

НЕЙРОН ТЎРЛАР АСОСИДА ХУДУД ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ РИВОЖЛАНИШИНИ БАҲОЛАШНИНГ ПРОГНОЗ МОДЕЛИНИ ШАКЛЛАНТИРИШ

Гафур Шокулович НАМАЗОВ

таянч докторант

Термиз давлат университети

Термиз, Ўзбекистон

Аннотация

Мақолада асосий эътибор нейрон тўрлар ёрдамида прогноз қилиш муаммосини ҳал қилиш масаласига қаратилган. Шунингдек, нейрон тўрлар ёрдамида прогноз қилиш усули кенг қамровли таҳлил қилинган. Таҳлил натижасида ижтимоий-иқтисодий тизимни бошқариш жараёнида прогноз қилиш алгоритми яратилган.

Таянч сўзлар: сунъий нейрон тўр, ҳудудий ижтимоий-иқтисодий тизим, фаоллаштириш функцияси, сумматор, нейрон тўрлар таснифи, алгоритм.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Гафур Шокулович НАМАЗОВ

базовый докторант

Термезский государственный университет

Термиз, Узбекистан

Аннотация

Основное внимание в статье уделяется решению задачи прогнозирования с помощью нейронных сетей. Также всесторонне проанализирован метод прогнозирования с использованием нейронных сетей. В результате анализа создан алгоритм прогнозирования в процессе управления социально-экономической системой.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, региональная социально-экономическая система, функция активации, сумматор, классификация нейронных сетей, алгоритм.

Сунъий нейрон тўрлари (кейинги ўринларда СНТ) қўйилган масалага тўлиқ адекват бўлган моделни шакллантириб, ҳақиқий шароитларга тезда мослашади ва расмий тизимларни қуриш билан боғлиқ чекловларни ўз ичига олмайди, бу эса уларни инсон фаолиятининг деярли барча соҳаларида: тиббиёт ва фармакология, геология ва нефть қазиб олиш, иқтисодиёт ва молия, бошқаришнинг технологик, биологик ва ижтимоий-иқтисодий ривожланиш тизимлари каби кўпгина соҳаларда қўлланилишига олиб келади.

Энг муваффақиятли нейрон тўрлари прогноз қилиш, моделларни аниқлаш ва таснифлаш муаммоларини ҳал қилиш учун ишлатилади.

Аввало ҳудуд ижтимоий-иқтисодий тизим (ИИТ)ини бошқаришда прогноз моделларини ишлаб чиқиш учун сунъий нейрон тўрлари назарияси асослари ва улар билан ишлаш тамойилларини кўриб чиқиш зарур:

- сунъий нейрон тўрларининг концепцияси, моҳияти, типологияси, энг муҳим хосса ва хусусиятларини кўриб чиқиш;
- СНТ бўйича ҳудудий ИИТ ривожланишини прогноз қилишнинг зарур шартлари ва асосий ёндашувларини таҳлил қилиш.

Сунъий нейрон тўрлари соҳасида таниқли рус олимлари А.И.Галушкина [3], Э.М.Миркеса [10], В.В.Круглова [8], С.Л.Сотник [13], И.В.Заенцев [6] ва бошқа кўплаб тадқиқотчилар илмий, назарий ва амалий ишлар олиб боришган.

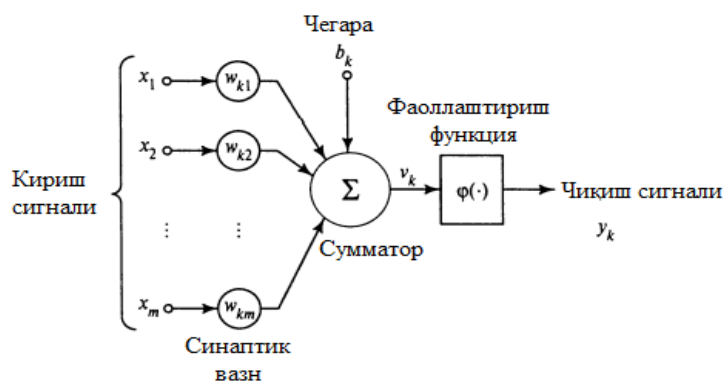
Сунъий нейрон тўрлари аппарати шаклланишига энг катта ҳисса қўшган олимлар қаторига Д. Хебб, Ж. Маккуллох, В. Питтс, М. Минский, С. Пиперт, Ф. Розенблатт, Ф. Вассерман, Б. Видроу, Кохонен, С.Г.Гроссберг, А.К.Жейн каби чет эл тадқиқотчиларини қўшиш мумкин. Ижтимоий-иқтисодий ривожланишни прогнозлашда нейрон тўрлардан фойдаланиш масалалари А.Н.Горбаня, Д.А.Россиэва, С.Г.Короткого, А.А.Эжова, С.А.Шумский, М.Л.Кричевский ва бошқа олимлар тадқиқотларида ҳам кўриб чиқилган.

Таъкидлаш жоизки, ҳозирги вақтда ҳудудий ижтимоий-иқтисодий тизимлар ривожланишида сунъий нейрон тўрларидан фойдаланиш бўйича тадқиқотлар етарли даражада эмас. Ушбу муҳим ва ўта қизиқарли муаммо диссертация тадқиқотининг мавзусини танлашга сабаб бўлди.

