

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QO‘QON UNIVERSITETI**

“TASDIQLAYMAN”

Qo‘qon universiteti direktori

PhD, i.f.n. G‘. Zaxidov

“10” yanvar 2024-yil

**05.01.11 – RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN’IY INTELEKT
IXTISOSLIGI BO‘YICHA DOKTORANTURAGA KIRUVCHILAR
UCHUN DASTUR**

Annotatsiya:

Dastur 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt ixtisosligiga kiruvchi talabgorlar uchun 70610501 – Kompyuter injiniringi, 70610101 – Kompyuter ilmlari va dasturlash texnologiyalari, 70610701 – Sun'iy intellekt, 70540201 – Amaliy matematika (sohalar bo'yicha) mutaxassisliklarini 2021-yilda tasdiqlangan o'quv rejasidagi mutaxassislik fanlari bo'yicha tuzilgan.

TUZUVCHILAR:

Sh.X.Fozilov

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti bosh ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori, professor

Sh.S.Kaxarov

Qo'qon universiteti Raqamli texnologiyalar va matematika kafedrası mudiri, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

TAQRIZCHILAR

N.M.Mirzaev

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti bosh ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

M.M.Ochilov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti dotsenti, t.f.f.d. (PhD)

Ushbu dastur Qo'qon universiteti Kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan (2023 - yil "12" 11 dagi 2 - sonli bayonnomasi)

KIRISH

Sun'iy intellekt – bu insonning kognitiv funksiyalarini imitatsiya qiluvchi (jumladan, o'z-o'zini o'rgatish va oldindan belgilangan algoritmsiz yechimlarni izlash) intellektual kompyuter tizimlarini ishlab chiqish bilan shug'ullanuvchi va muayyan masalalarni bajarishda hech bo'lmaganda inson intellektual faoliyati natijalari bilan taqqoslanadigan natijalarni oladigan informatika sohasidir. Sun'iy intellektning asosiy xususiyatlari tilni tushunish, o'qitish, fikrlash, harakat qilish qobiliyatidir.

Sun'iy intellekt informatika, kibernetika, kognitiv fanlar, mantiq, matematika, tilshunoslik va psixologiya bilan o'zaro aloqada bo'lgan fanlararo yo'nalish sifatida rivojlanmoqda.

Sun'iy intellekt sohasi bir jinsli emas va unda turli xil tadqiqot yo'nalishlari mavjud, ularning asosiylari: holatlar fazosida qidiruv, mashinaviy o'qitish, bilimlarni ifodalash.

Holatlar fazosida qidiruv. “Evristik dasturlash” atamasi bilan ifodalangan sun'iy intellekt sohasidagi birinchi dominant yo'nalish bo'lgan. Bu yo'nalish doirasida sun'iy intellektning birinchi paradigmasi shakllandi: fikrlash variantlar fazosida izlash yo'li bilan masalalarni yechish sifatida. Evristik dasturlashda markaziy tushuncha variantlar daraxti yoki holatlar fazosi tushunchasi hisoblanadi. Daraxtning ildizi boshlang'ich holatni ifodalaydi, undan shoxlar (yo'nalishlar) paydo bo'ladi, bu holatni qanday o'zgartirish mumkinligiga mos keladi. Avlodlari bo'lmagan daraxtning barglari tugatish mezonini bajarilgan holatlarga mos keladi. Ba'zi bir masalani hal qilish masalaning shartlarini qanoatlantiradigan bargni topish va daraxtning ildizidan shu barggacha bo'lgan yo'lni qurishga keltiriladi. Bunda chuqurlik yoki kenglik bo'ylab qidiruvni amalga oshira oladigan hosil qiluvchi protsedura deb ataladigan protsedura qo'llaniladi.

Intellektual tizimlarda bilimlar bazasini shakllantirish uchun *bilimlarni ifodalash modellari* yordamida uni formal tavsiflash kerak. Bunday modellar sifatida deklarativ va protsedurali modellardan foydalanish mumkin. Tipik deklarativ modellar guruhiga odatda tarmoqli va freymli modellar, protsedurali modellar

guruhiga esa mantiqiy va produksion modellar kiradi.

