

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

НЕЙРОТЕХНОЛОГИЯ АСОСЛАРИ

Ўқув қўлланма

Тошкент – 2007 йил

УДК

Нейротехнология асослари

Ўқув қўлланма. Т.М. Магрупов. Тошкент давлат техника университети.
Тошкент, 2007. 42 б.

Ўқув қўлланма, нейротехнологиянинг умумий тушунчалари, масалаларига бағишланган бўлиб, унда нейрон ва нейрон тармоқларининг тузилиши, қурилиши келтирилган. Биологик ва сунъий нейрон ишлаш жараёни ва улар асосида нейрон тармоқлари персептронларни қуриш ва уларни ўқитиш масаллари кўриб чиқилган.

Ўқув қўлланма 5521500 ва 5523900 йўналишларнинг магистрлик мутахассисликларида ўқиётган талабалар учун мўлжалланган.

Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети илмий-услубий кенгаши қарори билан чоп этилган.

Тақризчилар: Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси қошидаги
«Фан ва техника» марказий Амалий-тадқиқот бўлими бошлиғи
ф.-м.ф.д. Азаматов З.Т.
Тошкент давлат техника университети «Автоматика ва бошқарув»
кафедраси мудири т.ф.д. Игамбердиев Х.З.

Мундарижа

I. Биологик нейрон ва нейрон тармоқлари.

- 1.1. Олий нерв фаолияти физиологияси, мия тўғрисида айрим тушунчалар
- 1.2. Биологик нейрон асослари
- 1.3. Нейронларнинг тузилиши ва функциялари
- 1.4. Синапслар

II. Нерв импульслари. Ходжикин-Хоксли тенгламаси.

- 2.1. Нерв импульслари.
- 2.2. Мембрана ва мембрана потенциали.
- 2.3. Нерв импульсларининг тарқалиши. Ходжикин-Хоксли тенгламаси.

III. Бир қобикли, кўп қобикли перцептронлар.

- 3.1. Бир қобикли ва кўп қобикли перцептронлар.
- 3.2. Кўп қобикли перцептронлар ёрдамида масалалар ечиш алгоритми.
- 3.3. Кўп қобикли перцептронлар ёрдамида масалаларни формализация қилиш.

IV. Нейрон тармоқларини ўқитиш

- 4.1. Ўқитилиш усуллари.
- 4.2. Сунъий нейрон тармоқларининг ўқитилиши.
- 4.3. Алфавит ҳарфларининг ўқитилиши.
- 4.4. Нейрон тармоқлардаги ўқув жараёнининг тасвирланиши.

V. Методология асослари. Хопфилд модели.

VI. Ҳозирги замон нейрон тармоқлари архитектураси

VII. Маълумотларни нейрон тармоқларида тасвирланиши.

VIII. Нейрон тармоқларининг қўлланилиш соҳаси

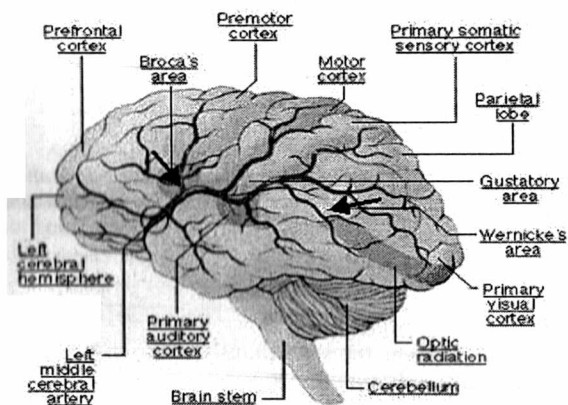
- 8.1. Тиббиётда нейрон тармоқларининг диагностикаси.
- 8.2. Нейрон тармоқларининг ишлатилиш имкониятлари.
- 8.3. Саратонга қарши курашда нейрон тармоғидан фойдаланиш.
- 8.4. Диагностика масалалари учун нейрон тармоқлари.

IX. Нейрон тармоқларининг кўп факторли оптимизацияси.

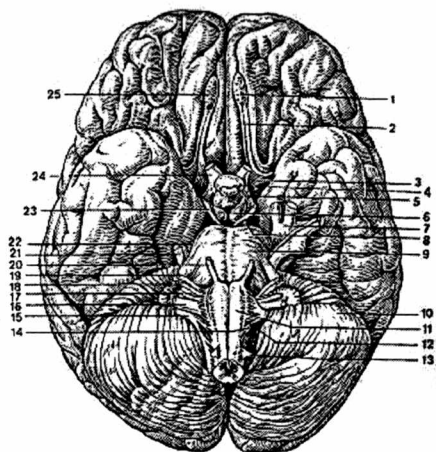
I. Биологик нейрон ва нейрон тармоғи

1.1. Олий нерв фаолияти физиологияси, мия тўғрисида айрим тушунчалар

Бизга маълумки мия ахборотларни қайта ишловчи энг мураккаб тизимдир. Шунга айтиш керакки, мия 100 млрд.дан ортиқ нейрондан ташкил топади ва ҳар бир нейрон ўртача 10000 нейрон билан алоқа қилади. Ҳар куни бир қанча нейронлар ҳалок бўлади, шунга қарамай мия ўз фаолиятини давом эттиради, шунинг учун мия бир қанча ишончлидир. Нейрон ахборотни энг тез қайта ишловчи тизимдир, бунинг учун секунд сониялари етарлидир.



Катта одамларда мианинг массаси 1100 дан 2000 г гача булади. 20-60 ёшларда инсон миясининг массаси ва ҳажми максимал ҳолатда бўлади.



- | | |
|----------------------------------------|----------------------------------|
| 01 - обонятельная луковица; | 14 - подъязычный нерв; |
| 02 - обонятельный тракт; | 15 - добавочный нерв; |
| 03 - переднее продырявленное вещество; | 16 - блуждающий нерв; |
| 04 - серый бугор; | 17 - языкоглоточный нерв; |
| 05 - зрительный тракт; | 18 - предверно - улитковый нерв; |
| 06- сосцевидные тела; | 19 - лицевой нерв; |
| 07 - троичный узел; | 20 - отводящий нерв; |
| 08 - заднее продырявленное вещество; | 21 - троичный нерв; |
| 09 - мост; | 22 - боковой нерв; |
| 10 - мозжечок; | 23 - глазодвигательный нерв; |
| 11 - пирамида продолговатого мозга; | 24 - зрительный нерв; |
| 12 - олива; | 25 - обонятельные нервы. |
| 13 - спинномозговые нервы; | |

Хозиргача ҳам миянинг нимага бундай ишончилиги ва тезкорлиги аниқланмагандир. Алоҳида нейроннинг ўрганилиши нейронларнинг ички ва ташқи алоқаси орқали миянинг структуравий алоқаси яратилди. Лекин маълумотларни қайта ишлашда бир қанча структураларни иштирок этиши ҳақида маълумотлар камдир.

Миянинг тузилиши. Бош мия қобиғи ингичка нерв тўқималарини ўзида акс эттиради. Қобикнинг умумий кенглиги тахминан 2200 см² ва умумий сифими 600 см³. Қатлам таркибига 10 000 – 100 000 млн. нейрон ва кўп сонли хужайраларни ўз ичига олади. Қобикларнинг 90% олти қатламдан тузилган бўлади. Қатламлар тепадан пастга қараб рақамланади:

1. Бош миянинг молекуляр қобик қатлами – толалардан иборат, ўзаро боғланган, кичик хужайраларни ўз ичига олади.
2. Бош миянинг ташқи донали қобик қатлами – турли хил майда нейронларнинг зич жойлашганлигини ифодалайди. Ичида кичкина пирамидасимон хужайралар жойлашган (ўзининг шаклига қараб шундай аталади).
3. Бош миянинг ташқи пирамидасимон қобик қатлами – асосан ҳар хил катталиқдаги пирамидасимон нейронлардан иборат, хужайралар қанчалик йирик бўлса, шунчалик ичкарироқда ётади.
4. Бош миянинг ички донали қобик қатлами – турли ўлчамдаги майда нейронларни жойлашганини характерлайди, мимо юқори қатламга перпендикуляр бўлган прохоят плътные пучки волокон.
5. Бош миянинг ички пирамидасимон қобик қатлами – асосан ўрта ва йирик пирамидасимон қатламлардан иборат бўлиб, апикальные дендриты которых простираются до молекулярного слоя.
6. Бош миянинг веретеновидных хужайрали қобик қатлами (бош миянинг фузиформных хужайрали қобиғи) – бунда веретеновидных нейронлар жойлашган, бу қатламнинг ичкари қисмига бош миянинг переходит в белое вещество.

Мустақамлик асосига кўра бош мия қобиғига нейронларнинг жойлашиши ва шаклига кўра бир нечта майдонларга бўлинади, қайсики баъзи бир даражалари худудлар билан тўғри келиб, физиологик ва клиник маълумотларни аниқланган функция асосида ёзади.

Инсон ва ҳайвонларда бош мия сариқ ва оқ моддадан иборат. Сарик модда дендридлар тармоғини, аксонлар ва нерв хужайра танасини ифодалайди. Миэлинизилован тўқима миянинг турли қисмларини бир-бири билан, сезги органлари ва мускулларни оқ модда ёрдамида бирлаштиради.

Нейробиологиянинг асосчилари Брайтенберг ва Паллм нейрон қобиғининг қўрилиши хақида қўйидагиларни айтадилар:

- Қобиқ хужайраларининг асосий қисми – пирамидасимон;
- Пирамидасимон хужайраларни аксонларини ифодаловчи синапслар – кўзғатувчидир;
- Аксоннинг локал хужайралар тормозловчи синапсларга эга;
- Пирамидасимон хужайра аксонларнинг тозаловчи локал коллатерлари пирамидасимон ва локал хужайраларнинг бирлашишида намоён бўлади;
- Пирамидасимон хужайра аксон қисмидан чиқаётган оқ модда тегишли синапслар билан апикальними дендрит қобиққа қайтиши мумкин.

Бош мия қобиғининг ташқи алоқалари. Қобиқ ва сенсор соҳаси ўртасидаги алоқа, шунингдек қобиқнинг турли ҳудудлари физик жиҳатдан параллелдир. Бир қатламдан хужайра бошқа проекцияланади, чунки ажралганда ва қўшилганда проекция кўпсонли тўқималардан ташкил топади.

Қобиқнинг баъзи бир махсус ҳудудлари орқали миянинг бошқа қисмлари билан ахборотлар алмашади. Чиқувчи қисмлари асосан йирик пирамидасимон хужайраларга эга, умуртқа мия ва мия асосига юборилаётган чиқиш тўқималари мускулларни бошқаришни ташкил қилади. Қобиқнинг кирувчи ҳудудлари учун аниқ уюштирилган кириш сезги органларининг одатда қобиқнинг пастки қисмини фаоллаштирувчи пульс тўқимаси характерлайди. Бу ерда қоидадагидек бир қанча юлдузсимон хужайралар жойлашган.

Қобиққа визуал киришнинг чуқурроқ ўрганиш. Маълумки, кўзгудан кўзғалиш (худди бошқа сенсор тизимларидек) қобиқлар топографик тартибланган қўринишда етиб боради, кўзгуларни яқин нуқталари қобиқни яқини нейронларини фаоллаштиради. Актив қобиқ нейронлари рецептив майдонларга эга.

Шундай қилиб, нейронлар тузилишини вазифаси сезги органларига таъсир қилиш (шу жумладан қобиқнинг сенсор ҳудудлари ҳам), кириш сигналининг сенсор маълумотларни белгилаш йўлида бироз мураккаброқ ва информатив хусусияти қўриниши бўйича белгиланади. Ассоциатив қайта ишлаш янги қобиқни ассоциатив ҳудуди сенсор хусусиятини ифода этади.

1.2. Биологик нейрон асослари.

Нерв тўқимаси организмдаги тўқималарнинг бири бўлиб, нерв системасининг морфологик асосини ташкил қилади. Нерв системаси организмнинг ички ва атроф-муҳитидан турли таъсиротларни жуда аниқ қабул қилиб олади, бу таъсиротларга организм қайтарадиган жавоб реакцияларни таъминлайди. Бошқача айтганда, бу система организмнинг

атроф-мухит билан доимий алоқасини ва кўп хужайрали мураккаб организмнинг бир бутунлигини амалга оширади.

Организмнинг атроф-мухит билан бир бутунлигининг моҳияти жараёнларнинг асосини ташкил этадиган моддалар алмашинувидир. Атроф-мухит доимо ўзгаришда бўлиб, бу ўзгаришлар организмда юз берадиган моддалар алмашинуви жараёнига таъсир қилади. Организмнинг ана шу ўзгарувчан мухитга мослашув қобилияти невр системаси билан боғлиқ.

Невр тўқимаси тирик материянинг олий, энг мукамал тузилишга эга бўлган шаклидир. Невр тўқимаси миллион йиллар давомида тараққий қилиб, шундай мукамал тузилиш ва вазифага эга бўлганки, инсон мияси воситасида атроф-мухитни билиш қобилиятига эгадир. Фақат атроф-мухитнигина эмас, балки файласуфларнинг ибораси билан айтганда, материя ўз-ўзини билишга қодирдир.

