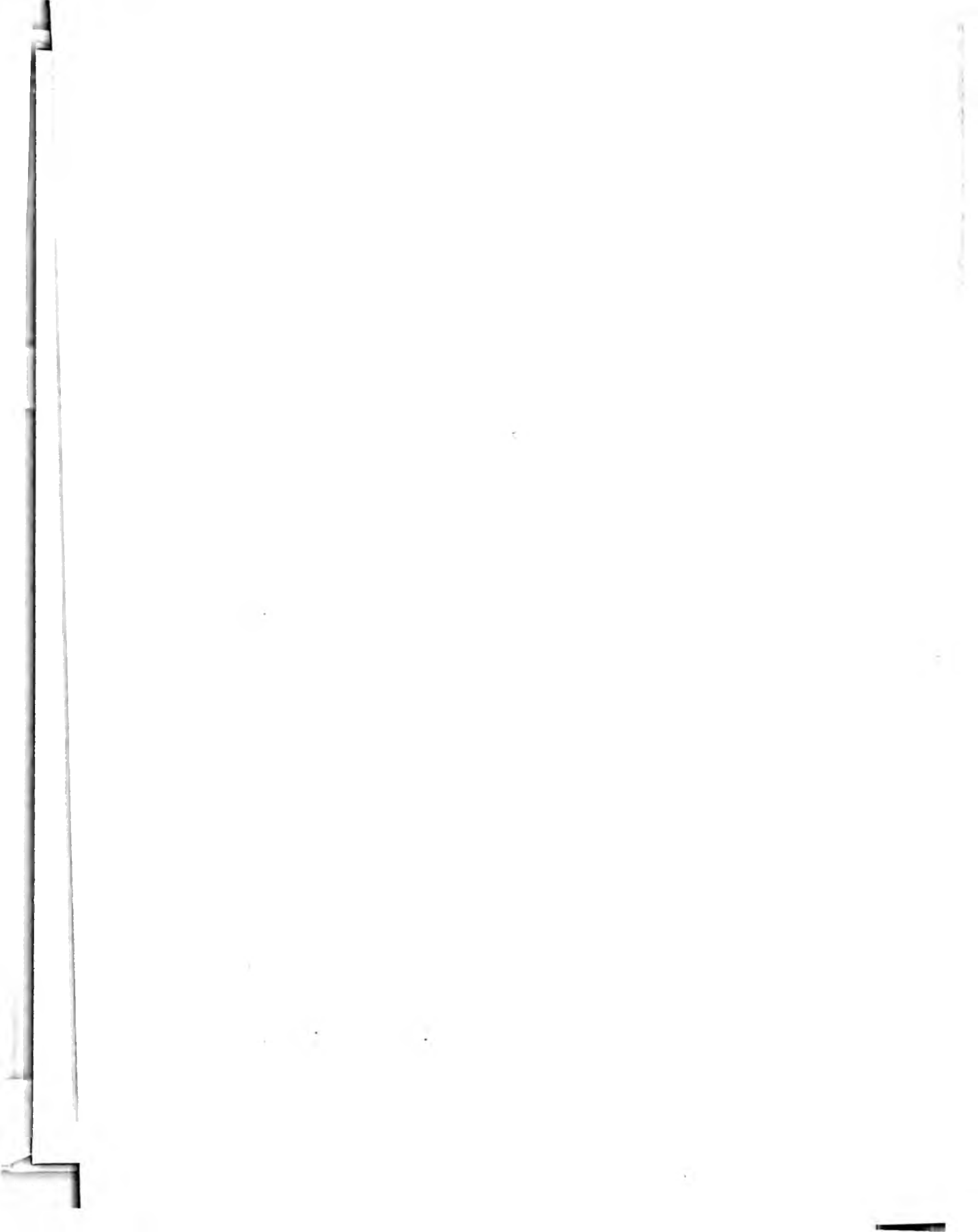


B.B. MO'MINOV

SUN'IY INTELLEKT





6772.15(04)