Сунъий нейрон тўрларининг тузилиши инсон миясини ўрганиш натижасида моделлаштирилган [2]. Табиий – асаб ҳужайраси (нейрон) ядро ўз ичига олган танадан (сомадан) иборат ва жараёнлар – дендритлар; бу орқали кириш сигналлари нейронга киради. Охирида тарвақайлаб кетадиган жараёнлардан бири – бу нейроннинг чиқиш сигналларини бошқа нерв

хужайраларига етказиш учун хизмат қилади. Бу “аксон” деб номланади. Аксоннинг бошқа нейроннинг дендрити билан боғланишига “синапс” дейилади. Агар дендритлар бўйлаб келган қўзғатувчи сигналлар сони секинлаштирувчилар сонидан кўп бўлса, нейрон фаоллашади ва аксон орқали сигнал узатади.

Инсон миясини ташкил этувчи нейронлар тўри жуда самарали, мураккаб, асосан параллел равишда маълумотларни қайта ишлаш тизимидир. Вақтнинг ҳар бир лаҳзасида, маълум бир муаммони ҳал қилиш учун нейронлар ансамбли яратилади, у муаммони энг яхши усулда ҳал қилади (коннективизм хоссаси).



1-расм. Техник нейрон модели [17]

Техник нейрон – бу биологик нейроннинг жуда соддалаштирилган модели ва шунга ўхшаш техник нейрон ҳам сунъий нейрон тўрларини ташкил этувчи асосий элементар бир хилдир. Техник нейроннинг моделини кўриб чиқамиз (1-расм).

Техник нейроннинг ушбу узлуксиз модели қуйидагича ишлайди. $x_1, x_2, \dots, x_n$ кириш сигналлари синапслар функциясини амалга оширувчи блокларга ўтади. Уларнинг ҳар бири ўзига хос $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{kj}$ вазн коэффициентлари билан тавсифланади (синаптик вазнлик). Бу ҳолда w_{k1} вазнликларининг ижобий қийматлари қўзғатувчи синапсларга, манфийлари секинлаштирувчи синапсларга тўғри келади. Ўлчанган кириш сигналлари чизиқли қўшимчага берилади, улар йиғилади, шундан сўнг уларни қўшиш натижаси фаоллаштириш функциялари блокига $\varphi(S_k)$ юборилади.

Нейроннинг фаоллаштириш функцияси $\varphi(S_k)$ нейрон томонидан амалга ошириладиган чизиқли бўлмаган ўзгаришни аниқлайди, яъни белгиланган чегарадан ошиб кетганда, у тортилган умумий кириш сигналина чиқиш сигнаliga айлантиради. Фаоллаштириш функцияларининг кўп турлари мавжуд, аммо тўрттаси жуда кенг тарқалган: чегаравий, қисмли-чизиқли, сигмасимон, радиал базис асосли.

Нейрон модели шунингдек, фаоллаштириш функцияси блокининг киритилишига қўшиладиган $w_{k0} = b_k$ силжишини ҳам ўз ичига олади. Шундай қилиб, нейроннинг математик модели қуйидаги боғлиқликлар билан тавсифланади:

$S_k = v_k + b_k$ – чизиқли сумматор чиқиши, бу ерда $v_k = \sum_{j=1}^l w_{jk} * x_j$, $b_k = w_{k0}$. $y_k = \varphi(S_k)$ – нейрон чиқиш сигнали. Умумий маънода, чиқиш сигнали $y_k = \varphi(\sum_{j=1}^l w_{jk} * x_j + b_k)$, функция билан тавсифланади. Бу ерда $x_1, x_2, \dots, x_n$ – нейронларнинг кириш сигналлари; $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{kj}$ – k-чи нейроннинг синаптик вазнлари; $\varphi(S_k)$ – нейронларни фаоллаштириш функцияси.

Техник нейрон моделида чекловлар мавжуд, яъни тирик нейроннинг барча хусусиятларини тўлиқ акс эттиришнинг иложи йўқ [6]. Ажабланарлиси шундаки, бундай нейронлар ёрдамида ечиладиган масалалар хилма-хил ва натижада пайдо бўладиган алгоритмлар универсалдир.

Умуман, СНТ – бу мия ишини симуляция қиладиган машина. Одатда, СНТлар электрон қурилмалар (аппаратни амалга ошириш) ёки компьютер дастурлари (дастурий таъминотни амалга ошириш) шаклида амалга оширилади.

Кўпгина таърифлар ичидан И.Александр ва Х.Мортон [25] лар томонидан СНТга берилган адаптив (мослашувчан) машина сифатидаги таърифини ажратиб кўрсатиш мумкин: сунъий нейрон тўр – бу экспериментал билимларни сақлаш ва намойиш этиш қобилятига эга бўлган, асосан параллел равишда тақсимланган процессор. Бу икки жиҳатдан мияга ўхшайди:

билимлар ўқув жараёнида тўр томонидан ўзлаштирилади;

билимларни сақлаш учун синаптик вазнлар деб аталувчи нейронлараро боғланиш кучларидан фойдаланилади.

