

С.Б. Атажонова*

Педагогика ғылымдары бойынша PhD, "Ақпараттық технологиялар" кафедрасының доценті, Андижан мемлекеттік техникалық институты, Андижан, Өзбекстан

*Корреспондент авторы: saida_atajonova@astiedu.uz

КАДРЛАРДЫ ІРІКТЕУДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТИІМДІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ӘДІСТЕР

Түйін

Бұл зерттеуде кадрларды іріктеу процесінде қолданылатын интеллектуалды әдістер қарастырылды. HR analytics үшін кадрлардың жұмысы тиімділігін бақылап, әрбір кадр үшін қолайлы жұмыс ортасын оның қабілеттеріне байланысты қалыптастыру және қажетті шаралар қолдануда дұрыс шешім қабылдау болып табылады. Нақтырақ айтқанда, кадрлармен жұмыс барысында машиналық оқытудағы Random Forest моделі мен ережелерге негізделген эксперттік жүйе арасындағы тиімділік салыстырылды. Зерттеуде лауазым деңгейі, Hard skills, Soft skills және психометриялық көрсеткіштер сияқты төрт негізгі параметр негізінде қызметкердің жұмыс тиімділігі болжанды. Деректер жиыны негізінде Random Forest моделі оқытылып, ал эксперттік жүйе ережелік алгоритмге сүйене отырып құрастырылды. Екі әдісті салыстыру Google Colab ортасында, python тілі негізінде жасалды. Нәтижесінде, машиналық оқыту әдісі жоғары дәлдік көрсетті, ал эксперттік жүйе түсіндірілетіндігімен ерекшеленді.

Кілттік сөздер: кадрларды іріктеу, интеллектуалды жүйелер, Random Forest, эксперттік жүйе, машиналық оқыту, HR analytics, психометрия.

Кіріспе. Заманауи еңбек нарығында кадрларды тиімді іріктеу ұйымның стратегиялық артықшылықтарының бірі болып табылады. Әсіресе IT, қаржы, өнеркәсіп сияқты жоғары динамикалы салаларда қызметкерлердің кәсіби және тұлғалық қасиеттерін объективті бағалау міндеті барған сайын күрделене түсуде. Осыған байланысты HR-аналитика және интеллектуалды ақпараттық жүйелер кеңінен қолданыла бастады.

Дәстүрлі сараптамалық бағалау көбіне субъективті сипатқа ие болса, машиналық оқыту алгоритмдері үлкен көлемдегі деректерді статистикалық өңдеу арқылы кадр тиімділігін дәл болжауға мүмкіндік береді. Дегенмен, компаниялар үшін тек анық нәтиже алу ғана емес, сонымен бірге шешімнің түсіндірілетіндігі де маңызды. Сондықтан бұл жұмыста екі түрлі интеллектуалды тәсіл – Random Forest (машиналық оқыту) және rule-based эксперттік жүйе салыстырылып зерттелді[1].

Материалдар мен әдістер

Теориялық талдау. Қазіргі еңбек нарығында кадрларды іріктеу процесі барған сайын күрделеніп келеді, себебі ұйымдар бәсекеге қабілеттілікті арттыру үшін тек кәсіби құзыреттері жоғары емес, сонымен қатар ұйым мәдениетіне сәйкес келетін қызметкерлерді таңдауға мүдделі. Осыған байланысты интеллектуалды әдістерге негізделген автоматтандырылған шешім қабылдау жүйелері HR-аналитика саласының маңызды құрамдасына айналды. Талдауға алынған мақалада екі түрлі интеллектуалды тәсіл – Random Forest машиналық оқыту моделі мен ережелерге негізделген эксперттік жүйе – кадрларды іріктеуде қолданылу контекстінде салыстырылып зерттелген. Бұл әдістердің қолданылуы кадрларды бағалаудың объективтілігін, болжам сапасын және шешім қабылдау тиімділігін арттыруға бағытталған.