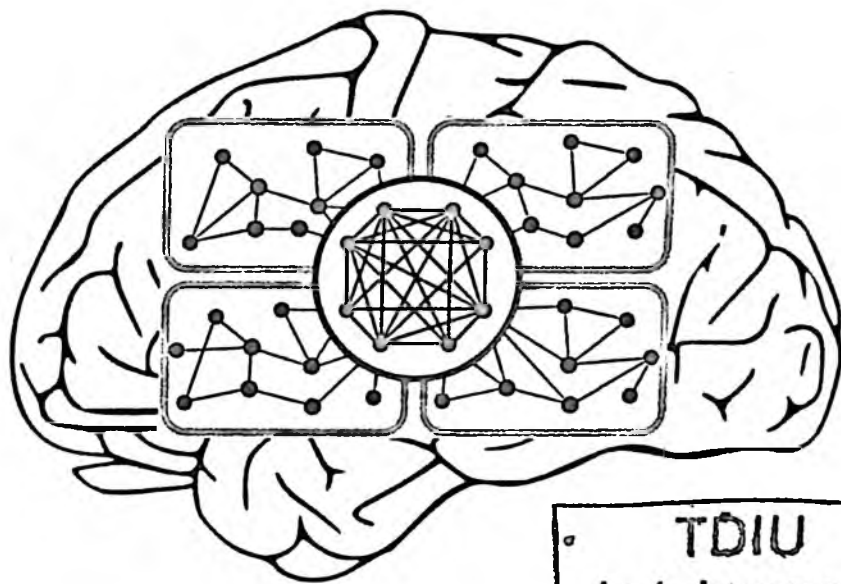
M42.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

B.B. MO'MINOV

SUN'IY INTELLEKT



TDIU
kutubxonasi
№/ 125445

205

TOSHKENT - 2023

UO'K: 004.8.
KBK 32.813.5.
S 61

B.B. Mo'aminov. Sun'iy intellekt. (O'quv qo'llanma). –T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2023. 175 bet.

ISBN 978-9910-735-27-1

Mazkur o'quv qo'llanmada sun'iy intellekt asosida ma'lumotlarga ishlov berish yo'nalishida ish olib borayotgan izlanuvchilar uchun sun'iy intellekt borasida tushuncha hosil qilish, uning ko'rinishi bilan tanishish, ishlash tamoyillari, imkoniyatlari, qo'llash sohasi bo'yicha tushunarli va ixcham tilda ma'lumot olishlari mumkin. Shuningdek, sun'iy intellektning modellari, usullari va algoritmlari, qo'llash uslublari keltirilgan.

UO'K: 004.8.
KBK 32.813.5.

Taqrizchi: **N.O. Raximov** – Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti ATDT kafedrası mudiri, **t. f. d.**

O'quv qo'llanma Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti rektorining 2023 yil 14 iyuldagi 228-son buyrug'iga asosan nashr qilindi.

ISBN 978-9910-735-27-1

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2023.

QISQACHA MAZMUNI

Sun'iy intellektdan foydalangan holda muammolarni hal qilishda standart neyron tarmoq konfiguratsiyasi tanlanadi, ammo muammoning murakkabligi va xususiyatlarini hisobga olgan holda mavjud konfiguratsiyalarni tanlash muammoli bo'lishi mumkin. Agar masalaning yechimi ma'lum turdagi neyron tarmoqlardan biri asosida yechimga ega bo'lmasa, yangi konfiguratsiyani shakllantirish muammosi hal qilinishi kerak bo'ladi.

Sun'iy intellekt tuzilishini aniqlash uchun bir nechta muammolarni hal qilish kerak: sun'iy intellekt tasnifini yaratish; mavjud sun'iy intellektni tahlil qilish; modelni yaratish uchun asosiy mezonlarni ishlab chiqish; sun'iy intellektga asoslangan modelning sifatini aniqlash uchun asosiy xususiyatlarni aniqlash.

