

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади
Йилда 6 марта чиқади

4-2018
август

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

Аниқ ва табиий фанлар

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

А.АБДУҚОДИРОВ, Д.УМУРЗАКОВА

Сунъий нейрон тармоқлари ёрдамида нутқни таниш масалаларини тадқиқ этиш 5

КИМЁ

Н.ЎЛАКОВ, И.АСҚАРОВ, Ю.ИСАЕВ, Қ.ОТАХОНОВ

Ферроценкарбон кислотанинг айрим ҳосилалари синтези ва уларни ТИФ ТН асосида синфлаш 11

А.ЕШИМБЕТОВ, Ш.КУРБАНБАЕВА, Ш.ТУРҒУНБОЕВ, А.ХАИТБАЕВ

Бетулиннинг назарий ва экспериментал геометрик характеристикаларини таққослаш 15

БИОЛОГИЯ, ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ

И.ЗОКИРОВ

Ширалар (APHIDIDAE) популяция динамикасининг регрессион таҳлили 22

ГЕОГРАФИЯ, ТУПРОҚШУНОСЛИК

Г.ЮЛДАШЕВ, М.ИСАГАЛИЕВ, Д.ДАРМОҶ

Чўл минтақа тупроқларига коллектор-зовур сувларининг таъсири 26

Ижтимоий-гуманитар фанлар

ИҚТИСОДИЁТ

А.АБДУЛЛАЕВ, К.КУРПАЯНИДИ

Ўзбекистонда тадбиркорликни ривожлантириш самарадорлигини аниқлаш масалалари ҳақида 32

ТАРИХ

Р.АРСЛОНЗОДА

XIX асрнинг 60-70-йиллар рус матбуоти саҳифаларида Алимқули амирлашкар сиймоси 38

Д.ЭШБЕКОВА

Ташвиқот кампаниялари, МОПР ташкилотининг Ўзбекистондаги учрашув ва митинглари (1920) 42

М.РАСУЛОВ

Ўзбек миллий қадриятларининг тикланиши ва мустақамланишида тарихий ва маданий ёдгорликларнинг ўрни 46

Н.ҲАМАЕВ

Туркистонда совет режимига қарши қуролли ҳаракат – даврий матбуот нигоҳида 50

АДАБИЁТШУНОСЛИК

Й.СОЛИЖОНОВ

Бадий ҳақиқат ва муаллиф муносабати 54

Л.ПУЛАТОВА

Романнинг жанр-услубий янгиланиши 58

К.ТОПВОЛДИЕВ

Пушкиннинг “Қуръонга тақлид” циклидаги ориентализм 62

Г.ЕСКАРАЕВА

Поэтик матнда ёруғлик ва ранг тилсимоти 66

ТИЛШУНОСЛИК

А.МАМАЖОНОВ, Г.РОЗИҚОВА

Стилистика – ифодали нутқ тизими 69

УДК 004.934.5

СУНЪИЙ НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРИ ЁРДАМИДА НУТҚНИ ТАНИШ МАСАЛАЛАРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

А.Абдуқодиров, Д.Умурзакова

Аннотация

Мақолада нейронли тармоқлардан фойдаланиб, тўғридан-тўғри тақсимлаш технологияси орқали луғатда чекланган баъзи сўзлар мисолида нутқни таниш муаммолари ёритилган. Нутқни таниш учун керакли нейрон тармоқлар турлари кўриб чиқилган.

Аннотация

В статье рассматривается способ решения задачи распознавания речи на примере распознавания отдельных слов ограниченного словаря с использованием нейронной сети прямого распространения, обучаемой методом обратного распространения ошибки. Приведены практические результаты обучения построенной нейронной сети при различных размерах обучающей выборки.

Annotation

Create a neural network mode for recognition of separate words solution, analyze training characteristics and behavior of constructed neural network. Target network had to be portable to DSP platforms that define a format of input data.

Таянч сўз ва иборалар: нутқни таниш, нейронли тармоқлар, хатоларни тескари тарқатиш алгоритмлари, ўқитиш, ўқитиш тезлиги.

