

различные ошибки, недостатки, превышения. в них использование систем обработки, рациональное использование ресурсов, расходов — лучший способ добиться сокращения. Исследования систематического анализа показали возможность разработки многовариантных инструментов вместо имеющихся в настоящее время моноинструментальных механизмов.

Список литературы

1. Obinwanne, Tobechei, et al. "Data Preprocessing in Supply Chain Management Analytics- A Review of Methods, the Operations They Fulfill, and the Tasks They Accomplish. Data Preprocessing in Supply Chain Management Analytics." *Proceedings of the 2023 6th International Conference on Computers in Management and Business*. 2023.
2. Al-Taie, Mohammed Zuhair, Seifedine Kadry, and Joel Pinho Lucas. "Online data preprocessing: A case study approach." *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 9.4 (2019): 2620.
3. I. Hemalatha, et al., "Preprocessing the informal text for efficient sentiment analysis," *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, vol/issue: 1(2), pp. 58-61, 2012.
4. L. Wenxue and G. Sun, "A trust-based information propagation model in online social networks," vol.issue: 8(8), pp. 1767, 2013.
5. P. Gupta and V. Bhatnagar, "Data preprocessing for dynamic social network analysis," *Data Mining in Dynamic Social Networks and Fuzzy Systems*, pp. 25-39, 2013.
6. N. Agarwal, et al., "Clustering of blog sites using collective wisdom," *Computational Social Network Analysis*, Springer, pp. 107-134, 2010.
7. C. C. Aggarwal and C. K. Reddy, "Data clustering: algorithms and applications," CRC press, 2013.
8. Yıldız M. Ş., Doğanşahin K., Kekezoğlu B. Data Preprocessing in Electrical Energy Consumption Profile Clustering Studies.

TASNIFLASH MASALASINI HAL ETISHDA BIRINCHI TARTIBLI MANTIQ PREDIKATLARI YORDAMIDA QOIDALARNI BOYITISH

Raximov Nodir Odilovich

t.f.d., dotsent, Muhammad al-Xorazmiy noimdagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti
nikobek82@gmail.com

Xasanov Dilmurod Rasul o'g'li

tayanch doktorant, Muhammad al-Xorazmiy noimdagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti
tatusf2015@gamil.com

Primqulov Oybek Dilmurot o'g'li

tayanch doktorant, Muhammad al-Xorazmiy noimdagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti
primqulovoybek1@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida intellektual tizimlarda qaror qabul qilishga ko'maklashish jarayonlarida keng qo'llaniluvchi bilimlar bazasi elementlari, ularni hosil qilish bosqichlari va shu bilan birga mantiqiy qoidalarni predikatlarni bilan boyitish ketma-ket bosqichlari qisman keltirib o'tilgan. Bundan tashqari, tadqiqot bilimlar bazasiga asoslangan intellektual

tizimlar umumiy arxitekturasini hamda qoidalar turlari va xususiyatlari haqida nazariy ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Shu bilan birga, birinchi tartibli mantiqning tushuncha va tamoyillaridan foydalangan holda qoidalarni qurish va ularni boyitish bo'yicha asosiy adabiyotlar tahlili ham ushbu maqoladan o'rin egallagan.

Kalit so'zlar: bilimlar bazasi (BB), predikatlar, birinchi tartibli mantiq (BTM), sonli predikat, bilimlar grafi, ekspert tizimlar (ET), qisman to'liqlik farazi (QTF).

ENRICHMENT OF RULES USING FIRST-ORDER LOGIC PREDICATES FOR SOLUTION OF THE CLASSIFICATION PROBLEM

Abstract: This research work partially describes the elements of the knowledge base, which are widely used in decision-making processes in intelligent systems, the stages of their formation, and at the same time the sequences of enriching logical rules with predicates. In addition, the research includes the general architecture of intellectual systems based on the knowledge base and theoretical information about the types and properties of rules. At the same time, the article also includes an analysis of the main literature on the construction and enrichment of rules using the concepts and principles of first-order logic.