O'quv qo'llanmaning maqsadi: asosiy sun'iy intellektning batafsil tasnifi, sun'iy intellektning asosiy xususiyatlari va mavjud modellarini tanlash mezonlarini aniqlashda ko'makchi bo'lib xizmat qiladi.

Keltirilgan misollar asosida esa umumiy ilmiy-amaliy tamoyillar, tasnifni qurish uchun tizimli va kompleks yondashuvlar nazariyasiga asos sifatida qabul qilish mumkin.

Ushbu o'quv qo'llanmada sun'iy intellektning tasnifi keltirilgan va identifikatsiya qilish muammolarini qayta ishlash, tarmoqlaridan foydalanish va xatolarni teskari tarqatish usuli bo'yicha o'qitiladigan tarmoqlar – tashxislash vazifasi uchun hal qilish taklif etiladi. Keltirilgan sun'iy intellektning keng qo'llaniladigan algoritmlariga, modellari-ga alohida urg'u berilib, aniq misollar ko'rinishida izohlangan.

Tasvirlarni aniqlash, ular asosida o'rganish, ularni tasniflash, ma'lumotlarni yig'ib borish kabi masalalarni yechishda asosan konvol-yutsiyalash neyron tarmoqlar CNN (Convolutional neural networks) qo'llanilishi borasida aniq misollar keltirilgan.

Rekurrent neyron tarmoqlar RNN (Recurrent neural network) ko'rinishlari, ular asosida qo'llaniladigan algoritmlar LSTM, Word2Sec asosida mashinali tarjima borasida aniq misollar keltirilgan.

Kohonen neyron tarmog'i KN (Kohonen network) berilgan katta hajmdagi ma'lumotlarni klasterlash, ular ichida qonuniyatlarni aniqlash, o'z-o'zini o'rganish tizimlari (o'qituvchili, o'qituvchisiz) masalalarini yechishda qo'llanilishi va aniq algoritmlariga misollar keltirilgan.

Keng tarqalgan Bayes algoritmlarining izohi va uning qo'llanilishi aynan ehtimolliklar nazariyasiga asoslanishi borasida misollar keltirilgan.

Turli sohalarida katta hajmdagi ma'lumotlarni qo'llash jarayonida texnik holatni aniqlash va ma'lumotlar asosida tashxislash muammolarini hal qilish, ma'lum bir qonuniyatlarni aniqlash, tizimlarni avtomatlashtirishni yo'lga qo'yish, boshqaruvni sun'iy intellekt asosida amalga oshirilishi bilan bog'liq masalalarni hal qilish uchun sun'iy intellektdan yoki oddiygina turli xil sun'iy intellektdan foydalanish mumkin. SI funksiyalarining maksimal ta'siri bilan amalga oshirish uchun odatda SI parametrlarining optimal to'plami mavjud.

Bundan tashqari, adabiyot manbayi amalda qo'llanilgan va nazariy ma'lumotlarning to'plami sifatida qabul qilinishi tavsiya etiladi.

Shunday qilib, SI ishlab chiquvchisi oldida turgan asosiy vazifalardan biri, bu tarmoq turini aniqlaydigan ushbu to'plamni tanlashdir. O'quv qo'llanma so'ngida tavsiya sifatida chizma keltirilgan bo'lib, algoritm ko'rinishi va qo'llanilishi mumkin bo'lgan yo'nalish keltirilgan.

АННОТАЦИЯ

При решении задач с использованием искусственного интеллекта подбирают стандартную конфигурацию нейросети, но с учетом сложности и особенности задачи подбор существующих конфигураций может быть проблематичен. Если же задача не может быть сведена ни к одному из известных типов нейросети, приходится решать сложную проблему синтеза новой конфигурации.

Для определения структуры модели искусственного интеллекта необходимо решить несколько задач: построить классификацию искусственных интеллектов; провести анализ искусственных интеллектов; разработать основные критерии отбора искусственных интеллектов для построения модели; определить основные характеристики для определения качества модели на основе искусственного интеллекта.