Невр тўқимаси организмнинг доимий ўзгариб турадиган атроф-мухитга мослашувини таъминлаш билан бирга, ўзи ҳам кучли ифодаланган мослашув, янги-янги рефлекслар ҳосил қилиш ва ўз тузилишини ўзгартириш қобилиятига эга. Невр тўқима атроф-мухитнинг доимий ўзгаришларига мувофиқ ҳолда ўзгаришларга учрайдиган тўқимадир.

Невр тўқимаси специфик функцияларни бажарадиган невротитлар ва улар билан боғланган, таянч, трофик, секретор ҳамда химоя вазифаларни ўтадиган глиоцитлардан иборат. Невр тўқимасининг барча элементлари организмнинг морфо-функционал жиҳатдан бир бутун бўлган невр системасини ҳосил қилади.

Невроцит (невр хужайраси, нейрон ёки неврон)нинг характерли хусусияти, унинг бир ёки бир нечта ўсимтага эга эканлигидир. Етук невр хужайрасини ўсимталарсиз тасаввур қилиб бўлмайди, чунки ўсимтасиз невротит ўзининг асосий вазифасини бажара олмас эди. Ўсимталари сонига қараб невроцитлар униполяр, биополяр ва мультиполяр бўлади.

Нейронлар ва нейрон тармоқлари шундай элементар «модул»ларки, улардан инсоннинг невр тизими (мияси) ва умуртқали ҳайвонларнинг невр тизими ташкил топган. Бу ахборотни қайта ишловчи комил тизим бўлиб, ахборотларни ажойиб ва техник нуктаи назардан ўта муҳим асос ва имкониятларга эга бўлган тизимдир. Шунинг учун нейрон ва нейрон тармоқларини ўрганиш нафақат юқори билим аҳамиятига эга, балки келгусида техник ривожланишга айниқса автоматикада ҳисоблаш техникасини ривожланишига олиб келади. Ҳозирги даврда нейрон, нейрон тармоқлар ва тизимларни ўрганиш соҳасини иккита йўналишга бўлишимиз мумкин:

1. Биофизик ёки биологоматематик – бу йўналиш 30 – йилларда Н.Т. Рамевский томонидан асос солинган бўлиб, ҳозирги даврда унинг ҳамкасблари ҳамда бошқа олимлар томонидан давом эттирилмоқда.

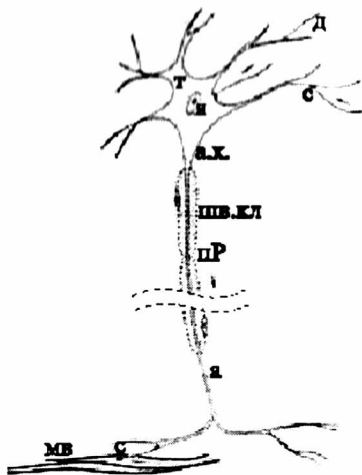
2. Формал мантиқий йўналиш - бу йўналиш 40-йилларда У. Мак-Каллок томонидан яратилган.

Тирик организм ўта мураккаб ўз-ўзини бошқарувчи тизим ҳисобланади. Унда турли хил бошқарувчи тизимларни кўришимиз мумкин (невр, гумарал ва бошқалар). Уларнинг ҳар бири аниқ кўниқувчи функцияни бажаради. Кибернетикани ўрганишнинг асосий объектларидан бири невр тизими ҳисобланади. Чунки невр тизими нафақат организм учун

муҳим рол ўйнайди. Унинг элементларини (нейронларда), қуйи тизимларни (нерв тармоқларни) функциялаш замонавий математик аппаратдан фойдаланувчи фармал таҳлил учун қулайроқдир. Организмнинг ҳаракати марказий нерв тизими (МНТ) бошқариши ва тузилиши нафақат асосий кўниқиш эффекти мақсадида организм тизимининг стабиллаш балки нерв тизимини ўзини ҳам стабиллаш учун амалга оширилади.

Биологик нейрон – миянинг 1015 тўқималаридан бири бўлиб унинг умумий потенциали критик катталиқдан ошиб кетганда электрик импульсни мувозанатлаш имкониятига эгадир. Биологик нейронлар бир-бирига қўшилиб электрик импульслар ҳаракат қилувчи тармоқни ташкил қилади. Нейронлар орасидаги боғланишлар (синапслар) нейрондан-нейронга сигналларни узатиш эффектлилигини ўзгартириш имкониятига эга.

Нейронлар ташқи кўринишига кўра жуда хилма-хил бўладилар уларнинг ҳар бири: мото нейронлар, юлдузсимон, перамидасимон, пуркиние тўқималар, Рек шол тўқималари ва бошқалар ташқи хусусиятли характерга эга.



1-расм. Биологик нейрон

Бу ерда:

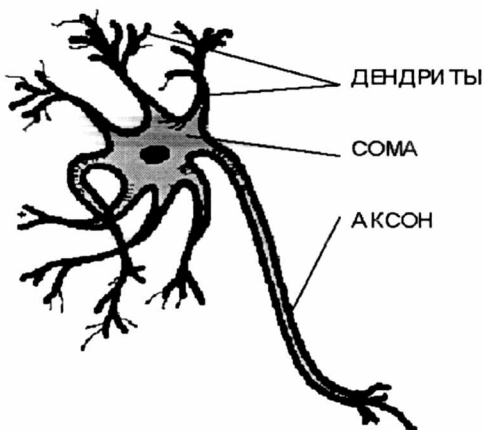
Тўқима танаси (Т) – сома: қайсики ядродан (Я) митохондриллардан (тўқимани энергия билан таъминловчи) ва бошқалар.

Дендритлар (д) – бошқа нейронлардан тўқимага кирувчи информацияларни йиғади. Узунлиги 1 мм дан катта эмас.

Мембрана – цитоплазманинг ички таркибини доимий равишда қўллаб туради ва нерв импульсларини ўтишини таъминлаб туради.

Цитоплазма – тўқиманинг ички қисми ҳисобланади ва тўқималар муҳитида концентрация ионлари K^+ , Na^+ , Ca^{++} билан фарқланади.

Аксон (а), ҳар бир тўқимада бир ва бир қанча бўлиши мумкин. Импульс аксон чўққисиди (а.ч.) генерация қилинади. Аксон импульсни ўтишини таъминлайди ва бошқа нейронга ёки нерв танасига (н.т.) га етказиб беради. Синапс (с) – нерв томирларини алоқа жойи – қайсики клеткадан клеткага берилаётган кузатувчи. Кузатувчи, импульс йўналиши бўйича бўлади.



2-расм. Биологик нейрон тузилишининг умумий схемаси.

Нейронни катталаштирилган ҳолда қараб чиқадиغان бўлсак кўпгина унга қараб ўтадиغان ингичка тўқима ва синаптик контактларни кўришимиз мумкин. Агарда келаётган сигналларни яъни импульс кўзғатувчи ҳаракатларни кўрсатгич тарзида олсак танада синаптик контактлар (киришлар) импульслари орқали таъсир қилганини кўриш мумкин. Морфологик изланишлар шуни кўрсатадики битта нейрон бошқа нейронлар билан турли кўринишда боғланган бўлади. Иккита нейрон орасидаги синаптик алоқа одатда бир неча контакт орқали амалга оширилади. Лекин иккита нейрон орасидаги синаптик контакт фақат битта синаптик контакт орқали уланиши эҳтимолдан ҳоли эмас. Бундай уланиш маъноси синаптик алоқа деб аталади. Агар жорий нейронга таъсир қиладиганлар орасидаги биринчи қирувчи нейрон қайсики аксон w_1 орқали ифодаланса, иккинчи нейрон w_2 ва ҳоказо умумий синаптик алоқалар сони жорий нейронда

$$n = \sum_{i=1}^{\delta} w_i$$

формула ёрдамида аниқланади. Одатда мия информацияни қайта ишловчи тизимлардан энг мураккаби ҳисобланади. Унда 100 млрд. га яқин нейрон ва ҳар бири ўртача 10000 алоқага эга эканлигини мисол келтириш бизга етарли бўлади. Бунда мия етарли даражада мустаҳкам ишлайдики, ҳар

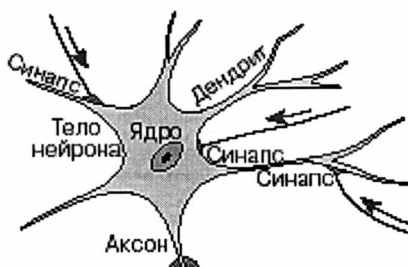
кунда нейрснларнинг катта қисми ҳалок бўлганда ҳам мия ўз фаолиятини давом эттиради.

Нейробиологиянинг маълумотларига асосланган ҳолда Брайтенберг ва Паллем куйдаги нейрон қурилиши ҳақидаги фикрларини билдиришади:

- Қора тўқималарнинг катта қисми пирамида шаклида бўлади;
- Пирамида аксонларини ташкил этувчи синапслар кузатувчидир;
- Локал тўқимадаги аксонларда тўхтатувчи синапслар мавжуд;
- Ўчириладиган локал коллатер аксонларида пирамида кўринишидаги тўқималарда кўшни пирамида ва локал тўқималар синапслари ишга тушади.

1.3. Нейронларнинг тузилиши ва функциялари.

Нейронлар форма кўриниши бўйича турли кўринишга эга, бу уларнинг нерв системасига ва функциясига боғлиқ ҳолда намоён бўлади.



3-расм. Тасвирда «одатий» кўринишдаги нейроннинг схемаси кўрсатилган.

Бошқа нейронлардан таъсир қилувчи сигналлар орқали аксон мембранаси динамик ҳолатда ўзининг ўтказувчанлигини ўзгартириб туради. Бу ички потенциалларининг қиймати 50 мВ дан ошганда содир бўлади. Мембрана қисқа вақт ичида 2 мсек. га яқин вақт ичида ўзининг кутбни ўзгартиради ва + 40 мВ га яқин потенциалга яқин бўлади. Уни микро даража кўринишда ифодалайдиган бўлсак қисқа вақт ичида ўтказувчанликни ошиши мембрана учун Na^+ иони ва аксонларнинг унга кириб келиши бўлади. Кейинчалик калий ионларнинг чиқиши мусбат заряддан ички мембрананинг манфий зарядига ўзгаради ва рефрактер жараёни деб аталувчи 200 мсек. давом этадиган жараён бошланади. Бу вақт оралиғида нейрон пассив бўлган ҳолда аксон потенциаллини – 70 мВ яқин даражада сақлаб туради.

1.4. Синапслар.

Нейронларнинг бир-бири билан алоқаси синапслар ёрдамида амалга ошади. Синапслар невр импульсларининг бир невроцитдан иккинчисига ўтишига имконият беради. Синапсларда бир невроцитнинг аксони терминал шохчаларга бўлинади ва кўпинча тугмача ёки халқачаларга ўхшаш ионлашиш ҳосил қилади. Бу терминаллар иккинчи невроцит танаси ёки дендрити билан туташади. Терминалларнинг морфологияси, дендрит ёки ҳужайра танаси билан қиладиган алоқаси, нерв тизимининг турли жойларидаги синапсларда бир-биридан анча фарқ қилади. Аксосоматик, аксодендритик, аксоаксонал, дендродендритик ва дендросоматик синапслар мавжуд бўлиб, улардан кейинги уч хилининг аҳамияти тўлиқ аниқланган эмас. Синапс ўта сезгир бўлиб, нерв импульсининг ўтказилишини идора қилади, яъни импульс ўтишини осонлаштиради ёки чегаралаб қўяди. Кўпчилик невроцитлар жуда кўп бошқа невроцитлар билан синапстик алоқада бўлиши ҳисобга олинса, ҳар бир невроцит иштирок қиладиган рефлекс ёйлари жуда хилма-хил эканлигини тасаввур қилиш мумкин. Мушак орқа миясининг ҳаракатлантирувчи невроцитида бошқа ҳужайралар аксонларининг камида 10000 терминаллари синапслар билан тугаши ҳисоблаб чиқилган.

II. Нерв импульслари. Ходжикин-Хоксли тенгламаси.

2.1. Нерв импульслари

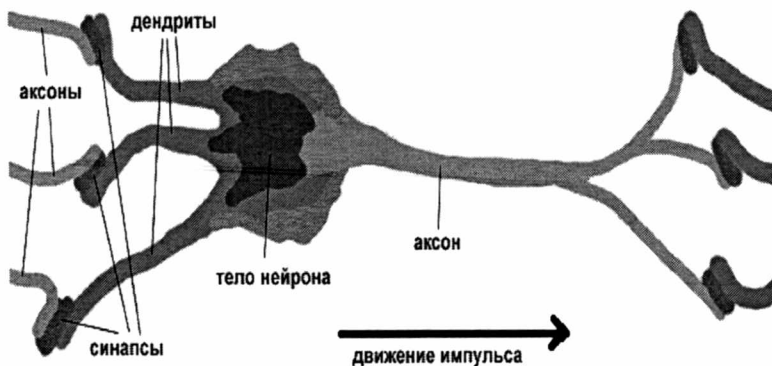
Нерв импульси кўзгатишнинг аксондан бошлаб тўқима танасидан аксоннинг охиригача тарқалиш жараёни тушунилади. Бу тўқима орасида ўтказилган асосий ўлчов бирлиги, шунинг учун нерв импульсларининг генерация ва тарқалиш модели нерв импульслари назариясининг асосийларидан биридир. Импульслар тўқималарда тўқима ички орасида, (тўқиманинг ташқи қатлами билан ўралган жой) сакрашлар кўринишида тарқалади.