Random Forest моделі теориялық тұрғыдан ансамбльдік оқытуға негізделген, яғни көптеген тәуелсіз шешім ағаштарының нәтижелерін біріктіру арқылы жалпы болжам жасайды. Ансамбльдік тәсіл деректердің әртүрлілігі мен белгісіздігін тиімді өңдеуге мүмкіндік береді, сондықтан модельдің жалпылау қабілеті жоғары болады. Кадрларды іріктеу процесінде бұл

әдіс лауазым деңгейі, Hard skills, Soft skills, психометриялық көрсеткіштер сияқты күрделі көпфакторлы параметрлер арасындағы жасырын тәуелділіктерді анықтауда ерекше тиімді. Теориялық тұрғыда Random Forest артықшылығы – модельдің статистикалық тұрақтылығы, қателікке төзімділігі, сызықтық емес байланыстарды анықтау қабілеті және ірі деректер жиынын өңдеуде жоғары өнімділігі. Сонымен қатар, бұл әдіс overfitting мәселесін шешуде тиімді, себебі әрбір шешім ағашы деректердің кездейсоқ таңдалған бөлігінде оқытылады.

Эксперттік жүйе – жасанды интеллекттің классикалық бағыты, оның негізінде домендік білім, яғни мамандардың тәжірибесіне сүйенген нақты ережелер жиынтығы жатыр. Мұндай жүйе "Егер–онда" принципімен жұмыс істейді және білім базасы мен логикалық қорытындылау механизмін қолданады. Кадрларды іріктеу саласында эксперттік жүйе дәстүрлі түрде кандидаттың сапаларын бағалау үшін HR-мамандардың практикалық білімін формализациялау арқылы қолданылады. Теориялық тұрғыдан бұл әдістің басты артықшылығы – шешімдердің толық түсіндірілетіндігі және логикалық ашықтығы. Яғни пайдаланушы жүйенің нақты қандай ережеге сүйеніп қорытынды шығарғанын бақылап, шешімнің дұрыстығын бағалай алады. Сонымен қатар, эксперттік жүйе тұрақты және болжамды ортада жоғары нәтижелер көрсетеді, себебі ол айқын анықталған ережелер бойынша жұмыс істейді[2].

Екі әдіс те теориялық жағынан бір-бірін толықтыратын сипатқа ие. Random Forest моделі деректердегі күрделі байланыстарды автоматты түрде үйренеді, сондықтан динамикалық ортада, үлкен деректермен жұмыс істегенде және айнымалылар арасындағы көпөлшемді өзара әрекеттесу маңызды болғанда тиімді. Ал эксперттік жүйе құрылымдалған ережелерге негізделетіндіктен, HR мамандары үшін шешім қабылдау процесінің ашықтығын қамтамасыз етеді және домендік білімді жүйелі қолдануға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе талаптары нақты анықталған лауазымдарға кандидаттарды бағалауда пайдалы[3].

Теориялық талдау тұрғысынан қарастырғанда, Random Forest пен эксперттік жүйенің тиімділігін салыстыру келесідей қорытындыларға алып келеді. Біріншіден, Random Forest ықтималдық сипатты, статистикалық дәлдігі жоғары тәсіл ретінде күрделі тапсырмаларда басымдыққа ие. Бұл модель психометриялық көрсеткіштер мен soft skills секілді субъективті факторларды сандық түрде бағалауға мүмкіндік береді. Екіншіден, эксперттік жүйе HR процесінде маңызды саналатын түсіндірілетіндікті қамтамасыз етеді, бұл әділеттілік пен ашықтық талаптары бар ұйымдар үшін ерекше маңызды. Үшіншіден, екі әдісті біріктіріп қолдану теориялық тұрғыдан тиімді гибридік жүйе құруға мүмкіндік береді: Random Forest деректерді талдап, ықтималдық бағасын береді, ал эксперттік жүйе сол болжамдарды валидациялаушы логикалық сүзгі ретінде қызмет атқарады[4].

Осылайша, кадрларды іріктеуде интеллектуалды әдістерді қолдану HR-аналитика саласының даму логикасына толық сәйкес келеді және ұйымдардың стратегиялық шешім қабылдау қабілетін арттыра түседі. Random Forest пен эксперттік жүйені салыстыру олардың әрқайсысы нақты міндеттерге байланысты тиімді болатынын көрсетеді, ал бірге қолданылған жағдайда кадрларды объективті, дәл және түсінікті бағалау мүмкіндігі арта түседі.