СНТни ўрганиш жараёнини амалга ошириш учун ишлатиладиган процедура ўқув алгоритми деб аталади. Унинг вазифаси нейрон тўрнинг синаптик вазнларини зарурий хусусиятларга эга бўлиши учун маълум бир тарзда ўзгартиришдир. Аммо СНТ учун тирик миядаги нейронларнинг пайдо бўлиши, ўлиши ва бошқа нейронлар билан алоқаларини ўзгартириши мумкинлигига асосланиб, ўз топологиясини (архитектурасини) ўзгартириш имконияти ҳам мавжуд.

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, СНТлар ҳисоблаш қобилиятини иккита асосий хусусияти туфайли амалга оширадилар: асосан параллел тақсимланганлиги, тузилиши ва ўрганиш қобилияти ва бошқалар.

Олинган билимларни умумлаштириш хусусияти СНТнинг ўқув жараёнида (машғулотда) ҳисобга олинмаган кириш сигналлари учун тўғри натижаларни ишлаб чиқариш қобилияти сифатида тушунилади. Ушбу иккита муҳим хусусият СНТни бошқа техниканинг кучига кирмайдиган мураккаб кўп ўлчовли муаммоларни ҳал қиладиган ахборотни қайта ишлаш тизимига айлантиради.

Нейрон тўр ёндашуви асосида ҳар қандай муаммони ҳал қилиш жараёни қуйидаги қатор босқичларни ўз ичига олади (1-илова).

Агар биринчи босқичда муаммони шакллантириш муҳим бўлса, унда 2, 3 ва 4 босқичларда уни ишончли ахборот билан тўлдириш керак. Маълумотларни олдиндан тайёрлаш босқичида қайси кириш маълумотлари муаммони ҳал қилиш ва тўр киритиш майдони ўлчамларини камайтириш учун фойдали эканлигини аниқлаш учун бир қатор процедуралар амалга оширилади. Одатда, бундай процедуралар қуйидаги муаммоларни ҳал қилишга қаратилган:

1. Кириш ўзгарувчилари сонининг кўпайиши билан талаб қилинадиган кузатувлар сони чизиксиз равишда кўпаяди (“ўлчовлар чексизлиги”).

Ҳақиқий муаммоларнинг аксарияти бир неча юз минглаб статистик кузатувларни талаб қилади.

2. Ўзаро боғлиқлиги сабабли ўзгарувчилар сонининг ортқча бўлиши.

3. Шовқинли маълумотларнинг мавжудлиги.

Нейрон тўр ўлчамларини камайтиришнинг махсус усуллари мавжуд (2-илова).

Кейинчалик, кириш маълумотлари нормаллаштирилади (миқёси). Нормаллаштириш керак, чунки СНТлар $[0; 1]$ ёки $[-1; 1]$ диапазонларида маълумотлар билан ишлайди ва дастлабки маълумотлар ихтиёрий диапазонга эга бўлиши ёки ҳатто рақамли бўлмаган маълумотлар бўлиши мумкин.

Кириш ва чиқиш ўзгарувчиларини аниқлагандан сўнг, кириш, чиқиш ўзгарувчиларининг ўқитиш, бошқариш (тасдиқлаш) ва синов тўпламлари ҳосил бўлади(3-илова). Ўқув, назорат ва тест тўпламлари ҳал қилинаётган муаммонинг моҳияти нуқтаи назаридан вакили бўлиши керак. Ўқув мажмуаси асосида тўр маълумотларнинг кириш векторини тўрнинг кириш нейронларига бериш, тўр чиқиндиларининг қийматларини аниқлаш, мос ёзувларни чиқиш вектори билан таққослаш ва СНТ тузилишини ўзгартириш орқали хатоликни функционал равишда камайтириш орқали ўқитилади. Тасдиқлаш ва тест тўпламлари нейрон тўрининг ишлашини синаш учун мўлжалланган.

Нейрон тўрини ўргатиш учун қанча статистик кузатувлар керак бўлади, деган савол жуда қийин. Ва бир қатор эвристик қоидалар мавжуд бўлса-да, улардан энг содда қоидалари шуни кўрсатадики, ўқув мисоллари сони тармоқдаги уланишлар сонидан ўн баравар кўп бўлиши керак [1] ва кўпинча, оптимал намуналар ҳажми эмпирик тарзда аниқланади.