Keywords: knowledge base (KB), predicates, first-order logic (FOL), numerical predicate, knowledge graph, expert systems (ES), partial completeness assumption (PCA).

РАСШИРЕНИЕ ПРАВИЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСКАЗАНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ

Аннотация: В данной исследовательской работе частично описаны элементы базы знаний, которые широко используются в процессах принятия решений в интеллектуальных системах, этапы их формирования, а также последовательности обогащения логических правил предикатами. Кроме того, исследование включает общую архитектуру интеллектуальных систем на основе базы знаний и теоретические сведения о типах и свойствах правил. В то же время статья также включает анализ основной литературы по построению и обогащению правил с использованием концепций и принципов логики первого порядка.

Ключевые слова: база знаний (БЗ), предикаты, логика первого порядка (БПП), числовой предикат, граф знаний, экспертные системы (ЭТ), гипотеза частичной полноты (ГЧП).

Intellectual tizimlarda bilimlar bazasi yordamida tasniflash muammosini hal etish mantiqiy, produksion qoidalarga asoslanadi. Ushbu qoidalarni hosil qilish bilimlar bazasini aks ettirishning maxsus modellari yordamida amalga oshiriladi. Hosil qilingan qoidalarni boyitish esa intellektual tizimlarda samaradorlikni hamda aniqlikni oshirishga imkon yaratadi. Ushbu maqsadda BB uchun eng sodda qoidalar to'plamini ishlab chiqishda bilimlarni ifodalashning mantiqiy va evristik modellarini birlashtirgan holda qo'llanishi hamda zarur parametrlarni sozlash belgilab olindi. Tadqiqotlar va tajribalar shuni ko'rsatadiki, predikatlar mantig'i asosida ishlab chiqilgan qoidalar to'plami yagona semantik tarmoq yoki produksion modellarga asoslangan BB bilan integratsiya qilinsa samaradorlik yagona model negiziga qurilgan BBga nisbatan 12-15% ga yuqoriroq bo'ladi [1]. Bilimlar bazasining elementi sifatida qaraluvchi qoidalarni kognitologlar (bilimlar muhandisi) tomonidan to'g'ri shakllantirilishi borasida turli xil yondoshuvlar yaratilgan [2]. Modellash tirilayotgan tizim to'g'risidagi asosiy metama'lumot yoki boshqacha aytganda "intellekt" qoidalar bazasida saqlanganligi uchun uni to'g'ri shakllantirish eng muhim shartlardan

biri hisoblanadi. Bu mantiqiy model uchun qoidalar bazasining muhimligidan kelib chiqqan holda turli xil darajadagi xatoliklarni bartaraf etish imkoniyatini beradi. Quyida ushbu yondashuvlarga kiritilgan eng asosiy xususiyatlar keltirilgan:

Qoidalarining yoki mantiqiy modelga asoslangan bilimlarning asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat bo‘ladi [3]:

- qoidalarining lokal xususiyatga egaligi,
- qoidalar miqdorini predikatlar mantiq‘i orqali aks ettira olish,
- modelning to‘liqligi,
- qoidalarining bir-biriga zid bo‘lmasligi,
- qoidalarining o‘zaro bog‘liqligi,
- qoidalarining ortiqcha emasligi.

Modelning murakkablashishi (qoida yoki predikatlarda o‘zgaruvchilar miqdorining oshishi) real tizimni tasvirlash imkoniyatini kengaytiradi. Biroq murakkablikning oshishi bilan modellashtirilayotgan tizimni ifodalovchi axborot hajmining sezilarli darajada oshishiga olib keladi (masalan, barcha mulohazalar to‘plamlaridagi Dampster-Shafer funksiyasi parametrlari). Shu qatorda modellashtirilayotgan tizim haqidagi axborot hajmi yanada murakkabroq modelni qurish uchun yetarli bo‘lmay qolishi mumkin. Bu holatda modelning murakkabligi uning kamchiligiga aylanadi. BBning asosiy qo‘llanilish sohasi ekspert tizimlari hisoblanib, bunday turdagi tizimlarda qoidalarni muttassil yangilab borish hamda bilimlarni o‘zlashtirish muhitini tashkil etish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. D.Makarovning ta’kidlashicha: - “Ekspert tizimlarida bilimlarni o‘zlashtirish muhiti quyidagi funksional xususiyatlarga ega bo‘lishi zarur [3] :

