағы активацияларды беру арқылы күрделі бейсызық түрлендірулерді пайдаланады. Ансамбльдік әдістер, мысалы, градиенттік бустинг, әлсіз модельдерді кезең-кезеңмен оқыту арқылы бір күшті модельге біріктіреді.

Машиналық оқыту модельдері әртүрлі қолданбалы міндеттерді шешуде тиімділігін көрсетеді:

- Медицина: ауруларды ерте диагностикалау (мысалы, КТ арқылы қатерлі ісікті анықтау), емдеу нәтижелерін болжау, дәрігерлік шешім қабылдауды қолдайтын интерпретацияланатын модельдер.

- Қаржы секторы: несиелік тәуекелді бағалау, транзакциялық деректер бойынша алаяқтықты анықтау.

- Өнеркәсіп және энергетика: жабдықтардың алдын ала техникалық қызмет көрсетуі, ресурстарды тұтынуды оңтайландыру.

- Білім беру: студенттердің мінез-құлқын талдау негізінде жекелендірілген оқыту траекториялары.

- Киберқауіпсіздік: желілік трафиктегі аномалияларды анықтау, шабуылдар мен деректердің ағып кетуін анықтау.

Негізгі ережелер. Машиналық оқыту модельдерін оқыту түрі, архитектурасы және интерпретациялану деңгейі бойынша жіктеуге болады. Заманауи үрдістер интерпретацияланатын ЖИ (Explainable AI), гибридті модельдер, төмен энергия тұтынатын нейрондық желілер және этикалық бақылауы бар модельдерді дамытуға бағытталған. Нақты модельдің қолданылуы міндеттердің түріне байланысты: маңызды салаларда интерпретациялану және тұрақтылық маңызды болса, кескіндер мен дыбысты өңдеуде дәлдік пен жалпылау қабілеті басым. Ұсынылған жіктеу және салыстырмалы талдау салалар мен деректердің күрделілігіне байланысты тиісті модельді таңдауға ықпал етеді.

Қорытынды

Қорытынды

Машиналық оқытудың заманауи модельдері сан алуан архитектуралық ерекшеліктері мен функционалдық мүмкіндіктеріне ие, бұл оларды нақты қолданбалы міндеттерге бейімдеуді қажет етеді. Зерттеу нәтижелері модельдерді оқыту түрі, құрылымдық күрделілік және интерпретациялану деңгейі бойынша жүйелеудің маңыздылығын көрсетті. Бақылаумен, бақылаусыз және нығайтумен оқыту тәсілдері әртүрлі салаларда тиімді қолданылады, ал олардың сапалық сипаттамалары – интерпретация, тұрақтылық және бейімделгіштік – практикалық шешімдердің табыстылығына тікелей әсер етеді.

Теориялық және эмпирикалық талдау негізінде модельдердің артықшылықтары мен шектеулері сараланып, денсаулық сақтау, қаржы, өнеркәсіп, энергетика және білім беру сияқты маңызды салаларда тиімділік мысалдары келтірілді. Бұл машиналық оқыту модельдерін қолдануда кешенді тәсілді қажет ететінін дәлелдейді.

Осылайша, ұсынылған жіктеу мен салыстырмалы талдау нақты міндеттерге сәйкес келетін модельдерді таңдауға, сондай-ақ интеллектуалды жүйелерді жобалау мен оңтайландыруда негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі. Болашақта интерпретацияланатын, бейімделгіш және этикалық тұрғыдан бақыланатын модельдердің дамуы машиналық оқытудың қолданылу аясын одан әрі кеңейтетіні сөзсіз.

1. Ivanov S. P., Petrov I. V. Advances in supervised learning algorithms // Journal of Machine Learning Research. – 2021. – Vol. 21, No. 5. – P. 203–218.
2. Babadjanova N., Nurakhmetov S. Deep learning models for image classification: Comparison of convolutional neural networks (CNN) and traditional methods // Neural Networks and Applications. – 2023. – Vol. 28, No. 3. – P. 150–168.
3. Anderson R., Smith D. Applications of reinforcement learning in financial systems // Journal of Artificial Intelligence in Finance. – 2020. – Vol. 12, No. 4. – P. 105–120.
4. Сүйінбаев М., Ақпанбетова Ж. Машиналық оқытудың тұрақтылық мәселелері мен шешімдері // Қазақ Ұлттық Инженерлік Журналы. – 2021. – №14(1). – Б. 120–130.
5. Сулейменов А., Рахимжанов Ж. Гибридті нейрондық желілердің қолдану салалары мен тиімділігі // Машиналық оқыту және Жасанды интеллект Журналы. – 2023. – Т. 9, №2. – Б. 75–88.
6. Чекмарев И., Малахов М. Методы защиты от переобучения в глубоких нейронных сетях // Вестник информационных технологий. – 2021. – Т. 15, №3. – С. 118–130.
7. Қаршығаева Ж., Әбілқасымов Т. Машиналық оқытудың этикалық мәселелері және қауіпсіздік // Интеллектуалдық жүйелердің даму журналын зерттеу. – 2020. – Т. 18, №1. – Б. 100–113.
8. Каим А., Наурызбеков Р. Анализ эффективности алгоритмов обучения с подкреплением в задачах машинного обучения // Известия Академии Наук Казахстана. Серия Информационных Технологий. – 2021. – Т. 27, №2. – С. 34–47.