Sanab utilgan bilimlarni ifodalash modellaridan tashqari, boshqa modellar xam mavjud, xususan. tarkibiy modellarning afzalliklarini birlashtirish imkonini beruvchi ishlab chiqarish-ramka modeli. Ushbu modelning bilimlar bazasi oddiy va murakkab obyektlar (obyektlar) o'rtasidagi sabab-oqibat munosabatlarini belgilovchi mahsulotlar (qoidalar) to'plamidan iborat. Ramkalar murakkab obyektlar sifatida ishlatiladi.

Mashinaviy o'qitish sun'iy intellektni amaliy qo'llashda muhim rol o'ynaydi, shuning uchun aqlga ega bo'lgan har qanday tizim o'rganish qobiliyatiga ega.

Mashinaviy o'qitish – bu juda ko'p muammolar va ularni hal qilish algoritmlarini taklif qiladigan keng tadqiqot sohasidir. Bu algoritmlar o'z vazifalari, kiritilgan ma'lumotlar, o'rganish strategiyalari va bilimlarni ifodalash usullari bilan farqlanadi. Biroq, ularning barchasi mumkin bo'lgan tushunchalar makonida foydali ma'lumotlarni topish va uni to'g'ri umumlashtirish imkonini beradi. Mashinaviy o'qitishda bir nechta yondashuvlar mavjud: ramziy, neyron tarmoq va favqulodda o'rganish.

Simvollarga asoslangan o'qitish usullari birinchi navbatda obyektlarni ifodalovchi belgilar to'plamini va ularning tavsiflari sohasida ular o'rtasidagi munosabatlarni ko'rib chiqadi. Simvolli o'qitish algoritmlari to'g'ri umumlashtirish imkoniyatini beradi va bu simvollar atamalar orqali xam ifodalanishi mumkin.

Bog'lanishga asoslangan o'qitish usullari bilimlarni alohida kichik ishlov berish elementlarning tarmoqlaridagi faoliyat misollari ko'rinishida tavsiflaydi. Bunday o'qitish ma'lumotlarini qabul qilishda uzlarining tuzilishi va bog'lanishlari vazn koeffitsiyentlarini o'zgartirish orqali o'qitiladi. Simvolli o'qitish usullari bilan amalga oshiriladigan qidirish va umumlashtirishdan farqli o'laroq, bog'lanishlarga asoslangan modellar ma'lumotlarning invariant qismlarini aniqlash va ularni tarmoq tuzilishida ifodalash imkonini beradi.

O'qitishga emerjent yondashuv biologik evolyutsiya va genetik rivojlanish tamoyillariga asoslanadi. Genetik algoritmlarda muammoni hal qilish nomzodlarning butun populyatsiyasidan boshlanadi. Yechimlar eng yaxshisini

tanlash imkonini beruvchi ma'lum bir mezon bo'yicha baholanadi. Bunday nomzodlar kombinatsiyasi mumkin bo'lgan yechimlarni yangi avlodini tashkil qiladi. Shunday qilib, tobora aniqroq yechimlar ketma- ketligi tuziladi.

Inson faoliyatini intellektual tizimlar imkoniyatlari bilan samarali to'ldirish uchun ushbu tizimlarni insonlar bilan interaktiv o'zaro faoliyatini rivojlantirish, mashinali o'qitish algoritmlarini tushuntirish imkoniyatlarini oshirish hamda sun'iy intellektni jamiyatga ta'sirini o'rganish sohasida tadqiqotlarni yanada rivojlantirishni talab etiladi.

Raqamli texnologiyalar

Raqamli texnologiyalar bo'yicha umumiy tushunchalar.

Raqamli tizimning analog tizimga nisbatan afzallik va kamchiliklari. Raqamli texnologiyalarni qo'llash sohalari.

Raqamli texnologiyalarni rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari. Sun'iy intellekt texnologiyalarining boshqa Raqamli texnologiyalar orasidagi o'zaro bog'liqlik.

Katta ma'lumotlar (Big Data). Katta ma'lumotlar bilan ishlashning asosiy prinsiplari. Katta ma'lumotlar analitikasi.

Buyumlar interneti (IoT). Umumiy tushuncha. Qo'llash mumkin bo'lgan sohalari. "Aqlli shahar", buyumlar internetini ko'llash sohasi sifatida.

Telemeditsina. Umumiy tushuncha. Tibbiyotda Raqamli texnologiyalarni, shuningdek telemeditsinani ko'llashning asosiy yo'nalishlari.

Taqsimlangan reestr tizimlari. Taqsimlangan reestr texnologiyalarini asosiy jihatlari. Blokcheyn, bank sektori, kuchmas mulk bozori, korporativ boshqarish tizimlaridagi zamonaviy texnologik yo'nalish sifatida.