Импульснинг узатиш тезлиги 1-100 м/с гача бўлади. Чизиклашган тўқимадаги тезлик, чизиклашмаганда қараганда 5-10 марта юқори бўлади.

Импульс тарқалиш жараёнида унинг формаси ўзгармайди.

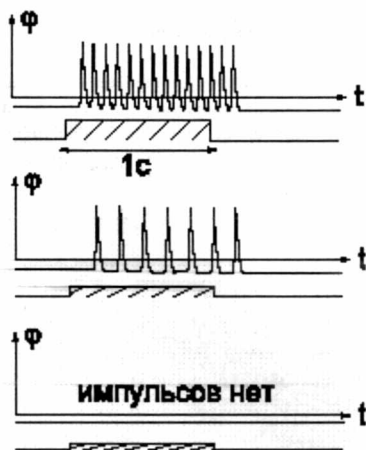
Импульслар сўнмайди, унинг формаси тўқиманинг хусусиятига боғлиқ ва импульснинг қай тариқа яратилганлигига боғлиқ бўлмайди.

Юқоридаги фикрларнинг исботи сифатида қўйидаги расмни келтиришимиз мумкин.



4-расм. Нерв импульсининг ҳаракати кўрсатилган.

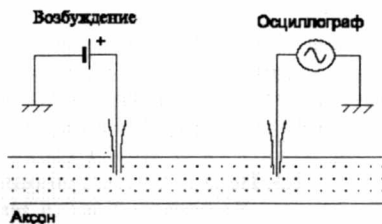
Энди биз ёруғлик таъсирида нерв импульсини ўзгаришини кўриб чиқамиз.



5-расм Ёруғлик нурланиши таъсири ёрдамида нерв импульсини ўзгаришини тасвирланган.

Ёруғлик фоторецепторларга таъсир қилади ва биз кўриб турган импульсларни уйғотади.

Кўриниб турибдики ёруғликнинг интенсивлиги амплитуда импульси ва формасига боғлиқ эмас. Фақат зичлик ва умумий сонига боғлиқ нерв системаларини кўзғатиш учун қуйдаги схемани мисол қилиб кўрсатишимиз мумкин.



6-расм. Нерв импульсларининг кўзғатилиши ва рўйхатга олиш.

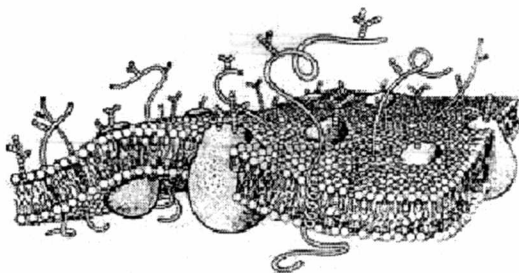
Шуниси маълум бўлдики импкльсни минимал кўзғатиш деганда, нерв импульсларининг содир этилиши тушинилмоқда. Кўзғатиш вакти гипербола кўринишига эга.

$$I_n = \frac{a}{\Delta t} + b,$$

Бу ерда I_n – минимал ток, Δt - кўзғатиш узунлигида содир бўладиган импульс. Бу формула – эмперикдир.

2.2. Мембрана ва мембрана потенциали.

Мембрана тўқимаси тўқима ичидаги ташкил этувчилар концентрациясини, тўқималарнинг механик мустаҳкамлиги (зичлиги) ва молекула ва ионларнинг иккала йўналишидаги ташувчанлигини ташкил этади ва қўллаб қувватлайди. Нерв томирчалари нерв импульсларини ўтишини таъминлайди.



7-расм. Тўқимали мембрана.

Мембрана икки қаватли молекула лепид (ёғ)ларидан ташкил топган. Липид молекулалари «поляри бош» ва иккита углеводородли гидрофобли «думча» лардан ташкил топган. Молекулалар думчалари билан мембрана ичига қаратилган. Бунақанги констукция мутадил яъни меъёрий ва энергетик жихатдан фойдали ҳисобланади.

Молекула оқимлари икки қаватли структура билан таъсирланади. Оксиллар гидрофобли юзалар билан, липид думчалари билан таъсирланади ва мембранани ўзига ростланади, гидрофиллилар билан эса мембрана юзаси орқали боғланади. Химик тузилиши бўйича мембраналар турли хил бўлади. Мембрана йўғонлиги 10 нм га яқин. Мембрана ташкил этувчиларига тўқималарнинг иши бўйича зарур бўлган кўпгина механизмлар қиради.

2.3. Нерв импульсларининг тарқалиши. Ходжикин-Хоксли тенгламаси.

Тўқиманинг эквивалент схема бўлимини кўриб чиқамиз. Мембрананинг зичлик токи учун умумий формуласи:

$$I_{\text{всичи}} = C\dot{\phi} + I_i \quad (1)$$

Бу ерда $C\dot{\phi}$ – мембрананинг ҳар икки томонидаги ионларнинг концентрациясининг ўзгаришидаги ток зичлиги; бундан буён «ток» деганда юқоридаги ток зичлигини тушунамиз.

Мембрана орқали 3 хил кўринишдаги (K^+ , N^+ ва бошқалар) диффузияси ток учун;

$$I_t = I_K + I_{Na} + I_y$$

Ионли токнинг компонентларини g_K, g_{Na}, g_y орқали ёзиш мумкин ва тинч тургандаги потенциални эса $\varphi_K, \varphi_{Na}, \varphi_y$ ионлар ташкил этувчиси кўринишда тасвирлаш мумкин:

$$I_K = g_K(\varphi - \varphi_K), I_{Na} = g_{Na}(\varphi - \varphi_{Na}), I_y = g_y(\varphi - \varphi_y) \quad (2)$$

Тажриба орқали потенциал белгилари олинган $\varphi = -12\text{мВ}, \varphi_{Na} = +115\text{мВ}$.

Ходжикин - Хаксли моделида шу нарса олға суриладики, агар белгиланган мембрана бўлимидан 4 та бошқарувчи орқали бир хил типдаги сигнал ўтса К - канал очилади. n - битта қисмнинг ўтиш эҳтимоллиги бўлса, у ҳолда, n^4 - 4 бўлимни бир вақтда ўтиш эҳтимоллиги бўлсин. У ҳолда К - каналнинг қисмли ўтказувчанлигини кўринишда ёзиш мумкин.

$$g_K = \bar{g}_K n^4 \quad (3)$$

Бу ерда \bar{g}_K - К каналнинг максимал ўтказувчанлиги. Одатда Na - канал шу ҳолда очиладики, агар 3 кўринишдаги фаол бир хил кўринишдаги битта тузувчи сигналнинг ўтишида очилади. Агар m- битта актив қисмнинг ўтиш эҳтимоллигини, h- битта тузувчининг олиб ташланиши бўлса, Бу ҳолда

$$g_{Na} = \bar{g}_{Na} m^3 h \quad (4)$$

n, m, h эҳтимолликлар кинетик тенгликни қониктиради.

$$\begin{cases} \dot{n} = \alpha_n(1-n) - \beta_n n \\ \dot{m} = \alpha_m(1-m) - \beta_m m \\ \dot{h} = \alpha_h(1-h) - \beta_h h \end{cases} \quad (5)$$

α, β коэффициент φ га боғлиқдир. φ нинг деполяризация томонга ўсиши. $\alpha_n, \alpha_m, \beta_k$ - ўсади, $\beta_n, \beta_m, \alpha_h$ - камаяди. Агар φ потенциал ўзгармаса у ҳолда α, β ўзгармайди ва n, m, h экспоненциал вақтга боғлиқ бўлади. (3), (4) ни (2) га қуйсак:

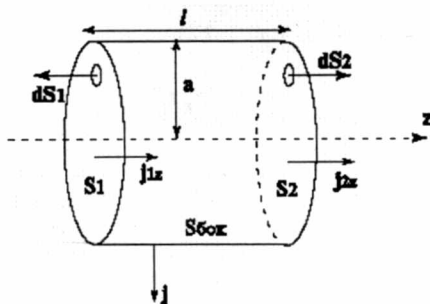
$$\begin{aligned}
 I_{Na} &= \bar{g}_{Na} m^3 h (\varphi - \varphi_{Na}) \\
 I_K &= \bar{g}_K m^3 h (\varphi - \varphi_K) \\
 I_y &= \bar{g}_y m^3 h (\varphi - \varphi_y)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

(6) ни (1) га қўшамиз ва тўлиқ мембрана токи учун тенгликни ҳосил қиламиз.

$$I_{\text{внеш}} = c\varphi + \bar{g}_K n^4 (\varphi - \varphi_K) + \bar{g}_{Na} m^3 h (\varphi - \varphi_{Na}) + g_y (\varphi - \varphi_y) \tag{7}$$

(5) ва (7) тенглик орқали сонли моделлаштиришни ўтказиш мумкин ва аксон нуктасида потенциални вақт бўйича боғлиқлигини ҳосил қилиш мумкин.

Расмда тўқиманинг тўқима цилиндрик соҳаси келтирилган.



Интеграл компонентларни ёзиб чиқамиз:

$$-S_1 j_{1z} + S_2 j_{2z} + S_{\text{бок}} j = 0, \quad S_1 j_{1z} - S_2 j_{2z} - S_{\text{бок}} j = 0.$$

Бу ерда,

$j = -g \text{grad} \varphi$ - токнинг потенциал билан алоқа вектори.

Градиент компонентанинг цилиндрик координатаси:

$$\text{grad} \varphi = \left\{ \frac{d\varphi}{dp}, \frac{1}{\rho} \frac{d\varphi}{d\Phi}, \frac{d\varphi}{dz} \right\}$$

Тўлиқ ток соҳада $j_{\text{ташқи}}$ сиз нолга тенг булади:

$$\oint j dS = 0.$$

Интеграл компонентларни ёзиб чиқамиз:

$$-S_1 j_{1z} + S_2 j_{2z} + S_{\text{бок}} j = 0, \quad S_1 j_{1z} - S_2 j_{2z} - S_{\text{бок}} j = 0.$$

Цилиндр тепасининг ён қисми майдони:

$$S_{\text{бок}} = 2\pi a l$$

Торқли (торцевой):

$$S_1 = \pi a^2$$

Нормал зичликни торқли юқориги қисмини доимий деб ҳисоблаймиз:

$$j_{1z} \approx \text{const} = -\left. \frac{d\varphi}{dz} \right|_{S_1}$$

Унинг иккинчи торқли юқори қисми учун Тейлор қаторини ток зичлигига қўйган ҳолда ҳосил қиламиз:

$$j_{2z} = j_{1z} + l \frac{dj_z}{dz} = -\frac{d\varphi}{dz} - l \frac{d^2\varphi}{dz^2}$$

У ҳолда қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$\pi a^2 g_a \left(-\frac{d\varphi}{dz} + \left(\frac{d\varphi}{dz} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} \right) l \right) = 2\pi a l j$$

Керакли қисқартиришлардан сўнг:

$$\pi a^2 g_a l \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 2\pi a l j \quad (8)$$

Нерв импульслари ясси тўлқин сифатида доимий тезликда ҳаракатланади. Шунинг учун тўлқин тенгласини

$$\frac{d^2\varphi}{dz^2} = \frac{1}{v^2} \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (9)$$

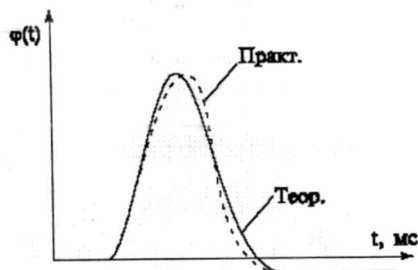
кўринишда тасвирлаш мумкин.

Демак ток зичлиги учун электрогенез тенгласи тўғри эканлиги келиб чиқади:

$$\frac{ag_a}{2v^2} \ddot{\varphi} = C\varphi + (\varphi - \varphi_K) \bar{g}_K n^4 + (\varphi - \varphi_{Na}) \bar{g}_{Na} m^3 h + (\varphi - \varphi_y) g_y \quad (10)$$

Бу (10) - тенглама Ходжкин – Хоксли тенгласи деб аталади.

(10) ва (5) тенглама тизимнинг ҳал қилувчи тартибида (5) – тартибни билдиради. Бу ечим яхшигина аниқликни беради. Рақамли ечим қуйидаги кўринишида бўлади:

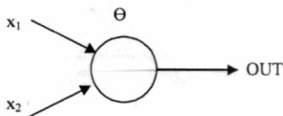


8-расм. Ходжкин-Хоксли тенгласи учун потенциалнинг вақтга бўлиқлиги.