Ключевые слова и выражения: распознавание речи, нейронные сети, алгоритм обратного распространения ошибки, обучение, скорость обучения.

Keywords and expressions: speech recognition, neural networks, algorithm of back propagation of mistake, teaching speed.

Нутқни таниш масалалари охириги йилларда таниш тизимларининг асосий қисми ҳисобланади. Ҳозирги кунда мавжуд тизимлар мукамалликдан анча йироқ. Масалан, луғат ҳажмининг чекланганлиги, хатоликлар фоизининг кўплиги, аниқ дикторга созлаш қийинчиликлари, шунга ўхшаш бир қанча мауммоларни ҳал қилиши лозим.

Ҳозирги вақтда сунъий нейрон тўрлари ва нутқни таниш масалалари устида назарий изланишлар ва амалий қўлланишлар тез ривожланмоқда. Нейрон тўрлар аналитик тавсифи бўлмаган ва фақатгина экспериментал маълумотлар билан берилган катта қўламдаги амалий масалаларни ечиш имконини беради. Сунъий нейрон тармоқларнинг қўлланилиши нутқни таниш масалаларини ҳал қилишда асосий йўналишлардан бири ҳисобланади. Нейрон тармоқлар қиёфаларни танишда ҳам бир қатор масалаларни ечишга ёрдам беради.

Нейронли тармоқлардан фойдаланиб нутқни таниш масалаларини ечишни 1 дан 9 гача бўлган рақамлар, яъни мос

равишда сўзлар билан “бир”, “икки”, “уч”, “тўрт”, “беш”, “олти”, “етти”, “саккиз” ва “тўққиз” мисолида кўриб чиқамиз. Инсон нутқи 100 дан 4000 Гц гача частота диапазонлари орасида бўлади, қўйилган масалани ечиш учун 11025 Гц рақамланган частотадан фойдаланиш етарли бўлади. Бу частотадан фойдаланиш фойдали товуш компонентларининг йўқолишига йўл қўймайди ва аудио маълумотлар оқимини камайтиради. Қўйилган масала асосида овоз товушлари ҳар бири 512 тадан намунани ўз ичига олган фреймлар тўпламлари сифатида кўрсатилади.

Ҳар хил вариантдаги талаффуз қилинган аудио ёзувларда керакли товушнинг максимал давомийлиги тажриба таҳлил асосида аниқланади (1- расм). Шунга кўра, минимал фрейм тўпламлари, керакли товушлар давомийлигини қамраб олади ва 20 та фреймдан ташкил топган бўлиши керак. Дастлабки товушнинг йўқотилган қисми ноллар билан тўлдирилади.

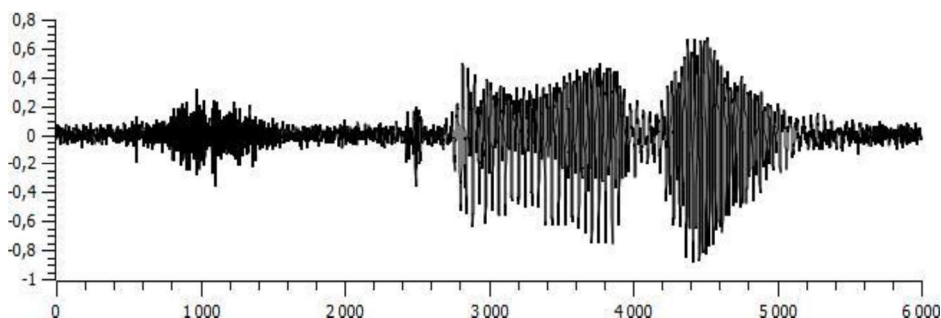
А.Абдуқодиров – Тошкент ахборот технологиялари университети Фарғона филиали ахборот технологиялари кафедраси, физика-математика фанлари номзоди.

Д.Умурзакова – Тошкент ахборот технологиялари университети Фарғона филиали ахборот технологиялари кафедраси ассистенти.