Kengaytirilgan va virtual borlik (AR/VR). Virtual dunyoni modellashning texnologik platformasi. AR/VR texnologiyalaridan foydalanish sohalari.

Dialog tizimlar (chat-botlar). Dialog tizimlarning asosiy turlari va ularni rivojlantirish yo'nalishlari.

Simeiz aloqa texnologiyalari. Simsiz aloqa turlari. Mobil qurilmalar. Simsiz aloqani turli avlodlarining farqli jihatlari.

Kvant texnologiyalar. Hisoblashlarni bajarish va ma'lumotlarni saqlash prinsiplari.

Sun'iy intellekt

Sun'iy intellekt: rivojlanish tarixi va qo'llash sohalari. Sun'iy intellektning boshqa fanlar bilan o'zaro ta'siri. Sun'iy intellekt sohasidagi asosiy tadqiqot yo'nalishlari.

Holatlar fazosida qidiruv. Holatlar fazosida qidirish uchun ma'lumotlar tuzilmasi. Holatlar fazosida masalani taqdim etilishi. Ma'lumotlar va maqsad asosida qidirish. Qaytishli qidiruv. Chuqurlik bo'yicha qidiruv. Kenglik bo'yicha qidiruv.

Mantiqiy tizim orqali holat fazosini tavsif qilish. VA/YOKI graflari.

Evristik qidiruv. "Ochko'z" qidiruv algoritmi. Holatlarni baholash evristik funksiyalari. Evristikaning maqbulligi, monotonligi va informativligi. Murakkablik muammolari.

Bilimlar va ma'lumotlarni taqdim etish. Ma'lumotlar: ma'lumotlarni taqdim etishning iyerarxik, relyatsion va tarmoq modellari.

Semantik tarmoqlar: Kuillian semantik modeli tarmog'i, semantik tarmoqni shakllantirish. Tushunchani iyerarxik tuzilishi tavsifi va taqdim etish diagrammasi. Protsedurali semantik tarmoqlar. Semantik tarmoqlarni ajratish. Semantik tarmoqlar yordamida chiqish(xulosa chiqarish).

Bilimlarni qoidalar va xulosalar bilan ifodalash: asosiy ta'riflar. Produksion tizimning tuzilishi. To'gridan-tugri va teskari chiqish. Mojarolarni hal qilish. Qoidalarni qo'llash konteksti tahlili. Produksion tizimni "VA/YOKI" graflari orqali taqdim etish. Noaniq ma'lumotlar mavjud bo'lganda chiqish (xulosa). Chiqishni boshqarish muammosi.

Chuqurlik ustuvorligi bo'yicha xulosa chiqarish. Produksion tizimning samaradorligini oshirish. E'lonlar taxtasi modeli.

Bilimlarni freymlar bo'yicha ifodalash: intellektual tizimning bilimlarni ifodalash tiliga qo'yiladigan asosiy talablar. Bilimlarni freymli taqdim etishning afzalligi. Freymlar va freym tizimlari: asosiy ta'riflar. Freymlarning asosiy xossalari. Freym ma'lumotlarining tuzilishi. Chiqishni boshqarish usullari.

Mashinaviy o'qitish. Simvolik o'qitish. O'qitish algoritmlarining xususiyatlari: ma'lumotlar va o'quv maqsadlari; olingan bilimlarni taqdim etish; operatsiyalar to'plami; tushunchalar fazosi; evristik qidiruv. ID3 o'qitish algoritmi. Qo'llab-quvvatlash bilan o'qitish: vaqtinchalik farqlar qoidasi bo'yicha o'qitish; dinamik dasturlash usuli; Monte- Karlo usuli.

Boglanishga asoslangan o'qitish (o'qitish uchun neyronga o'xshash yondashuv). Xatolikni orqaga tarqalishi (taqsimlanishi) algoritmi. Koxonen o'qitish algoritmi. Xebbnings sinxron o'qitish usuli.

Emerdjent o'qitish modellari. Umumiy tushunchalar. Genetika o'qitish algoritmlari.

Formal modellar. Tilning asosiy tushunchalari. Formal grammatikalar va tillar.

Xomskiy bo'yicha formal grammatikalarning tasnifi. Muloqot tarkibiy bosqichlari. Avtomat, kontekstsiz va kontekstli tillar.

