

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՔԱՐԱՄՅԱՆ ՏԻԳՐԱՆ ՍՊԱՐՏԱԿԻ

**«ԲՆԱԿԱՆ ԼԵԶՎԻ ՄՇԱԿՄԱՆ» ՄԵԹՈԴԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՏՆՏԵՍՎԱՐՄԱՆ  
ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐՈՒՄ**

Ը. 00. 08 – «Տնտեսության մաթեմատիկական մոդելավորում» մասնագիտությամբ  
տնտեսագիտության թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

**ՍԵՂՄԱԳԻՐ**

ԵՐԵՎԱՆ – 2023

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում:

**Գիտական ղեկավար՝**

տնտեսագիտության դոկտոր, պրոֆեսոր  
**Ռուբեն Ալբերտի Գևորգյան**

**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝**

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր  
**Արամ Հմայակի Առաքելյան**

տնտեսագիտության թեկնածու  
**Նարինե Սինարայի Քոչինյան**

**Առաջատար կազմակերպություն՝**

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական  
համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2023թ. ապրիլի 21-ին, ժամը 15:00-ին Երևանի պետական համալսարանում գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի տնտեսագիտության 015 մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցե՝ 0025, ք. Երևան, Աբովյան փ. 52:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Երևանի պետական համալսարանի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2023թ. մարտի 9-ին:

**Մասնագիտական խորհրդի  
գիտական քարտուղար,**

տնտեսագիտության թեկնածու, դոցենտ



**Ա.Հ.Հակոբջանյան**

## ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

**Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը:** Ոչ կառուցվածքային<sup>1</sup> տվյալների հետ աշխատելու ունակությունը, ինչպես նաև այդ տվյալների հիման վրա վերլուծություններ ու հետազոտություններ կատարելու հնարավորությունը տեսականորեն վերացնում է բոլոր սահմանափակումները տեղեկատվության հասանելիության առումով, որոնց շատ հաճախ բախվում են հետազոտողները: Բնական լեզվի մշակումը (անգլերեն՝ natural language processing, հակիրճ՝ NLP) հնարավորություն է տալիս ոչ կառուցվածքային տվյալների միջոցով իրականացնել էկոնոմետրիկ վերլուծություններ, տնտեսվարման խնդիրների բազմակողմանի ուսումնասիրություններ, շուկայական միտումների և տրամադրությունների կանխատեսումներ և այլն: Այդ տվյալները իրենցից ներկայացնում են տեքստային և ձայնային հաղորդագրություններ, ինչպիսիք են, օրինակ, օգտատերերի թողած մեկնաբանությունները, աշխատակիցների աշխատանքի գնահատականները, լրատվամիջոցների տեքստային և ձայնային հաղորդումները, հարցումները, մարդկանց սոցիալական հարթակներում թողած մեկնաբանությունները և այլ նմանատիպ տեղեկատվական աղբյուրներ: Ոչ կառուցվածքային տվյալների վերլուծությունը ընդլայնում է հետազոտողների ուսումնասիրությունների առարկան, թույլ տալով ավելի հստակ գնահատական տալ մարդկային վարքագծին, որն արտահայտվում է տեքստային կամ ձայնային հաղորդագրությունների միջոցով:

Հարկ է նշել, որ բնական լեզվի մշակումը կարող է բացահայտել, թե արդյոք տեքստի կամ ձայնի միջոցով արտահայտած տրամադրությունը, տեղեկատվությունը, տոնայնությունը կամ թեմաները ազդեցություն ունեն համապատասխան հետազոտության արդյունքների վրա, թե ոչ: Նման գործոնների նույնականացումը հնարավորություն է տալիս կառուցել այնպիսի մոդելներ կամ առաջ քաշել այնպիսի վարկածներ, որոնք թույլ են տալիս գնահատել, թե այս կամ այն որոշման վրա համապատասխան գործոնները ինչպես են ազդել: Բնական լեզվի մշակման մեթոդաբանությունը, համապատասխան մաթեմատիկական կամ էկոնոմետրիկ մոդելների հետ միավորելով, կարող է նույնիսկ կանխատեսել կարևոր իրադարձությունները: Այն թույլ է տալիս չափել տեղեկատվության փոխանցումը և ազդեցությունը ապրանքի, անձի կամ իրադարձության բազմաթիվ բնութագրերի վերաբերյալ, և իրականացնել այդ ազդեցության գնահատումը: Նույնիսկ ազդեցության բացակայության դեպքում, բնական լեզվի մշակման գործիքակազմի միջոցով հնարավոր է ուսումնասիրել փոխհարաբերությունները տարատեսակ տեղեկատվության աղբյուրների միջև, հասկանալու համար, թե որն է համապատասխան տեղեկատվության իրական ծագման աղբյուրը, և ինչ այլ հանգամանքներ կարող են մեծացնել կամ նվազեցնել դրա ազդեցությունը:

Ատենախոսության արդիականությունը պայմանավորված է «բնական լեզվի մշակման» մեթոդի կիրառությամբ Հայաստանի տնտեսության տարբեր ոլորտներում, ինչը հնարավորություն է տալիս օգտագործել ոչ կառուցվածքային (օրինակ՝ տեքստային և ձայնային) տվյալները տնտեսական տարատեսակ խնդիրների ուսումնասիրության մեջ, որի շնորհիվ հնարավոր է ավելի շատ տեղեկատվություն ստանալ և ավելի հստակ գնահատական տալ ուսումնասիրվող առարկայի վերաբերյալ: Սույն հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում կատարվել է բնական լեզվի մշակման, որպես արհեստական բանականության ենթաճյուղ, ժամանակակից մոդելների և մոտեցումներ վերլուծություն և ներկայացվել են այդ մոդելների և մոտեցումների հնարավոր

<sup>1</sup> Ոչ կառուցվածքային տվյալների օրինակներ են պատկերները, տեքստային, ձայնային տվյալները:

կիրառությունները տնտեսության տարբեր ոլորտներում՝ մասնավորապես սպառողական վարքագծի վերլուծության և շուկայական միտումների բացահայտման մեջ: Տեղեկատվական և թվային տեխնոլոգիաների, տեղեկատվական համակարգերի զարգացումը հնարավորություն են տալիս սպառողներին ավելի հեշտ և արագ կողմնորոշվել տեղեկատվական գերհագեցած միջավայրերում՝ օգտագործելով արհեստական բանականության և բնական լեզվի մշակման ժամանակակից մոտեցումները: Իր հերթին, արհեստական բանականության միջոցով շուկայագետները կարողանում են բացահայտել շուկայի մասնակիցների ցանկությունները և պահանջմունքները, որին համապատասխան կարողանում են արդյունավետ շուկայի սեգմենտավորման, դիրքավորման և թիրախավորման ռազմավարություն մշակել և իրականացնել: Սույն հետազոտության շրջանակներում, առավել մեծ ուշադրություն է տրամադրվել խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերին, որոնք թույլ են տալիս բանավոր խոսքից տեքստային փոխակերպումներ իրականացնել: Թիրախավորման տեխնոլոգիաները բջջային տեխնոլոգիաների, ինչպես օրինակ խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերի հետ համատեղ, շուկայագետներին հնարավորություն են տալիս բացահայտել և «անհատականացնել» միկրոմարքեթինգային միտումները՝ բացահայտելով շուկայի անդամների իրական ցանկությունները և պահանջները, որը թույլ է տալիս ընկերություններին և կազմակերպություններին ներկայացնել «անհատականացված առաջարկ», այսինքն ապահովել ամբողջական պահանջարկի բավարարումից անցումը «զանգվածային հարմարեցված» պահանջարկի բավարարմանը:

**Ատենախոսության հիմնական նպատակը և խնդիրները:** Հետազոտական աշխատանքի հիմնական նպատակներն են ներկայացնել բնական լեզվի մշակման կիրառությունները տնտեսության տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես տնտեսագիտության մեջ և ֆինանսներում, ինչպես նաև կառուցել և ստեղծել ավտոմատացված հայերեն լեզվի մշակման համակարգեր Հայաստանի տնտեսությունների համար, մասնավորապես պետական և մասնավոր ձեռնարկությունների զարգացման և մարքեթինգային ռազմավարությունների մշակման մեջ, տնտեսական ցուցանիշների հաշվարկներում, ազգային անվտանգության, կրթության ոլորտներում և ներկայացնել այդ համակարգերի գործնական կիրառությունները: Այդ նպատակներին հասնելու համար սահմանվել են հետևյալ խնդիրները.

- ուսումնասիրել ժամանակակից բնական լեզվի մշակման մոդելների արդիական կիրառությունները համաշխարհային պրակտիկայում տնտեսագիտության, ֆինանսների և այլ բնագավառներում, նրանց կառուցման մեթոդները, առանձնահատկությունները, առավելությունները և թերությունները,

- ուսումնասիրել տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ազդեցությունը ժամանակակից շուկայական միտումների, ինչպես նաև սպառողական վարքագծի վրա, բացահայտել տեղեկատվական հասանելիության և անորոշության պայմաններում շուկայական միտումների վրա ազդեցության հիմնական գործոնները,

- գնահատել համապատասխան տեխնիկական հնարավորությունների և տվյալների բազաների առկայությունը հայաստանյան շուկայում բնական լեզվի մշակման ադապտացված համակարգերի ստեղծման համար, իրականացնել առկա մարտահրավերների ուսումնասիրություն և այլընտրանքային մոտեցումների մշակում,

- կառուցել և վարժեցնել համապատասխան բնական լեզվի մշակման համակարգերը՝ առկա մարտահրավերների և այլընտրանքային լուծումների

ուսումնասիրությունից հետո, գնահատել ներկայացված և կառուցված մոդելների արդյունավետությունը,

▪ մշակել համակարգ, որի միջոցով հնարավոր կլինի կիրառել հայաստանյան շուկայի համար կառուցված բնական լեզվի մշակման մոդելները՝ ապահովելով տվյալ համակարգերից օգտվող սուբյեկտների տեղեկատվական անվտանգությունը և ամբողջականությունը:

**Ատենախոսության օբյեկտը և առարկան:** Հետազոտական աշխատանքի ուսումնասիրության օբյեկտը սպառողական վարքագծի և շուկայական միտումների կանխատեսման գործընթացն է, իսկ առարկան՝ սպառողական վարքագծի գնահատման և շուկայական միտումների կանխատեսման համար օգտագործվող բնական լեզվի մշակման մոդելները և մոտեցումները, նրանց կառուցման և գնահատման առանձնահատկությունները:

**Ատենախոսության տեսական, մեթոդաբանական և տեղեկատվական հիմքերը:** Հետազոտական աշխատանքի տեսական հիմք են ծառայել արհեստական բանականության, բնական լեզվի մշակման մեթոդոլոգիաներին նվիրված, ինչպես նաև սպառողական վարքի տեսության, մարքեթինգի և կառավարման վերաբերյալ օտարերկրյա հեղինակների մի շարք աշխատություններ, ինչպես նաև առցանց ռեսուրսներ: Հետազոտության շրջանակներում կիրառվել են բնական լեզվի մշակման, ինչպես նաև մաթեմատիկական մոդելավորման, տնտեսաչափական և վիճակագրական վերլուծության մեթոդներ, մասնավորապես՝ խորը ուսուցման համակարգերի միջոցով բարդ հարաբերակցությունների, ակուստիկ, լեզվի, հատուկ անունների ճանաչման մոդելների վարժեցում, մոդելների ծավալի կշռման և քվանտիզացման, ինչպես նաև տվյալների բազաների բազմացման տարատեսակ մոտեցումներ, «փոխանցվող» ուսուցման կիրառություններ հասարակական տրամադրությունների վերլուծություններում, տեքստային տվյալների քլաստերային վերլուծություն և «թփփկ» մոդելավորման դասակարգում, ժամանակային շարքերի վերլուծություն և ներկայացված մոդելների արդյունավետության գնահատման մեթոդներ:

Որպես հետազոտության տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել մի շարք առցանց հայկական և արտասահմանյան ծայնային տվյալների վերամշակված և չվերամշակված բազաներ, ինչպիսիք են Mozilla Common Voice -ը և Գրքասեր կայքը, որոնց հետագա վերամշակումը իրականացվել է LabelStudio անոտացման գործիքակազմի միջոցով: Մոդելների վարժեցման ժամանակ օգտագործվել են NeMo ASR NVIDIA, ինչպես նաև HuggingFace կողմից տրամադրվող գործիքակազմը, որոնց մեջ ներառվում են ծայնային տվյալների բազան, նախամոդելները, համապատասխան կարգավորումները, ծայնային տվյալների վերամշակման գործիքները և այլն: Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում լեզվի, ինչպես նաև հատուկ անունների ճանաչման մոդելների վարժեցման համար օգտագործվել են հայկական Վիքիպեդիայի և CC-100 WebCrawl Data տեքստային տվյալների բազաները:

Հետազոտական աշխատանքում օգտագործվել են նաև տեղեկատվական տեքստային բազաներ Հայաստանի անշարժ գույքի շուկայի (estate.am) և հյուրանոցային, ռեստորանային բիզնեսի վերաբերյալ (tripadvisor.com):

**Ատենախոսության հիմնական գիտական արդյունքները և նորույթը:** Ատենախոսության հիմնական գիտական արդյունքներն ու նորարարությունները հետևյալն են.