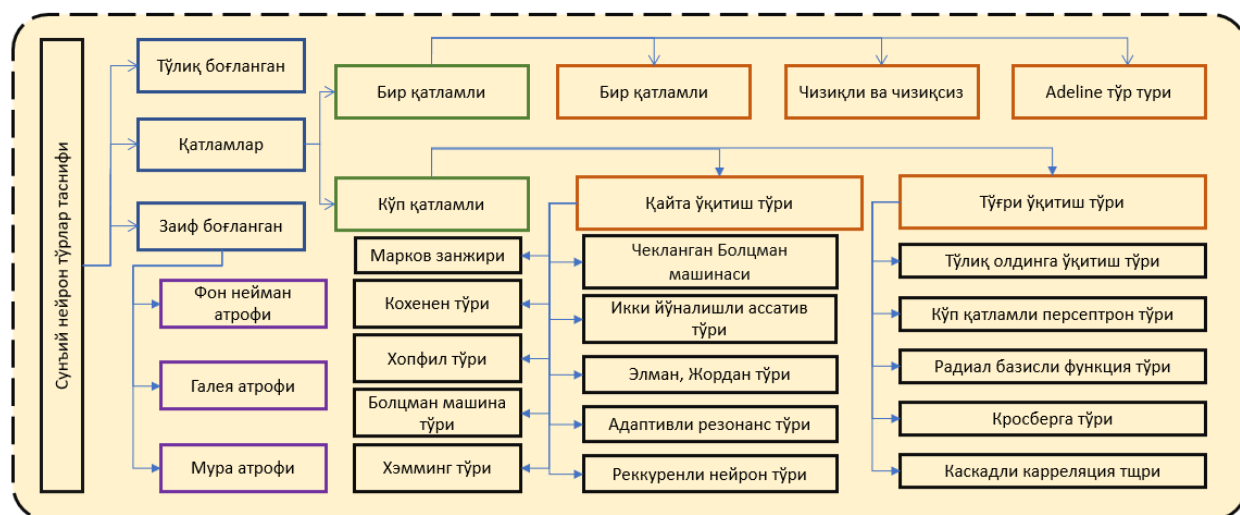
СНТ асосида самарали муаммоларни ҳал қилишнинг муҳим таркибий қисми нейрон тармоқ архитектурасини танлашдир. Бугунги кунда СНТнинг жуда кўп турлари маълум. Бироқ, мия тузилиши ҳақидаги билимларнинг ўта тез сураатларда ривожланиши ва СНТ назариясининг мос равишда

ривожланиши анъанавий таснифлаш доирасини сезиларли даражада ўзгартиради [16].

СНТ назариясининг замонавий ривожланиш даражасига мувофиқ нейрон тўрлари таснифи 2-расмда берилган.

Топология нуқтаи назаридан учта асосий нейрон тўрлари мавжуд:

1. Тўлиқ уланган СНТлар. Ушбу нейрон тўрлари архитектурасининг ўзига хос хусусияти барча нейронлар орасида алоқалар мавжудлигидир. Нейроннинг чиқиш сигнали бошқа барча нейронларга, шу жумладан ўзига ҳам узатилади. Улар таснифлаш ва нақшни аниқлаш муаммоларини ҳал қилиш учун ишлатилади. Қуйида тадқиқотлар асосида муаллиф ишланмаси берилди (қаранг 2-расм).



2-расм. Нейрон тўрлари турлари таснифи.

2. Заиф боғланган СНТлар. Бўшашган тўрларда нейронлар тўртбурчаклар ёки олти бурчакли панжара тугунларида жойлашган. Ҳар бир нейрон тўртта (Fon Neumann атрофида), олтига (Galeu атрофида) ёки саккизта (Mир атрофида) қўшни нейронларга боғланган (4-илова).

3. Қатламли СНТлар. Қатламли тўрларда нейронлар қатламларга бирлаштирилади. Умуман, тўр чапдан ўнгга рақамланган k қатламлардан иборат. k -қатламларни ўз ичига олган СНТга k қатламли СНТ дейилади. Агар $k=1$ бўлса, унда тўр бир қатламли, агар $k>1$ бўлса, у ҳолда кўп қатламли бўлади. Ташқи кириш сигналлари кириш қатлами нейронларининг кириш

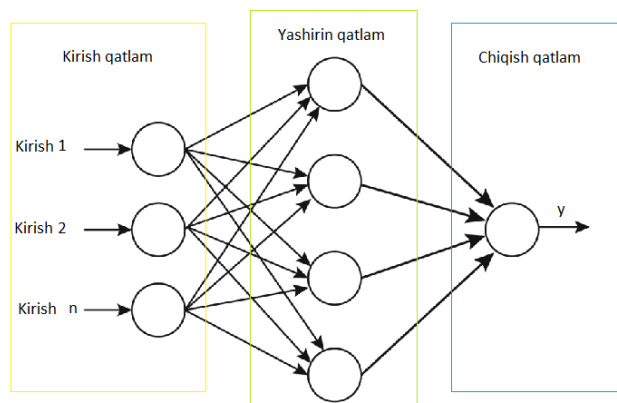
қисмига берилади (у кўпинча нолга тенглаштирилади), тўрнинг чиқиши эса охирги қатламнинг чиқиши ҳисобланади. Кириш ва чиқиш қатламларидан ташқари, кўп қатламли нейрон тўри бир ёки бир нечта яширин қатламларни ўз ичига олади. Муайян k нейронлари чиққандан кейинги қатлам нейронлари $(k+1)$ киришига боғланишлар кетма-кетлик деб аталади. Кўп қатламли асаб тўрлари орасида қуйидаги кичик типлар ажратилади [6]:

1) монотоник – ҳар бир қатлам, охирги (чиқиш)дан ташқари, иккита блокка бўлинади: ҳаракатга келтирувчи ва секинлаштирувчи;

2) тесқари алоқа бўлмаган тўрлар (тўғридан-тўғри йўналтирилган).

Бундай тўрларда сигналлар фақат бошидан охиригача кириш қатлампидан кетма-кет тарқалади (k -қатламнинг ҳар бир чиқиш сигнали $(k+1)$ та қатламининг барча нейронлари киритилишига берилади ёки вақти-вақти билан (k -қатламнинг ўзбошимчалик билан уланиши $(k+n)$ та қатлам) яширин қатламлар орқали чиқишга ўтади. Битта қатлам элементлари ўртасида боғланишлар мавжуд эмас. Яширин қатламлардан фойдаланиш СНТга ҳар қандай мураккабликдаги чизиқли бўлмаган кириш-чиқариш конвертацияларини амалга оширишга ёки кириш маълумотларидан юқори тартибли статистик кўрсаткичларни чиқаришга имкон беради. Кўп қатламли тўрларнинг ушбу ноёб хусусиятлари, айниқса, кириш сигнали майдонининг катталиги юқори бўлганда жуда муҳимдир.