Rozenkransning dasturiy grammatikalari, Axo indeksli grammatikalari va Stoskiyning ikki darajali grammatikalari. Formal tillarni tahlil qilish usullari. 2-turdagi tillarni tahlil qilish. Konvey o'tish tarmoqlarining analizatorlari.

Kengaytirilgan Vuds o'tish tarmoqlari.

05.01.11 – “Raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt” ixtisosligi bo‘yicha nazariy savollar

1. Sun’iy intellekt tushunchasi. Sun’iy intellekt ilmiy sohasi rivojlanishining asosiy bosqichlari.
2. Sun’iy intellekt sohasida tadqiqotlarning asosiy va qo‘shimcha yo‘nalishlari.
3. Sun’iy intellekt sohasidagi zamonaviy yutuqlar.
4. Bilimlarga asoslangan tizimlar. Bilimlar bazasi va ma’lumotlar bazasi.
5. Ekspert tizimlar. Ekspert tizimlarning xususiyatlari.
6. Ekspert tizimlarning tuzilishi. Ekspert tizimlarni asosiy ishlab chiqaruvchilar.
7. Ekspert tizimlarni loyihalash bosqichlari va texnologiyasi.
8. Real fakt ekspert tizimlari.
9. Ma’lumot, axborot va bilim tushunchasi. Ma’lumot va bilimlarni EXMda qayta ishlashda transformatsiyasi.
10. Bilimlarning xususiyatlari hamda ma’lumotdan farqi. Deklarativ va protsedurali bilimlar.
11. Bilimlarni taqdim etish tillarining sintaksisi va semantikasi tushunchasi.
12. Bilimlarni taqdim etish modellari va usullari.
13. Bilimlarni o‘qitishda qo‘llanilishi.
14. O‘qitishning statistik usullari.
15. Bilimlarni taqdim etish. Produksiyalar qoidalari. Produksion ekspert tizimlar.
16. Mulohazalar mantig‘ida bilimlarni taqdim etish.
17. Produksion ekspert tizimlarda Modus Ponens qoidasi asosida to‘g‘ri va teskari mantiqiy xulosa.
18. Semantik tarmoqlar. Semantik tarmoqlarda munosabatlarning asosiy turlari.
19. Bilimlarni taqdim etish uchun semantik tarmoqlarni ko‘rish qoidalari.
20. Semantik tarmoqlarda xulosa. Vorislik mexanizmi.
21. Freymlar nazariyasi. Freymlarni tuzilishi. Slot va yondosh protseduralar.
22. Freymlarda xulosa mexanizmi.
23. Noravshan to‘plamlar nazariyasining asosiy tushunchalari. Noravshan to‘plamlar ustida amallar.
24. Noaniqlikni tavsiflashda noravshan yondashuv. Noravshan va lingvistik o‘zgaruvchi tushunchasi.
25. Noravshan mantiqning asosiy tushunchalari. Noravshan mulohazalar va predikatlar.
26. Intellektual tizimlarda masalalarni yechish usullari.
27. Rezolyutsiyalar usuli.
28. Bilim va ma’lumotlarning noaniqligini ifodalash.
29. Qo‘lyozma matnlarni tanib olishga asoslangan tizimlar.
30. Nutqni tanib olishga asoslangan tizimlar.
31. Biologik qayta aloqali tizimlar.
32. Virtual reallik tizimlari.