III. БИР ҚОБИҚЛИ ВА КЎП ҚОБИҚЛИ ПЕРЦЕПТРОНЛАР

3.1. Бир қобикли ва кўп қобикли перцептронлар.

Перцептрон орқали ечиладиган масалаларнинг мураккаблиги унинг нейрон қобикларининг сонига боғлиқдир. Перцептронлар бир қобикли, икки қобикли ва ҳоказо кўп қобикли бўлиши мумкин.



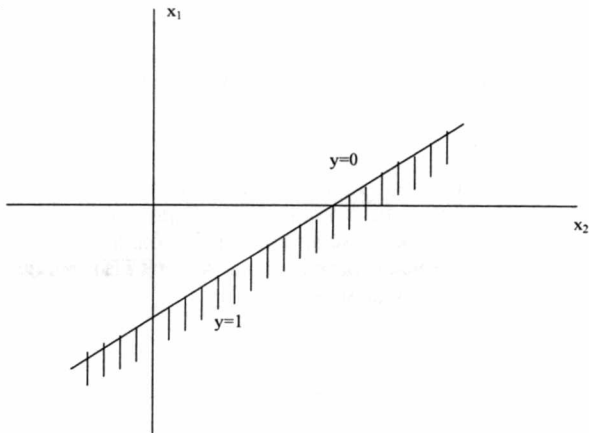
Бир қобикли перцептрон ҳал қила оладиган муаммолар кўриш учун жуда тор бўлиб унда бир неча нейрон қатнашиши мумкин. Лекин қобик битталигича қолади. Тармоқ чиқиши

$$y = F(w_1 x_1 + w_2 x_2 - \theta)$$

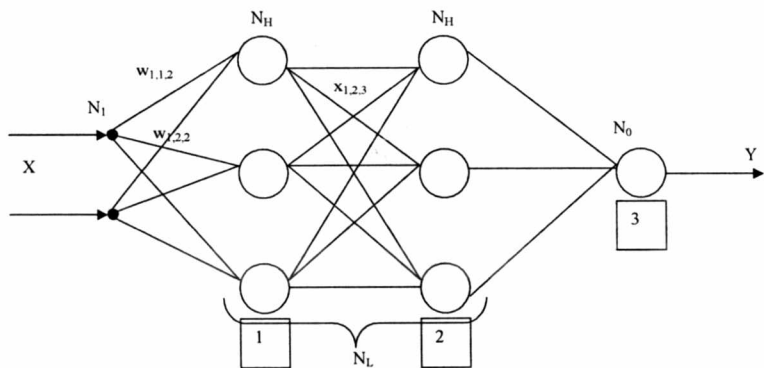
қаттиқ поғона учун сирт қуйидаги тенглама орқали ифодаланади.

$$w_1 x_1 + w_2 x_2 = \theta$$

Икки киришли нейрон учун у тўғри чизикли кўринишга эга.



Формал нейронлар тармоқда турли хил усуллар билан йиғилиши мумкин. Бу усулларнинг энг кўп тарқалган тури кўп қобикли перцептрон деб аталади.



9-расм. Кўп қабатли перцептрон схемаси

Ҳар бир тармоқ бир нечта нейронлар қатлаmidан тузилган бўлади. Ҳар бир қатламнинг нейронлари ўзидан олдинги ва ўзидан кейинги қатлам нейронлари билан «ҳар қайсиниси, ҳар қайси билан» тамойилига асосан боғланади. Биринчи қатлам сенсорли ёки кириш қатлами деб, ички қатлаmlар беркитилган ёки ассоциатив қатлам деб, охириги қатлам эса чиқиш ёки натижавий қатлам деб аталади. Қатлаmlардаги нейронлар сони чегараланмаган. Одатда барча беркитилган қатлаmlарда нейронлар сони бир хил бўлади.

Нейронлар ва қатлаmlар сонини белгилаб чиқамиз. Кириш қатламини N_1 ; ҳар бир беркитилган қатлаmlардаги нейронларни N_H ; чиқиш нейронларини N_0 . X – тармоқнинг кириш сигналлари вектори, Y – чиқиш сигналлари вектори.

Тармоқ қатлаmlарини ҳисоблашда кўпинча хатоликка йўл қўйиш мумкин. Кириш қатлами ҳеч қандай ҳисоблашларни бажармайди, фақат кириш сигналларини тақсимлашда ишлатилади холос. Шунинг учун кириш баъзида ҳисобланади, баъзида йўқ. Кириш сигналларини ҳисоблаган ҳолда тармоқдаги барча қатлаmlар сонини N_L билан белгилаб оламиз.

Кўп тармоқли перцептроннинг (КТП) иши қуйидаги формулалар ёрдамида тушунтириш мумкин.

$$NET_{ij} = \sum_i w_{ijl} x_{ijl}$$

$$OUT_{jl} = F(NET_{jl} - \theta_{jl})$$

$$x_{ij(l+1)} = OUT_{il}$$

Бу ерда i - ҳар доим кириш рақами ҳисобланади. j - қатламдаги нейрон рақами, l - қатлам рақами.

x_{ijl} – l қатламдаги i ли кириш сигналидаги j ли нейрон.

w_{ijl} – l қатламдаги j номерли нейроннинг i ли киришдаги оғирлик коэффициентлари.

NET_{jl} – l қатламдаги j нейронларнинг NET сигнали.

$O_{T_{j1}}$ – нейроннинг чиқиш сигнали.

θ_{j1} – 1 қатламдаги j нейроннинг остона (биринчи, илк) даражаси.

w_{j1} – 1 қатламдаги j нейроннинг барча киришлари учун оғирлик устуни вектори;

w_1 – 1 қатламдаги барча нейронлар учун оғирлик устуни матрицаси. Матрица устунларида w_{j1} векторлари жойлашган. Бундан келиб чиқадики x_{j1} – 1 қатламнинг кириш вектори устуни. Ҳар бир қатлам ўзидан олдинги чизикли комбинациясидаги тартибсиз ўзгаришни ҳисоблаб чиқади. Бундан кўриниб турибдики, чизикли функциянинг фаоллиги тармоқ моделларининг фақат нейрон тармоқларининг бир-биридан кейин кетма-кет уланиши шарт бўлмаган моделларидагина ишлатилиши мумкин. Кўп қобикли тармоқлар учун фаоллик функцияси тартибсиз бўлиши керак, акс ҳолда бир қобикли эквивалент тармоқ қуриш мумкин ҳолос, бунда эса кўп қобиклилик керак бўлмайди.

Кўп қобикли тармоқлар функция аппроксимациясининг универсал инструменти бўлиб қолади. Аслида нейрон тармоқлари ишини функцияни қаторларга бўлишдан осон ажратиш мумкин:

Қатор:

$$f(x) = \sum_i c_i f_i(x)$$

Нейрон тармоғи:

$$f(x) = F \left(\sum_{i_N} w_{i_N} \dots \sum_{i_2} w_{i_2} F \left(\sum_{i_1} w_{i_1} x_{i_1} - \theta_{i_1} \right) - \theta_{i_N} \right)$$

Чизикли комбинациялар ва ночизикли ўзгартиришларнинг ҳисобига ихтиёрий кўп тақсимли аппроксимациясига эришилади.

Кўп қобикли перцептронда тескари алоқа мавжуд эмас. Бундай моделлар тўғри тарқалиш моделлари деб аталади. Улар ички ташкил этувчиларига эга эмас ва динамик тизимларини ривожланишини моделлаштиришга қўшимча усулларсиз юзажаришга йўл қўймайдилар.

3.2. Кўп тармоқли перцептрон ёрдамида масалалар ечиш алгоритми

Кўп тармоқли перцептронни қуриш учун унинг параметрларини танлаш зарур. Кўп ҳолларда тарози қийматларини ва остона қийматларини ўқитилишини талаб этилади.

Ечишнинг умумий алгоритми:

1. X кириш векторининг компонентларига қандай маъно юкланаётганлигини аниқлаш керак. Кириш векторлари масаланинг формализацияланган шартига эга бўлиши керак, яъни жавоб олиши учун керакли бўлган барча маълумотларга эга бўлиши шарт.

2. Y векторни шундай танлаш керакки унинг компонентлари ўз ичига қўйилган масаланинг тўлиқ жавобини киритган бўлиши керак.

3. Нейронлардаги тартибсизлик турини танлаш. Бунда масаланинг спецификациясини ҳисобга олиш мақсадга мувофиқдир, чунки тўғри танлов ўқитилиш вақтини қисқартиради.

4. Қобиклар ва қобиклардаги нейронлар сонини танлаш.
5. Кириш, чиқиш, тарози ва остона даражаларини танланган фаоллик функциясининг кўплаб қийматларини ҳисобга олган ҳолда ўзгариш диапазонини бериш.
6. Тарози коэффициентлари, остона даражалари ва қўшимча параметрлари, бошланғич қийматларини кўриш. Бошланғич қийматлар катта бўлиши керак, чунки нейронлар тўйинган бўлмаслиги керак.
7. Масала энг яхши усул билан ечилиши учун тармоқ параметрларини яъни ўқитилишни ўтказиш керак. Ўқитилиш тугатилиш билан тармоқ ўзи ўқитилган тип бўйича масалани ечишга тайёр бўлади.
8. Тармоққа киришга X вектор кўринишида масала шартини бериш масаланинг формалланган ечимини берувчи Y чиқиш векторини ҳисоблаш.

3.3. Кўп қобикли перцептронлар ёрдамида масалани формализациялаш.

Кўп тармоқли перцептронли Y чиқиш векторини X кириш векторини ихтиёрий қиймати учун ҳисоблаш мумкин, яъни $Y=f(x)$ вектор функциясининг баъзи қийматларини олиш имконига эгадир. Бундан келиб чиқадики ихтиёрий масаланинг шартини яъни перцептронга қўйилган ихтиёрий шарт ҳар бир N_1 эга бўлган кўплаб $\{x^1 \dots x^5\}$ ташкил топиши керак. Бундай масаланинг ечими N_0 компонентли $\{y^1 \dots y^5\}$ кўплаб векторлардан иборат бўлади. Бунда $S=1 \dots S$ келтирилган образнинг номери.

Масалани формализация қилиш усуллари.

1. Классификация масаласи. Бир неча $p_1 \dots p_n$ параметрлардан тузилган характерга эга булган объект булсин. Яна M та классдан иборат объект бўлсин. $C_1 \dots C_N$. P вектор кўрсатилаётган объектни характерлайди

$$P = \begin{pmatrix} p_1 \\ \dots \\ p_N \end{pmatrix}$$

вектор P нинг асосида биз объектни қайси классга қуйиш яъни C_1 га тегишли объектни, P параметрлар наборини характерловчи масалани ечишимиз керак.

Масаланинг ечилишини вектор кўринишида ёзиш мумкин

$$C = \begin{pmatrix} c_1 \\ \dots \\ c_N \end{pmatrix}$$

ва қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

$$0 \leq c_m \leq 1$$

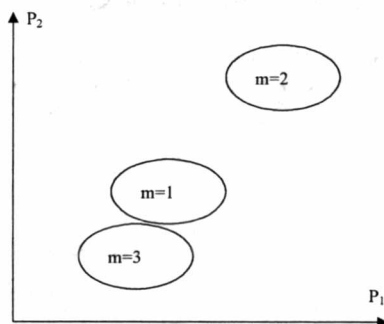
ва

$$\sum_{m=1}^m c_m = 1$$

Бу ерда c_m – объект C_M классга тегишли бўлган с эҳтимоллик. C_M ни эҳтимолликлар сифатида қарайдиган бўлсак юқоридаги шарт бажарилиши керак.

Агар ўқитилиш муваффиқиятли ўтган бўлса тармоқнинг киришига P вектор объектни характерловчи p_i вектор берилади. Чиқишда эса m сони олинади ва биз p_i ни C_M классга тегишли эканлигини исботлашимиз керак.

Бир қарашда формализация усули жуда тежамлидир: фақат битта чиқиш, мавжуд. Лекин бунинг битта камчилиги мавжуд. Классификацияга мисол келтирамиз:



Объектни иккита P_1 , P_2 хусусият бўйича ва $m=1$, $m=2$, $m=3$ классга бўламиз. Агар P вектор нуқта билан белгиланган қийматни олса тармоқни чиқиши тўғри ўқитилишда $m=2$ қийматга эга бўлади, яъни объект икки классга тегишли бўлади, бу эса унга умуман тўғри келмайди.

Хатоликлардан қочиш учун формализациянинг бошқа усулларини қуллаш мумкин ёки m класслар номерларини шундай мослаштириш керакки, бунда m классга яқин сонлар p класс мухитига яқин булган сонларига мос булиши керак.

IV. НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРИНИ ҲҚИТИШ

4.1. Ҳқитилиш усуллари

Ҳқитилиш алгоритмлари Ҳқитувчили ва Ҳқитувчисиз бўлади агар тармоқни кириш ва чиқиш векторлари Ҳқитилиш жараёнидан маълум бўлса бу алгоритм Ҳқитувчили алгоритм деб аталади. Масалани шarti ва ечимида кириш + чиқиш жуфтликлари тушунчаси мавжуд. Ҳқитилиш жараёнида тармоқ ўз параметрларини ўзгартиради ва зарур бўлган $X \rightarrow Y$ кўринишини беришга ўрганади. Тармоқ бизга олдиндан маълум бўлган натижаларни беришга ўрганади. Умумлашиш имкониятига кўра, агарда биз киришга Ҳқитилиш жараёнида ишлатилади вектор деб айтсак, тармоқ янги маълумотларни ҳам бериши мумкин.