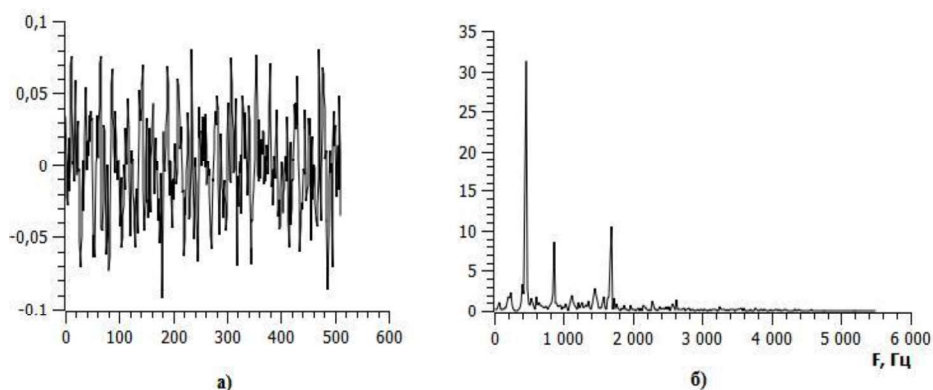
Нейрон тармоқларига кирувчи маълумотларни ўқишда олинган натижаларни қайта ишлаш учун Фурье усулидан фойдаланамиз ва ҳар бир фрейм таҳлил қилинади. Бу ёндашув товушни частота доирасида (фрейм спектридан фойдаланиш) ва фреймга дастлабки товушни вақт бўйича бўлиш йўли билан таҳлил қилиш имконини беради (2-а расм).

Фурье конвертациясидан сўнг мавжуд частота спектрида тегишли ахборот жойлашади ва биз ҳақиқий товуш спектридан фойдаланамиз (2-б расм).

Нейрон тармоқларининг чиқишида 1 дан 9 гача бўлган рақамлар оралиғида жойлашган луғатда мавжуд ва нейрон тармоқларининг кириш қисмига мос рақамларни қабул қиламиз.



1- расм. «Тўрт» сўзининг вақт диаграммаси.



2- расм. «Тўрт» биринчи Фрейм товуши:
а – вақт диаграммаси; б – спектр ажратган фрейми.

Нейронли тармоқлар – бу сунъий нейронларнинг ўзаро алоқаси ва боғланиш усуллари йиғиндисидир, кучайтириш функцияси ёрдамида кирувчи қийматлар жамланади ва чиқувчи товушлар генерацияланади. Битта нейронни ишлаш тамойилларини қуйидаги формула орқали ифодалаш мумкин:

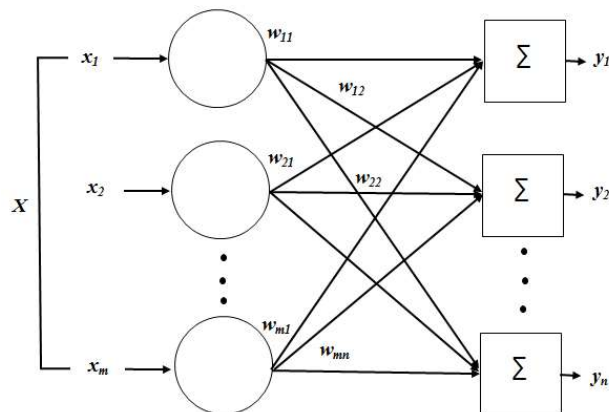
$$y_j = F\left(\sum w_{ij}x_i\right) \quad (1)$$

бу ерда y_j – j нейроннинг чиқувчи товуши; w_{ij} – i ва j нейронлар орасидаги алоқа вазни; x_i – i нейроннинг чиқувчи товуши; F – нейронни кучайтириш функцияси.

Нейронли тармоқлар топологияси сунъий нейронли тармоқлар, нейронларни боғлаш усуллари орқали аниқланади. Нейронлар ўртасидаги боғланишнинг тузилишини икки гуруҳга ажратиш мумкин: тўғридан-тўғри тақсимланган нейронли тармоқлар ва қайталанувчи нейронли тармоқлар. Тўғридан-тўғри тақсимланган нейронли тармоқлар бир томонга йўналтирилган қаватлар ўртасидаги алоқа, яъни ҳар бир нейрон фақатгина ўзидан кейинги қават нейрон билан боғланишидир. Динамик элементлар ва тескари алоқанинг йўқлиги учун бундай тармоқлар статистик ҳисобланади. Бундай тармоқлардан чиқиш фақатгина кирувчи маълумотларга боғлиқ.