Кўп қатламли тўғридан-тўғри нейрон тўрлари орасида нейрокомпьютер соҳасидаги ишлаб чиқувчилар орасида энг қизиқарлиси тўғридан-тўғри йўналтирилган кўп қатламли тўғри боғланиш – MLP (multilayer perceptron)дир. Классик уч қатламли MLP типдаги нейрон тўри қуйидаги учта қатламдан: кириш, яширин ва чиқишлардан иборат (3-расм).



3-расм. Кўп қатламли персептрон [26].

Одатда, тармоқ ишлаши пайтида унинг топологияси ва барча нейронларнинг фаоллаштириш функциялари олдиндан белгиланади ва уланиш вазнликлари параметрлар бўлиб ўзгариши мумкин [24].

MLP синфига мансуб сунъий нейрон тармоқларининг аниқроқ тавсифини берамиз ва уларни ҳал қилиш учун мавжуд бўлган муаммоларнинг асосий синфини аниқлаймиз. Математик нуқтаи назардан, кўп қатламли нейрон тармоқ – бу бир ўзгарувчининг чизиқли бўлмаган функциялари суперпозицияси ва уларнинг ўзгариши ёрдамида $x \in R^n$ (R^n – ҳақиқий сонлар тўплами)нинг кириш параметрлари тўпламини ўзгартирадиган чекланган автомат-чизиқли комбинациясидир. Бу ерда чекланган автомат назарда тутилган – бу мумкин бўлган ҳолатлар саноқли сонига эга бўлган ва дискрет вақт давомида ишлайдиган математик объект. Шу билан бирга, бир нечта теоремалар исботланди – 1987 йилда исбот қилинган Гект-Нильсен теоремаси ва 1989 йилда исботланган Фунахаши теоремасидир [26]. Умуман, улар ўхшаш бўлиб, қуйидагиларни таъкидлашади:

1-теорема. $\varphi(x)$ ўзгармас бўлмаган, чегараланган ва монотон ўсувчи узлуксиз функция бўлсин. У ҳолда ихтиёрий $\varepsilon > 0$ учун шундай бутун L сони ва w_i , w_{ij} ҳақиқий ўзгармаслар мавжудки, $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ аппроксимация функцияси: $\tilde{f}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^L w_i \varphi(\sum_{j=1}^n w_{ij} * x_j)$

$\|f - \tilde{f}\|_{\infty} = \sup |f(x) - \tilde{f}(x)| \leq \varepsilon$, тенгсизликни қаноатлантиради, бу ерда $\varphi(x)$ -нейронларни фаоллаштириш функциясидир.

Ушбу теоремадан қуйидаги хулосалар чиқариш мумкин:

1) ҳар қандай жуфтлик тўплами учун (X^k, Y^k) бир хил фаоллаштириш функциялари, кетма-кет боғланишлар ва чекланган сонли нейронлар мавжуд бўлиб, улар $(X \rightarrow Y)$ акслантиришни бажаради ва бунда ҳар бир X^k кириш сигналига Y^k тўғри чиқиш сигналини беради;

2) бунинг учун нейронлар чизиксиз ва монотон ўсувчи $\varphi(x)$ фаоллаштириш функцияларига эга бўлиши кифоя.

Шундай қилиб, СНТлар исталган аниқлик билан ихтиёрий узлуксиз $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ функцияни аппроксимация қилишга имкон беради.

Кўп қатламли тўғридан-тўғри йўналтирилган тўрларининг яна бир кенг тарқалган тури бу радиал базисли функциялар (RBF-тўрлари). Яширин қатламнинг ҳар бир элементи фаоллаштириш функцияси сифатида Гаусс типидagi радиал базисли функциясидан фойдаланади [2].

3) Тескари алоқа билан ишлайдиган тўрлар (рекуррент тўрлар). Бундай тўрлар тескари алоқа ва сигнални вақтинчалик кечиктириш элементлари мавжудлиги билан тавсифланади. Яъни, тескари алоқали тўрларда кейинги қатламлардан олинган маълумотлар олдингиларига узатилади (масалан, қисман рекуррент Элман ва Жордан тўрлари). Рекуррент тўрлар орасида, ўз навбатида, қуйидагиларни ажратиб кўрсатиш мумкин: қатламли-циклик (қатламлар ҳалқада ёпилган), қатламли тўлиқ боғланган (қатламлар тўлиқ боғланган тўрлар ҳисобланади) ва тўлиқ боғланган қатламли (тузилиши жиҳатидан қатламли тўлиқ уланганга ўхшаш, аммо уларни қатлам ичида алмашилиш фазалари ажратилмаган). Тўрларнинг ушбу гуруҳида Хопфилд ва Хемминг тўрларини ажратиб кўрсатиш керак.

Агар фаоллаштириш функцияси тўрдаги барча нейронлар учун бир хил бўлса, бундай тўр гомогенли, акс ҳолда – гетерогенли деб аталади [6].