Цель написания учебного пособия подробная характеристика искусственного интеллекта позволит выявить основные характеристики искусственного интеллекта и критерии отбора существующих моделей.

Методологической основой работы явились общенаучные принципы проектирования, теория системно-комплексных подходов к построению классификации.

В учебном пособии приводятся характеристики искусственного интеллекта и предлагается для решения задач идентификации использовать рекуррентные сети, а сети с обучением по методу обратного распространения ошибок - для задачи прогнозирования. Для решения задач идентификации и прогнозирования технического состояния в процессе эксплуатации могут быть использованы искусственные нейронные сети (ИНС) или, просто, нейронные сети (НС) различного рода. Для реализации с максимальным эффектом функций НС, как правило, существует

оптимальная совокупность параметров НТ. Следовательно, одной из основных задач, стоящих перед разработчиком НС, является выбор этой совокупности, определяющей, в конечном итоге, вид сети. Основным элементом сети является искусственный нейрон (далее нейрон). Нейроны делятся на три типа в соответствии с функциями, выполняемыми ими в сети. Входные нейроны (нейроны входного слоя) принимают данные из внешней среды и определенным образом распределяют их далее по сети. На промежуточные нейроны (нейроны скрытого слоя) возлагается роль основных участников процесса решения задачи. Выходные же нейроны (нейроны выходного слоя) передают результаты работы сети во внешнюю среду (потребителю). Типы нейронов в зависимости от их функций в сети. В зависимости от механизма обработки получаемых данных можно выделить целый ряд математических моделей нейронов. Существуют две группы моделей нейронов, которые принадлежат, соответственно, двум типам сетей: классическим и нечетким. Каждая из моделей нейронов обладает рядом присущих ей свойств, однако имеются и общие черты, к которым можно отнести наличие входного и выходного сигналов, а также блока их обработки.

Кроме описания основных нейронных сетей, особое внимание уделяется широко используемым алгоритмам, моделям нейронных сетей, приведены конкретные применения:

При решении таких задач, как распознавание изображений, определение не дополненных образов на основе базы обучения, тасниф и группировка изображений и т.д., применяется конволюсионные нейронные сети CNN (convolutional neural networks). После описания представлены конкретные примеры применения этой сети.

Ресуррент нейронные сети РНН (ресуррент неурал нетворк) представляют собой рекуррентную нейросет, приведен пример на

основе алгоритмов как LSTM, Word2Vec сети используются в машинном переводе.

Нейронная сеть Кохонена CN (Cohonen network) которая работает с большим объемом данных, для решения таких задач как определения закономерностей, взаимосвязи определенных параметров, кластеризация данных. Она удобна для работы в системах с самообучением (с учителем, или без учителя). В энциклопедии можно ознакомиться с примерами конкретных алгоритмов.

Приведены примеры, которые описывают принцип работы алгоритмов Баес. Баес это алгоритм классификации, с допущением о независимости признаков.

В процессе использования больших объемов данных в различных областях можно использовать искусственные нейронные сети или просто различные нейронные сети для решения проблем технического состояния и прогнозирования на основе данных, выявления определенных закономерностей, автоматизации систем, решения проблем, связанных с осуществлением управления на основе искусственного интеллекта. Для реализации с максимальным эффектом функций NN обычно существует оптимальный набор параметров NN. Таким образом, одной из основных задач, стоящих перед разработчиком NN, является выбор этого набора, определяющего тип сети. В конце энциклопедии в реферальном просмотре приводится схема, в которой приводится алгоритм работы и рекомендуемое направление, в котором он может быть применен.

Литературные ресурсы, представленные в конце энциклопедии, применены практически и рекомендуются в качестве сборника теоретической информации.

ABSTRACT

When solving problems using a neural network, a standard configuration of the neural network is selected, but taking into account the complexity and features of the problem, the selection of existing configurations can be problematic. If the problem can not be reduced to any of the known types of neural network, it is necessary to solve the complex problem of synthesis of the new configuration.

