**Лекция № 11.** Нейрожелілік есептеу моделдері. Шектеусіз регистрлі машина (МНР)

**МАҚСАТЫ:** Нейрожелілік есептеу моделдері .

**СҰРАҚТАР**:

1. Нейрожелілік есептеу моделдері.
2. Бейнені тану және жіктеу
3. Шешім қабылдау және басқару
4. Кластерлеу
5. Болжау
6. Аппроксимация
7. Деректерді сығу және Ассоциативтік жады

**НЕГІЗГІҰҒЫМДАР:** Бейнені тану және жіктеу. Шешім қабылдау және басқару. Кластерлеу

Болжау. Аппроксимация.Деректерді сығу. Ассоциативтік жады.

Нейрондық желілер мен ақпаратты параллель есептеу модельдерінде есептеудің басқа жолы қолданылады. Оның мысалына Мак-Куллах пен Питтс модельдері жатады.

Мак-Куллах пен Питтс модельдері нейрожелілік компьютер макродеңгейде барлық бульдік алгебра операцияларын орындайды.

1950-жылдары Франк Розенблатт перцептронды – есептеу моделін жасады.

1960 -жылдары есептеудің нейрожелілік модельдері жасалды (Хопфилд процессоры, Гроссберг процессоры, больцман процессоры).

Мұндай жүйелердің қасиеттері анықталды:

* олар бейнелерді тани алады және шешім қабылдай алады;
* олар үйрене алады;

“Әрбір нейрокомпьютер дара. Бұл оқытудың әр кезеңінде байқалады. Гроссберг процесінде бейнелерді элементерге орналастыру кездейсоқ болады.Бірдей процессорларда бұл элементтер бірдей болмайды. Бұл процессор жұмысына бөгет жасамайды, оның даралығын білдіреді ”.

Розенблатт идеясы бойынша жүйелер өзінің қабілетін оқу барысында алу керек, яғни арнайы оларды ережелер мен сипаттамалары бойынша программалап қажеті жоқ.

Жасанды нейрондық желілер байланысқан және өзара әрекеттескен қарапайым процессорлар(жасанды нейрондар) жүйесін береді. Мұндай процессорлар көбіне ДК қолданылатын процессормен салыстырғанда өте қарапайым. Әрбір процессор желіге ұқсас сигналдармен ғана жұмыс істейді, олар үнемі периодты түрде сигналды қабылдап отырады және басқа процессорларға периодты түрде жіберіп отырады. Келешекте жергілікті қарапайым процессорлардың өзараәрекетті басқаратын осындай байланысқан өте үлкен желісі бірге өте күрделі есептерді орындай алу мүмкіндігі бар. Машиналық оқыту бойынша нейрондық желінің бейнені тану әдістері, дискриминаттық талдау, кластерлеу әдістері және т.б. ерекше жеке жағдайын ұсынады.сматематикалық көзқарас бойынша нейрондық желілерді оқу- это[многопараметрлік сызықтық емес оптимизациялау есебі](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0&action=edit&redlink=1). Кибернетика көзқарасы бойынша нейрондық желі адаптивтік басқару есептерінде және робототехникалар үшін алгоритмдер ретінде қолданылады. Есептеу техникасының және программалаудың дамуы көзқарасы бойынша нейрондық желі –тиімді параллелизм мәселесін шешу әдісі. Жасанды зерде қөзқарасы бойынша жасанды нейрондық желі коннективизм философиялық ағымның негізі және компьютерлік алгоритм көмегімен табиғи интелекті құру мүмкіндігін оқуға құрылымдық қадамды негізгі бағытты болып табылады. Нейронгдық желі осы сөздің біріншілік мағынасымен программаланбайды, олар оқытылады. Оқу мүмкіндігі –ол нейрондық желілердің дәстүрлі алгоритмдердің алдындағы ең басты артықшылығы. Техникалық оқыту нейрондар арасындағы байланыс коэффициентін табумен бекітіледі. Нейрондық желі оқыту кезінде кіріс пен шығыс деректердің арасындағы күрделі тәуелділікті көрсетуге қабілетті, сонымен қатар жинақтауды орындайды. Бұл дегеніміз сәтті оқыту кезінде деректер негізінде желі дұрыс мән қайтарады.