Нейрон тўрининг тузилишини танлаш маълум бир амалий муаммонинг хусусиятлари ва мураккаблигига мос равишда амалга оширилади ва конкрет бир масалани ҳал қилиш учун тўрнинг зарурий ва етарли хусусиятлари ҳақида муаммо нейрокомпьютер фанининг бутун бир йўналишидир [3, 15].

Ўқишга ўрганиш қобиляти миянинг асосий хусусиятидир. Худди шу хосса СНТ учун ҳам амал қилади. СНТ учун ўқиш уч босқич: яратиш, ўқитиш ва тўрни моделлаштириш (ишлаш)нинг энг муҳимидир. Нейрон тўрини ўргатиш моҳияти шундан иборатки, маълум бир кириш вектори тўр киритилишига берилганда, тўр архитектураси (нейронлар орасидаги синаптик боғланиш вазнликлари) чиқишда мақсадли қийматлар векторини оладиган тарзда ўзгартирилади. Мисол тариқасида ўрганиш учун тўр хусусияти, инсон ўз ҳаёти давомида янги билимларга эга бўлгани каби, ижтимоий-иқтисодий тизимларни бошқаришда адаптив тизимларни яратиш учун ҳақиқатан ҳам улкан имкониятларни очиб беради. СНТни ўқитишнинг учта маълум парадигмаси мавжуд: ўқитувчи билан ўқитиш, ўқитувчисиз ўқитиш ва ўқитишнинг аралаш шакли:

1. Ўқитувчи билан ўқитиш ҳар бир кириш вектори учун керакли натижани ифодаловчи мақсадли вектор мавжудлигини тақозо этади. Ўқитиш жараёнида тармоқнинг кириш қисмида кириш вектори тақдим этилади, тармоқ чиқиши ҳисоблаб чиқилади ва тегишли мақсадли вектор билан таққосланади, фарқ (хато) қайта алоқа ёрдамида тармоққа киритилади ва вазнликлар қабул қилинадиган паст даражага етгунча хатони минималлаштиришга қаратилган алгоритмга мувофиқ ўзгартирилади. Назорат остидаги ўқитишнинг икки тури мавжуд: тўғридан-тўғри бошқариладиган ўқитиш ва рағбатлантирувчи ўқитиш.

Қатламли олдинга йўналтирилган нейрон тармоқларини тўғридан-тўғри назорат остида ўрганишнинг энг таниқли усули бу хатоларни қайта тарқатиш алгоритми бўлиб, у умумлашган энг кичик квадратлар усули ҳисобланади.

СНТ ўқиш назарияси ўрганиш билан боғлиқ учта асосий хоссани мисол сифатида кўриб чиқади: ўлчам (яъни тармоқ қанча намунани ёдлаши мумкин, ва унда қандай функциялар ҳамда қарорлар қабул қилиш чегараларини шакллантириш мумкин), намуналар мураккаблиги (қобилятни умумлаштиришга эришиш учун талаб қилинади ўқув мисоллари сони) ва

хисоблаш мураккаблиги [24]. Кўп сонли амалий ютуқларга қарамай, назорат остида ўқитиш биологик ишончсизлиги учун танқид қилинди.

2. Ўқитувчисиз ўқитиш – бу биологик тизимда ўрганишнинг анча мақбул модели. Кохонен ва бошқа кўплаб олимлар томонидан такомиллаштирилган, у натижалар учун мақсадли векторга муҳтож эмас, натижада олдиндан тайёрланган жавоблар билан таққослашни ҳам талаб қилмайди. Ўқув тўплами фақат кириш векторларидан иборат бўлиб, машғулот алгоритми тўр вазнликларини мослаштиради, шундай қилиб, етарлича яқин кириш векторларни тақдим этиш бир хил натижаларни беради [7].

3. Аралаш ўқитиш. Аралаш ўқитишда бир қисм вазнликлар назорат остида ўрганиш орқали аниқланади, қолганлари ўз-ўзини ўрганиш орқали олинади.

СНТ машғулооти маълум бир алгоритм ёрдамида амалга оширилади. Турли хил ўрганиш алгоритмлари мавжуд [15]. Нейрон тўрлари учун у ёки бу ўқув алгоритми самарадорлигини олдиндан аниқлаш қийин, чунки уларнинг яқинлашиш тезлиги муайян амалий муаммога боғлиқ. Ҳозирги вақтда нейронлар тўрини ўрганиш алгоритмлари орасида энг кенг тарқалгани Levenberg-Marquardt (LM); Квази-Ньютон (RBF), эластик орқага тарқалиш (RP), масштаблаш, туташ градиентлар (SGG), Pauell-Bill туташ градиентлари (SGB), Fletcher-Pauell туташ градиентлари (SGF), Polak-Ribiere туташ градиентлари (SGP), бир қадамли кесувчилар (OSS), ўзгарувчан ўқитиш тезлиги билан тескари тарқалувчи (GDX) алгоритмлари ва бошқалар.