✓ Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելների վարժեցման համար և հայերեն խոսքի ծայնային

տվյալների բազայի ստեղծման անհրաժեշտությունից ելնելով հավաքագրվել, վերամշակվել և անոտացվել են տարբեր խոսնակների մասնակցությամբ ձայնային տվյալներ հայալեզու պատմվածքներից:

✓ Ապացուցվել է, որ առանձին հայերեն լեզվի մոդելների ավելացման, տվյալների բազայի բազմացման մոտեցումների, ինչպես նաև մոդելների քվանտացման կիրառությունները բարելավել են հայերեն խոսքի ճանաչման համակարգերի կատարողականը մոտավորապես 2 անգամ:

✓ Հետազոտական աշխատանքնի շրջանակում ցույց է տրվել, որ ոչ կառուցվածքային (տեքստային և ձայնային) տվյալների միջոցով հնարավոր է սպառողական վարքագծի վերաբերյալ ավելի ամփոփ ու ամբողջական տեղեկատվություն ստանալ և վերամշակել և իրականացնել շուկայական միտումների կանխատեսում, ինչպես նաև շուկայի սեզամենտավորում, դիրքավորում և թիրախավորում:

✓ Ներկայացվել է բնական լեզվի մշակման փոխկապակցված մոդելների վրա հիմնված համակարգ, որի հնարավոր կիրառությունները տնտեսագիտական տարբեր խնդիրներում ներկայացված են աշխատանքում:

**Ատենախոսության արդյունքների տեսական և գործնական նշանակությունը**

Հետազոտական աշխատանքի շրջանակում ներկայացվել են առաջարկված խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելների տեսական և գործնական կիրառությունները սպառողական վարքագծի վերլուծության և միկրոմարքեթինգային միտումների բացահայտման համար, մասնավորապես ֆինանսական հաշվետվությունների պատրաստման, շուկայական միտումների բացահայտման և թիրախային մարքեթինգի իրականացման, պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի» գնահատման, տնտեսական ցուցանիշների վերլուծության, ազգային անվտանգության, կրթություն և տեխնիկական սպասարկման ուղղություններում: Հետազոտական աշխատանքում ներկայացված են նաև բնական լեզվի մշակման այլ մոտեցումների որոշակի կիրառություններ տնտեսության տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես տնտեսագիտության մեջ և ֆինանսներում, որտեղ տեղ են գտել ինչպես միջազգային գրականության վերլուծություններ, այնպես էլ հետազոտության մաս հանդիսացող գիտահետազոտական աշխատանքներ, որտեղ ներկայացված են բնական լեզվի մշակման մոդելների կիրառությունները ՀՀ-ում:

**Ատենախոսության արդյունքների փորձաքննությունը և հրապարակումները:**

Ատենախոսության հիմնական դրույթները քննարկվել են ԵՊՀ տնտեսագիտության մեջ մաթեմատիկական մոդելավորման ամբիոնում, ԵՊՀ սահմանադրական տնտեսագիտական գիտավերլուծական կենտրոնի կողմից կազմակերպված սեմինարների ժամանակ, ինչպես նաև ոլորտի առաջատար կազմակերպությունների և մասնագետների հետ, ինչպիսիք են Կրիսպ ընկերությունը: Ատենախոսության հիմնական արդյունքներն ու բովանդակությունը արտացոլված են հեղինակի կողմից հրապարակված 7 (յոթ) գիտական հոդվածներում:

**Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը:** Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, օգտագործված գրականության ցանկից և հավելվածից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը 107 էջ է (առանց հավելվածների՝ 106 էջ):

## ԱՏԵՆԱՆՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ատենախոսության **առաջին՝ «Արհեստական բանականություն. բնական լեզվի մշակում»** գլխի նպատակն է ընթերցողին նախնական պատկերացում տալ արհեստական բանականության և նրա ամենահայտնի ուղղությունների մասին: Առաջին ենթագլխում տրվում է արհեստական բանականության սահմանումը, ներկայացվում է ոլորտի զարգացման պատմությունը և հիմնական ենթաուղղությունները: Համակարգչային գիտությունների զարգացման պատմության սկզբնական փուլերում հիմնական շեշտը դրված էր մոդելների ալգորիթմական զարգացման վրա, այնինչ հետագա աշխատանքները արհեստական բանականության ոլորտում ցույց են տվել, որ հաճախ խնդիրը թաքնված է տվյալների մեջ: Տվյալների հասանելիությունը և տարածումը (տարբեր լեզուներով տեքստային տվյալների բառարանների ստեղծում, միլիոնավոր պատկերների գրադարանների ստեղծում և այլն) թույլ տվեցին արհեստական բանականությանը թևակոխել զարգացման նոր փուլ: Նորարարությունն այն էր, որ արհեստական բանականության մոդելների վարժեցման բարդությունը (knowledge bottleneck) լուծվում է, երբ համակարգին տրվում է անհրաժեշտ ծավալի ինֆորմացիա, որի դեպքում համակարգը հնարավորություն է ստանում համապատասխան սովորող ալգորիթմների միջոցով հասկանալ ու սովորել հիմնական օրինաչափությունները տվյալներից:

Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում կառուցված մոդելների, համակարգերի և իրականացված վերլուծությունների հիմքում ընկած մեթոդաբանության և գործիքակազմի մասին տեսական, հիպոթետիկ գիտելիքներ ունենալու համար սույն գլխի երկրորդ ենթագլուխը ամբողջությամբ նվիրված է արհեստական բանականության ենթաճյուղ հանդիսացող բնական լեզվի մշակման մեթոդոլոգիային, որը թույլ է տալիս տնտեսության և կառավարման տարբեր ոլորտներում, առօրյա կյանքում յուր մնացած կիրառությունների հետ մեկտեղ, ոչ կառուցվածքային տվյալներից դուրս բերել որոշակի «օրինաչափություններ» և օգտագործել այդ օրինաչափությունները հետազոտություններում և տարատեսակ վերլուծություններում:

Բնական լեզվի մշակումը լեզվաբանության, համակարգչային գիտության, տեղեկատվական ճարտարագիտության (information engineering) և արհեստական բանականության ենթաճյուղ է, որը զբաղվում է համակարգիչների և մարդկային (բնական) լեզուների փոխհարաբերությամբ, մասնավորապես, թե ինչպես ծրագրավորել համակարգիչները՝ մշակելու և վերլուծելու մեծ քանակությամբ բնական լեզվի տվյալներ: Մեկ այլ սահմանման համաձայն, բնական լեզվի մշակումը համակարգչային գիտության, լեզվաբանության և մեքենայական ուսուցման միավորումն է, որի հիմնական նպատակն ու խնդիրն է ապահովել համակարգիչների և մարդկանց միջև բնական լեզվով հաղորդակցությունը՝ սովորեցնելով համակարգիչներին ճանաչել, հասկանալ և գեներացնել մարդկային լեզուն<sup>2</sup>: Ենթաճյուղի անվանման մեջ «բնական» տերմինը մեկնաբանվում է որպես մարդկային, այսինքն բնական լեզու ասելով հասկանում ենք մարդկային լեզուն, այլ ոչ թե ծրագրավորման լեզուները:

Առաջին գլխի երկրորդ ենթագլխում ներկայացվել է նաև այն հիմնական նախապատրաստական աշխատանքները, որոնք թույլ են տալիս մուտքային տվյալները բերել որոշակի ձևաչափի: Բնական լեզվի մշակման ավանդական մոդելների կիրառության կամ ուղղակի տեքստային կամ ձայնային տվյալների վերլուծության

<sup>2</sup> Jurafsky, D., & Martin, J. (2008). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. New Jersey: Prentice Hall.