**Бейнені тану және жіктеу**

Бейне ретінде табиғаты әртүрлі объектілер берілуі мүмкін: мәтін символдары, суреттер, дыбыс үлгілері және т.б. Желіні оқыту кезінде бейнелердің әртүрлі үлгісі ұсынылады, олар қай класқа жататыны да көрсетіледі. Үлгі ереже ретінде белгілер мәнінің векторы ұсынылады. Сонымен қатар барлық векторлар жиыны үлгі жататын класты анықтауы керек. Егер белгілер жеткіліксіз болса, желі бір бейнені бірнеше класқа сәйкес келуі мүмкін. Желілерді оқытып болғаннан кейін оған бұрыннан белгісіз бейнені беруге болады және белгілі бір класқа жататындығы туралы жауабын аламыз. Мұндай желі топологиясы шығыс қабаттағы нейрондар саны ереже ретінде анықталған класс санына тең деп сипатталады.Сонымен қатар нейрондық желінің шығысы мен кластар арасындағы сәйкестік орнатылады.

**Шешім қабылдау және басқару**

Бұл есептер жіктеу есептеріне жуық. Жіктеулерге нейрондық желі кірісіне түсетін жағдайға сипаттамасы жатады. Шығысында сонымен қатар олар қабылдаған шешу белгілері пайда болуы керек. Сонымен қатар кіріс сигналы ретінде басқарылатын жүйе жағдайын сипаттаудың әртүрлі критерийлері қолданылады. [[13]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C#cite_note-OSPNeuro-12).

**Кластерлеу**

Кластерлеу деген түсінікке кіріс сигналдар жиынын кластарға бөлу түсінігі қарастырылған, сонымен қатар мұнда кластардың белгілері де, сандары да алдын ала берілмеген. Оқытудан кейн мұндай желі кіріс сигнал қай класқа жататынын анықтауға қабілетті. Желі сонымен қатар кіріс сигнал көрсетілген кластардың ешқайсысына жатпайтынына сигнал бере алады. Осылайша желі белгісіз алдынғы кластар сигналдарын таба алады. бар пәндік облыстағы Бөлінген желінің, және кластардың арасындағы сәйкестікті адам орнатады. Кластерлеуді мысалы, [Кохонена](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D0%9A%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B0) нейрондық желісі жүзеге асырады.

**Болжау**

Нейрондық желінің болжау қабілеті оның жалпылау және кіріс және шығыс деректер арасындағы жасырын тәуелділікті ерекшелеу қабілетіннен тікелей алынған. Оқытғаннан кейн желі бірнеше алдынғы мән немесе\және нақты қазіргі кездегі факторлар негізінде кейбір тізбектердің болашақ мәнін болжай алады. Айта кететін жағдай болжау тек болашақты ұандайда бір дәрежеде қайта анықтаса алдыңғы өзгертулер кұшінде болады.

**Аппроксимация**

Нейрондық желілер үзіліссіз функцияларды аппроксимация жасай алады. Жинақтау [аппроксимациялық](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)  [теорема](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B0)[[14]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C#cite_note-13): сызықтық операция және каскадтық байланыс көмегімен ерікті сызықты емес элементтен алдын ала берілген дәлдіктегі кез келген үзіліссіз функцияны есептейтін құрылғы алуға болады.

**Деректерді сығу және Ассоциативтік жады**

Нейрожелінің әртүрлі параметрлер арасындағы байланысты анықтау қабілеті өте үлкен өлшемдегі деректерді көрсетуге мүмкіндік береді, егер егер де деректер бір-бірімен өте тығыз байланыста болса. Кері процесс— ақпарат бөлігіннен бастапқы деректер жиынын қалпына келтіруді ассоциатив жады деп атайды. Ассоциатив жады бөлінген кіріс сигналдан бастапқы сигналды\бейнені қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Гетероассоциативті жадылы есепті шешу мәндер бойынша адрестелген жадыны жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