To determine the structure of the neural network model, it is necessary to solve several tasks: to build a classification of neural networks; to analyze existing neural networks; to develop the main criteria for selecting neural networks for building a model; to determine the main characteristics for determining the quality of the model based on the neural network.

The purpose of writing an encyclopedia detailed classification of neural networks will reveal the main characteristics of neural networks and selection criteria of existing models.

The methodological basis of the work was the General scientific principles of design, the theory of system-integrated approaches to the construction of classification.

The classification of neural networks is given in the encyclopedia and it is proposed to use recurrent networks to solve identification problems, and networks with training by the method of back propagation of errors - for the forecasting problem. Artificial neural networks (ins) or, simply, neural networks (NS) of various kinds can be used to solve the problems of identification and prediction of technical condition during operation. As a rule, there is an optimal set of NT parameters for the implementation of NS functions with maximum effect. Therefore, one of the main tasks facing the NS developer is the choice of this set, which ultimately determines the type of network. The main element of the network is an artificial neuron (hereinafter referred to as the neuron). Neurons are divided into three types according to the

functions they perform on the network. Input neurons (neurons of the input layer) receive data from the external environment and distribute them further along the network in a certain way. Intermediate neurons (neurons of the hidden layer) are assigned the role of the main participants in the process of solving the problem. Output neurons (neurons of the output layer) transmit the results of the network to the external environment (consumer). Types of neurons depending on their functions in the network Depending on the processing mechanism of the data can be identified a number of mathematical models of neurons. There are two groups of neuron models, which belong, respectively, to two types of networks: classical and fuzzy. Each of the models of neurons has a number of inherent properties, but there are common features, which include the presence of input and output signals, as well as their processing unit.

In addition to the description of the main neural networks, special attention is paid to widely used algorithms, neural network models, specific applications are given:

In solving problems such as image recognition, the definition of non-augmented images based on the training base, classification and grouping of images, etc., used convolutional neural networks cNN (convolutional neural networks). The description is followed by specific examples of the use of this network.

Recurrent neural networks RNN (recurrent neural network) are a recurrent neural network, an example based on algorithms like LSTM, Word2Sec networks are used in machine translation.

Neural network Kohonen (KN) which works with a large amount of data to solve problems such as determining patterns, the relationship of certain parameters, data clustering. It is convenient to work in self-learning systems (with or without a teacher). In the encyclopedia you can find examples of specific algorithms.

Examples that describe the principle of Bayes algorithms are given. Bayes is a classification algorithm, with the assumption of feature independence.

In the process of using large amounts of data in various fields, you can use artificial neural networks or simply different neural networks (NT) to solve problems of technical condition and forecasting based on data, identify certain patterns, automate systems, solve problems related to the implementation of management based on artificial intelligence. For the implementation of the maximum effect of NN functions, there is usually an optimal set of NN parameters. Thus, one of the main challenges facing the NN developer is the choice of this set, which determines the type of network. At the end of the encyclopedia in the referral view is a diagram that shows the algorithm and the recommended direction in which it can be applied.

The literary resources presented at the end of the encyclopedia are practically used and are recommended as a collection of theoretical information.

I bob. SUN'IY INTELEKTNING NAZARIY ASOSLARI

1.1. Sun'iy intellektning rivojlanish tarixi

Inson ongiga o'xshash fikrlash qobiliyatiga ega sun'iy ongni yaratish borasidagi g'oya ancha yillar oldin paydo bo'lgan edi. R.Lulliy XIV asrlarda turli masalalarni mulohazalar asosida yechadigan mashinani yaratishga harakat qildi.

XVIII asrlarda *G.Leybnis* (1646–1716) va *R.Dekart* (1596–1650) bir-biridan xolis holda universal tilni ishlab chiqish g'oyasini olg'a surdi. Ushbu g'oyalar sun'iy intellektning nazariy asosi bo'lib qoldi.