ժամանակ այս նախապատրաստական քայլերը անհրաժեշտ են՝ տվյալները միևնույն ձևաչափին բերելու և մոդելներում օգտագործելու համար:

Ներկայացված արհեստական բանականության, մասնավորապես բնական լեզվի մշակման մոտեցումները կիրառվել են տնտեսության տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես հայաստանյան շուկայում մարքեթինգային ռազմավարության մշակման մեջ շուկայական միտումների բացահայտման խնդրում:

Առեսնախոսության **երկրորդ՝ «Սպառողական վարքագծի վերլուծության դերը շուկայական միտումների բացահայտման մեջ»** գլխի հիմնական նպատակն է ներկայացնել սպառողների վարքագծի հիմքում ընկած հիմնական շարժառիթները, որոնք ձևավորում են շուկայական հիմնական միտումները և հանդիսանում են շուկայի մասնակիցների որոշումների կայացման կողմնորոշիչը: Մասնավորապես, անդրադարձ է կատարվել սպառողների վարքագծի ազդեցությանը մարքեթինգային ռազմավարության մշակման ժամանակ, «որոնողական» համակարգերի աշխատանքի մեջ և անորոշության պայմաններում շուկայական մարտահրավերներին դիմակայելու խնդիրներում:

Առաջին ենթագլխում ներկայացվում է սպառողական վարքագծի ընդհանուր տեսությունը, սահմանումը, սպառողների որոշումների վրա ազդող հիմնական պահանջմունքները և սովորությունները, սպառողական վարքագծի վրա ազդող հիմնական գործոնները և սպառողական վարքագծի ազդեցությունը մասնավոր, պետական և շահույթ չհետապնդող հատվածների գործունեության վրա: Սպառողական վարքագծի վերլուծության նկատմամբ աճող հետաքրքրությունը պայմանավորված է ոչ միայն տնտեսության մասնավոր, հանրային և շահույթ չհետապնդող հատվածներով, այլև ընդհանրապես սոցիալական գիտությունների զարգացմամբ ու տարածմամբ, քանի որ սպառման դերը մարդկանց սոցիալական, հոգեբանական, տնտեսական և մշակութային կյանքում անփոխարինելի է: Դերերի տեսության համաձայն յուրաքանչյուր սպառողի վարքագիծ յուրօրինակ է՝ պայմանավորված անհատական, մշակութային, սոցիալական և հոգեբանական գործոններով և հիմնված է 4 հայեցակարգերի վրա՝ դերերի ստանձնման, փոխհամաձայնության (կոնսենսուս), համապատասխանության (կոնֆորմիզմ) և հակամարտության<sup>3</sup>: Սպառողական վարքագծի տեսության մեջ առանցքային նշանակություն ունի նաև սպառողների միկրո և մակրո վարքագիծը: Սպառողների միկրո վարքագիծը<sup>4</sup> ուսումնասիրում է մարքեթինգի ազդեցությունը անհատական սպառման վրա, մինչդեռ մակրո<sup>5</sup> վարքագծի ուսումնասիրության առարկան է մարքեթինգի ազդեցությունը սոցիալական գործոնների, հասարակական բարեկեցության և գնման մշակույթի վրա:

Երկրորդ ենթագլուխը ներկայացնում է, թե ինչ է մարքեթինգային ռազմավարությունը, ինչպես է այն օգնում ընկերություններին, որոնք են «որոնողական» համակարգերը և ինչ դեր են խաղում ժամանակակից մարքեթինգային ռազմավարության մշակման մեջ: Ենթագլխում ներկայացնում է նաև, թե ինչ ազդեցություն ունի սպառողական վարքագիծը ընկերությունների մարքեթինգային ռազմավարության մշակման վրա: Հիմնական մարքեթինգային հայեցակարգի համաձայն շուկայում ընկերությունները և կազմակերպությունները գոյություն ունեն սպառողների կարիքները բավարարելու համար: Այս կարիքները կարող են բավարարվել միայն այնքանով, որքանով շուկայագետները կկարողանան բացահայտել ու հասկանալ սպառողներին: Այդ

<sup>3</sup> Ling, P., D'Alessandro, S., & Winzar, H. (2015). *Consumer Behavior in Action*. Australia: Oxford University press.  
<sup>4</sup> Belk, R. W. (1987). ACR presidential address: Happy thought. *Advances in Consumer Research*, 14, 1-4.  
<sup>5</sup> Takas, A. (1974). Societal Marketing: A Businessman's Perspective. *Journal of Marketing*, 38(4), 2-7.



իսկ պատճառով, սպառողների մասին տեղեկատվությունը հաջող մարքեթինգային ռազմավարության անբաժանելի մասն է, ինչը օգնում է շուկայագետներին բացահայտել և գնահատել շուկան, ինչպես նաև վերահսկել սպառնալիքներն ու հնարավորությունները տեղական և արտասահմանյան շուկաներում, որոնք կարող են ազդեցություն ունենալ սպառման վրա: Մարքեթինգային ռազմավարության արդյունավետության բարձրացման եղանակներից մեկն է շուկայական ապրանքների և ծառայությունների ու սպառողների միջև կապի ապահովումը: Այդպիսի մարքեթինգի ձևը կոչվում է «հարաբերությունների մարքեթինգ» (անգլերեն՝ relationship marketing), որտեղ շուկա-սպառող հարաբերությունները ապահովված են շարունակական տեղեկատվության փոխանակմամբ: Մեկ այլ ժամանակակից մարքեթինգի ձև է հանդիսանում այսպես կոչված «տվյալների մարքեթինգը» (անգլերեն՝ database marketing), երբ սպառողների վարքագծի մասին տեղեկատվությունը որոշակի սարքավորումների միջոցով (օրինակ՝ համակարգիչների, սմարթ հեռախոսների, էլեկտրոնային ժամացույցների և այլն) փոխանցվում է շուկայավարներին, ինչը հետագայում օգտագործվում է կոնկրետ սպառողների ցանկությունները և կարիքները բավարարելու համար: Տեղեկատվության հասանելիությունը թույլ է տալիս շուկայագետներին վերահսկել սպառողների նախասիրությունները, հետաքրքրությունները և առաջարկել ապրանքներ և ծառայություններ՝ իրենց նախասիրություններին կամ հետաքրքրություններին համապատասխան:

Թվային մարքեթինգային ռազմավարության մեջ առանձնակի դեր են խաղում որոնողական<sup>6</sup> համակարգերը (անգլերեն՝ search engine optimization, հակիրճ՝ SEO): Որոնողական համակարգերի օպտիմալացումը մարքեթինգային ռազմավարություն մշակելիս թույլ է տալիս իրականացնել պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի»<sup>7</sup> հասանելիության գնահատում<sup>8</sup> ըստ համացանցի օգտատերերի ակտիվության, որտեղ ակտիվություն նշանակում է օգտատերերի կողմից համապատասխան կայքէջի բովանդակության հասանելիություն որոնողական համակարգի կամ այդ համակարգին համարժեք այլ հավելվածների միջոցով:

Երրորդ ենթազույգը ներկայացնում է, թե շուկայական անորոշության պայմաններում ինչպես է իրականացվում շուկայի սեգմենտավորում ու թիրախավորում, և ինչպիսի գործոններ են ազդում մարքեթինգային ռազմավարության վրա շուկայական անորոշության պայմաններում: Շուկայական անորոշությունը ընկերությունների վերահսկողությունից դուրս է, համարվում է արտաքին ազդակ և անկախ է ընկերության մակարդակում տեղի ունեցող իրադարձություններից: Անորոշությունը, ընդհանուր առմամբ, վերաբերում է մի իրավիճակի, երբ անհնար է կոնկրետ կանխատեսումներ անել՝ ոչ շուկայի վիճակի, ոչ ընկերության կողմից ընտրված ռազմավարության հետևանքների վերաբերյալ<sup>9</sup>: Ընկերություններին հատուկ ներքին անորոշությունը և շուկայական անորոշությունը անկախ տեսական միավորներ են, քանի որ բարձր ներքին

<sup>6</sup> SEO-ն կայքը որոնողական համակարգերի համար ավելի տեսանելի դարձնելու գործընթացն է, ինչի արդյունքում մեծանում է հաճախորդների կողմից կայք մուտք գործելու հավանականությունը (աղբյուր՝ Business School of Marketing & Innovations, 2022): Որոնողական համակարգերը իրենց հերթին իրականացնում են որոշակի տեղեկատվության որոնում համացանցում հատուկ հիմնարարների կամ բանալի բառերի միջոցով:

<sup>7</sup> Պոտենցիալ շուկայի «հանդիսատեսի» հասանելիությունը իրական ժամանակում գովազդային արշավի արդյունավետության վերլուծության գնահատական է, որը ներկայացնում է ընկերության կամ կազմակերպության գովազդային արշավի թիրախային լարայնի մեծությունը:

<sup>8</sup> Media Rating Council (MRC). (2013). *Audience Reach Measurement Guidelines (Version 2.0 — Updated)*. Interactive Advertising Bureau (IAB). Retrieved from <https://www.iab.com/wp-content/uploads/2015/06/AudienceReachMeasurementGuidelines.pdf>

<sup>9</sup> McMullen, J., & Dean, S. (2006). Entrepreneurial Action And The Role Of Uncertainty In The Theory Of The Entrepreneur. *Academy of Management Review, 31*(1), 132-152.

անորոշություն ունեցող ընկերությունները կարող են գործունեություն ծավալել ցածր անորոշություն ունեցող շուկաներում և հակառակը: Թիրախային շուկայի ընտրության ժամանակ հաշվի են առնվում մի շարք սուբյեկտիվ և օբյեկտիվ գործոններ, որոնցից են, օրինակ՝ սեզմենտի չափը և աճի դինամիկան, սեզմենտի կառուցվածքային գրավչությունը կամ օրինակ՝ պոտենցիալ շուկայի հեռավորությունը և այլն: Այնուամենայնիվ, շուկայական անորոշության պայմաններում շուկայի թիրախավորման «դասական» գործոնները կորցնում են իրենց արդիականությունը, քանի որ անհրաժեշտություն է առաջանում ճկունորեն փոփոխել շուկայի հասանելիության ուղղությունները և հաղորդագրությունները:

Ատենախոսության երրորդ՝ **«Բնական լեզվի մշակման ազդեցությունը և կիրառությունը շուկայական միջումների բացահայտման մեջ»** գլխի հիմնական նպատակն է բնական լեզվի մշակման մոդելների միջոցով փորձել լրացուցիչ տեղեկատվություն ստանալ շուկայի, շուկայական տրամադրությունների մասին, ինչը հնարավորություն կտա կրճատել շուկայական անորոշությունը և ավելի արդյունավետ մարքեթինգային ռազմավարության մշակել: Ոչ կառուցվածքային տվյալների օգտագործումը ֆինանսական վերլուծությունների մեջ հնարավորություն է տալիս թվային տվյալներից զատ հաշվի առնել նաև ֆինանսական ոլորտի նորությունների, հայտարարությունների, մեկնաբանությունների և այլ ոչ կառուցվածքային տվյալների ազդեցությունը, որոնք շատ հաճախ հանդիսանում են շարժիչ ուժ ֆինանսական շուկաներում որոշումներ կայացնելիս<sup>10</sup>:

Գլխի առաջին մասում ներկայացված են բնական լեզվի մշակման տարբեր մոտեցումների որոշակի կիրառություններ տնտեսության տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես տնտեսագիտության մեջ և ֆինանսներում, որտեղ տեղ են գտել ինչպես միջազգային գրականության վերլուծություններ, այնպես էլ հետազոտության մաս հանդիսացող գիտահետազոտական աշխատանքներ, որտեղ ներկայացված են բնական լեզվի մշակման որոշ մոդելների կիրառությունները ՀՀ-ում: Այդ կիրառությունները հետազոտական աշխատանքի անբաժան մասն են հանդիսանում, քանի որ կիրառված մոդելները, հայերեն խոսքի ճանաչման և լեզվի մոդելների հետ համակցված, հնարավորություն են տալիս իրականացնել շուկայական միտումների կանխատեսում և շուկայի սեզմենտավորում: Ստորև համառոտ ներկայացնենք ՀՀ-ում կիրառված և ատենախոսության մեջ տեղ գտած բնական լեզվի մոդելների արդյունքները շուկայական միտումների կանխատեսման և շուկայի սեզմենտավորման մեջ՝

• Շուկայական տրամադրությունների վերլուծություն: Սպառողների տրամադրության ազդեցությունը ներդրումային որոշումների կայացման վրա գնահատելու համար ներկայացված հետազոտություններից<sup>11</sup> մեկում դիտարկվել է զբոսաշրջության ոլորտը ՀՀ-ում: Աշխատանքում ներկայացված է ՀՀ-ում գործող հյուրանոցների, հյուրատների, ռեստորանների և սպասարկման այլ վայրերի մասին զբոսաշրջիկների թողած մեկնաբանությունների վերլուծությունը բնական լեզվի մշակման մեթոդի կիրառմամբ: Հետազոտության հիմնական նպատակն է ստանալ դասակարգման (classification) մոդել, որը կկարողանա տարբերակել հաճախորդի կողմից թողած մեկնաբանությունների տրամադրությունը, այլ կերպ ասած մեկնաբանությունը դրական, թե բացասական իմաստ ունի: Հոդվածում ներկայացված մոդելը, որն օգտագործում է

<sup>10</sup> Karamyan, T. (2021). Applications of natural language processing in economics and finance. *Scientific Artsakh*, 4(11), 231-236.

<sup>11</sup> Քարամյան, Տ. (2021). Շուկայական տրամադրությունների վերլուծություն բնական լեզվի մշակման միջոցով (սպառողների մեկնաբանությունների հիման վրա). *Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի "Լրաբեր"*, 18(2), 173-177.