- 1) Bilimlar bazasini yaratish va tahrirlash qobiliyati.
- 2) Bilimlar bazasini shakllantirish uchun soha mutaxassislar bilan bevosita ishlash imkoniyati. Mutaxassislardan bilimlarni kognitolog to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘zlashtirishi ishlab chiqiladigan bilimlarning subyektivligini kamaytiradi.
- 3) Turli (bir nechta) soha mutaxassislar tomonidan yaratilgan bilimlar bazalarini birlashtirish imkoniyati. Ushbu xususiyat ilgari olingan bilimlar bazasidan foydalanish orqali individual mutaxassisning to‘liq bo‘lmagan bilimlari muammosini bartaraf etish uchun mo‘ljallangan. Bundan tashqari, bir vaqtning o‘zida bir nechta mutaxassislardan bilim olish va keyin ularni birlashtirish mumkin, bu esa amaliy ekspert tizimlari ni (ET) yaratish vaqtini qisqartirishga olib keladi. Birlashtirishda ma’lumotlarning ortiqchaligini bartaraf etish, izchillikni ta’minlash va yaxlitlikni saqlash muhimdir. Qoidalarining ortiqchaligi ularning takrorlanishidan kelib chiqadi. Ortiqchalikning mavjudligi bilimlar bazasi qoidalarining unikalligi va metama’lumotlar yaxlitligi buzilishiga olib kelishi mumkin. BBda ortiqchalik va takrorlanishning mavjud emasligi Konsistentlik deb yuritiladi. Masalan, bir sinf ob’yektlarida atributlar soni har xil bo‘lishi hamda shartlarning takrorlanishi BB sifatiga ta’sir o‘tkazadi. Metama’lumotlar yaxlitligi esa obyekt nomlari, havolalar turlari, bo‘limlari va o‘zgaruvchilar turlarining o‘ziga xosligi sharti va havola yaxlitligini bajarish sharti sifatida tushuniladi. Integratsiya jarayonida yuzaga keladigan muammolar esa kognitolog tomonidan hal qilinadi.
- 4) BBga kiritilgan o‘zgarishlarni bekor qilish imkoniyati. Predmet sohasi bilan ishlashda mutaxassisning ortiqcha ish hajmini kamaytirishga imkon beradi.
- 5) Yuqori samarali bilimlar bazasi. Bunga dasturlash tillarida amalga oshirilgan manbaa kodi darajasida o‘zaro BBBT (Bilimlar bazasini boshqarish tizimi) foydalanish yordamida erishiladi. Bundan tashqari, kompilyatsiya qilingan bilimlar bazasidagi protseduralarni saqlaydigan fayl yordamida ETning yuqori mahsuldorligiga erishiladi.

6) Bilimlarni o'zlashtirish muhitining tavsiflanishi potentsial qo'llanilishi doirasini kengaytiruvchi yangi turdagi qoidalar zanjirini yaratish imkoniyati [34;11-16-b.].

1-rasm. Bilimlar bazasiga asoslangan intellektual tizimi arxitekturas

Ma'lumki, bilimlar bazasiga asoslangan intellektual tizimlarda regression tahlil qilish jarayonida statistik ma'lumotlar bilan ishlash samaradorligi pastligi uning asosiy kamchiligi sanaladi. Ammo, qishloq xo'jaligida ekinlarni tanlashga ko'maklashuvchi tizimning asosiy ma'lumotlar manbai statistik ko'rsatkichlarga asoslangan bo'lib, bunda BB yordamida xususiyatlar o'zaro bog'liqliklarida yuzaga keladigan masalani bartaraf etishga qaratilgan "qoidalar generatori" modelini ishlab chiqish zaruriyati paydo bo'ladi.