Sun'iy intellektni yaratish yo'nalishi birinchi EHMLar yaratilgandan so'ng, XX asrning 40-yillarida kuchayib ketdi. Shu vaqtning o'zida *I.Viner* (1894–1964) yangi yo'nalish fani – kibernetika bo'yicha o'z tadqiqotlarini olib bordi.

Sun'iy intellekt tushunchasi (Artificial intelligence) 1956-yil Stanford universiteti (AQSH) seminarida birinchi marta e'lon qilindi. Ushbu seminar hisoblash ishlariga emas balki, mantiqiy ishlanmalarga yo'naltirilgan edi. Sun'iy intellekt yangi fan yo'nalishi sifatida tan olingandan keyin u asosiy ikkita yo'nalishga ajratildi: neyrokibernetika va «qora yashik» kibernetikasi. Faqat hozirga kelib ular bitta yagona yo'nalish sifatida birlashtirildi.

Neyrokibernetikaning asosiy g'oyasini quyidagicha ifodalash mumkin. Fikrlash qobiliyatining yagona obyektini inson ongidir, shuning uchun barcha «fikrlash» imkoniyatiga ega qurilma aynan ong faoliyatini takrorlashi lozimdir.

Demak, neyrokibernetika inson miyasi strukturasi o'xshash model strukturasi apparat ko'rinishga yo'naltirilgan. Fiziologlar tomonidan shu narsa aniqlashtirilganki, inson miyasi asosini o'zaro bog'langan nerv hujayralari – neyronlar tashkil qiladi. Shuning uchun neyrokibernetiklar ishi neyronlarga mos bo'lgan elementlarni yaratish

va ularni yagona tizimga birlashtirishga yo'naltirilgan. Bunday tizimlar *neyron tarmoqlar* yoki *neyrotarmoqlar* deb nom olgan.

Eng birinchi neyrotarmoqlar 50-yillar oxirida amerikalik olimlar *G.Rozenblat* va *P.Mak-Kigyuk* tomonidan ishlab chiqilgan. Bu inson ko'zi modeli va uning inson miyasi bilan hamkorlikda ishlashini ta'minlovchi tizimni yaratishga harakat edi. Ular yaratgan qurilma *perseptron* degan nomni oldi. U alifbo harflarini farqlash qobiliyatiga ega bo'lib, biroq ular yozilishiga ta'sir qilardi. Masalan, *A*, *A* va *A* harflari yozilishi uchta turli belgi sifatida qabul qilinardi. 70–80-yillarga kelib, sun'iy intellekt yo'nalishi bo'yicha izlanishlar soni kamayib bordi. Eng birinchi natijalar samarasiz bo'lib chiqdi, mualliflar fikricha, o'sha davr uchun kompyuterlar xotira hajmi va ish kuchi tezligi yetarlicha bo'lmaganligi sabab bo'ldi.

Biroq, 80-yillar o'rtalarida Yaponiyada yangi avlod kompyuterlarini ishlab chiqarish sohasida bilimlari asosida ishlovchi neyrokompyuterlari ishlab chiqildi. O'sha davrda xotira hajmi va tezkorlik ko'rsatkichlaridagi cheklanmalar yo'qolib, *transpyuterlar* paydo bo'ldi, katta hajmdagi protsessorlarga ega parallel kompyuterlar va transpyuterlardan *neyrokompyuterlar* inson miyasi strukturasi modelini yaratishga bir qadam qolgan edi. Neyrokompyuterlarni qo'llashning asosiy sohasi bu obrazlarni aniqlashda qo'llash hisoblandi.