Алгоритм ўзгарувчисиз деб фақат кириш векторлари мавжуд бўлган ҳолдагина айтилади ва уларнинг асосида тармоқ бизга чиқишнинг энг зўр қийматларини олишимизга имкон беради.

Перцептрон Ҳқитувчи билан Ҳқитилади. Бу эса кўплаб вектор жуфтликлари бўлиши керак деган маънони англатади.

$$\{x^S, d^S\}, S = 1 \dots S$$

Бунда

$$\{x^S\} = \{x^1 \dots x^S\}$$

Масаланинг формализацияланган шarti,

$$\{S\} = \{x^1 \dots x^S\}$$

Бу шарт учун маълум ечим $\{x^S, d^S\}$ жуфтликларнинг мослиги Ҳқитувчи кўпликни ташкил этади. S Ҳқитувчи кўплигидаги элементлар сони. Y тармоқ Ҳқитилиш учун етарли даражада бўлиши керак. Бу эса $X \rightarrow Y$ керакли бўлган кўринишни берувчи тармоқ параметрларини йиғиндисини формаллаш ёки яратиш учун алгоритм бошқаруви учун зарурдир.

Ҳқитувчи кўпликдаги жуфтликлар сонини регламентлаштирамайди. Агар элементлар жуда кам ёки жуда кўп бўлса тармоқ Ҳқитилмайди ва кўйилган масалани ечиш мумкин эмас.

X^S векторлардан бирини танлаб шу ва уни тармоқнинг киришига узатамиз. Чиқишда ихтиёрий y^S вектор пайдо бўлади. Бунда тармоқ хатолиги сифатида

$$E^S = \|d^S - y^S\|$$

ни ҳар бир (x^s, d^s) жуфтлик учун олишимиз мумкин. Кўп ҳолларда Ҳқитилиш сифатини баҳолаш учун квадрат йиғинди хатолиги танланади.

$$E = \frac{1}{2} \sum_S \sum_j (d_j^S - y_j^S)^2$$

Баъзи ҳолларда ўртача хатолик олинади.

$$\sigma = \frac{1}{SN_0} \sum_s \sum_j \left(\frac{|d_j^s - y_j^s| + 1}{|d_j^s| + 1} - 1 \right) \cdot 100\%$$

Унинг афзаллиги шундаки, у шундай қиймат берадики, бу қиймат на ўқитилувчи кўпликдаги мисоллар сонига тўғридан тўғри боғлиқ бўлади, на чиқиш вектори катталигига боғлиқ бўлади. Инсон қабул қилиши учун қулай бўлган 0 дан 100% гача бўлган интервалда бўлади.

Перцептронни ўқитиш масаласи шундай қўйилади: тармоқ параметрларини шундай танлаш керакки, бунда $\{x^s, d^s\}$ берилган ўқитилувчи кўплиги учун хатолик минимал бўлиши керак. Ўқитиш методларининг аксарият қисми – интеррациондир. Тармоқ параметрларига кичик бошланғич параметрлар қўйилади. Сўнгра параметрларни Е хатолик йўқ бўлиб кетадиган қилиб ўзгартирилади. Ўзгариш хатолик энг кичик ҳолатга келгунга қадар давом эттирилади.

Перцептрон ўқитилишининг умумий схемаси

1. Фаоллашган функциясининг параметрлари ва версияларини ноль бўлмаган, лекин жуда кичик қийматларга ўзгартириш.
2. Киришга битта тасвир бериб чиқишни ҳисоблаш.
3. d^s ва y^s ларни таққослаб E^s хатоликни ҳисоблаш.
4. Е хатолик камайдиган қилиб фаоллаштириш функциясининг параметрларини ўзгартириш.
5. Икки ва тўрт қадамларни хатолик камайиши содир бўлгунча ёки етарли даражада кичрайгунча такрорлаш.

Бу ерда параметрлар шундай ўзгартириладики, Е эмас балки E^s яъни барча ўқитилувчи кўплик S га тегишли хатолик камаяди. Шунинг учун Е хатоликни камайиши унчалик шарт эмас. Тажриба шуни кўрсатадики бунинг учун тасвирларни беришдаги текислаш йўқ бўлиши керак.

Оптималлаш назариясининг қуйидаги усуллари қўлланилади:

1. Унчалик кўп бўлмаган параметрлар учун – Ньютон, Гаусс-Ньютон, Левнберг-Маккардт келтирилган усуллари;
2. Ўртача қийматдаги параметрлар учун – квазиньютон усуллари;
3. Катта қийматдаги параметрлар учун градиент усуллари

4.2. Сунъий нейрон тармоқларининг ўқитилиши

Сунъий нейрон тармоқларининг барча хусусиятлари ичида ҳеч қайсиниси унинг ўқитилишга бўлган хусусиятлилик ақл бовар қилмас даражада қизикарли эмас. Уларнинг ўқитилиши шунчалик даражада инсон шахсининг интеллектуал ривожланиш жараёнига ўхшаб кетадики, хатто бу жараённинг чуқур илдизи топилганга ўхшайди. Лекин шуни айтиш керакки эйфориядан ташқарига чиқиб кетиш ҳам ярашмайди. Сунъий нейрон тармоқларининг ўқитилиш имкониятлари ҳам чегараланган, тўғри йўлни танлаш учун бу борада ҳали анча мураккаб масалаларни ҳал қилиш даркор. Лекин шунга қарамадан Сейновскийнинг «гапирувчи тармоқ» каби аниқ

тажрибалари тасдиқланган. Бундан ташқари ҳам жуда кўплаб амалий тажрибалар ўз тасдиқини топган.

Ўқитилиш мақсади. Тармоқ асосан кўплаб киришлар учун кутилган (ҳеч бўлмаганда шунга яқин бўлган) кўплаб чиқишларни бериш. Ҳар бир шундай кириш ёки чиқиш кўпликлари вектор сифатида курилади. Ўқитиш кириш векторларини шу жараён билан келишилган ҳолда, бир хил микдорда кетма-кет бериш билан амалга оширилади. Ўқитиш жараёнида тармоқ қийматлари ҳар бир кириш вектори чиқиш векторини ишлаб чиқадиган қилиб борилади.

Ўқитувчи билан ўқитиш. Ўқитиш алгоритмлари иккига бўлинади:

1. Ўқитувчи билан ўқитиш

2. Ўқитувчисиз ўқитиш

Ўқитувчи билан ўқитиш ҳар бир кириш вектори учун ўзининг талаб этилган чиқиш векторига эга бўлган бутун вектор мавжуд деб ҳисоблайди. Улар биргаликда ўқитувчи жуфтлик деб аталади. Одатда тармоқ бир нечта шундай ўқитувчи жуфтликлар сонидан ўқитилади. Ўқитилувчи жуфтлик векторлари кетма-кет берилди, хатолар аниқланади ва ҳар бир вектор учун мосланади. Чунки умумий ўқитилувчи учун массив бўйича хатолик минимумга эришиш керак.

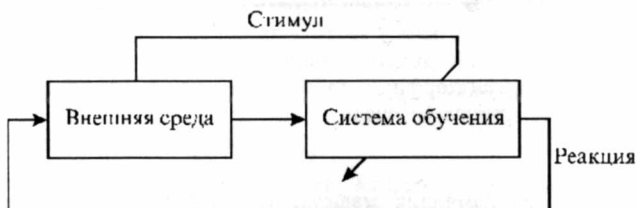
Ўқитувчисиз ўқитиш. Кўплаб амалий муваффақиятларга қарамасдан ўқитувчи билан ўқитилиш кўп ҳолларда танқидга учрайди, чунки унинг биологик номуносивлиги мавжуд. Қарши алоқа ёрдамида коррекцияни бажара туриб чиқишнинг кутилган ҳамда ҳақиқий қийматларини бера олувчи механизм миёна борлигини тасаввур қилиш жуда қийин. Агар миёна шундай механизм мавжуд деб ҳисоблайдиган бўлсак, унда кутилган чиқишлар қаердан келиб чиқади. Ўқитувчисиз ўқитиш биологик тизимда кўпроқ ҳақиқатга яқинроқ ҳисобланади. Кохонен ва бошқалар томонидан ривожлантирилган бундай тармоқ чиқиш учун зарур бўлган бутун векторга муҳтож эмас, шунингдек олдиндан аниқланган идеал жавоблар билан солиштирувни талаб этмайди. Ўқитилувчи кўплик фақат кириш векторларидан иборат. Ўқитилувчи алгоритм тармоқ қийматларини чиқиш векторлари билан келишилган ҳолда, керакли даражада яқин бўлган кириш векторларининг берилиши бир хил чиқишларни келиб чиқишига мослаштириб беради. Ўқитиш жараёни ўқитилувчи кўплик статистик хусусиятларини ажратиб беради ҳамда ўхшаш векторлари ҳамда синфларини гуруҳлаб беради. Киришга шу синфдан вектор бериш маълум чиқиш векторини беради, лекин ўқитилшдан олдин берилган синф чиқиш векторлари билан чиқишда қандай вектор бўлишини аниқлаб бўлмайди. Бундан келиб чиқадиган бундай тармоқ чиқишлари ўқитилиш жараёни билан келишилган маълум бир тушунилувчи формага трансформацияланиши керак. Бу эса муҳим камчилик ҳисобланмайди.

Ўқитилиш алгоритмлари. Кўплаб замонавий ўқитилиш алгоритмларида Хебб концепцияси ривожланган. Уларга иккала нейрон манба, ҳамда қабул қилувчи приёмник активлаштирилган ҳолда синоптик кучи ортувчи ўқитувчисиз ўқитиш усули қўлланилган. Шундай қилиб, тармоқда кўп ҳолларда қўлланиладиган йўллар ва такрорлаш орқали ўқитиш ва хусусиятлар феномени ўз маъносини топади. Хебб ўқитилишидан фойдаланувчи сунъий нейрон тармоқларида қийматларининг

орттирилиши узатувчи ва қабул қилувчи нейронларинг кузатилиш даражасини амалга оширилиши билан аниқланади. Буни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$w_{ij}(n+1) = w_{ij}(n) + aOUT_iOUT_j$$

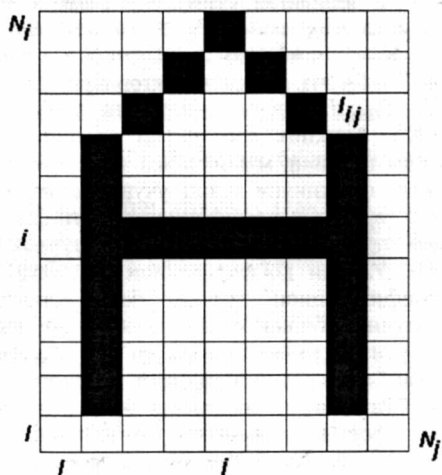
бунда $w_{ij}(n)$ – қурилишгача бўлган i нейрондан j нейронгача бўлган кийматлари, $w_{ij}(n+1)$ - қўрилишдан кейин бўлган i нейрондан j нейронгача бўлган кийматлари, a – ўқитилиш тезлигининг коэффиценти, OUT_i – i нейрон чиқиши ва j нейроннинг кириши, OUT_j - j нейрон чиқиши.



10-расм. Ўқитишни стимулловчи схема.

4.3. Алфавит ҳарфларининг ўқитилиши

Ҳарфларни нуктали расм кўринишида тасвирласак



Расмдаги қайтарилган пиксел катакчага $I_{ij} = 1$ мос, окка $I_{ij} = 0$ мос. Масала шундан иборатки, расм берилган ҳарфни аниқлаш керак. $N_i * N_j$ киришли кўп қобикли перцептронни ясамак, ҳар бир киришга биттадан $x_k = I_{ij}$, $K=1 \square N_i * N_j$ пиксел тўғри келади. Пикселларни ёруғлиги кириш векторларини компонентларидир.

Чиқиш сигналлари сифатида берилган расм шу ҳарфга тўғри келадиган эҳтимолликни танлаймиз.

$Y = (c_1 \square c_m)^T$. Тармоқ чиқишини ҳисоблайди.

$$(I_{ij}) \rightarrow \begin{pmatrix} c_1 \\ \dots \\ c_m \end{pmatrix}$$

Бунда чиқиш $c_1 = 0,9$ мисол учун «А» ҳарфининг кўринишида берилган ва тармоқ бунда 90% га ишонч беради. Чиқиш $c_2 = 0,1$ – бунда расм «Б» ҳарфига мос келиши керак ва 10% эҳтимоллик билан.