փոխանցման ուսուցման մեթոդը, հնարավորություն է տալիս ճիշտ կանխատեսել սպառողների տրամադրությունը շուկայում: Ապացուցվել է մոդելի արդյունավետությունը ոչ բալանսավորված և փոքրաթիվ տվյալների հետ աշխատելիս, իսկ մոդելի արդյունքները կիրառելի են զբոսաշրջության ոլորտի ընկերությունների ներդրումային ռազմավարությունները մշակելիս: Տրամադրությունների դասակարգման մոդելի ճշգրտությունը (precision) կազմել է 95%, որը ցույց է տալիս, թե մոդելի կանխատեսումների քանի տոկոսն է ճիշտ: Մասնավորապես սպառողների կարծիքների դասակարգիչը հնարավորություն է ընձեռում արագ կողմնորոշվել, թե զբոսաշրջության ոլորտի որ ուղղությունն է սպառողների կողմից գնահատվում և ինչպես կարելի է ավելի արդյունավետ մշակել ու կառուցել ներդրումային խողովակները:

• Շուկայական վերլուծության մաս է հանդիսանում նաև շուկայի սեզմենտավորումը<sup>12</sup>, ինչը ճիշտ մարկետինգային ռազմավարություն մշակելու կարևոր բաղադրիչն է: Առենախոսության մաս հանդիսացող<sup>13</sup> աշխատանքի մեջ ներկայացված է ՀՀ-ում բնակարանային շուկայի սեզմենտավորումը, հաշվի առնելով բնակարանների տեքստային նկարագրությունները: Նպատակն է ցույց տալ, թե ինչպես կարելի է բնական լեզվի մշակումը կիրառել Երևանի բնակարանային շուկայի սեզմենտավորման խնդրում՝ օգտագործելով անշարժ գույքի գործակալության կայքից դուրս բերված ոչ կառուցվածքային տվյալները (բնակարանների նկարագրություններ): Հավաքված տեքստային տվյալները ներկայացնում են ոչ միայն բնակարանների նկարագրությունը, այլև պատկերացում են տալիս, թե ով է գրել այդ տեքստը: Այսինքն, բնական լեզվի մշակման միջոցով կարելի է ոչ միայն հասկանալ թե ինչպես կարելի է բնակարանները սեզմենտավորել ըստ նկարագրության, այլ նաև հասկանալ թե ում կողմից են գրվել այդ նկարագրությունները: Որպես մոդել աշխատության մեջ օգտագործվել է բնական լեզվի մշակման մեջ հայտնի թոփիկ մոդելինգ կլաստերիզացիայի<sup>14</sup> ալգորիթմներից Latent Dirichlet Allocation (LDA) -ը: Հետազոտական աշխատանքում բնակարանային շուկան Երևանում բաժանվել է 5 սեզմենտի, որտեղ յուրաքանչյուր սեզմենտ ունի իր հատկանշական առանձնահատկությունները, օրինակ՝ գները, բնակարանների վիճակը, որոշակի աշխարհագրական դիրքի առանձնահատկությունները, մարդկային գործոնը (նույն մարդու կամ գործակալության կողմից բազմակի հայտարարությունների նմանությունը):

Երկրորդ գլխի երկրորդ ենթագլխում ներկայացված է հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում կառուցված և վարժեցված հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգեր, ինչպես նաև այդ համակարգերի ստեղծման ճանապարհին առկա մարտահրավերները և խնդիրները: Խոսքի ճանաչումը, որը նաև հայտնի է որպես խոսքի ավտոմատացված ճանաչում անվանմամբ (անգլերեն՝ automated speech recognition, հակիրճ՝ ASR) բնական լեզվի մշակման ենթաճյուղ է, որի նպատակն է մարդկային բանավոր խոսքը վերածել գրավոր խոսքի՝ տեքստի: Այս ենթաճյուղի առանձնահատկությունն ու բարդությունը կայանում է նրանում, որ խոսքի ավտոմատացված ճանաչումը պահանջում է լեզվաբանական, մաթեմատիկական և

<sup>12</sup> Շուկայի սեզմենտավորումը շուկայում հաճախորդների կամ պոտենցիալ հաճախորդների անալիզի խմբերի կամ սեզմենտների տարանջատման գործընթաց է, որոնց շրջանակներում հաճախորդները ներկայացնում են նույն կամ նմանատիպ պահանջներ, որոնք բավարարվում են շուկայում առկա զանազան ապրանքներով կամ ծառայություններով (արդյուր՝ Camilleri, 2018)

<sup>13</sup> Karamyan, T. (2022). Housing market segmentation based on apartment description. *Բստեր Երևանի համալսարանի. Տնտեսագիտություն*, 2(38), 73-83.

<sup>14</sup> Թոփիկ մոդելինգը (արդյուր՝ Aggarwal, 2018) մեթոդ է, որում օգտագործվում է ալգորիթմ՝ բացահայտելու այն թեման կամ թեմաների շարքը, որը լավագույնը կնկարագրի տվյալ տեքստային փաստաթուղթը:

վիճակագրական գիտելիքներ, իսկ կառուցված մոդելները հիմնված են արհեստական բանականության և մեքենայական ուսուցման գործիքակազմի վրա: Խոսքի ավտոմատացված ճանաչման խնդիրն ավելի բարդ է քիչ տարածված կամ քիչ ուսուցանվող լեզուների համար, որոնց շարքում է հայերենը, քանի որ այդ մոդելների կառուցման կամ վարժեցման ժամանակ մեծաքանակ ռեսուրսներ ու տվյալներ են անհրաժեշտ<sup>15</sup>: Հայերեն խոսքի ձայնային տվյալների բազայի<sup>16</sup> ստեղծման անհրաժեշտությունից ելնելով, հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում հավաքագրվել են տարբեր խոսնակների մասնակցությամբ ձայնային տվյալներ՝ հիմնված շուրջ 40 հայերեն<sup>17</sup> պատմվածքների վրա, որոնք ընթերցվում են հիմնականում արևելահայերենով՝ համեմված որոշակի բարբառային տերմիններով: Տվյալների բազային տրվել է «Պատմվածքներ-15» անվանումը, որտեղ անվանման 15-ը մատնանշում է անտացված ժամերի քանակը: Հայերեն խոսքի ճանաչման ավտոմատացված համակարգ ստեղծելու համար բացի հավաքագրված «Պատմվածքներ-15» տվյալների բազայից օգտագործվել է նաև Mozilla Common Voice<sup>18</sup>-ի կողմից տրամադրված 4 ժամանոց ձայնային տվյալների բազայի 2 ժամանոց ստուգված և վավերացված մասը, որտեղ հավաքագրված են ավելի քան 60 խոսնակների ձայնային տվյալներ: Այսպիսով հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգ ստեղծելու համար օգտագործվել է 17 ժամանոց տվյալների բազա:

Հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգի ստեղծման համար այս հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում դիտարկվել են երկու հիմնական մոդելներ՝ Conformer և XLS-R:

- Մոդելներից առաջինը տրանսֆորմերների և փաթեթային նեյրոնային ցանցերի կոմբինացված<sup>19</sup> մոդել է, որի ճարտարագիտությունը մշակվել է 2020 թվականին: Առաջարկվող կոմբինացված մոդելի միջոցով հնարավոր է արդյունավետորեն բացահայտել և բացատրել ձայնային հաղորդագրության տեղային և գլոբալ համատեքստային հարաբերակցությունները<sup>20</sup>:

Մոդելը բաղկացած է մուտքային ձայնային տվյալների մշակման ու ստանդարտիզացման շերտերից (SpecAug, Convolution Subsampling) և կոնֆորմեր բլոկից: Ներկայացված մոդելի հիմնական առանձնահատկությունն այն է, որ ավանդական տրանսֆորմեր բլոկի<sup>21</sup> փոխարեն այստեղ կիրառվել է կոնֆորմեր բլոկ, որը բաղկացած է 2 մակարոնանման<sup>22</sup> առաջընթաց նեյրոնային շերտերից՝ կիսաքայլ մնացորդային կապերով (macaron-like feed-forward layers with half step residual connections), որոնց

---

<sup>15</sup> Քարամյան, Տ. (2022). Խոսքի ավտոմատացված ճանաչման կիրառությունները տնտեսությունում եվ հայերեն խոսքի ձայնային տվյալների բազայի ստեղծման անհրաժեշտությունը. *Պատմություն և քաղաքականություն*, 3(20), 150-159.

