

Ա. Կ. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ

*Տնտեսական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
ԳՊՀ դասախոս*

Արհեստական նեյրոնային ցանցի (հետագա շարադրանքում՝ ԱՆՑ) կիրառությամբ որևէ խնդիր լուծելու համար նախ անհրաժեշտ է նախագծել ցանցի այնպիսի կառուցվածք, որը կհամապատասխանի դրված խնդրի բնույթին: Սկզբնական փուլում դա պահանջում է երկու հիմնահարցերի լուծում.

- նեյրոնների քանակի ընտրությունը յուրաքանչյուր շերտում,
- անհրաժեշտ կապերի սահմանումը շերտերի միջև:

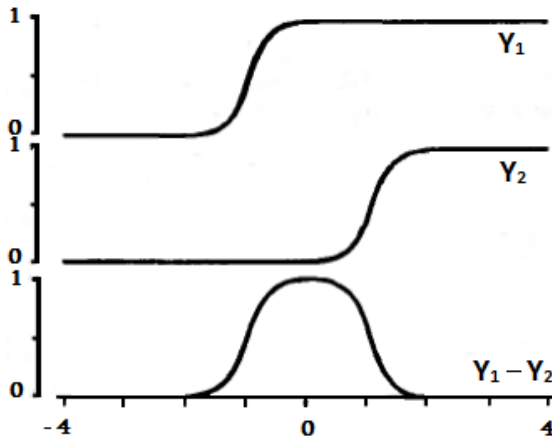
Մուտքային շերտի նեյրոնների քանակը պայմանավորված է մուտքային վեկտորի, այսինքն՝ վերջնական արդյունքի վրա ազդող գործոնների քանակով: Ելքային շերտի նեյրոնների քանակը որոշվում է գնահատվող ցուցանիշների քանակով:

Հիմնական դժվարությունը քողարկված (ներքին) շերտերի քանակի և դրանցից յուրաքանչյուրում պարունակվող նեյրոնների քանակի որոշումն է: Այդ խնդրի տեսական լուծումը (բավարարության իմաստով) առաջարկված է մի քանի փոփոխականի ֆունկցիաների մոտարկումով զբաղվող մաթեմատիկոսների կողմից (օրինակ՝ տես՝ [1,2]):

Նշենք, որ ԱՆՑ-ի ուսուցման ընթացքում ընտրվում են նրա ֆունկցիոնալ գործակիցները՝ առանձին նեյրոնների կշիռների վեկտորները: Այդ փուլում, ինչպես հայտնի է, կատարվում է մոտարկող ֆունկցիաների արժեքների հաշվարկը տրված մուտքային վեկտորի համար կշիռների ամրանշված արժեքների դեպքում:

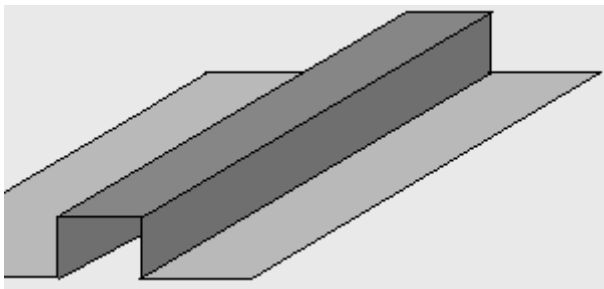
Քողարկված շերտերի նվազագույն անհրաժեշտ քանակի որոշման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել մոտարկող ֆունկցիաների հատկությունները: Յուրաքանչյուր այդպիսի ֆունկցիա կարող է արտահայտվել զրոյից տարբեր արժեքներ ունեցող լրկալ ազդանշանների գծային կոմբինացիայի միջոցով: Որոշակի կառուցվածքով ֆունկցիա կազմավորվելու համար կարելի է վերդիրքավորել երկու՝ միմյանց նկատմամբ շեղված ֆունկցիաներ: Պատկեր 1-ում ցուցադրված է այդպիսի իմպուլսի