Тәжірибелік бөлім. Зерттеу үшін келесі параметрлерді қолдана отырып салыстыру жүргіземіз. Кандидат жөніндегі келесі сипаттамалар: Лауазым деңгейі (Junior, Middle, Senior), hard skills (техникалық қабілеттер), soft skills (тұлғалық және коммуникациялық қабілеттер), психометриялық көрсеткіштер, жұмыс тиімділігі (0–100 аралығы). Бұл төрт көрсеткіш негізінде қызметкердің тиімділігін бағалау міндеті қойылды. Машиналық оқытуда ақпаратпен жұмыс істеу үшін жазба түріндегі мәліметтер нормализацияланған болатын. Машиналық оқытуда жазба түрінде ақпаратты алгоритмдер өңдей алмайды, сондықтан лауазым нормаланған соң Junior, Middle, Senior мәндері санмен сипатталады.

Random Forest моделін қолдану. Машиналық оқытуда Random Forest регрессия моделі қолданылды. Алгоритмді таңдаудың негізгі себебі көптеген белгілермен жақсы жұмыс істейді,

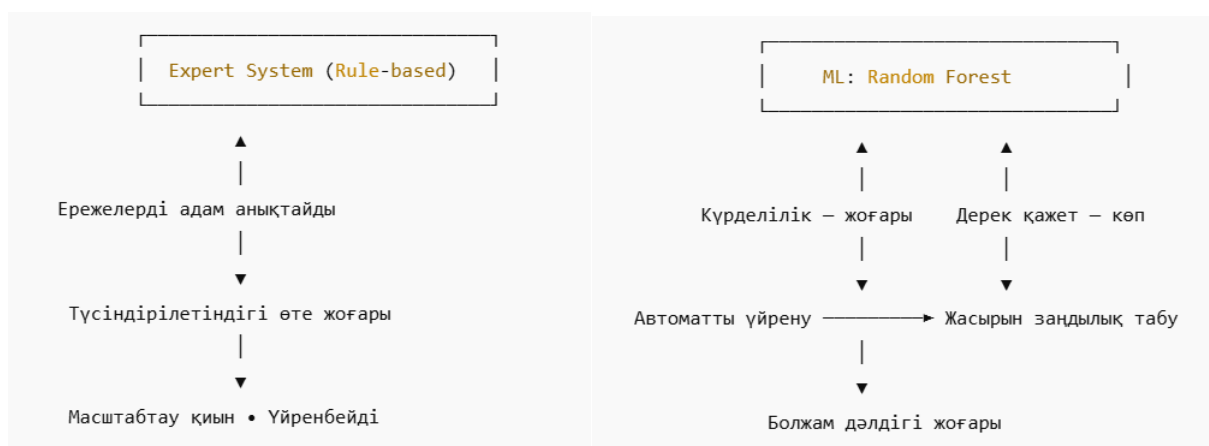
шамадан тыс үйренуге төзімді және нәтижені интерпретациялауға мүмкіндік беретін feature importance көрсеткіші бар[5].

Деректерді алдын ала өңдеу. Сандық белгілерді Standard Scaler арқылы нормализациялау жүргізілді. Train/Test бөлу процесі (80/20) пропорциясында жасалды. Random Forest Regression моделін оқытып, алынған модельден келесі қателік көрсеткіштерін анықтадық:

Эксперттік жүйе – Rule-Based әдісі. Эксперттік жүйе кадрлар саласындағы классикалық ережелерге сүйенді. Мысалы: Егер Hard skills ≥ 85 және Soft skills ≥ 80 онда тиімділік жоғары. Егер психометрия төмен (≤ 50) болса онда тиімділігі орташа немесе төмен. Junior деңгейінде Hard skills ≥ 70 болса онда өсу әлеуеті жоғары.