<sup>16</sup> Ձայնային հարորդագրություններ և համապատասխան տեքստային ֆայլերը վերցվել են Գրքասեր կայքից (grqaser.am)

<sup>17</sup> Տվյալների բազայում տեղ են գտել ինչպես արտասահմանյան գրականության թարգմանություններ, այնպես էլ հայ անվանի գրողների տարաբնույթ աշխատանքներ:

<sup>18</sup> Տվյալների բազայի մասին ավելի մանրամասն տե՛ս. MCV - <https://commonvoice.mozilla.org/en/datasets>:

<sup>19</sup> Մոդելի անվանումը՝ կոնֆորմեր (conformer), որը բաղկացած է անգլերեն con (convolution՝ փաթեթ) և former (transformer՝ տրանսֆորմեր) անվանումների միավորումից:

<sup>20</sup> Gulati, A., Chiu, C.-C., Qin, J., Yu, J., Parmar, N., Pang, R., . . . Zhang, Z. (2020). Conformer: Convolution-augmented Transformer for Speech Recognition. *arXiv*, arXiv:2005.08100. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.08100>

<sup>21</sup> Zhang, Q., Lu, H., Sak, H., Tripathi, A., McDermott, E., Koo, S., & Kumar, S. (2020). Transformer Transducer: A Streamable Speech Recognition Model with Transformer Encoders and RNN-T Loss. *ICASSP 2020-2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 7829-7833). IEEE.

<sup>22</sup> Անվանումը ծագել է Macaron-Net հետազոտությունից, որտեղ հեղինակները ապացուցել են, որ տրանսֆորմեր բլոկում ավելի արդյունավետ է փոխարինել միավոր առաջընթաց նեյրոնային շերտը երկու կիսաքայլ առաջընթաց շերտերով, որոնցից մեկը նախորդում է «ուշադրության» շերտին, իսկ մյուսը՝ հաջորդում: (աղբյուր՝ Lu, Y., Li, Z., He, D., Sun, Z., Dong, B., Qin, T., . . . Liu, T.-Y. (2019). Understanding and Improving Transformer From a Multi-Particle Dynamic System Point of View. *arXiv*, arXiv:1906.02762.)

արանքում է տեղակայված բազմաուղի «ինքնաուշադրության» և փաթույթային շերտերը (multi-headed self attention and convolution modules)<sup>23</sup>: Մաթեմատիկորեն մոդելը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ<sup>24</sup>.

$$\tilde{x}_i = x_i + 1/2 \text{FFN}(x_i) \tag{1}$$

$$x'_i = \tilde{x}_i + \text{MHSA}(\tilde{x}_i) \tag{2}$$

$$x''_i = x'_i + \text{Conv}(x'_i) \tag{3}$$

$$y_i = \text{LayerNorm}(x''_i + 1/2 \text{FFN}(x''_i)) \tag{4}$$

որտեղ *FFN* նշանակում է առաջընթաց նեյրոնային շերտ, *MHSA*<sup>25</sup> բազմաուղի «ինքնաուշադրության» շերտ, իսկ *Conv*<sup>26</sup> փաթույթային շերտ:

Հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելի<sup>25</sup> համար հիմք է վերցվել Conformer-CTC-Medium մոդելը անգլերենի խոսքի ավտոմատ ճանաչման համար, որը վարժեցվել է NeMo ASR SET<sup>26</sup>-ի վրա: Այս հավաքածուն ներառում է Conformer-CTC միջին չափի մոդելներ (մոտ 30 մլն պարամետր), որոնք վարժեցվել են NeMo ASRSet-ի 16000 ժամանոց անգլերեն ձայնային տվյալների բազայի վրա: Որպես հիմք ընտրվել է անգլերեն լեզվի վրա վարժեցված նախամոդելը, քանի որ հայերենի և անգլերենի հնչյունակազմը նման է: Conformer-CTC մոդելը այս ենթազվիտում ավելի վաղ նկարագրված կոնֆորմեր մոդելի ոչ ավտորեգրեսիվ տարբերակն է, որն օգտագործում է CTC (connectionist temporal classification) կորստի ֆունկցիան կամ կոդավորիչը RNN/Transducer-ի փոխարեն: CTC կորստի ֆունկցիան թույլ է տալիս տարբերակել, թե ձայնային ֆայլի յուրաքանչյուր հնչյուն ինչպես է համապատասխանեցվում իր անտոսացիայի հետ՝ չունենալով նախնական տեղեկատվություն տվյալ լեզվի հնչյունային կապակցությունների մասին<sup>27</sup>:

Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում ստեղծված հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման, որպես մուտքային տվյալների լրացուցիչ մշակման միջոցներ, օգտագործվել են նաև SpecAugment<sup>28</sup> և SpecCutout<sup>29</sup> աուգմենտացիայի կամ տվյալների բազմացման եղանակները:

Ստացված մոդելի ճշգրտությունը բարձրացնելու նպատակով հայերեն լեզվի համար ստեղծվել է նաև լեզվի մոդել՝ հիմնված N-գրամ հավանականային մոդելի վրա<sup>30</sup>, որը հնարավորություն է տալիս խոսքից տեքստ բազմաթիվ հնարավոր

<sup>23</sup> Dai, Z., Yang, Z., Yang, Y., Carbonell, J., Le, Q., & Salakhutdinov, R. (2019). Transformer-XL: Attentive Language Models beyond a Fixed-Length Context. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 2978-2988). Florence, Italy: Association for Computational Linguistics.

<sup>24</sup> Gulati, A., Chiu, C.-C., Qin, J., Yu, J., Parmar, N., Pang, R., . . . Zhang, Z. (2020). Conformer: Convolution-augmented Transformer for Speech Recognition. *arXiv*, arXiv:2005.08100. doi:https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.08100

<sup>25</sup> Karamyan, D., & Karamyan, T. (2022(p)). A Conformer Based Automated Speech Recognition For Armenian Language. *Scientific Artsakh*, 13(2), 224-229. doi:10.52063/25792652-2022.2.13-224

<sup>26</sup> NeMo ASR NVIDIA կողմից տրամադրվող գործիքակազմ է, որի մեջ ներառվում է ձայնային տվյալների բազան, համապատասխան կարգավորումները, ձայնային տվյալների վերամշակման գործիքները և այլն: Գործիքակազմի մասին ավելի մանրամասն տե՛ս. [STT En Conformer-CTC Medium](https://github.com/NVIDIA/NeMo).