Бошқа усул: тармоқнинг киришлари худди шундай танланади, чиқиш эса битта берилган ҳарфнинг m сони бўлади. Тармоқ берилган расм бўйича m қийматни беришга ўрганади.

$$(I_{ij}) \rightarrow (m)$$

Бу усулда ҳам камчилик мавжуд: ҳарфлар m номерга эга, лекин расмга ўхшамайди, улар тармоқли ўқилишда адаштирилиб юборилиши мумкин.

4.4. Нейрон тармоқлардаги ўқув жараёнининг тасвирланиши

Нейрон тармоқларнинг мисоллардаги ўқитилиш вазифаси ўзининг ташкилий ва функционал қўлланиш бўйича нейрон тармоқлари бир неча кириш ва чиқишлари билан баъзи қайта ишланган кириш стимулларида ташқи олам ҳақида сенсор маълумотлар, чиқишда бошқарув сигналларни бажаради. Қайта ишланган стимуллар сони n га кириш тармоғи сонига тенг. Чиқиш сигналлар сони эса, m га тенг. Барча кириш векторларнинг йиғиндиси n размерлиги x вектор худудини ҳосил қилади. Уни биз худуд белгилари деб атаймиз. Чиқиш векторлари ҳам белгили худуд x_{oc} ҳосил қилади ва Y билан белгиланади. Энди нейрон тармоқларни баъзи кўп ўлчамли F ХҮ функция деб ўйлаш мумкин. Унинг аргументи белгили кириш худудига тегишли, маъноси эса-чиқиш белгили худудга эга.

Талабдаги функцияни олиш учун специфик танланган тарози керак бўлади. Барча тарозилар коэффиценти йиғиндиси барча нейронлар вектор W дек таклиф этилиши мумкин. Кўпгина шундай векторлар вектор худудни ташкил этади. Уларни конфигурацион W худуд деб атаймиз. Векторнинг вазифаси конфигурацион худудда барча синаптик тарозиларни тўлиқ аниқлайди, шунинг билан бирга тармоқнинг иш жараёнини аниқлайди. Тармоқнинг бу иш жараён W тармоғи деб аталади, ундаги нейрон тармоқ, талаб қилинган функцияни бажаради. Берилган функция учун ўқитилган иш жараёни бўлмаслиги, ёки ягона эмаслиги мумкинлигини айтиб ўтиш керак. Энди формал эквивалент ўқитилиш вазифаси конфигурацион худудда баъзи W^0 иш жараёнини ўқитилиши иш жараёнига ўтиш демакдир.

Талаб қилинган функция ҳар бир векторга жавоб берадиган вазифаларни ёзиш белгили X худуд баъзи векторлар Y худуддан ёзилади. Бир тармоқ нейрони чегара детектори вазифасида бўлса, талаб қилинган функциянинг таърифи барча тўрт жуфт векторлар вазифасидан эришилади.

V. МЕТОДОЛОГИЯ АСОСЛАРИ. ХОПФИЛД МОДЕЛИ.

Методология асослари

Қарши алоқали тармоқлар ассоциатив хотира сифатида ишлаши мумкин. Бу киришга берилган вектор бўйича тармоқ орқали чиқишда олдиндан эслаб қолинган, кириш векторига кўпроқ «ўхшаш» бўлган вектор ҳосил қилинади деганидир. Маълумотларни танлашнинг бундай усули маълумотлар бўйича адреслаш деб аталади. Бу адреслаш ЭХМда қабул қилинган фон-неман типидан хотира ячейкаси номери бўйича адреслашдан тубдан фарқ қилади. Адреслашнинг бу тури биологик нейрон тармоқларида кенг қўлланилади. Масалан, оддий бир жасминнинг иси хотирада кўплаб бир-бири билан мантқиқан боғлиқ ва ўз ичига визуал, овозли, ҳамда кинестетик образларни қамраб олган ассоциацияларни вужудга келтириши мумкин. Бундай адреслашли хотира сунъий интеллект тизимларини яратиш учун ўта перспектив ҳисобланади.

Масалан, нейротармоқда эслаб қолинувчи куўпгина $\{x^k\} = x^1 \dots x^k$ векторлар берилган бўлсин. Векторларнинг «ўхшашлик» критерийлари масалага боғлиқ ва умуман мураккаб бўлиши мумкин. Мисол учун, кириш вектори вақт бўйича бир неча кетма-кет олинган ҳисоботлардан иборат бўлсин, бунда векторлар яқинлиги критерияси ҳисоботларни вақт ўқи бўйлаб ўтказишни масштаблашни (сигнал фазасига) ҳамда кириш сигналларининг шовқинлиги инвариантлигига эга бўлиши керак. Шундай экан яқинлик критериясини излаш ҳар бир масала учун хосдир ва муҳим муаммони келтириб чиқаради.

Оддий бир ҳолатни кўриб чиқайлик. Бу ҳолда икки векторнинг яқинлик даражаси сифатида уларнинг скаляр кўпайтмасидан фойдаланилган: $d(x^1, x^2) = (x^1, x^2)$. Векторлар қанчалик ўхшаш бўлгани сари уларнинг яқинлик даражаси юқори бўлади. Бундан x векторнинг вақт ўтиши билан $dx = \sum_k x^k (x^k, x^1) dt$ қонун бўйича ўзгариши охир оқибат x ни унга энг кўп ўхшаш бўлган эталон билан мос келишига олиб келади, яъни талаб қилинаётган ассоциация топилади. Ҳаттоки эталон векторлар компонентлари фақат +1 ва -1 қийматларнигина қабул қилса ҳам.

Агар шундай $H(x)$ функция топилса, унда $\frac{dx}{dt} = -\nabla H$ бўлса, x вектор учун ассоциацияни қидириш масаласи $H(x)$ функциянинг минимуми билан мос тушади. Агар тармоқ энергияси деб аталувчи $H(x) = -\frac{1}{2} \sum_k (x^k, x)^2 + \frac{1}{2} \lambda \sum_i (x_i^2 - 1)^2$ кўринишдаги H функция танланса унинг градиенти $\nabla H = -\sum_k x^k (x^k, x) + \lambda \sum_i e^i (x_i^2 - 1) x^i$ бўлади бунда e^i – i ли вектор базиси. Пастки индекслар билан вектор компонентлари, устки

индекслар билан эса вектор номери белгиланган. Бундан

$$\frac{dx}{dt} = -\sum_k x^k (x^k, x) - \lambda \sum_i e^i (x_i^2 - 1) x^i \text{ келиб чиқади.}$$

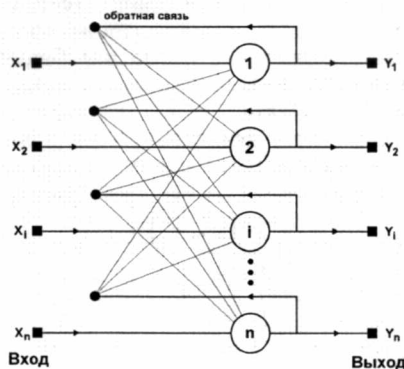
Биринчи купайтма x нинг энг якин эталонга интилишини таъминлайди, иккинчиси эса x вектор компонентларини руҳсат этилган $+1$ ёки -1 қийматларга яқинлашуви. \square компоненти бу икки жараёни интенсивлигига мутаносиб. Одатда \square ўқилиш вақти ўтиши билан $\square < 1$ дан $\square > 1$ гача ўсади. Весовой коэффициентлар ва чегаравий даражаларга эришиш учун охириги ифодани компонентларга бўлиб ёзиб чиқамиз:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_i = \sum_j \sum_k x_i^k x_j^k x_j - \lambda (x_i^2 - 1) x_i = \sum_{j \neq i} \sum_k x_i^k x_j^k x_j - (\lambda (x_i^2 - 1) - 1) x_i,$$

бундан кўринадики весовой коэффициентлар $W_{ij} = \begin{cases} \sum_k x_i^k, x_j^k, j \neq i \\ 0, i = j \end{cases}$ бўйича

аниқланиши зарур.

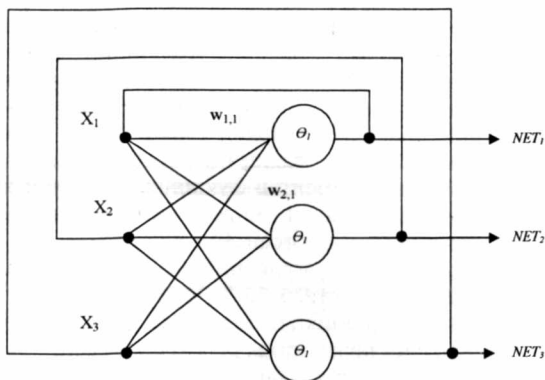
Веслар i дан j га ёки j дан i гача бўлган йўналишга боғлиқ эмас. Бу формула Хеббнинг перцептронни ўқиш учун яратган формуласига i ва j векторлар орасидаги алоқа мусбат бўлганда агар нейронлар ҳолати манфий ва бир хил бўлса, агар ҳолатлар қарама-қарши бўлса аналогик тўғри келади.



11-расм. Хопфилд моделининг структуравий схемаси

Ҳар бир i ли нейрон ҳар бир интерацияда ҳисобланувчи $\theta_i = (\lambda (x_i^2 - 1) - 1) x_i$ қийматли бошқарилмайдиган ночизикли чегарага эга. Ҳар бир чиқиш сигнали W_{ij} вес билан тармоқ киришига қайтадан ва шу нейроннинг киришига қайтадан узатилади ва бу модел Хопфилд модели деб аталади.

Масалаларни Хопфилд модели ёрдамида ечиш.



12-расм. Хопфилд модели

1. Энергия функциясини шу функция глобал минимуми нуқтасини масала ечими билан мос келадиган қилиб кўриш. Бунда энергия функциясининг градиенти нейрон тармоқлари ёрдамида ҳисоблашни амалга ошириш керак.
2. Тармоқ параметрларини ҳисоблаш учун (весовой коэффициентлар ва чегарвий даражаларни) энергия функцияси градиентини ҳисоблаш учун формалалар ёзиш.
3. Қарши тарқалиш занжирини узиш ва тармоққа кириш векторини бериш. Чиқиш қийматларини ҳисоблаб чиқиш.
4. Қарши тарқалиш алоқасини улаш ва тармоққа ўз ҳолатини мустақил алмаштириш (релаксация) имконини бериш. Чиқиш вектори ўзгаришдан тўхтагандан сўнг релаксация жараёнини тўхтатиш, яъни энергия функцияси минимумга эришгандан сўнг. Тармоқнинг олинган чиқишлари масала ечимини беради.

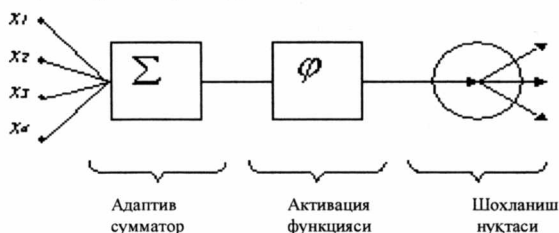
VI. ҲОЗИРГИ ЗАМОН НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРИ АРХИТЕКТУРАСИ

Умуман олганда «Ҳозирги замон нейрон тармоқлари архитектураси» тушунчаси ўз ичига турли структурадаги нейронлар ансамблини камраб олади, бироқ амалиётда уларнинг баъзиларигина ўз қўлланилишини топган. Бу нейрон тармоқлари архитектурасининг унинг ўқилиши билан боғлиқлигидандир. Ҳаттоки нейрон тармоқлари ривожланишининг турли хил этаплари янги тармоқлар архитектураси ва улар учун махсус ишлаб чиқилган ўқилиш дастурлари пайдо бўлиши билан аниқланадилар.

Сунъий нейрон (ёки оддий нейрон) сунъий нейрон тармоқлари кўрилувчи кўпликнинг элементар функционал модули ҳисобланади. У ўзида тирик нейронни тасвирлайди, бироқ функциялаш усулини эмас балки, ўзининг еча оладиган ўзгартиришлари чегарасидагина. Нейрон моделининг мантикий, узлуксиз ва импульсли моделлари мавжуд. Нейроннинг мантикий модели (айниқса Вена картаси билан тушунтирилувчи формал нейрон) 60-70 йилларда актив ўрганилган лекин, кейинчалик тўхтатилиб қўйилган. Импульс моделлари нерв катакчаларида амалга ошувчи жарёнларнинг физик табиатига яқинроқдир, бироқ уларнинг назарияси узлуксиз моделлар каби ривожланмаган ва ҳалигача кенг қўлланила олмайдилар.

Нейрон (1-расм) қуйидагилардан ташкил топган:

1. Адаптив сумматор – кириш сигнал векторининг скаляр кўпайтмасини параметрлар векторига бўлган бўлинмаси. Адаптив деб, у келиштирилувчи параметрлар мавжудлиги учун аталади. Кўплаб масалалар учун чиқиш сигналларининг чизикли бир тўплами бўлмаган функциясига эга бўлиш фойдалидир, бунинг учун доим биттали кириш сигнални кўшиб туриш керак.
2. Сигнални ночизикли ўзгартирувчи – скаляр кириш сигнални қабул қилади ва тегишли равишда уни ўзгартириб беради.
3. Шоҳланиш нуқтаси битта сигнални бир нечта адреслар бўйлаб жўнатилишини амалга оширади. У скаляр кириш сигнални олади ва ўзининг чиқишларига жўнатади.