Hozirgi kunda neyrotarmoqlarni yaratishning uchta yo'nalishi qo'llanilmoqda:

apparat – maxsus kompyuterlarning, kengaytma platalari, mikrosxemalar to'plami yaratilishi bo'lib, ular qo'yilgan algoritmlar bo'yicha ishlashga yo'naltiriladi;

dasturiy – yuqori tezkorlikka ega kompyuterlar uchun dasturlar va instrumentlarni yaratish. Neyrotarmoqlar kompyuter xotirasida yaratiladi, barcha amallarni esa ularning protsessorlari amalga oshiradi;

gibrid – ikki qismning muvofiqlashuvi. Hisoblashlarning bir qismini maxsus kengaytirilgan platalar amalga oshirsa, (soprotsessorlar), qolgan qismini dasturiy vositalar tashkil qiladi.

«Qora yashik» kibernetikasi asosida neyrokibernetika asosiga qarama-qarshi bo'lgan prinsip yotadi. Bunda «fikrlovchi» qurilma qanday joylashganligiga ahamiyatsiz holda, asosiy inson aqli kabi berilganlarni to'g'ri qayta ishlashi muhim hisoblanadi.

Sun'iy intellektning ushbu yo'nalishi mavjud kompyuter modellarida intellektual masalalarni yechish algoritmlarini izlab topishga yo'naltirilgan. 1956–1963-yillarda inson fikrlash qobiliyatining modellari va algoritmlarini aniqlash hamda birinchi dasturlarni ishlab chiqish ishlari olib borilgan. Biroq, mavjud fanlardan birortasi – falsafa, psixologiya, lingvistika aynan algoritumni taklif eta olmaydi. Turli yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilgan.

50-yillar oxirida labirintli izlash modeli yaratildi. Bu yo'nalishda masala ma'lum bir grafik ko'rinishda keltirilib, holatlar muhitini ifodalab, ushbu grafika asosida kiruvchi berilganlar va olinadigan natijalargacha bo'lgan yo'llarning optimalini izlab topish imkonini beradi. Ushbu modelni ishlab chiqish bo'yicha ancha ishlar olib borilgan, biroq amaliy masalalarni yechishda bu usul o'z aksini topmadi.

60-yillar boshi – *evristik dasturlash davri* bo'lib, evristika – nazariy jihatdan asoslanmagan qonuniyat, biroq izlash keng muhitida holatlar sonini qisqartirish imkonini beradi. Evristik dasturlash – oldindan berilgan evristika asosida strategik amallarni ishlab chiqish degan ma'noni anglatadi.

1963–1970-yillarda masalalarni yechishda matematik mantiq usullarini qo'llash ishlari boshlandi. Qonuniyatlardan foydalanish usuli, ya'ni mavjud aksiomalar negizida teoremlarning isbotlanishi asosida 1973-yilda *Prolog* dasturlash tili yaratildi.

Sun'iy intellekt amaliy dasturlash sohasida 70-yillar o'rtasida ahamiyatli o'zgarish yuz berdi, bunda fikrlash universal algoritmini izlash o'miga mutaxassis-ekspertlar aniq bilimlarini modellashtirish g'oyasi paydo bo'ldi. AQSHda bilimlarga tayangan holda ishlovchi tijorat tizimlari yoki boshqacha qilib aytganda, *ekspert tizimlar*

yaratildi. Sun'iy intellekt masalalarini yechishning yangi yondashuvi – *bilimlarni ifodalash* usuli kirib keldi. Tibbiyot va kimyo yo'nalishlari uchun klassik bo'lib qolgan ekspert tizimlari – MYCIN va DENDRAL yaratildi. Intellektual texnologiyalarni rivojlantirishning bir necha global loyihalari taklif qilingan. ESPRIT (Yevropa Ittifoqi). DARPA (AQSH Mudofaa vazirligi), V avlod mashinalari bo'yicha yapon loyihasi hisoblanadi.

80-yillar o'rtalaridan boshlab sun'iy intellekt tijorat loyihalarida qo'llanila boshlandi. Yillar davomida ekspert tizimlarini ishlab chiqarishga katta hajmdagi mablag' ajratilib, o'rganish qobiliyatiga ega sun'iy intellekt tizimlari bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda va ishlab chiqilmoqda.