Эксперттік жүйе бірнеше артықшылыққа ие - шешім қабылдау логикасы толық ашық, HR-мамандар жүйеге оңай түзету енгізе алады және жаңа жағдайларға түсіндірілетін нәтиже береді. Дегенмен, эксперттік жүйе күрделі үлгілерді жақсы жалпылай алмайды[6].

Жалпы, машиналық оқыту күрделі үлгілерді жақсы таниды, ал эксперттік жүйе шешімді түсіндіру қажет болғанда қолданылады[7]. Төмендегі 1 – суретте осы екі әдістің структуралық айырмашылығын көре аламыз.



Сурет 1. Rule-Based әдісі мен Random Forest әдісінің структуралары

Нәтижелер мен талқылау. Random Forest моделінде $MAE \approx 3,8$, $R^2 \approx 0,92$. Бұл модельдің тиімділікті өте дәл болжай алатынын көрсетті. Ал эксперттік жүйе $MAE \approx 4,1$, $R^2 \approx 0,89$.

Зерттеу нәтижелері екі көзқарастың да артықшылықтары бар екенін көрсетті:

Random Forest нәтижелері жоғары дәлдік көрсетті. Төрт параметрдің арасындағы күрделі өзара байланысты анықтады. Тиімділік деңгейін нақты болжау мүмкіндігі жоғары.

Эксперттік жүйе нәтижелері шешім қабылдау логикасы анық әрі айқын. Ережелер HR мамандарының тәжірибесіне негізделген. Күрделі емес жағдайларда нәтижелер тұрақты.

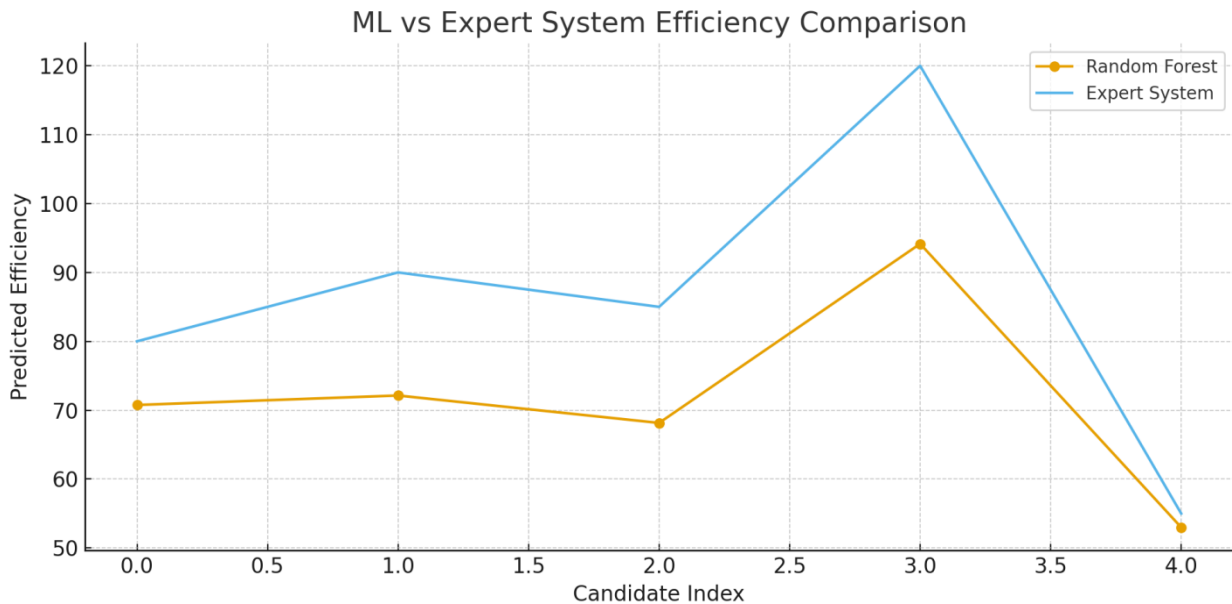
Жалпы эксперттік жүйенің (Rule-Based) машиналық оқытудан (Random Forest) ерекшеліктері мен ұқсастықтары төмендегі 1 – кестеде салыстырып жаздық.