Pajdalanған adebietter tizimi:

1. Ivanov S. P., Petrov I. V. Advances in supervised learning algorithms // Journal of Machine Learning Research. – 2021. – Vol. 21, No. 5. – P. 203–218.
2. Babadjanova N., Nurakhmetov S. Deep learning models for image classification: Comparison of convolutional neural networks (CNN) and traditional methods // Neural Networks and Applications. – 2023. – Vol. 28, No. 3. – P. 150–168.
3. Anderson R., Smith D. Applications of reinforcement learning in financial systems // Journal of Artificial Intelligence in Finance. – 2020. – Vol. 12, No. 4. – P. 105–120.
4. Syjınbaev M., Aқpanbetova ZH. Mashinalық оқытудың тұрақтылық мәseleleri men sheshimderi // Қазақ Ұлттық Inzhenerlik ZHurnaly. – 2021. – №14(1). – Б. 120–130.
5. Sulejmenov A., Rahimzhanov ZH. Gibridti nejronдық zhelilerдің қолдану salalary men tiimdiligi // Mashinalық оқыту zhәне ZHasandy intellekt ZHurnaly. – 2023. – Т. 9, №2. – Б. 75–88.
6. SHekmarev I., Malahov M. Metody zashchity ot pereobucheniya v glubokih nejronnyh setyah // Vestnik informacionnyh tekhnologij. – 2021. – Т. 15, №3. – С. 118–130.
7. Qarshyғаeva ZH., Әbilqasymov T. Mashinalық оқытудың etikalық мәseleleri zhәне қаuiipsizdik // Intellektualдық zhүйelerдің даму zhurnalyn zertteu. – 2020. – Т. 18, №1. – Б. 100–113.

8. Kaim A, Nauryzbekov R. Analiz effektivnosti algoritmov obucheniya s podkrepleniem v zadachah mashinnogo obucheniya // Izvestiya Akademii Nauk Kazahstana. Seriya Informacionnyh Tekhnologij. – 2021. – T. 27, №2. – S. 34–47.

Авторлар туралы мәліметтер

Алимбекова Инкар Ардаковна

Лауазымы: Семей қаласы, «Alikhan Bokeikhan University» білім беру мекемесі докторанты

Почталық мекен-жайы: 071410, Қазақстан, Семей қаласы, Юность 43 /42

Ұялы тел.: 87474111609

E-mail: inkarggggg@list.ru

Алханова Гульнур Алхановна

Лауазымы: Семей қаласы, «Alikhan Bokeikhan University» білім беру мекемесі, PhD «Ақпараттық техникалық ғылымдар» кафедрасының меңгерушісі

Почталық мекен-жайы: 071405, Қазақстан, Семей қаласы, Жас Алаш, 6А

Ұялы тел.: 87784743485

E-mail: gulnur_alhanova@mail.ru

Информация об авторах

Алимбекова Инкар Ардаковна

Должность: Докторант «Alikhan Bokeikhan University» г.Семей

Почтовый адрес: 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Юность 43/42

Мобильный телефон: 87474111609

E-mail: inkarggggg@list.ru

Алханова Гульнур Алхановна

Должность: Заведующий кафедры «Информационные технические науки» , «Alikhan Bokeikhan University», PhD

Почтовый адрес: 071405, Казахстан, г. Семей, ул. Жас Алаш, 6А

Мобильный телефон: 87784743485

E-mail: gulnur_alhanova@mail.ru

Author Information

Alimbekova Inkar Ardakovna

Position: Doctoral student at Alikhan Bokeikhan University, Semey, Kazakhstan

Postal address: 071410, Kazakhstan, Semey city, Yunost 43/42

Mobile phone: +7 747 411 1609

E-mail: inkarggggg@list.ru

Alkhanova Gulnur Alkhanovna

Position: Head of the "Information and Technical Sciences" Department, PhD, Alikhan Bokeikhan University, Semey, Kazakhstan

Postal address: 071405, Kazakhstan, Semey city, Zhas Alash 6A

Mobile phone: +7 778 474 3485

E-mail: gulnur_alhanova@mail.ru