1.2. Sun'iy intellekt rivojlanish bosqichlari

1-bosqich (50-yillar) (Neyron va neyron tarmoqlar)

Bu davr ketma-ket amallarni bajaruvchi hozirgi vaqt uchun o'rtacha quvvatga va ma'lum bir resursli xotira, tezkorlikka, masalalar yechimiga ega bo'lgan mashinalar paydo bo'lishi bilan bog'liq. Ushbu masalalar faqat hisoblash amallari bilan bog'liq bo'lib, buning uchun masala yechimi sxemasi ma'lum bir rasmiy dasturlash tilida izohlangan bo'lgan. Bunday masalalarga adaptatsiya masalalari kiradi.

2-bosqich (60-yillar) (Evristik izlanish)

Mashina «intellekt» qismiga ma'lumotlarni izlash, saralash, oddiy usullarda umumlashtirish mexanizmlari qo'shilib, unda qayta ishlanadigan ma'lumotlar mohiyat jihatdan bog'liqsizdir. Aynan shu davr inson faoliyatini avtomatizatsiyalash masalalarini hal qilish va rivojlantirish uchun turtki nuqtasi bo'lib xizmat qildi.

3-bosqich (70-yillar) (Bilimlarni ifodalash)

Bu davrda olimlar uchun aynan masalalar yechimi yangi algoritmlarini sintez qilish uchun bilimlar (ularning hajmi va mohiyati) muhimligi aniqlandi. Ushbu bilimlar matematik nuqtayi nazardan

izohga ega bo'lmagan, to'plangan tajriba asosida olingan bilimning rasmiy xususiyatiga ega bo'lmagan, faqat izohlar to'plami sifatida shakllangan bilimlar inobatga olinmoqda. Bu bilimlar turli soha mutaxassisleri, shifokorlar, kimyogarlar, tadqiqotchilar va boshqalar erishgan yutuqlar, bilimlar to'plamidir. Ushbu bilimlar ekspert bilimlar deb nom olgan bo'lib, ular asosida ishlovchi tizimlar konsultant (maslahatchi) yoki ekspert tizimlar deb nomlandi.

4-bosqich (80-yillar) (Bilim oluvchi mashinalar)

SI rivojlanishining to'rtinchi bosqichi ilg'or qadam bilan olg'a surilishga turtki bo'ldi. Ekspert tizimlar paydo bo'lganidan boshlab, intellektual texnologiyalar rivojlanishining yangi bosqichi – intellektual tizimlar – konsultantlar erasi boshlandi, bunga qo'yilgan masala yechim yo'llarini ko'rsatib, ularni asoslab beradi, o'rganish va bilim sohasini kengaytirish imkoniyatiga ega, inson bilan cheklangan tabiiy tilda muloqot qilish imkoniga ega tizimlardir.

5-bosqich (90-yillar) (Ma'lumotlarni qayta ishlashning avtomatizatsiyalashgan markazlari)

Aloqa tizimlarining va ular yordamida bajariladigan masalalarning murakkablashuvi dasturiy ta'minotning «intellektualligini» oshiruvchi darajaga o'tishni taqozo etdi, bunda tizimdan chetdan turib huquqsiz foydalanishdan himoyalash, axborot resurslarini himoyalash, tahdidlarni oldini olish, tahlil o'tkazish hamda kerakli ma'lumotni izlash va boshqa ishlarni ta'minlashi kerak. Himoya tizimlarini yaratishning yangi ko'rinishi bu intellektual tizimlarni qo'llash bo'lib qoldi. Aynan ular asosda oson o'zgartirish mumkin bo'lgan muhitni yaratish va kerakli masalalar yechimini ta'minlash mumkin.

6-bosqich (2000-yillar) (Robototexnika)

Robotlarni qo'llash sohasi juda keng bo'lib, oddiy atrofni tozalovchi robotlardan boshlab, to zamonaviy harbiy va kosmik texnika ko'rinishlarga ega bo'lgan. Modellarda navigatsiya tizimlari va periferiyali datchiklar o'rnatilgan.