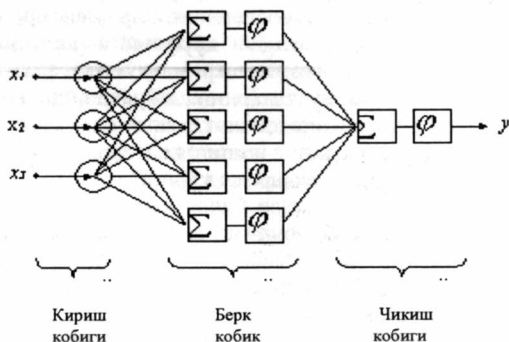
13-расм. Формал нейрон

Формал нейрон узатилувчи функцияни амалга оширади:

$$N(x_1, x_2, \dots, x_n) = \varphi \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot x_i + \alpha_0 \right)$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

формал нейронлардан нейрон қобикларини тузиш мумкин, уларни эса ўз ўрнида кўп қобикли тармоқларга бирлаштириш мумкин (2. расм).



14-расм. Сунгий нейрон тармоғи

Кириш қатлам нейронлари сигналларни қабул қилади, ўзгартиради ва шохланиш нуқталари орқали берк қобик нейронларига узатади. Кейин навбатдаги қатлам ишга тушади, у эса интерпретатор ва фойдаланувчи учун сигналлар узатади. Ихтиёрий тармоқдаги кейинги қобик нейронларининг ҳар бир киришига узатилади. Қобикдаги нейронлар сони ихтиёрий бўлиши мумкин.

VII. МАЪЛУМОТЛАРНИ НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРИДА

ТАСВИРЛАНИШИ.

Текстли маълумотларни қайта ишлаш асосида турли модалликлардаги маълумотларни текстли, оғзаки ва кўриш маълумотларини қайта ишлаш учун ягона бўлган нейротармоқли технология ётади. Турли модалликлардаги маълумотларни қайта ишлашда бирламчи белгиларнинг ажралиб чиқиш усулигина ўзгаради, текстли маълумотларни қайта ишлашда эса қўшимча қайта ишлаш этапи – сўз весларини қайта номерлаш киритилади.

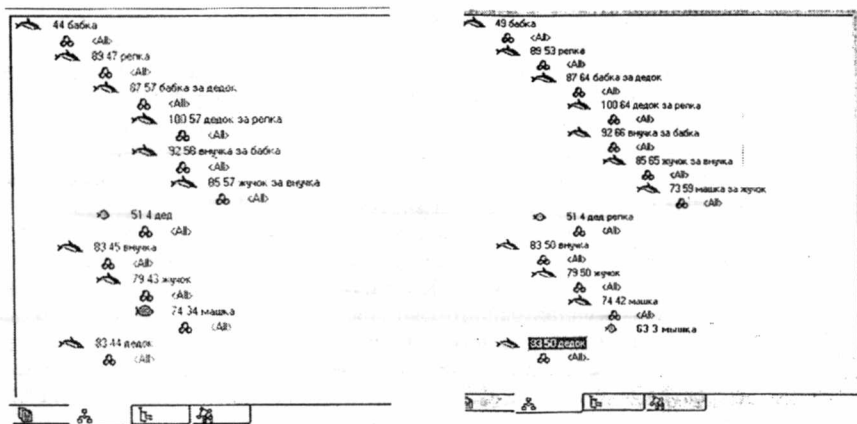
Маълумотларни қайта ишлашнинг нейротармоқли технологияси иккита фундаментал жўнатмага асосланади:

1. Маълумотлар символларнинг бир ўлчамли кетма-кетлиги сифатида тасвирланади. Уларни бундай кўринишга келтириш учун анча меҳнат қилинади. Масалан, тасвирли маълумот учун тасвирнинг аниқроқ кўринишини берувчи нукталарнинг ажратилиши амалга оширилади, кейин эса уларнинг маълум бир кетма-кетлиги сканерланади, бу эса маълум бир ахборот кетма-кетлигини юзага келтиради. Сўзлар учун бу турдаги ўзгартиришлар анча соддароқ кўринишга эга, чунки у олдиндан бир ўлчамли, шунингдек текстлар билан ҳам.

2. Кейинчалик бу бир ўлчамли ахборот кетма-кетлиги кўпўлчамли сигнал муҳитига n символи узунликдаги ойна ёрдамида шундай ўтказиладики, ҳар бир n символ координатаси нуктаси шу муҳитда ётсин. Барча кетма-кетликка шу муҳитдаги нукталар кетма-кетлиги траекторияси муносиб. Бундай тасвирланиш кириш маълумотининг ички структурасини, агар шундай структура мавжуд бўлса, тиклаш имконини беради. Гап шундаки тасвирланиш ўз табиатига кўра ассоциативдир. Ойна тўлиши биланоқ унинг ўзи бизни дарров нукта мос келадиган муҳитга адреслайди. Агар кириш кетма-кетлиги такрорланувчи фрагментларга эга бўлса, масалан, сўзлар. Унда олдин берилган сўзлар кетма-кетлиги пайдо бўлиши биланоқ траектория чиклик равишда шу сўзга тегишли бўлган ўз фрагменти бўйича ўтади. Агар шу берилган нукта муҳитидан ўтувчи траекториялар сонини белгилаб борувчи хотира механизми, шунингдек чегаравий ўзгартириш (яъни, $a=1$, агар $b>h$ бўлса ва $a=0$, агар $b<h$, бунда h - чегара) мавжуд бўлса, биз траектория нуктасини кўриб чиқишда кам учрайдиганларини ўчириб кўп учрайдиганларини сақлаб қолишимиз мумкин. Бундай сигнал муҳитидаги тозаловдан кейин фақат такрорланувчи фрагментлар кетма-кетлигидаги маълумот – берилган даражадаги луғат сўзларигина қолади.

Бундай луғатни формаллагандан кейин уни маълумотлар оқимидаги эски ахборотни филтрлаш учун ишлатса бўлади. Бундай филтр чиқишга фақат янги ахборотнигина ўтказади, у эса ўз навбатида янги кетма-кетликни юзага келтиради. У эски кетма-кетликка ўхшаб кетади, лекин эски ахборотга мос келувчи жойлар ноль билан алмаштирилади. Бундай алоқалар кетма-кетлиги кейинги даражада қайта ишланади ва шу даража луғатини формалайди ва шундай давом этади. Бунда пастки даража луғати қатламларининг алоқалари кейинги даража луғати сўзларида ҳисобга олинади.

«Мышка»нинг йўқлиги бу сўзнинг фойдаланувчининг луғатига киритилиши билан тўлдирилади



Қайта анализдан сўнг «Мышка» иерархиядаги ўз ўрнини эгаллайди. (3-расм).

Ва нихоят реферат тузилади (4-расм).

Name	Text size	Number of sentences
SUMMARY	0.36K (49%)	3
репка	0.74K	13

99 Жушка за внучку, внучка за бабку, бабка за дедку, дедка за репку; тямут-потямут, вытямуть не могут.
 99 Машка за Жушку, Жушка за внучку, внучка за бабку, бабка за дедку, дедка за репку; тямут-потямут, вытямуть не могут.
 99 Мышка за Машку, Машка за Жушку, Жушка за внучку, внучка за бабку, бабка за дедку, дедка за репку; тямут-потямут - вытямут репку.

Рис. 4. Реферат

<p>0шту</p> <p>100 мышка</p> <p>63 машка</p>	<p>Мышка [2/2]</p> <p>Кликнула Машка мышку.</p> <p>Мышка за Машку, Машка за Жушку, Жушка за внучку, внучка за бабку, бабка за дедку, дедка за репку; тямут-потямут - вытямут репку.</p>
----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рис. 5. Тематический реферат на тему «мышка»

«Мышка» мавзусидаги тематик реферат 5-расмда келтирилган.

VIII. НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРИНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШ СОҲАСИ

8.1. Тиббиётда нейрон тармоқларининг диагностикаси.

Кўкрак қафасида кучли оғриқ билан қабулхонага тез ёрдам орқали келган касалларга мурожаат қилинади. Унга касалини тўғри қўйиш, аниқлаш навбатчи шифокор учун қийин кечади. Тажирибадан кўринадики, инфаркт билан касалланган касалларни қандайдир қисмида аналог симптомлари юқори эмас. Диагностиканинг аниқ услуби, ҳозиргача ҳам топилмаган. Электрокардиограмма ёйлари ҳар доим ҳам тўғри кўрсатмайди. Касалнинг аниқ ташҳисини қўйиш учун, бир неча касаллик аломатлари керак бўлади. Буларнинг сони 40 дан ортиқ. Шу аломатлар бўлган тақдирда ҳам, шифоркорлар ўзаро муҳокама қилиб касални кардиология бўлимига ётқизиш мумкинми? Деган савол ўртага ташланади қайсидир маънода бу масалани нейрон тармоқлари ечиб беради.

Статистика шуни кўрсатадики, шифокор миокарда инфаркт касалини касаллар ичидан 88% га ташҳис қўяди ва шундан 29% хато сигналларни беради. Бундай хато ташҳис қўйишлар ҳаддан ортиқ кўп. Тарихдан кўринадики, диагностиканинг сифатини ошириш учун 10 йиллар давомида турли усул ва услубларни қўллашмоқда, лекин шуларнинг ҳаммаси гипердиагностика (нотўғри ташҳис қўйиш)ни 3%га яхшилашга ёрдам беради.

1990 йилда Вильям Бакст Колифорния Университетида Сан-Диего шаҳаридаги ўзининг қабул хонасига ўткир кўкрак оғриғи билан келган касаллар учун инфаркт миокарда аниқлашда, кўп қатламли нейрон тармоғини (перцептрон) ни яратди ва ундан фойдаланди. Унинг мақсади, шифокорларга ёрдам бериш ва ушбу асбоб ёрдамида оқиб келаётган касалларнинг ҳолатини келиб чиқиш сабабларини ўрганишидир. Бошқа тарафдан диагностикани такомиллаштириш. У ўз ишини мукамал ўрганди ва кардиология бўлимига келган касалларнинг ҳар бирини анализ қилди. Вильям Бакст касалларнинг 20 та параметрларидан фойдаланди. Булар касаллар ёши, жинси, касаллик локализацияси, нитроглицеринга реакцияси, кўнгил айнаши, қусиши, терлаши, жинси, хушидан кетиши, нафас олиши, частотаси, юрак уришининг пасайиши, олдин кечирган инфаркт ҳолатлари, диабет қанд касаллиги, қон босими, бўйин қон томирларининг шишиши, ЭКГнинг қатор хулосалари ва ишемик ўзгаришидир.

Асбоб 92% аниқлик билан инфаркт касалларини кўрди ва фақат 4%и ёлғон сигнал бўлди. Улар инфаркт касалига чалинмаган ва кардиология бўлимига ётқизилмади. Сунъий нейрон тармоғини тиббиётда қўллаш имкони катта. Қайси бир маънода бу нейронлар диагностика сифатини умумий ҳолда баҳолайди.

Фараз қилайлик 10 кишидан, қайсики уларда ҳақиқатан инфаркт касалига чалинган бўлса, диагностика усули билан 8 кишини касал деб беради, у ҳолда сезгирлик даражаси 80% ни ташкил қилади. Агар инфаркт касалини ўтказмаган 10 кишидан диагностика 3 кишини инфаркт деб беради, бу ҳолатда эса, сезгирлик даражаси 30% ни ташкил қилади. Диагностиканинг идеал услуби 100% сезгирлик ва мутахассисликдир. Биринчидан, биронта ҳам касалликни ўтказиб юбормаслик ва иккинчидан

соғ одамларни адаштирмаслик. Химояланиш учун зарур ва муҳим бўлган 100% сезгирлик услубига эришиш касалликни ўтказиб юбормаслик. Кўп ҳолатларда шифокорлар шубҳаланган ҳолда, касалликка нотўғри ташҳис қўядилар ва бу ҳолат мутахассисларнинг савияси пастлигига олиб келади.

8.2. Нейрон тармоқларининг ишлатилиш имкониятлари (ЭКГ мисолида).

ЭКГ – бу аҳамияти кучли қўшимча (қўлланма). Ҳозирги кунда, нейрон тармоқлари таъабат оламида жуда кўп ҳолларда ишлатилиш мисолларини кўриш мумкин. Реанимацион палаталарининг етишмаслиги кардиохирургик бўлимларда узун навбатлар ҳосил қилиши маълум. Палаталарнинг сонини кўпайтиришнинг имкони реанимацион нархларнинг баландлиги сабаблиги (ҳаётда сўнгги икки ҳафтаси учун америкаликлар 70% маблағини айнан шу ерда сарфлашади) бўлмаяпти.