Кесте 1. Машиналық оқыту мен эксперттік жүйені салыстыру

Критерий	Random Forest	Эксперттік жүйе
Нақты деректермен жұмыс	Жоғары дәлдік	Орташа
Жалпылау қабілеті	Күшті	Әлсіз
Түсіндірілетіндігі	Орташа	Өте жоғары
Икемділік	Дерек өскен сайын жақсарды	Ережелерді қолмен жаңарту қажет
HR-маманға түсініктілігі	Орташа	Өте жақсы

Қолдану саласы	Үлкен компаниялар, big data	Шағын ұйымдар, сарапшылар бар салалар
----------------	-----------------------------	---------------------------------------

Осы екі әдістің әртүрлі индекс мәнінде жұмыс тиімділігін төмендегі 2 – суреттегі графикте көре аламыз. Бұл суреттен екі әдіс бірдей нәтиже бермесе де, ұқсас тенденцияға бағынатынын көре аламыз.



Сурет 2. Машиналық оқыту мен эксперттік жүйенің индексмен тәуелді жұмыс тиімділік графигі.

Екі әдісті де пайыздық коэффициентпен сипаттайтын болсақ, өте ұқсас мән аламыз.

Машиналық оқыту моделі күрделірек жағдайларда тиімді. Эксперттік жүйе түсіндіру және айқын логика қажет болғанда маңызды. Екі әдісті гибриді модель ретінде біріктіру HR саласында өте пайдалы болуы мүмкін: ML негізгі шешімді болжап береді ал Expert System оны тексереді және түсіндіреді.

Қорытынды. Бұл зерттеуде кадрларды іріктеудегі интеллектуалды әдістер – Random Forest және эксперттік жүйе салыстырылды. Машиналық оқыту нақты болжамдар жасауда айтарлықтай жоғары тиімділік көрсетті, ал эксперттік жүйе шешімнің түсіндірілетіндігі және HR мамандарға ыңғайлылығымен ерекшеленді.

Зерттеу көрсеткендей деректер көлемі үлкен және әртүрлі болған жағдайда Random Forest анағұрлым тиімді. Түсіндіру, ашық логика және домендік білім қажет болғанда эксперттік жүйе басым және екі әдісті біріктіру кадрларды іріктеудің интеллектуалды экожүйесін құруға мүмкіндік береді.

Егер кішігірім кәсіпорын үшін интеллектуалды әдіс қажет болса эксперттік жүйені, үлкен және көп кәсіптік кәсіпорын болса машиналық оқытуды кадрларды іріктеуде ұсына аламыз.

Әдебиеттер тізімі

1. M. Bohlouli, N. Mittas, G. Kakarontzas, T. Theodosiou, L. Angelis, M. Fathi «Competence Assessment as an Expert System for Human Resource Management: A Mathematical Approach». *Applied Soft Computing*, 2017, Vol. 50, P. 125–138.
2. Rizal, R., Alifnawati, A., Nurhayati, O. D. “Implementation of Scott-Knott Algorithm in Rule-Base Expert System for Competency Assessment of Human Resources” // *International Journal of Computer Applications*. 2018. T. 181, № 5. P. 21–28.

3. Dong, F. “Random Forest Algorithm for HR Data Classification and Performance Analysis in Cloud Environments” // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 2024. Т. 15, № 11. P. 501–508.
4. Mentch L., Zhou S. «Randomization as Regularization: A Degrees of Freedom Explanation for Random Forest Success» // *Journal of Machine Learning Research*. – 2020. – Vol. 21. – P. 1–36.
5. Rui Qiu, Shuntuo Xu, Zhou Yu, Neural networks meet random forests, *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, Volume 86, Issue 5, November 2024, P 1435–1454, <https://doi.org/10.1093/jrssb/qkae038>
6. Putri E., Saptari A. Y., Sudarman. Performance analysis of Random Forest algorithm in automatic building segmentation with limited data // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. – 2024. – Vol. 13, No. 7, Article 235. <https://doi.org/10.3390/ijgi13070235>
7. Krishna, S., Sidharth, S. “HR Analytics: Employee Attrition Analysis using Random Forest” // *International Journal of Productivity and Efficiency Engineering (IJPE)*. 2022. Т. 22, № 04, P. 275–281.