Mantiqiy-evristik bilimlarni ifodalash modeli predikatlar nazariyasi hamda graflar nazariyasiga asoslangan bo'lib, mantiqiy qoidalarni shakllantirish va ularning ishonchlilik darajasini aniqlash kabi vazifalarning matematik ta'minoti matematik mantiqqa (sonli predikatlar) yoki formal aksiomatik nazariyasiga bog'liq. Bilimlar grafida mantiqiy qoidalarni topishdagi qiyinchiliklardan biri bu qidiruv maydonining eksponensial o'lchamida bo'ladi. Ushbu masalani hal etish uchun so'nggi yillarda bir nechta yondashuvlar dunyo tadqiqotchilari tomonidan taklif etilgan [4], [5] va [6]. Induktiv mantiqiy dasturlash nazariyasi (Inductive Logic Programming) yuqorida ta'kidlangan usullardan biri hisoblanib, bunda barcha qoidalarni emas, balki yetarli darajadagi to'g'ri qoidalarni ishlab chiqish hisoblanadi.

Assotsiativ qoidalarini ajratib olish - bu minimal kuzatuvlar soniga asoslangan obyektlar va ma'lumotlar o'rtasida tez-tez uchraydigan qonuniyatlarni aniqlaydigan keng qo'llaniluvchi MIT usullaridan biri hisoblanadi. Odatda $X \rightarrow Y$ assotsiyativ qoidalari bilan ifodalangan *IF-THEN* (produksion) qoidalarini hosil qiladi, bunda X ning mavjudligi Y mavjudligini ifodalaydi. Biroq, raqamli atributlar bilan ishlashda qiyinchiliklarga duch kelishi ushbu usulning kamchiliklaridan biri hisoblanadi. Bu muammoni yechimi sifatida miqdoriy assotsiativ qoidalar ishlab chiqiladi hamda qoida tarkibi kamida bitta sonli atributni o'z ichiga oladi (masalan, $(5 < \text{o'rtacha harorat} < 38) \wedge (0.2 < \text{sho'rlanganlik darajasi} < 0.53) \rightarrow (0.62 < \text{loviya} < 0.83)$). Miqdoriy assotsiativ qoidalar shakllantirilishi diskretlash, statistik tahlillash va optimallashtirishga asoslangan turli yondashuvlar asosida amalga oshiriladi [8]. Biroq, bunday qoidalarda sonli ma'lumotlar cheklanganligi saqlanib qolinadi, bu esa graflarda mantiqiy qoidalarni ifodalash uchun yetarli emas deb hisoblanadi[9].

Ma'lumotlar to'plamidagi dalillarni qoidalariga aylantirish quyidagi munosabat amallari $r \in \{<, \leq, =, \neq, \geq, >\}$ yordamida (masalan, $R_1 : p_1(x, v_0) \wedge p_2(y, v_1) \wedge v_0 > v_1 \rightarrow p_3(x, y)$) amalga oshiriladi. Tasniflash masalalarida qoidalarda sonli predikatlarni sigmoid funksiya orqali ma'lum bir intervalga keltirish mumkin. Masalan,

$$f\{y_1, y_2 : p_1(X, y_1), p_2(X, y_2)\} > 0.5 \wedge p_3(X, Z) \rightarrow p_4(X, Z)$$

bu yerda, f - sigmoid funksiya, p_1, p_2, p_3, p_4 - raqamli predikatlar.

Quyida BBda qoidalarni sonli predikatlar bilan boyitish algoritmidagi qo'llaniluvchi BTMga tegishli tushuncha va tamoyillar keltirib o'tamiz:

- BBning bilim grafida G dalillar to'plami $\{(subyektlar, predikat, obyekt) | subyektlar \in I, predikat \in P, obyekt \in I \cup L\}$ uchlik ko'rinishda ifodalanadi, bunda obyektlar to'plami I sifatida belgilanadi, predikatlar to'plami P , literallar to'plami (raqamlar va satrlar) L bilan belgilanadi. Bundan tashqari, P_{son} diapazoni faqat sonli qiymatlardan iborat bo'lgan predikatlarning kichik to'plami sifatida belgilaymiz.