կազմավորման օրինակ միաչափ (ասինքն՝ մեկ ելքային ցուցանիշ ունեցող) ցանցի համար: Երկու միմյանց նկատմամբ շեղված y_1 և y_2 սիգմոիդաները արժեքների հանման արդյունքում ստեղծում են իմպուլս, որի տևողությունը համամասնական է այդ ֆունկցիաների շեղումների տարբերությանը: Ֆունկցիոնալ պարամետրերի համապատասխան ընտրության միջոցով կարելի է ստանալ այնպիսի իմպուլս, որի արժեքը կլինի անհրաժեշտ տիրույթում և կունենա աճման անհրաժեշտ լայնություն և թեքություն:



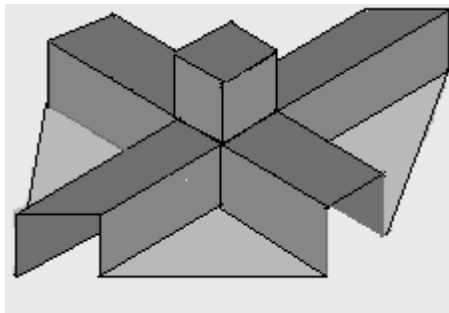
Պատկեր 1. Երկու սիգմոիդալ ֆունկցիաներից լոկալ միարժեք իմպուլսի ստացման օրինակ:

Երկու ելքային պարամետր ունեցող (երկչափ) ցանցի դեպքում կարելի է նման եղանակով ստեղծել իմպուլս հարթության վրա [1]: Հարթության վրա սահմանված և միմյանց հանդեպ երկու սիգմոիդալ ֆունկցիաները առաջացնում են անվերջ երկարություն ունեցող կատար (տե՛ս պատկեր 2):



Պատկեր 2. Երկու սիգմոիդալ տարբերության արդյունքը:

Ավելացնելով ևս մեկ զույգ սիգմոիդալ ֆունկցիաներ և ստանալով դրանց արժեքների տարբերությունը՝ կարելի է ստանալ ևս մեկ անվերջ երկարություն ունեցող կատար: Եթե ընտրվեն երկրորդ զույգի պարամետրերն այնպես, որ կատարները գտնվեն որոշակի անկյան տակ (օրինակ՝ 90 աստիճանի տակ), ապա այդ կատարների գումարման արդյունքում կարելի է ստանալ երկչափ սապատի տեսք ունեցող կառուցվածք (տե՛ս պատկեր 3):



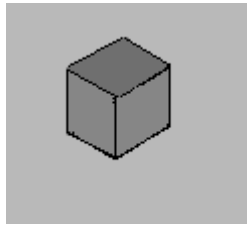
Պատկեր 3. Կառուցվածք, որը կազմավորված է երկու զույգ սիգմոիդալ ֆունկցիաների արժեքների տարբերությունների ստացման միջոցով:

Կատարների հատման տիրույթում ստացվում է երկչափ իմպուլս, որը չորս կողմից սահմանափակված է անվերջ երկարություն ունեցող ճյուղավորումներով: Այդ ճյուղավորումները կարելի է վերացնել՝ փոխանցելով ամբողջ իմպուլսը հաջորդ շերտի սիգմոիդալ ֆունկցիային, որի համար ընտրվում է ձևափոխության որոշակի շեմ (տիրույթ): Արդյունքում կատարվում է սապատների գումարի զտում որոշակի մակարդակի ընտրության միջոցով: Այդ մակարդակն ընտրվում է այնպես, որ երկու կատարների գումարից կազմավորված իմպուլսից փոխանցվում է միայն հատման մասը, իսկ ճյուղավորումները հեռացվում են (տե՛ս պատկեր 4):

Կարելի է տեսնել, որ որոշակի տիպի գործընթացներ (օրինակ՝ ընդհատ, որը բնորոշ է տնտեսագիտության բոլոր ճյուղերում լուծվող խնդիրներին) մոդելավորելու նպատակով անհրաժեշտ է նախատեսել առնվազն երկու քողարկված շերտերի կիրառում:

Նախագծման հաջորդ փուլը ցանցի օպտիմալ կառուցվածքի որոշումն է: Այս փուլում անհրաժեշտ է լուծել երկու կարևոր խնդիր.