33. Masofaviy va telekinetik interfeysli tizimlar.
34. Tabiiy til interfeysi asosidagi sohaga yo‘naltirilgan murakkab intellektual tizimlar.
35. Tuzilmali ma’lumotlar manbalarida tabiiy til interfeysi va an’anaviy interfeyslarni qiyosiy tahlili.
36. Ma’lumotlarning intellektual tahlili.
37. Neyron turlar.
38. Neyron turlarning o‘qitish usullari.
39. Neyrokompyuterlar.
40. Neyrobionika asoslari.
41. Sun’iy neyron turlar.
42. Neyron turlar orqali yechiladigan masalalar.
43. Neyron turlarning modellari.
44. Bir qatlamli va ko‘p qatlamli neyron to‘rilar.
45. Timsollarni tanib olish va mashinali qurish tizimlari.
46. Intellektual tizimlar.
47. Agentlarning tuzilishi.
48. Intellektual tizimlar arxitekturasini.
49. Genetik algoritmlar.
50. Evolyutsion algoritmlar.
51. Sun’iy intellekt: rivojlanish tarixi va qo‘llash sohalari.
52. Sun’iy intellektning boshqa fanlar bilan o‘zaro ta’siri.
53. Sun’iy intellekt sohasidagi asosiy tadqiqot yo‘nalishlari.
54. Holatlar fazosida qidiruv.
55. Holatlar fazosida qidirish uchun ma’lumotlar tuzilmasi. Holatlar fazosida masalani taqdim etilishi.
56. Ma’lumotlar va maqsad asosida qidirish. Qaytishli qidiruv.
57. Chuqurlik bo‘yicha qidiruv. Kenglik bo‘yicha qidiruv.
58. Mantiqiy tizim orqali holat fazosini tavsif qilish. VA/YOKI graflari.
59. Evristik qidiruv. “Ochko‘z” qidiruv algoritmi.
60. Holatlarni baholash evristik funksiyalari.
61. Evristikaning maqbulligi, monotonligi va informativligi.
62. Murakkablik muammolari.
63. Bilimlar va ma’lumotlarni taqdim etish.
64. Ma’lumotlar: ma’lumotlarni taqdim etishning iyerarxik, relyatsion va tarmoq modellari.
65. Semantik tarmoqlar.
66. Kuillian semantik modeli tarmog‘i, semantik tarmoqni shakllantirish.
67. Tushunchani iyerarxik tuzilishi tavsifi va taqdim etish diagrammasi.
68. Protsepturali semantik tarmoqlar.
69. Semantik tarmoqlarni ajratish. Semantik tarmoqlar yordamida chiqish(xulosa chiqarish).
70. Bilimlarni qoidalar va xulosalar bilan ifodalash. Asosiy ta’riflar.
71. Produksion tizimning tuzilishi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri va teskari chiqish.
72. Mojarolarni hal qilish. Qoidalarni qo‘llash konteksti tahlili.

73. Produksion tizimni “VA/YOKI” graflari orqali taqdim etish.
74. Noaniq ma'lumotlar mavjud bo'lganda chiqish (xulosa). Chiqishni boshqarish muammosi.
75. Chuqurlik ustuvorligi bo'yicha xulosa chiqarish.
76. Produksion tizimning samaradorligini oshirish. E'lonlar taxtasi modeli.
77. Bilimlarni freymlar bo'yicha ifodalash: intellektual tizimning bilimlarni ifodalash tiliga quyiladigan asosiy talablar.
78. Bilimlarni freymli taqdim etishning afzalligi.
79. Freymlar va freym tizimlari: asosiy ta'riflar. Freymlarning asosiy xossalari.
80. Freym ma'lumotlarining tuzilishi. Chiqishni boshqarish usullari.
81. Mashinali o'qitish. Simvolik o'qitish.
82. O'qitish algoritmlarining xususiyatlari: ma'lumotlar va o'quv maqsadlari; olingan bilimlarni taqdim etish; operatsiyalar to'plami; tushunchalar fazosi; evristik qidiruv.
83. ID3 o'qitish algoritmi.
84. Qo'llab-quvvatlash bilan o'qitish: vaqtinchalik farqlar qoidasi bo'yicha o'qitish; dinamik dasturlash usuli;
85. Monte-Karlo usuli.
86. Bog'lanishga asoslangan o'qitish (o'qitish uchun neyronga o'xshash yondashuv).
87. Xatolikni orqaga tarqalishi (taqsimlanishi) algoritmi.
88. Koxonen o'qitish algoritmi.
89. Xebbnings sinxron o'qitish usuli.
90. Emerdjent o'qitish modellari. Umumiy tushunchalar.
91. Genetik o'qitish algoritmlari.
92. Formal modellar.
93. Tilning asosiy tushunchalari. Formal grammatikalar va tillar.
94. Xomskiy bo'yicha formal grammatikalarning tasnifi.
95. Mulokot tarkibiy bosqichlari.
96. Avtomat, kontekstsiz va kontekstli tillar.
97. Rozenkransning dasturiy grammatikalari, Axo indeksli grammatikalari va Stoskiyning ikki darajali grammatikalari.
98. Formal tillarni tahlil qilish usullari. 2-turdagi tillarni tahlil qilish.
99. Konvey utish tarmoqlarining analizatorlari.
100. Kengaytirilgan Vuds o'tish tarmoqlari.
101. Raqamli texnologiyalar.
102. Raqamli tizimning afzallik va kamchiliklari.
103. Raqamli texnologiyalarni qo'llash sohalari.
104. Raqamli texnologiyalarni rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari.
105. Sun'iy intellekt texnologiyalarining raqamli texnologiyalar orasidagi o'zaro bog'liqligi.
106. Katta ma'lumotlar (Big Data).
107. Katta ma'lumotlar bilan ishlashning asosiy prinsiplari.
108. Katta ma'lumotlar analitikasi.
109. Buyumlar interneti (IoT). Umumiy tushuncha. Qo'llash mumkin bo'lgan

sohalar.