- Atom $p(X, Y)$ ko'rinishdagi shakllangan BTM formula bo'lib, bu erda p - predikat va X, Y - konstanta yoki o'zgaruvchilar. Agar atomning argumentlari konstantalardan iborat bo'lsa, atom "turg'un" deyiladi va uni dalil sifatida ko'rib chiqiladi (*Atom – bu qoidadagi eng kichik predikat*).

• Qoida $r : B \rightarrow H$ - BTM formula, bunda $B - B_1, B_2, \dots, B_n$ atomlarining konyunksiyasi va H yagona atom. Har bir o'zgaruvchi qoidada kamida ikki marta qo'llanilsa qoida yakunlanadi. Ikki atom kamida bitta umumiy o'zgaruvchiga ega bo'lsa ular bog'langan hisoblanadi.

• $\sigma(B)$ ning barcha atomlari G grafga tegishli bo'lsa, $\sigma(H) - r : B \rightarrow H$ qoidasi uchun – bashorat hisoblanadi. Agar $\sigma(H) \in G$ bo'lsa, bashorat to'g'ri bo'ladi. [7] da ta'kidlanganidek, $r : B \rightarrow H$ qoidasi uchun quyidagi sifat ko'rsatkichlari belgilangan. BBda konsistentlik aniqlansa, Noyob nom taxmini (UNA - Unique Name Assumption) sharti bajarilgan deb hisoblanadi. Keyingi bosqichda, sifat o'lchovlari va funktsionallik ko'rsatkichi to'g'ri hisoblash uchun dastlabki ishlov berish amallari talab qilinadi hamda o'zaro zid qoidalarini hisobga olish uchun qisman to'liqlik faraziga (QTF) amal qilinadi.

2– rasm. Uch qatlamli sodda bilimlar grafi

Bilimlar grafida har bir tugun eng qisqa qoidani o'z ichiga olishiga ishonch hosil qilish lozim. Bu esa bo'sag'aviy qiymatlar bosh tugunning o'zida allaqachon mavjud hisoblanadi agar asosiy tugun (root node) pastki tugunlargacha (subnode) bo'lgan bo'linish uchun $p(x, y)$ atomi tanlangan bo'lsa. Shuning uchun, chegaraviy qiymatlarni yangilashning o'zi yetarlidir ($p(x, y)$ atomining diapazon qiymatlari ketma-ket o'zgartirib boriladi). Bo'linishni to'xtatish esa kiritish mezonlari va istisno qoidalarida $minHC$ va $minC$ ga asoslangan mezonlardan foydalaniladi. Buning uchun dastlabki bosqichlarda belgilangan $\langle X, Y \rangle$ ma'lumotlar tuzilmasi hamda A va B sinf o'lchamlari asos bo'lib xizmat qiladi. Agar A sinfga tegishli bo'lgan bosh qoida uchun turli namunalar soni $minHC * headsize(r)$ ko'paytmadan hamda B namunalar soni $bodysize_{QTF}(r_s) - \frac{S(r_s)}{minC}$ ayirmadan kichik bo'lsa lokal holatda qoidalar generatsiyasi to'xtatiladi. Yaratilgan sonli qoidalar sonining ortib ketishi hamda qoidalar takrorlanishini oldini olish maqsadida asosiy tugundan (root node) pastki tugunlargacha (leaf node, subnode) bo'lgan har bir yo'l bo'ylab eng umumiy qoidalarni ajratib olishning o'xshashlik belgilarini taqqoslash strategiya ishlab chiqiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. V. S.Lenko, V. V. Pasichnyk, Y. M. Shcherbyna. Knowledge representation models / // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. — № 864. — С. 157–168.
2. J.Zhang, W.Zhao, G.Xie, H.Chen. Ontology-based knowledge management system and application. Procedia Eng. 2011, 15,1021–1029. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.189>.
3. Bekmuratov T. F., Mukhamedieva D. T. Decision-making problem in poorly formalized processes / / Proc. of the 5th World conf. on intelligent systems for industrial automation, b - Quadrat Verlag. Tashkent (Uzbekistan), Novemder 25-27, 2008. P. 214-218.
4. L.A.Galarraga, N.Preda, F.M.Suchanek. Mining rules to align knowledge bases. Proceedings of the 2013 workshop on Automated knowledge base construction, AKBC@CIKM 13, San Francisco, California, USA, October 27-28, 2013. pp. 43–48. ACM (2013)
5. Q.Zeng, J.Patel, D.Page. Quickfoil: Scalable inductive logic programming. Proc.VLDB Endow. 8(3), -p. 197–208
6. S.Ortona, V.Meduri, P. Papotti. Robust discovery of positive and negative rules in knowledge bases. In: 2018 IEEE 34th International Conference on Data Engineering (ICDE). pp. 1168–1179 (2018)
7. J.Lajus, L.Galarraga, F.Suchanek. Fast and exact rule mining with amie. In: The Semantic Web. Springer International Publishing, Cham . pp. 36–52, 2020