Қайталанувчи нейронли тармоқлар унда тескари алоқа мавжуд бўлгани учун динамик ҳисобланади. Қайталанувчи нейронли тармоқларда чиқиш ундан олдинги ҳолатга боғлиқ бўлади. Энг кенг тарқалган нейронли тармоқлар архитектурасига қуйидагилар киради: тўғридан-тўғри тарқатиш тармоқлари; Хопфилд тармоқлари; Кохонен харитаси; Больцман машинаси; Адаптив Акс Садо Назарияси (ААН) асосидаги тармоқлар; Радиал Асос Функцияси (РАФ); Cascade Korelasyon Network тармоқлари [1.49-65].

Ҳар бир сунъий нейронга бошқа нейронлар чиқиши бўлган қандайдир сигналлар тўплами киради. Ҳар бир кирувчи сигнал синартик кучга мос вазнга кўпайтирилади ва уларнинг йиғиндиси нейроннинг фаоллик даражасини аниқлайди. Ҳар бир сигнал ўзига мос келувчи w_1, w_2, \dots, w_n вазнларга кўпайтирилади ва Σ билан белгиланган блокка келиб тушади. Ҳар бир вазн битта биологик синарсис “кучига” мос келади.



3- расм. Бир қатламли нейрон тўрининг тузилиши.

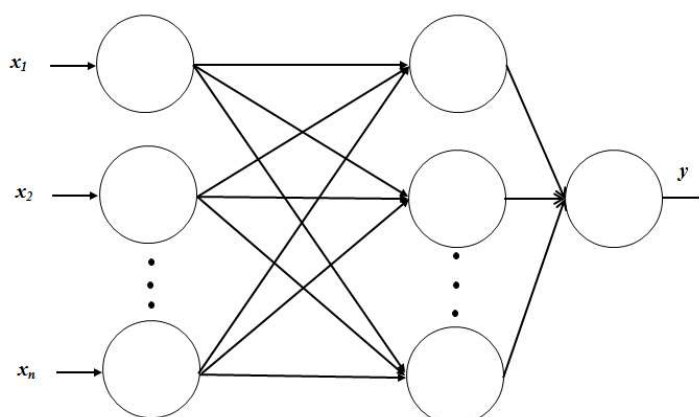
Вазнларни W матрица элементлари сифатида қарашни қабул қиламиз. Матрица m сатр n устунга эга бўлиб, m – киришлар сони, n – нейронлар сони. Масалан, $w_{3,2}$ – бу, учинчи киришни иккинчи нейрон билан боғловчи вазндир. Шундай қилиб, компонентлари нейронларнинг OUT бўлган чиқувчи N векторни ҳисоблашни матрицали кўпайтма $N = XW$ сифатида келтириш мумкин, N ва X – сатр векторлар.

Бир қатламли нейрон тўрлари учун масала ечими сифатида “ғолиб барчасига эга” принципи кенг қўлланилади. Бу принцип

Биологик элемент танасига мос келувчи йиғувчи блок, мос вазнларига кўпайтирилган кирувчи қийматларни алгебраик тарзда йиғади ва нейрон чиқишини шакллантиради.

Ҳарчи битта нейрон оддий англаш процедурасини ҳам амалга ошира олмасда, лекин бир қанча нейронларни нейрон тўрига бирлаштиришда нейрон ҳисобларнинг кучи юзага келади. Нейрон гуруҳи қатламда ҳосил қилувчи содда нейрон тўри 3-расмда кўрсатилган. Изоҳлаб ўтиш керакки, чап томондаги қирра-айланалар фақат кирувчи сигналларни тақсимлаш учун хизмат қилади. Улар биронта ҳисоблаш амалларини бажармайди ва шу сабабли қатлам ҳисобланмайди. Ҳисоблаш амалларини бажарувчи нейронлар тўртбурчаклар билан белгиланган. X кирувчи тўпламдаги ҳар бир элемент алоҳида вазн билан ҳар бир нейрон билан боғланган. Ўз навбатида ҳар бир нейрон кирувчи қийматлар “созланган” йиғиндисини чиқаради.