Ечим фақатгина бор маблағни тежаб ишлатишда. Айтайлик, жарроҳлик операциясидан чиққан беморнинг аҳволи уни узоқ муддатга (2 кундан кўп) реанимацион палатада ушлаб туришга тўғри келадиган даражада оғир. Шу вақт ичида барча жарроҳлар унинг тепасида тик туришади, чунки янги беморларни ётқизишга жой йўқ. Оғир беморларнинг дам олиш кунлари ёки байрам кунларидан олдин операция қилиш, қулайроқ, чунки жарроҳлар дам оладилар, беморлар реанимацияда соғлиқларини тиклайдилар. Ҳафтанинг бошларида реанимация хонасида 12 кун қоладиган беморларнинг операция қилиш қулайроқ. Шунда реанимация хоналаридаги жойлар тезроқ бўшайди ва улар янги беморларни сешанба, чоршанба кунлари қабул қиладилар.

Қайси бемор, қанча муддатга интенсив терапия бўлимида ушланиб қолиши ҳақида савол туғилади. Бундай кўрсатмалар учун Торонто Университетининг ДжекТУ ва Майкл Гуэррирлар нейрон тармоқларини ишлатишди. Бирламчи маълумотлар учун улар беморнинг фақатгина операциядан олдинги аҳволи ҳақидаги маълумотларни олишди. Сўнг юқори даражадаги реанимацион ҳолат ҳамда, операциядан сўнг олинган маълумотларни (турли асоратлар) нейрон тармоқларини ишлатмайдилар.

Ту и Гуэррир беморларни уларнинг ёши, жинси чап ошқозони (желудочка) функционал аҳволи, бўлажак операциянинг мураккаблик даражаси ва бошқа хил касалликларига қараб, уларни 3 таваккал гуруҳга ажратишди.

Таваккалига кам гуруҳга кирган беморларнинг 16,3% ҳақиқатдан ҳам реанимация хонасида 2 кундан ортиқ даъволанмадилар. Нейрон тармоқлари таваккаллиги юқори деб аниқлаган беморларнинг 60% дан юқориси ёмон ташҳисни оқладилар.

8.3. Саратонга қарши курашда нейрон тармоғидан фойдаланиш.

Ўлим сабабларининг юқори даражаси рўйхатида юрак хастакликлари эгаллаганлиги сабабли унга алоҳида эътибор бердик. Иккинчи ўринда эса анкологик касалликлар туради.

Нейрон тармоқларининг ишлатилиш борасидаги олиб борилаётган ишларнинг асосийларидан бу сут безларидаги саратон касаллигини аниқлаш. Бу касалликлар ҳар 9 аёлдан бирининг ўлимига сабаб бўлмоқда.

Шиш аниқланиш бирламчи сүт безларининг рентгенографик анализлари, сўнг биопсия анализлари орқали бўлиб ўтади.

Маммография маълумотларининг фақатгина 0 дан 20% гача хирургик биопсия сүт безларида саратон борлигини тасдиқлайди. Биз яна энг паст специфик метод ҳодисаси билан иш юритамиз.

Дьюка Университети тадқиқотчилари нейрон тармоқларининг маммограммада злокачествен ткань нинг 8 аломатига кўра аниқлашни йўлга қўйишди. Улардан асосан радиологлар фойдаланишади.

Тўлқин қўйилган вазифани тахминан 100% тўғрилиқ билан еча олади. Қанча аёлларни доброкачество иши билан стрессга рўбаро қилмасдан нейрон тармоқлари ишлатилиш мумкин.

Майо Миннесота клиникасида радиологлар хулосаси нолга тенг деб таъкидлаган аёллар нейрон тармоқлари тадқиқотида эса, 40% сүт безларининг ўзгарганлигини кўрсатди. Нейрон тармоқлари технологиясининг ишлатилишдаги ютуқлари тасодифий эмас, тўғрими?

Сүт безларидаги саратоннинг даъволанишидан сўнг шиш ҳосил бўлиши мумкин. Нейрон тармоқлари эса буни олдиндан кўрсата олади. Текасс Университетининг тиббиёт куллиётида шундай тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ўқитилган тўлқинлар ўзининг мураккаб ўзгаришларни, жумладан айтиб бериш хусусиятининг уч алоқаси яхшиланишини, кўрсатиш ва ҳисобга олишини тасдиқлади.

Нейрон тармоқлари тиббиётда қўлланиш усуллари турли хил, шу билан бирга уларнинг архитектураси ҳам бир хил эмас. Қасалликни даволаш натижаларининг асосида у ёки бу методлардан фойдаланишда ушбулардан бирини танлаш мумкин. Тухумдон саратони (ҳар 70 аёлдан бирининг касаллиги) касаллигининг даволаш хулосаси натижасидаги ютуқларга таниқли голланд мутахассиси Герберд Каппен, Немегендаги Университетда эришди. У ўз ишида кўп тармоқли перцептронни эмас, балки Больман машиналари деб аталадиган нейрон тармоқларидан фойдаланади.

Мана, онкологик хоссаларнинг бирига яна бир мисол. Япониянинг Кагавадаги тиббиёт мактаби тадқиқотчилари буйрак карциномаси билан касалланган беморларнинг буйрак резекцияси натижаларида хатосиз кўрсатадиган нейрон тармоқларини ишга солишди.

Троицкдаги инновацион ва термоядерли тадқиқот олийгоҳида нейрон тармоқларнинг консультацион тизими проекти ишлаб чиқарилди. У узоқ муддатли рециди ва кўпайиши хулосаси асосида базальноклеток саратонининг даволаш усулини танлайди. Базалиома-онкологик касаллик билан оқ танлилар орасидаги саратон касаллиги билан касалланган беморларнинг 3% ташкил этади.

Диагностика меланома-шишишининг формаларидан бири, уни баъзида базалиоманинг пигментли формасидан ажратиш қийин. Диагностика нейрон тармоқларининг multineuron симулятори ёрдамида ишлатилди.

Нейрон тармоқларидан турли ишлаб чиқиладиган даволаш усулларининг хулосасида ҳам фойдаланиш мумкин. Улар кимёвий хоссаларининг молекуляр структураси асосида қўшилиш хулосалари учун самарали ишлатилмоқда. АҚШларнинг саратоннинг миллий олийгоҳи

тадқиқотчилари нейрон тармоқларини препаратларнинг ишлаш механизмини айтиб бериш учун нейрон тармоқлардан фойдаландилар. Препаратлар химиотерапиядаги залоқатств шишларда ишлатилади. Миллионлаб турли молекулалар мавжудлигини таъкидлаб ўтиш лозим. Уларнинг жисмларини нисбатан саратонга қарши активлигини кўриб чиқиш керак. Саратон олийгоҳнинг мутахассислари мавжуд бўлган анкологик препаратларни 6 гуруҳга ажратдилар. Улар саратон катакчалари таъсирига қараб ажратишди. Янги хоссаларни классификациялаш ва уларнинг ҳаракатини ўрганишни кўп тармоқли тўлқинларга ўргатилди. Бу ўқитувчисиз ўқитилишда нейрон тармоқлар хоссаларни кластерларнинг номаълум сонига ажратилди, шунинг учун тадқиқотчиларга хоссаларни идентификация қилиш имконияти берилди. Улар янги цитотоксик таъсирли механизмга эга.

8.4. Диагностика масалалари учун нейрон тармоқлари.

Нейрон тармоқлари нотекис чизикни ташкил этади. Чизикли усулдан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Тиббиёт диагностикасига кўшимча қилиб мутахассисликни ошириш ва сезирликни пасайтирмакликларни айтиш мумкин. Инфаркт касаллиги диагностика тармоқларида катта параметрлар йиғиндиси билан аниқланади. Инсон диагностикасида бунини баҳолаш қийин шунга қарамай нейрон тармоқлари хулоса чиқариш қобилиятига эга. Шу билан бирга уларда яшириш қонун ва кўп ўлчовли маълумотлари бор.

Фарқланадиган жиҳати шундаки нейрон тармоқлари олдиндан программалаштирилмайди ва ҳеч қандай хулоса чиқармайди. Диагноз қилиш учун мисолларда ўрганиб чиқилади. Бу томони билан нейрон тармоқлари эксперт тизимга сира ўхшамайди.

70-йилларда ишлаб чиқарилган сунъий интеллект харитани аниқлаш, моделлаш, уни кенгайтириш намунаси, умумлаштириш нейрон тармоқлари орқали мия фаолиятини ўрганишларга сира ўхшамайди.

Энг кенг тарқалган эксперт тизими MYCIN ҳаракатининг асоси, экспертларни тузатиш, уларнинг процедураси тизими бўлган. Ушбу тизимни Стэнфордда 70-йилларнинг бошида чиққан MYCIN касалларнинг ярми шу касаллардан бир кечада ўлганлар, шифокорлар бу касални фақат 50% ҳолатда аниқлаганлар. MYCIN асосий нусха бўлиб, триофом технологияси тоифасига киради. Шифокорлар экспорт тизимини жуда қунт билан ўрганиб чиқиш натижасида MYCIN ўз қийматини йўқотиб, уни ўқув марказига айлантирди. Эксперт тизими фақат кардиология бўлимида кардиограмма анализи учун керак бўлиб қолди. Клиникада ЭКГ анализдан фойдаланиб, шунга кўра унга таалуқли тизим диагностика хулосалари олинади.

Диагностика классификация жараёнларининг бир қисм ҳолатидир. Нейрон тармоқларида ўргатувчиларни қабул қилиш йўқлиги энг қимматбаҳо ҳолатдир. Бу ерда нейрон тармоқларнинг юқорилиги улар шундай классификацияни очадиларки, унда олдинги тажриба янги усулда ривожланади.

IX. Нейрон тармоқларининг кўп факторли оптимизацияси.

Оптимизация вазифаси тушунчаси.

Компьютер дастурининг стандарт даражасига етказилган кўплаб яхши ишлаб чиқарилган оптимизация методлари мавжудлиги туфайли, оптимизация ва нейрон тармоқларининг ўқитилиши қизиқарли. Агар организм элементларининг адаптацияларини озуканинг оптимал ҳисоби, энергиянинг оптимал ишлатилиши ва ҳ.к. атроф-муҳит кўринишида кўриб чиқилса, ўқув процессининг солиштирилиши баъзи оптимумлар биологик асослардан ҳолис эмаслигини кўриш мумкин. Оптимизация усулларини тўлиқ кўриб чиқиш берилган лекция чегараларидан чиқиб кетади, шунинг учун биз фақатгина асосий тушунчалар билан чегараланиб қоламиз. Тўлиқ маълумотлар учун Б. Банди китобини тавсия қиламиз.

Агар \square атрофининг (окрестность) x_0 нуқтаси мавжуд бўлса, $F(x)$ ҳақиқий бир ўзгариш функцияси локал минимумга тенглашади. Барча шу нуқтадаги x лар учун, яъни $|x-x_0| < \square$, $F(x) > f(x_0)$ ўрни бор.

Баъзи нуқталар ҳақиқий минимум нуқталар эканлигини, функцияларнинг силлиқлик хусусияти ҳақидаги кўшимча маълумотларсиз, аниқлаш мумкин эмас, чунки ҳар қандай худуд континум нуқтасига эга. Бу ҳодисаларни аниқлашда тадқиқотчи бир неча маълумотларга дуч келиши мумкин. Биринчидан, минимум функцияси ягона бўлмаслиги мумкин. Иккинчидан амалиётда локал минимумни эмас, балки глобал минимумни топиш керак, бироқ кўпинча функциянинг яна бир чуқурроқ минимуми бор эканлиги номаълум.

Агар x, x_0 нуқталарни алмаштирсак, локал минимумнинг функцияси, математик таърифи, кўп ўлчамли худудда худди шундай кўринишга эга бўлади. Кўп факторлар функция учун минимум аниқланишида мураккаб вазифа ҳисобланади.

Кўп факторлар функция учун минимумни, бир ўзгарувчи функцияга нисбатан аниқлаш мураккаб вазифа ҳисобланади. Бу аввало, кичрайтирилган функциянинг локал йўналишидаги аҳамияти минимум нуқтасининг йўналиш ҳаракатига мос келмаслигига боғлиқ, бундан ташқари, ўлчам катталашиши билан функцияни ҳисоблаш ҳаражатлари ҳам ортади.

Оптимизация вазифаларининг ечими санъат ҳисобланади, чунончи, ҳар қандай кўринишда кам ишлаётган ва самара бераётган усулнинг ўзи йўқ. Кўпинча ишлатилаётган методлардан Нелдернинг симплекс методини тавсия этиш мумкин, шунинг тасодифий кидирув усуллари ҳам қўл келиши мумкин. Оптимизация вазифалари ечимининг 2 қўлланмасида отжиг имитация усуллари ва генетик изланишлар усули тоифасига киреди.

ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. –М.: СП Параграф, 1990.
2. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы. Под.ред. Н.М. Асомова. –Киев, Наукова думка, 1991.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. – М.: Мир. 1992.
4. Т Кохонен. Ассоциативная память. Москва: Мир, 1980.
5. Ф.Розенблатт. Принципы нейродинамики. Москва: Мир, 1965.
6. А.А. Веденов. Моделирование элементов мышления. Москва: Наука, 1988.
7. Г. Шеперд. Нейробиология. Тт. 1-2, Москва: Мир, 1987.
8. Б. Банди. Методы оптимизации. М. Радио и связь, 1988.