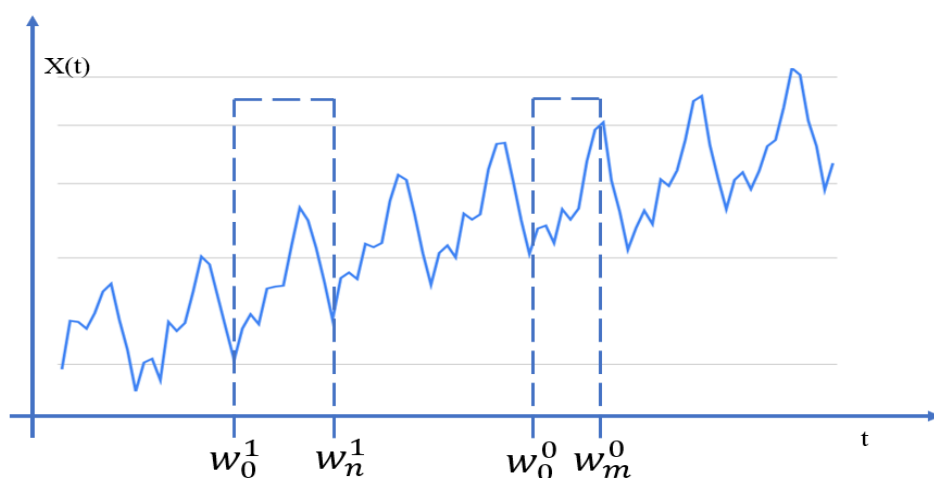
Одатда, қуйидаги мезонлардан бири ёки бир нечтаси бажарилса, нейрон тўри ўқитилади (яъни, бундан яхшиланишга эришиб бўлмайдиган даражага эришилган).

1. Ўртача ўқитиш хатоси белгиланган қийматга етди, камаймайди (бироз пасаяди) ёки кўпайишни бошлайди (тўрни қайта ўқитиш).

2. СНТнинг нейронлараро боғланишлари кучининг гистограммаси кичик амплитуда (нолга яқин) соҳада силлиқ максималга эга.

Тўр яратилган, ўқитилган ва тўғри ишлаганидан сўнг, у амалий муаммоларни ҳал қилишда ишлатилиши мумкин.

Нейрон тўрлар ёрдамида прогноз қилиш муаммосини ҳал қилишни батафсил кўриб чиқайлик. СНТ асосида ташкилий тизимлар ишлашини прогноз қилишнинг умумий ёндашуви сирғалувчан ойна усулидан фойдаланиш ҳисобланади. Ушбу усулнинг асосий ғояси, мос равишда n ва t ўлчамдаги иккита W^1 ва W^0 ойналарни абсцисса ўқи бўйлаб сирғалувчан қилиб(сирпантириб) ишлатишдан иборат. Қуйида тадқиқотлар асосидаги муаллиф ишланмаси берилди (Қаранг: 4-расм).



4-расм. Сирғалувчан ойна усули графиги.

Берилган ойнанинг ўлчамлари учун $w_0^1, \dots, w_n^1$ қийматлари кетма-кетлиги $w_0^0, \dots, w_m^0$ кетма-кетлиги билан боғланган ва бу боғлиқлик ўрнатилган маълумотлар билан тўлиқ аниқланади. $W^1 \rightarrow W^0$ жуфтлиги ўқув вектори сифатида қабул қилинади. Ойналар вақтли қатор бўйлаб силжийди, бунда белгиланган қадам ўлчамлари сақланади. Олинган $W^1 \rightarrow W^0$ жуфтлиги тўрнинг ўқув намунаси элементи сифатида ишлатилади. Агар $s = 1$ бўлса, у ҳолда ҳар бир кейинги вектор $W^1 \rightarrow W^0$ ойналарни бир элемент ўнгга силжитиш орқали ҳосил бўлади. Яширин боғлиқликлар мавжудлигини тахмин қиладиган нейрон тўри ушбу кузатувларни ўрганади (параметрларини ўзгартиради), ўзгариш тенденцияларини чиқариб ташлайди ва прогноз баҳони тузади.

Бундай масалада прогноз қилишнинг икки турини қўллаш мумкин:

1) кўп қадамли прогноз. Узоқ муддатли прогноз зарур бўлганда фойдаланилади, унинг мақсади вақт йўналишидаги умумий тенденциялар ва энг муҳим бурилиш нуқталарини аниқлашдир. Бундай ҳолда, тизим белгиланган давр учун вақтли қаторни башорат қилишда жорий қийматлар конфигурациясидан фойдаланади. Кейинчалик, ушбу прогноз қиймати кейинги давр учун прогноз қилишда тўрға қайтарилади. Бундай ҳолда, прогноз қилиш тизими қабул қилинган маълумотдан кейинги моментлар, вақт учун прогноз қилишда кириш маълумотлари сифатида фойдаланади. Шунини таъкидлаш керакки, прогноз аниқлиги прогноз даври узунлиги ошиши билан камаяди.

2) бир қадамли прогноз. У қисқа муддатли прогнозларда, кўпинча кетма-кетликнинг мутлақ қийматлари учун ишлатилади. Прогноз фақат бир қадам олдга бажаради. Бу ерда, кўп қадамли прогнозлашдан фарқли ўлароқ, олдиндан тахмин қилинган маълумотларни қайта киритиш шарт эмас. Тўр кетма-кетлик қийматини вақтнинг қандайдир моментига прогноз қилади, бунда у ҳар бир кейинги прогноз қилинадиган қиймат учун у илгари прогноз қилинган қийматдан эмас, балки ҳақиқий қийматдан фойдаланади.