моҳияти қуйидагича: кирувчи X учун биринчи қатламдаги қайси нейрон максимум ёки минимум қиймат қабул қилса, ўша нейрон қайта ишлаётган объектни ўзига “тортган” ҳисобланади. Мазкур нейроннинг барча хоссалари айна шу объектга ҳам тегишли бўлади. Масалан, қатлам нейронлари синфлари вакиллари сифатида қаралса, ўзига тортган нейрон қайси синфга тегишли бўлса, номаълум объект ҳам шу синфга тегишли бўлади. Максимумлик принципи бўйича амал қиладиган бир қатламли сунъий нейрон тўри 4-расмда келтирилган.



4- расм. Танланган нейронли тармоқларнинг тузилиши.

Нутқни таниш масалаларини ечишда энг кенг тарқалган ечим, бу, чиқувчи қатламда фойдаланилган нейронлар сони танилаётган объектлар сонига мос келиши керак. Лекин бу масалани ечиш учун чиқувчи қаватда битта нейронни ўз ичига олган, 0 дан 1 гача диапазон оралиғида жойлашган чиқиш қиймати, 1 дан 9 гача рақамларга мос келадиган нейронли тармоқлар архитектураси танлаб олинган. Танланган нейронли тармоқ шунингдек, битта беркитилган қатламга эга (4-расм).

Нейрон тармоқлар топологиялари аниқлагандан сўнг ўқув алгоритмини танлаш керак. Нейрон тармоқларини ўрганишни 2 та усул билан амалга ошириш мумкин – ўргатувчи билан ва ўргатувчисиз. Нейрон тармоқларини ўргатувчи билан ўрганишда бир жуфт векторларни кириш ва чиқиш маълумотларида хатолик топилганда, нейрон тармоқларининг вазни соzланади. Нейрон тармоқларининг хатоликлари минимал қийматга етгунгача алгоритм такрорланади. Ўргатувчисиз ўрганиш ҳолатида чиқувчи маълумотлар олдиндан маълум бўлмайди, шунинг учун фақат кирувчи маълумотлар ишлатилади.

Ўрганиш алгоритмини танлашда нейрон тармоқларнинг тузилишини, таҳлил қилинаётган маълумотлар модели ва нейрон тармоқларни ўрганиш учун мўлжалланган усулларни ҳисобга олиш керак. Биз нейрон тармоқларини энг машхур тўғридан–тўғри тарқатиш ва кўп қатламли персептрон ўрганиш алгоритми - хатоликларни тескари тарқатиш алгоритмларидан фойдаланамиз.

Хатоликларни тескари тарқатиш алгоритми чиқувчи қатламдаги

хатоликларни ҳисоблайди, ҳар бир нейроннинг ўрганиш тармоқларини ва, шунингдек, нейронларнинг вазнларини тузатиш ҳисобига хатони ўз ичига олади. Бу алгоритмнинг биринчи босқичида нейронлар орасидаги алоқа кичик тасодифий қийматлар (0 дан 1 гача) билан бошланади. Нейрон тармоқларини ўрганиш жараёнида вазнлар ишга туширилгандан сўнг қуйидаги босқичлар амалга оширилади:

- тўғридан–тўғри товушларни тарқатиш;
- сўнги қатламни ҳисоблашдаги нейрон хатолар;
- хатоликларни тескари тарқатиш.

Товушларни тўғридан–тўғри тарқатиш кирувчи қатламдан бошлаб, қатламма-қатлам амалга оширилади, шунингдек, ҳар бир нейрон учун кирувчи товушлар йиғиндиси ҳисобланади ва формула (1) ёрдамида нейронлар орасидаги вазн кейинги қатламда жойлашган нейронларни фаоллаштириш вазифасини ҳисобга олган ҳолда алоқа тарқатилади. Ушбу босқич натижасида, биз нейрон тармоқларининг чиқувчи қиймат векторини олишимиз мумкин.