8. M.Bidgoli, R.Barmaki, M.Nasiri. Mining numerical association rules via multi-objective genetic algorithms. Information Sciences 233, pg.15–24 (2013). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.01.028>.
9. I.Jaramillo, J.Garzas, A.Redchuk. Numerical association rule mining from a defined schema using the vmo algorithm. Applied Sciences 11(pg.13-16) (2021). <https://doi.org/10.3390/app11136154>
10. D.R.Xasanov, M.Tojiyev, O.D.Primqulov. Gradient descent in machine learning.// IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies: applications, trends and opportunities (ICISCT). – 2021.
11. Rakhimov N.O., Xasanov D.R. Selection of Crops by Region using Machine Learning Classification Algorithms. // Ilm-fan va innovatsion rivojlanish jurnali. Volume 7, Issue 2; April 2024, -p. 36-47.
12. N.Rahimov, D.Khasanov. The Implementation of Machine Learning and Deep Learning Algorithms for Crop Yield Prediction in Agriculture. // Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies, Volume 2, No. 2023
13. N.Rakhimov, D.Khasanov, H.Abdulhakimov. Prediction the Yield of Grain Crops using Basic Machine Learning Algorithms. // Raqamli transformatsiya va sun'iy intellekt ilmiy jurnali, Volume 2, Issue 5, Toshkent-2024. –P. 40-46
14. N.Raximov, J.Kuvandikov, D.Khasanov. // IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies: applications, trends and opportunities (ICISCT). – 2021.
15. Rakhimov N.O., Khasanov D.R., Xafizadinov U.T. Application of the Algorithm for Enrichment the Knowledge Graph with Numerical Predicates in Decision-Making Support Systems. // Digital Transformation and Artificial Intelligence: Problems, Innovations and Trends 1st International Scientific-Practical Conference, Tashkent-2024. –P. 55-59
16. Rakhimov N.O., Khasanov D.R., Shirinboyev R.Sh., Xafizadinov U.T. Evaluating the Performance of Convolutional Neural Networks and Hybrid CNN-SVM Models for Symbol Recognition in Complex Datasets. // Digital Transformation and Artificial Intelligence: Problems, Innovations and Trends 1st International Scientific-Practical Conference, Tashkent-2024. –P. 55-59
17. N.O.Rakhimov, D.R.Khasanov. Selection of crops to be planted according to climate and soil characteristics with the help of machine learning classification algorithms. // The 10th International Scientific and Practical Conference “Global and Regional Aspects of Sustainable Development”, Copenhagen-2024. –P. 392-396

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЧАТ-БОТЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ В ОБСЛУЖИВАНИИ ТУРИСТОВ

Сорокин Сергей Викторович

Декан факультета информационных технологий и иностранных языков Diplomat
University

sorokinsergei7789@gmail.com

Аннотация: Цифровая трансформация туристической отрасли обусловила рост потребности в интеллектуальных инструментах, способных сопровождать путешественников на всех этапах их маршрута. Настоящая статья представляет собой обзор научной литературы, посвящённой применению интерактивных чат-ботов с элементами