110. “Aqlli shahar”, buyumlar internetini qo‘llash sohasi sifatida.
111. Telemeditsina. Umumiy tushuncha.
112. Tibbiyotda raqamli texnologiyalarni, shuningdek telemeditsinani qo‘llashning asosiy yo‘nalishlari.
113. Taqsimlangan reestr tizimlari.
114. Taqsimlangan reestr texnologiyalarini asosiy jihatlari.
115. Blokcheyn, bank sektori, ko‘chmas mulk bozori, korporativ boshqarish tizimlaridagi zamonaviy texnologik yo‘nalish.
116. Kengaytirilgan va virtual borlik (AR7VR).
117. Virtual dunyoni modellashning texnologik platformasi.
118. AR7VR texnologiyalaridan foydalanish sohalari.
119. Dialog tizimlar (chat-botlar).
120. Dialog tizimlarning asosiy turlari va ularni rivojlantirish yo‘nalishlari.
121. Simeiz aloqa texnologiyalari.
122. Simeiz aloqa turlari.
123. Mobil qurilmalar.
124. Simeiz aloqa avlodlari.
125. Kvant texnologiyalar va unda hisoblashlarni bajarish hamda ma’lumotlarni saqlash prinsiplari.

Adabiyotlar

1. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А.Гаврилова, В.Ф.Хорошевский. - СПб. : Питер, 2002. - 384 с.
2. Костров Б.В. Основы искусственного интеллекта / Б.В.Костров, В.Н.Ручкин, В.А. Фулин. - М.: «ДЕСС», «Техбук», 2007. - 192 с.
3. Люгер, Дж, Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: пер. с англ / Джордж Ф. Люгер. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. - 864 с. 4. Осуга. С. Приобретение знаний / С. Осуга - М.: Мир, 1993. - 303 с.
5. Рассел С., Порвиг П. Искусственный интеллект: современный подход 2-е издание. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. - 1408 с.
6. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. 452 с.
7. Bobrow D. G. and Collins A., ed. Representation and Understanding. NY:Academic Press, 1975.
8. Brachman R. J. (1979) On the epistemological status of semantic networks. In Findler N. V. (Ed.), Associative Networks: Representation and Use of Knowledge by Computers, p. 3-50. Academic Press, New York.
9. Cormen T. P., Leiserson C E. and Rivest R. J. Introduction to Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press. 1990.
10. Korf R. E. Search. In Shapiro A9876), 1987.
11. Korf R. E. Artificial intelligence search algorithms. In CRC Handbook of Algorithms and Theory of Computation, M. .1. Atallah, ed. Boca Raton, FE: CRC Press, 1998.
12. Lenat D. B. and Brown J. S. Why AM and Eurisko appear to work. Artificial Intelligence, 23(3), 1984.
13. Minsky M. L. (1975) A framework for representing knowledge. In Winston P. H. (Ed.), The Psychology of Computer Vision, p. 211—277. McGraw-Hill, New York. Originally an MIT AI Laboratory memo; the 1975 version is abridged, but is the most widely cited.
14. Mitchell T. M. Machine Learning. New York: McGraw Hill. 1997.
15. Nilsson N. J. Artificial Intelligence: A New Synthesis. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1998.
16. Pearl J. Heuristics: Intelligent Strategies for Computer Problem Solving. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.
17. Quillian M. R. Word concepts: A theory and simulation of some basic semantic capabilities. In Brachman and Levesque 1985.
18. Quinlan J. R. Induction of decision trees. Machine Learning, 1A): 81-106, 1986.
19. Sutton R. S. and Barto. A. G. Reinforcement Learning. Cambridge: MIT Press, 1998.
20. Goodfellow I., Bengio Y. and Courville A. Deep Learning. MIT Press, Cambridge, 2016.