***Есепті шешу кезеңдері:***

* Оқыту үшін деректер жинау;
* Деректерді дайындау және қалыптандыру;
* Желілер топологиясын таңдау;
* Желі сипаттамасын сараптамалық таңдау;
* Оқыту параметрлерін сараптамалық іріктеу;
* Өзіндік оқу;
* Оқудың адекваттылығын тексеру;
* Нәтижелі оқытудың параметрлерін түзету;
* Әрі қарай қолдану мақсатында желіні [Вербализация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%28%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%29)лау

***Кіріс ақпарат типі бойынша жіктеу***

* Аналогты нейрожелілер (нақты сандар формасындағы ақпаратты қолданады);
* Екілік нейрондық желілер(екілік түрдегі ақпаратпен жұмыс істейді)

***Оқыту сипаты бойынша жіктеу***

* [Мүғаліммен](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%81_%D1%83%D1%87%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC) оқыту—нейрондық желі шешімі шығыс кеңістік;
* [Мұғалімсіз](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B1%D0%B5%D0%B7_%D1%83%D1%87%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F) оқыту — нейрондық желі шығыс кеңістікті қалыптастырады шешімі кіріс әрекеттер негізінде. Ондай желілер өзін ұйымдастырушы желі деп аталады;
* Бекітумен оқыту— айыптарды тағайындау жүйесі және ортадан марапаттау.

***Байланыстар сипаттамасы бойынша жіктеу***

**Тікелей тарату желісі (Feedforward)**

Барлық байланыстар қатал түрде кіріс нейроннан шығысқа бағытталған. Мұндай байланыстар мысалына [Розенблат перцептроны, көпқабатты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) перцептрондар, Ворда желілері жатады.

**Рекурренттік нейрондық желілер**

Шығыс нейрондар немесе жасырын қабаттағы сигналдар жеке керісінше кіріс қабаттағы ([кері](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C%22%20%5Co%20%22%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) байланыс). нейрондар кірісіне беріледі. Д

Хопфилдің рекуренттік желісі тұрақты жағдайға келгенше кіріс деректерді «сүзгілейді», осылайша деректер компрессиясы және ассоциативтік жадыны құру есебін шешеді. Жеке жағдайда рекурренттік желілер екібағытты болады.

Танымал нейрондық желілер

* Розенблатт персептроны;
* Көпқабатты перцептрон;
* Джордана желісі;
* [Элмана](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D0%AD%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0); желісі;
* Хэмминга; желісі;
* [Ворда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D0%92%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B0); желісі;
* [Хопфилда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D0%A5%D0%BE%D0%BF%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%B4%D0%B0); желісі
* [Кохонена](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D0%9A%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B0); желісі
* [Нейронды газ](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7&action=edit&redlink=1)[[20]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C#cite_note-19)
* [Когнитрон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD);
* [Неокогнитрон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD);
* Хаостық нейронды желі
* Осцилляторлық нейронды желі;
* Қарсы тарату желісі;
* [радиальды базисті функцялар (RBF-сеть)](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%81%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9_(RBF-%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)&action=edit&redlink=1) желісі;
* [Жалпыланған регресси](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8&action=edit&redlink=1)я желісі;
* [Ықтималдық](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C&action=edit&redlink=1) желі;
* [Сиам нейронды желісі](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B8%D0%B0%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C&action=edit&redlink=1);
* [Сети адаптивті резонанс](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B8_%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B0&action=edit&redlink=1) желісі.
* [Жималаушы нейронды желі (convolutional neural network)](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B2%D1%91%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C_(convolutional_neural_network)&action=edit&redlink=1).

**Қолданысы:**

Қаржылық уақыт қатарларын болжау

Психодиагностика

Хемоинформатика

Нейробасқару

**Шектеусіз регистрлі машина (МНР)**

Біз таңдаған гипотетикалық компьютер шектеусіз регистрлері бар машина (ШРМ) деп аталады. [Кат­ленд,1983,16-29]; ол бірінші рет Дж.Шепердсоном және Х.Стерджисом (1963) қарастырған және РАМ және РАСП деп аталатын машиналардың жеңіл видеотүрлендірілуі болып табылады. Бұл модельдер Тью­рин­г машиналарына қарағанда қазіргі заманғы есептеуіш құралдарының құрылымын көрсетеді.