Нейрон тўрлари ёрдамида умумий прогноз қилиш алгоритми 5-иловада келтирилган.

ИИТ учун прогноз қилувчи модель бир ўзгарувчили ва кўп ўзгарувчили бўлиши мумкин. “Бир омили” прогнозли моделда нейрон тўр киришига $X_{i-1}, X_{i-2}, \dots, X_{i-d}$ вақтли қаторнинг олдинги қийматлари ташланади. Нейрон тўрининг ягона чиқиши – бу X_i вақтли қатор қийматини баҳолаш ёки вақт қаторининг прогноз қилинган моменти ёки t_i вақт оралиғидаги ΔX ўсиши ҳисобланади.

Кўп ўзгарувчили моделдан фойдаланганда, прогноз қилинадиган вақтли қаторлари тарихидан ташқари, турли хил ташқи омиллар қийматлари нейрон тўрнинг кириш қисмларига берилади. Аслида, биз бу ерда кўп ўзгарувчили вақтли қаторларни таҳлил қилиш ҳақида сўз юритамиз. Кўп

Ўзгарувчили нейрон тўр моделини ишлатишда юзага келадиган асосий қийинчилик ташқи омилларни танлашдаги қийинчиликдир.

Ҳар қандай СНТни созлаш алгоритми кўп эҳтимолликларга эга. Шунинг учун классик таҳлилнинг анча мураккаб усуллари (кўп ўзгарувчили регрессия, тасодифий жараёнлар таҳлили) фойдаланганда ечимнинг аниқлиги юқори бўлиши мумкин. Бироқ, биринчи навбатда, “классик” ечимга сарфланадиган маблағ жуда катта бўлиши мумкин. Иккинчидан, бундай ечим барқарорлиги (унинг ҳақиқий қийматлар кенг доираси учун қўлланилиши) шубҳали бўлиб, моделни созлаш вақти янги моделни ишлаб чиқиш билан таққосланади. Учинчидан, классик усуллардан фойдаланган ҳолда муаммоларни ҳал қилиш учун яхши математик тайёргарликка эга юқори малакали мутахассислар керак. Умуман, нейрон тўр ечими ушбу камчиликлардан холи.

Юқорида айтилганларнинг барчаси ИИТни бошқариш жараёнида прогноз қилиш учун классик ва бошқа ақлли усуллардан кўра нейрон тўр технологияларидан фойдаланиш афзаллигини белгилайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы: учебник. – Москва: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
2. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков: Основа, 1997. – 112 с.
3. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Кн. 1: Учеб пособие для вузов. – Москва: ИПРЖР, 2000. – 416 с.
4. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. – Новосибирск: Наука, 1996. – 276 с.
5. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. – Москва: МИФИ, 1998. – 216 с.

6. Заенцев И. В. Нейронные сети: основные модели. Учебное пособие к курсу “Нейронные сети”. – Воронеж: Воронежский Гос. Унв. 2000. – 76 с.
7. Короткий С.Г. Нейронные сети: основные положения. – Москва: Наука, 1996.
8. Круглов В.В., Борисов Б.Б. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – Москва: Горячая Линия — Телеком, 2001. – 382 с.
9. Кричевский М.Л. Интеллектуальные методы в менеджменте. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.
10. Миркес Е.М. Нейроинформатика: учебное пособие для студентов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – 347 с.
11. Маккалок, Дж., Питтс, У. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной деятельности // Автоматы. – Москва: ИЛ, 1956.
12. Минский М., Пейперт С. Персептроны. – Москва: Мир, 1971. – 261 с.
13. Сотник С.Л. Основы проектирования систем искусственного интеллекта: конспект лекций по курсу. – Москва: Наука, 1998. – 187 с.
14. Тархов Д.А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. Кн. 18. – Москва: Радиотехника, 2005. – 256 с.
15. Терехов С.А. Лекции по теории и приложениям искусственных нейронных сетей // Лаборатория Искусственных Нейронных Сетей НТО-2, ВНИИТФ. – Снежинск, 1998.
16. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. – Москва: Мир, 1992. – 184 с.
17. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. /Пер. с англ. – Москва: Вильямс, 2006. – 1104 с.
18. Hebb D. O. The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory. – New York: Wiley, 1949. – 358 p.
19. Rosenblatt F. The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain // Psychological Review, 1958. - N 65, P. 386-408.;

20. Widrow, B. Rumelhart, D.E. and Lehr, M.A. "Neural networks: Application in industry, business and science" // Communications of the ACM, 1994, № 37(3) P. 93-105.
21. Kohonen T. Self-organized formation of topologically correct feature maps // Biological Cybernetics, 1982, N 43, P. 59-69.
22. Grossberg S. Competitive Learning: from Interactive Activation to Adaptive Resonance // Cognitive Science, 1987, no. 11, P. 23-63.
23. Anil K. Jain, Jianchang Mao, K.M. Mohiuddin. Artificial Neural Networks: A Tutorial // Computer, Vol.29, No.3, March/1996, p. 31- 44.
24. Aleksander I., Morton H. An Introduction to Neural Computing. -London: Chapman & Hall, 1990. - 218 p.
25. Funahashi K. On the approximate realization of continuous mappings by neural networks // Neural Networks, 1989. №2, p. 183—192.