- ապահովել ցանցի ընդհանրացման ունակությունը համապատասխան կշիռների ընտրության միջոցով,
- հնարավորինս պարզեցնել ցանցի կառուցվածքը (նվազեցնել քողակված նեյրոնների և միջնեյրոնային կապերի քանակը):

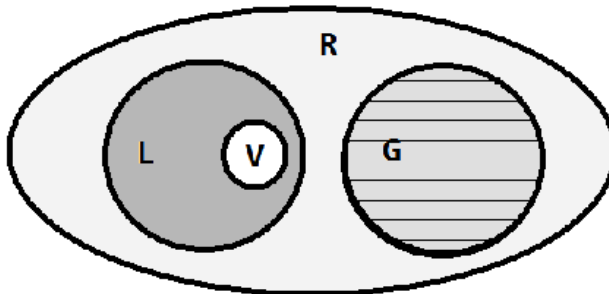


Պատկեր 4. Ելքային իմպուլսի տեսքը շեմային սիգմոիդալ ֆունկցիայով մշակելուց հետո:

Ցանցի կարևոր հատկություններից մեկը ընդհանրացման հատկությունն է: Որոշակի ուսուցանող ընտրանքների օգնությամբ վարժեցված ցանցը պետք է կարողանա տալ սպասվող արդյունքները, երբ ցանցի մուտքին հաղորդվում են նույն ընտրանքին պատկանող տվյալները, որոնք, սակայն, չեն մասնակցել ուսուցման գործընթացին:

Ընտրանքի տվյալները բաժանվում են երկու ենթաբազմության. ուսուցանող և թեստային (տե՛ս պատկեր 5):

Պատկեր 5. R կանոնին ենթարկվող տվյալների բաժանումը ուսուցանող L, թեստային G և ստուգիչ V ենթաբազմությունների:



Որոշակի R կանոնին ենթարկվող տվյալների բազմությունը բաժանված է L և G ենթաբազմությունների, ընդ որում L բազմությունից իր հերթին առանձնացված է V բազմությունը, որը նախատեսված է ցանցի ուսուցման աստիճանը ստուգելու համար: Ցանցի ուսուցումը կատարվում է L բազմության տվյալների հիման վրա: Ցանցի ունակությունը արտացոլող L բազմության տվյալները համարվում են ուսուցման տվյալների կուտակման ունակություն, իսկ ուսուցման գործընթացում չմասնակցած G բազմության տվյալների արտացոլման ունակությունը բնութագրում է ցանցի ընդհանրացման (գեներալիզացիայի) հնարավորությունները:

Միջնեյրոնային կապերի կշիռների ընտրության նպատակն է գտնել նրանց այնպիսի համատեղումը, որը հնարավորինս բարձր ճշտությամբ (իհարկե, որոշակի սահմաններում) ճանաչի տվյալների ուսուցող զույգերի հաջորդականությունը: Ընդ որում ցանցի կշիռների քանակը (ազատության աստիճանների թիվը) սերտորեն կապված է ուսուցող ընտրանքների (այսինքն՝ մուտք – ելք զույգերի) քանակի հետ: Եթե ուսուցման նպատակը լիներ միայն այդ ընտրանքի զույգերի ճանաչումը, ապա դրանց քանակը հավասար կլիներ կշիռների քանակին, այսինքն՝ յուրաքանչյուր կշիռ կհամապատասխաներ միակ ուսուցող ընտրանքին: Սակայն այդ դեպքում ցանցը չի ունենա ընդհանրացման ունակություն և կկարողանա միայն վերարտադրել տվյալները:

Ընդհանրացման ունակություն ունենալու համար ուսուցումը պետք է կատարվի տվյալների ավելցուկային բազմության միջոցով: Այդ դեպքում կշիռները կհամակերպվեն ոչ միայն ունիկալ ընտրանքներին, այլև նրանց վիճակագրականորեն միջինացված համախմբերին: Նշանակում է՝ ընդհանրացման ունակությունը զարգացնելու համար անհրաժեշտ է ոչ միայն օպտիմալացնել ցանցի կառուցվածքը՝ նվազագույնի բերելով կշիռների քանակը, այլև ունենալ բավարար ծավալի ուսուցանող ընտրանքներ:

Ուսուցման իրական նպատակն է ընտրել ցանցի այնպիսի կառուցվածք և պարամետրերի համակցություն, որը կապահովի թեստային ենթաբազմության ճանաչման նվազագույն սխալը: Այդ սխալն անվանում են ընդհանրացման սխալ $EG(w)$: Վիճակագրական տեսակետից ընդհանրացման սխալը կախված է ուսուցման սխալից $EL(w)$ և հավաստիության (կամ, ինչպես ընդունված է անվանել, վստահելիության) ε ինտերվալից: Հոդված [3]-ում

ցուցադրված է, որ ε -ի արժեքը կախված է ուսուցման սխալից և ուսուցանող ընտրանքների p քանակի հարաբերությունից որոշակի VCDim պարամետրին (այն անվանում են Վափնիկ-Չերվոնենկիսի չափ): Այն արտահայտում է նեյրոնային ցանցի բարդության աստիճանը: Վստահելիության ինտերվալի արժեքը նվազում է p / VCDim հարաբերության արժեքի աճի դեպքում:

Նշանակում է ընդհանրացման ունակության պարտադիր պայմաններից է Վափնիկ-Չերվոնենկիսի չափի գրագետ որոշումը: Այդ չափի ստույգ որոշման մեթոդ դեռ չկա և տարբեր հեղինակներ առաջարկում են որոշել նրա վերին և ստորին սահմանները: Օրինակ՝ [4]-ում առաջարկված մեթոդից հետևում է, որ վերին սահմանը մոտավորապես հավասար է մուտքային և քողարկված շերտերը կապակցող կշիռների քանակին, իսկ վերին սահմանը գերազանցում է ցանցի բոլոր կշիռների կրկնակի քանակը:

Մեկ հոդվածի սահմաններում հնարավոր չէ ներկայացնել որոշակի նպատակների համար (մեր դեպքում դա տնտեսական գործընթացների մոդելավորումն ու գնահատումն է) ստեղծվող նեյրոնային ցանցի նախագծման ամբողջ պրոցեսը և նախագծման հաջորդ՝ ցանցի քողարկված նեյրոնների նվազեցման նպատակով իրականացվող ռեդուկցիայի փուլը մենք կնկարագրենք հետագա հոդվածներում:

Քանալի բառեր՝ արհեստական նեյրոնային ցանց, նեյրոն, միջնեյրոնային կապեր, մուտքային շերտ, քողարկված շերտ, ընդհանրացման ունակություն, ռեդուկցիա:

Օգտագործված գրականություն

1. Geva S., Sittle J. Progress in supervised neural networks. IEEE Trans. N.N., 1991.-Vol. 3 - էջ 621-625:
2. Осовский С., Нейронные сети для обработки информации, М., Финансы и статистика, 2002, էջ 344:
3. Haykin S., Neural networks, a comprehensiv foundation, N.Y.: Macmillan College Publishing Company, 1994, էջ 61-64:
4. Vapnik V.N., Chervonenkis A. On the uniform convergence of relative frequencies of events to their probabilities. Theory of Probability and its Applications, 1971, Vol.16, էջ 264-280:

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK STRUCTURE

A. K. KHURSHUDYAN

Candidate of Economics, Associate Professor

GSU Lecturer

The article deals with some aspects of the practical creation of neural networks for modeling economic processes, in particular, the selection of the optimal structure of the network.

ВЫБОР СТРУКТУРЫ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А. К. ХУРШУДЯН

Кандидат экономических наук, доцент

Преподаватель ГГУ

В статье рассмотрены некоторые аспекты практического создания нейронных сетей для моделирования экономических процессов, в частности, вопросы подбора оптимальной структуры сети.