Ўқитишнинг навбатдаги босқичи – кутилаётган ва ҳақиқий нейронли тармоқларнинг чиқиш қиймати хатоликларини ҳисоблаш ва улар ўртасидаги фарқдир. Ҳар бир нейрон чиқувчи қатлами хатоликларини ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$\delta_k = (EXP_k - y_k) F'(y_k) \quad (2)$$

бу ерда δ_k – k нейроннинг чиқувчи қатламида қабул қилинган хатолик; EXP_k - k

чиқувчи нейрон учун кутилётган қиймат; y_k - k нейроннинг ҳақиқий чиқиш қиймати; $F'(y_k)$ - k нейроннинг ҳосила функциясини фаоллаштириш.

Нейронли тармоқларнинг кейинги қатламларидаги нейрон хатоликларни куйидаги формула орқали ҳисоблаймиз:

$$\delta_k = F'(y_k) \cdot \sum_{i=1}^M \delta_i w_{ki} \quad (3)$$

бу ерда δ_k - k нейрон учун қабул қилинган хатолик; δ_i - i нейронни олдинги қатламидаги хатолик; w_{ki} - жорий қатламдаги k нейронлар ва олдинги қаватдаги i нейронлари орасидаги боғланиш вазни; y_k - k нейронни чиқувчи қиймати; $F'(y_k)$ - k нейроннинг ҳосила функциясини фаоллаштириш; M - олдинги қатламдаги нейронлар сони [3.4-22].

Нейрон тармоқларнинг чиқувчи қатламидан олинган хатоликлар натижалари охиригисидан биринчисига қараб тарқатилади. Шундай қилиб, нейронларнинг вазни боғланиш вазнининг мавжуд қийматини тузатиш катталикларига, мавжуд нейронларга киритилган хатоликлар ва ўқитиш тезлигига қараб ҳисобланади. Бу жараён куйидаги формулада тасвирланган:

$$w_{ji} = w_{ji} + h\delta_i y_j \quad (4)$$

бу ерда w_{ji} - таҳлил қилинаётган қатламдаги j нейрон ва кейинги қатламидаги i нейронларининг орасидаги боғланиш вазни; h - ўқитиш тезлигини аниқловчи параметр; δ_i - i нейроннинг кейинги қатламидаги хатолик; y_j - j нейроннинг мавжуд қатламдаги чиқувчи қиймати.

Бу босқич тугаганидан кейин чиқиш қатламидаги хатолик кутилган натижага етгунгача тасвирланган алгоритм қадамлари такрорланади.

Нейронлар ўртасидаги боғланиш вазнини тузатиш учун ўқитиш тезлиги тушунчаси ишлатилади. Нейрон

тармоқларини ўқитиш тезлиги – бу, ўқитиш жараёнини назорат қилувчи асосий параметрлардан биридир. Бу параметр нейронлар орасидаги боғланиш коэффициентлари вазни катталикларининг ўзгаришидир.

Ўқитиш тезлигини ҳисоблаш учун ишлатиладиган функция куйидаги хусусиятларга эга бўлиши керак:

- 1) $x = 0$ бўлганда $Y(x) = 0$;
- 2) $x \rightarrow \pm\infty$ бўлганда $Y(x) = MAX$;
- 3) $x \rightarrow 0$ бўлганда $Y(x) \rightarrow 0$.