МНР әрқайсысы R1, R2,R3,..., деп белгіленетін шексіз регистрлердің санынан тұрады, сонымен бирге Rn құрайтын санды rn арқылы белгілейміз. Мұны келесі түрде көрсетуге болады:



МНР кейбір командалардың комегімен регистрлердің құрамын өзгерте алады. Әрбір команда келесі төрт түрдің біреуинде болады: нөлдену ко­ман­дасы, бирди қосу ко­ман­дасы, қайта адрестеу ко­ман­дасы және шартты ауысу  ко­ман­дасы (таблица 1).

 Ариф­ме­тикалық ко­ман­далар деп нөлдену командасын, бірді қосу ко­ман­дасы, қайта адрестеу ко­ман­дасын айтамыз, сонымен бірге Z(n) и S(n) ко­ман­далары формальды арифметикадағы натурал сандармен қарапайым операцияларға сәйкес келеді.

МНР бағдарламасы – бұл командалардың соңғы тізбегі. Бастапқы конфигурация деп, R1,R2,.... регистрлеріндегі a1,a2,....на­ту­ра­л сандардың тізбегін атаймыз

МНР есептеу үшін, ол P бағдарламасымен және бастапқы конфигурациямен жабдықталған болуы тиіс.

 P«(I1,I2,...Is), где I1,I2,...Is – командалар тізбегі болсын. Басында МНР I1 командасын орындайды.

"Есептеудің келесі командасы" индуктивті түсінігін анықтаймыз.

 Анықтама.

(1) I1 - есептеудің келесі командасы.

(2) Егер Ik (k=1,2,...,s-1) шартты ауысу командасы болмаса, онда Ik+1 командасы есептеудің келесі командасы болып табылады.

 (3) Егер Ik (k=1,2,...,s-1) J(m,n,q) командасы болса, ал rm и rn - Rm и Rn регистрлерінің құрамы болса, сәйкесінше есептеудің келесі командасы Iq, q=1,2,...,s, егер rm=rn, және Ik+1 ко­ман­дасы – кері жағдайда.

(4) Егер Is  J(m,n,q) командасы болып табылса, ал rm и rn - Rm и Rn ре­ги­стрлерінің ағымдағы құрамы болсасәйкесінше  Iq командасы есептеудің келесі командасы, егер rm=rn и q£s.

(5) Есептеуге басқа командалар жоқ.

**ҚОРЫТЫНДЫ:** Жасанды нейрондық желілер байланысқан және өзара әрекеттескен қарапайым процессорлар(жасанды нейрондар) жүйесін береді. Мұндай процессорлар көбіне ДК қолданылатын процессормен салыстырғанда өте қарапайым. Әрбір процессор желіге ұқсас сигналдармен ғана жұмыс істейді, олар үнемі периодты түрде сигналды қабылдап отырады және басқа процессорларға периодты түрде жіберіп отырады. Машиналық оқыту бойынша нейрондық желінің бейнені тану әдістері, дискриминаттық талдау, кластерлеу әдістері және т.б. ерекше жеке жағдайын ұсынады.сматематикалық көзқарас бойынша нейрондық желілерді оқу- это[многопараметрлік сызықтық емес оптимизациялау есебі](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0&action=edit&redlink=1). Кибернетика көзқарасы бойынша нейрондық желі адаптивтік басқару есептерінде және робототехникалар үшін алгоритмдер ретінде қолданылады. Есептеу техникасының және программалаудың дамуы көзқарасы бойынша нейрондық желі –тиімді параллелизм мәселесін шешу әдісі. Жасанды зерде қөзқарасы бойынша жасанды нейрондық желі коннективизм философиялық ағымның негізі және компьютерлік алгоритм көмегімен табиғи интелекті құру мүмкіндігін оқуға құрылымдық қадамды негізгі бағытты болып табылады. Нейрондық желі осы сөздің біріншілік мағынасымен программаланбайды, олар оқытылады. Оқу мүмкіндігі –ол нейрондық желілердің дәстүрлі алгоритмдердің алдындағы ең басты артықшылығы.