References

1. M. Bohlouli, N. Mittas, G. Kakarontzas, T. Theodosiou, L. Angelis, M. Fathi «Competence Assessment as an Expert System for Human Resource Management: A Mathematical Approach». *Applied Soft Computing*, 2017, Vol. 50, P. 125–138.
2. Rizal, R., Alifnawati, A., Nurhayati, O. D. “Implementation of Scott-Knott Algorithm in Rule-Base Expert System for Competency Assessment of Human Resources” // *International Journal of Computer Applications*. 2018. Т. 181, № 5. P. 21–28.
3. Dong, F. “Random Forest Algorithm for HR Data Classification and Performance Analysis in Cloud Environments” // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 2024. Т. 15, № 11. P. 501–508.
4. Mentch L., Zhou S. «Randomization as Regularization: A Degrees of Freedom Explanation for Random Forest Success» // *Journal of Machine Learning Research*. – 2020. – Vol. 21. – P. 1–36.
5. Rui Qiu, Shuntuo Xu, Zhou Yu, Neural networks meet random forests, *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, Volume 86, Issue 5, November 2024, P 1435–1454, <https://doi.org/10.1093/jrssb/qkae038>
6. Putri E., Saptari A. Y., Sudarman. Performance analysis of Random Forest algorithm in automatic building segmentation with limited data // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. – 2024. – Vol. 13, No. 7, Article 235. <https://doi.org/10.3390/ijgi13070235>
7. Krishna, S., Sidharth, S. “HR Analytics: Employee Attrition Analysis using Random Forest” // *International Journal of Productivity and Efficiency Engineering (IJPE)*. 2022. Т. 22, № 04, P. 275–281.

С.Б. Атажонова*

PhD по педагогическим наукам, доцент кафедры «Информационные технологии», Андижанский государственный технический институт, Андижан, Узбекистан

*Автор для корреспонденции: saida_atajonova@astiedu.uz

ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПОДБОРЕ ПЕРСОНАЛА

Аннотация

В этом исследовании рассматривались интеллектуальные методы, используемые в процессе отбора персонала. Для HR analytics важно контролировать эффективность работы персонала, формировать благоприятную рабочую среду для каждого кадра в зависимости от его способностей и принимать правильные решения в принятии необходимых мер. В частности, в ходе работы с

персоналом сравнивалась эффективность модели Random Forest в машинном обучении и экспертной системы, основанной на правилах. В исследовании прогнозировалась эффективность работы сотрудника на основе четырех основных параметров, таких как уровень должности, Hard skills, Soft skills и психометрические показатели. На основе набора данных была обучена модель Random Forest, а экспертная система построена на основе алгоритма правил. Сравнение двух методов было сделано в среде Google Colab на основе языка python. В результате метод машинного обучения показал высокую точность, а экспертная система отличалась интерпретируемостью.

Ключевые слова: подбор персонала, интеллектуальные системы, Random Forest, экспертная система, машинное обучение, HR analytics, психометрия.

S.B. Atazonova*

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technology, Andijan State Technical Institute, Andijan, Uzbekistan

* **Corresponding Author's email:** saida_atazonova@astiedu.uz

EFFECTIVE INTELLECTUAL METHODS USED IN PERSONNEL SELECTION

Abstract

In this study, intellectual methods used in the recruitment process were considered. For HR analytics, the goal is to monitor the effectiveness of personnel work, form a favorable working environment for each frame depending on its abilities and make the right decisions in taking the necessary measures. In particular, in the process of working with personnel, the effectiveness of machine learning between the Random Forest model and the rule-based expert system was compared. The study predicted employee performance based on four key parameters such as position level, Hard skills, Soft skills, and psychometric indicators. Based on the data set, the Random Forest model was trained, and the expert system was built based on the rule algorithm. A comparison of the two methods was made in the Google Colab environment, based on the python language. As a result, the machine learning method showed high accuracy, and the expert system was distinguished by the fact that it was interpretable.

Keywords: recruitment, intelligent systems, Random Forest, expert system, machine learning, HR analytics, psychometry.