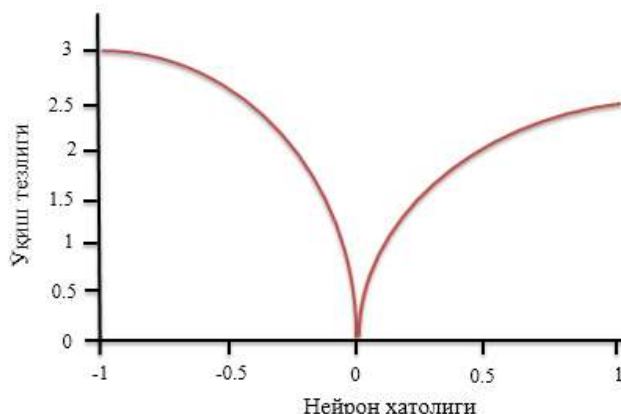
Нейрон тармоқлари билан ишлашда ўқиш тезлиги акс эттирувчи нейрондаги хатолик қийматига боғлиқ бўлган куйидаги функцияни танлаб оламиз:

$$Y(x) = |MAX * (-CST * |x|)| \quad (5)$$

бу ерда MAX – мумкин бўлган юқори ўқиш тезлигини аниқловчи ўзгарувчи; x – кириш нейрони хатолигининг катталиги; CST – олинган функциянинг қиялик даражасини аниқловчи ўзгарувчи. Функция 5 – расмда тасвирланган.

Бу функция қўйилган талабларга ва ўқиш тезлигининг энг оптимал ўзгаришига ёрдам беради. Ўрганиш жараёнининг бошланишида ўрганиш тезлиги параметрларининг MAX максимал қийматлари қўйилади (бу ҳолда, $MAX = 3$), ўрганиш хатоликларини катта қийматларда вазн коэффициентлари ўзгариши сезиларли бўлади. Нейронлар хатоликлари камайганда, ўрганиш тезлиги ҳам пасаяди ва ўрганиш хатоликларининг нолга тенг бўлганида, ўрганиш тезлиги ҳам нолга тенг бўлади [4.262].

Шундай қилиб, қўйилган масалани ечиш учун ўрганишнинг динамик тезлиги назорати амалга оширилади, ҳар бир нейрон учун алоҳида ўрганиш хатоликларига қараб ҳисобланади. Бу алгоритмни жорий этиш нейрон тармоқлари ўрганиш хатоликларини минимум даражага камайтиради.



5- расм. Ҳар бир нейроннинг ўқиш тезлиги тасвири.

Олинган натижалардан хулоса қилсак, танланган ўқиш ҳажми иложи борича кичрайтирилса, ундаги хатолар сони шунчага қисқаради, назарий жиҳатдан қараганда хатоликлар танланган ўқиш сифатига боғлиқ. Шу билан бирга нейрон тармоқларни ўқитишда сарфланган вақт ошади ва, шунингдек, ўрнатилган қийматлардан умумлашган хатолар кўпаяди [5.2001-1248; 6.1104].

Шундай қилиб, 1 дан 9 гача талаффуз қилинган рақамларни сўзлар орқали таниш муаммоларини ҳал қилиш учун нейрон

тармоқлари моделлари ишлаб чиқилди. Таҳлил натижасида нейрон тармоқларнинг ишлаш тамойиллари ўрганилди ва мавжуд ўқув намунаси нейрон тармоқлар хатоликлар ҳажмини бартараф этиш учун етарли эканлиги белгилаб берилди. Бироқ, мавжуд тармоқ тажрибадаги маълумотлар билан ўрганиш кераклигини кўрсатди. Дастур вазн коэффициентининг умумлашган хатоликларини файл сарлавҳаси шаклида сақлайди ва ўрганилаётган нейрон тармоқларни кейинги фойдаланиш учун қайта тиклаш имконини беради.

Адабиётлар:

1. Бовбель Е.И., Паршин В.В. Нейронные сети в системах автоматического распознавания речи - Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. -1998, №4.
2. Lippman R.P., Review of neural networks for speech recognition, Neural Computation, 1991, vol 1, no 1, p 1 38.
3. Lippman R.P. An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE ASSP Magazine, Vol 4, No 2, Apr 1987, pp 4-22.
4. Винцюк Т. К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. – Киев: Наук. думка, 1987.
5. Секунов Н. Обработка звука на РС. – СПб.: БХВ-Петербург.
6. С. Хайкин. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ./ Саймон Хайкин.– М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. : ил. – Парал. тит. англ.

(Тақризчи: С. Отажонов, физика-математика фанлари доктори, профессор).