<sup>27</sup> Hannun, A. (2017). Sequence Modeling with CTC. *Distill*. doi:10.23915/distill.00008

<sup>28</sup> Park, D. S., Chan, W., Zhang, Y., Chiu, C.-C., Zoph, B., Cubuk, E. D., & Le, Q. V. (2019). SpecAugment: A Simple Data Augmentation Method for Automatic Speech Recognition. *arXiv*, arXiv:1904.08779.

<sup>29</sup> DeVries, T., & Taylor, G. W. (2017). Improved Regularization of Convolutional Neural Networks with Cutout. *arXiv*, arXiv:1708.04552.

<sup>30</sup> Karamyan, D. S., & Karamyan, T. S. (2022(ա)). Compact N-gram Language Models for Armenian. *Mathematical Problems of Computer Science*, 57, 30-38. doi:10.51408/1963-0084

փոխակերպումներից ընտրել ամենահավանականը: Լեզվի մոդելները<sup>31</sup> կիրառվում են մեքենայական թարգմանություններում կամ խոսքի ճանաչման<sup>32</sup> և ուղղման<sup>33</sup> մոդելներում՝ հնարավոր տեքստի գեներացիաներից ամենահավանականը ընտրելու նպատակով: Հնարավոր բառերի հաջորդականության հավանականությունը կարելի է ներկայացնել՝

$$P(\{t_1, \dots, t_n\}) = \prod_{k=1}^n P(t_k | t_1^{k-1}), \quad (5)$$

որտեղ  $\{t_1, \dots, t_n\}^n$  բառերի հաջորդականության հավանականությունն է:

Սակայն լեզվի մոդելների կառուցման ժամանակ հաջորդ հավանական բառի ընտրության ժամանակ շատ հաճախ հաշվի չի առնվում բառերի հաջորդականության հավանականությունների ողջ պատմությունը, և համաձայն Մարկովյան մոդելների մեջ կիրառվող ենթադրության, յուրաքանչյուր հաջորդ բառի հավանականությունը կախված է որոշակի  $N-1$  նախորդ բառերի հավանականություններից (6):

$$P(t_k | t_1^{k-1}) \approx P(t_k | t_{k-N+1}^{k-1}), \quad (6)$$

N-գրամ մոդելի հավանականությունը կարելի է գնահատել՝ գտնելով բառախմբերի հաճախությունը տեքստային տվյալների կորպուսում և նորմավորելով այդ հաճախությունները <sup>(0,1)</sup> միջակայքում (7):

$$P(t_k | t_{k-N+1}^{k-1}) = \frac{\text{Count}(t_{k-N+1}^k)}{\sum_t \text{Count}(t_{k-N+1}^{k-1}, t)} = \frac{\text{Count}(t_{k-N+1}^k)}{\text{Count}(t_{k-N+1}^{k-1})}, \quad (7)$$

Հայերեն կոմպակտ N-գրամ լեզվի մոդելը կառուցվել է հայկական Վիքիպեդիայի<sup>34</sup> և CC-100 WebCrawl Data<sup>35</sup> տեքստային տվյալների հիման վրա: Կառուցված լեզվի մոդելի հետ փորձարկումները ցույց են տվել, որ բառերի վրա հիմնված լեզվի մոդելներում հայերենի համար արդյունավետ են 5-գրամ լեզվի մոդելները, իսկ ենթաբառերի (տառախմբերի) վրա հիմնված լեզվի մոդելներում արդյունավետ լեզվի մոդելներ են 10-գրամ և ավելի բարձր կարգ ունեցող մոդելները՝ ըստ տեքստային կորպուսի վրա հաշվարկված պերպլեքսիթի (8) մոդելների արդյունավետության գնահատականի:

$$\text{Perplexity}(C) = \sqrt[N]{\frac{1}{\prod_{k=1}^m P(s_k)}}, \quad (8)$$

որտեղ ենթադրվում է, որ տվյալների  $C$  կորպուսը բաղկացած է  $m$  նախադասությունից և  $N$  բառերից, իսկ  $(s_1, s_2, \dots, s_m)$  նախադասությունները իրարից անկախ են և համարվում են  $C$  տեքստային կորպուսի մաս:

Դիտարկվող հայերեն լեզվի մոդելներում օգտագործվել են նաև քվանտիզացիայի և մոդելների «հատման» մեթոդներ, որոնք թույլ են տալիս կրճատել մոդելների ծավալը՝ առանց արդյունավետության նշանակալի կորստի:

Կոնֆորմեր մոդելի հետ միավորելով 10-գրամ ենթաբառային լեզվի մոդելը՝ հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելի արդյունավետությունը ավելացել է

<sup>31</sup> Buck, C., Heafield, K., & Ooyen, B. v. (2014). N-gram Counts and Language Models from the Common Crawl. *Proceedings of the 9th International Conference on Language Resources and Evaluation* (pp. 3579-3584). Reykjavik, Iceland: European Language Resources Association (ELRA).

<sup>32</sup> Hannun, A., Case, C., Casper, J., Catanzaro, B., Diamos, G., Elsen, E., . . . Ng, A. Y. (2014). Deep Speech: Scaling up end-to-end speech recognition. *arXiv*, arXiv:1412.5567.

<sup>33</sup> Hernandez, S. D., & Calvo, H. (2014). CoNLL 2014 Shared Task: Grammatical Error Correction with a Syntactic N-gram Language Model from a Big Corpora. *Proceedings of the 18th Conference on Computational Natural Language Learning: Shared Task* (pp. 53-59). Baltimore, Maryland: Association for Computational Linguistics.

<sup>34</sup> Տվյալների աղբյուրներ. <https://github.com/YerevaNN/word2vec-armenian-wiki>

<sup>35</sup> Տվյալների աղբյուրներ. <https://data.statmt.org/cc-100/>

գրեթե երկու անգամ: Վերջնական մոդելի բառի սխալի մակարդակը<sup>36</sup> կազմել է 36.9% սովորեցման թեստային բազմության վրա (test dataset), այլ կերպ ասած, հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում կառուցված մոդելը հայերեն խոսքը տեքստի փոխակերպելիս միջինում «սխալվում» է բառերի 36.9 %-ում: Ստորև կներկայացվի մոդելի կողմից խոսքը տեքստի վերածելու օրինակ.

• Դիտարկվող մոդելներից երկրորդը, որը այս հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում օգտագործվել է հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգ ստեղծելու համար, կրում է XLS-R անվանումը: XLS-R-ը լայնածավալ խոսքի ներկայացումների միջլեզվային ուսուցման մոդել է (a large-scale model for cross-lingual speech representation learning)<sup>37</sup>, որի հիմքում ընկած է wav2vec 2.0 մոդելները (աղբյուր՝ Conneau, Baevski, Collobert, Mohamed, & Auli, 2020), որոնք վարժեցվել են բազմալեզու տվյալների բազայի վրա: XLS-R-ը վարժեցվել է ավելի քան 436 000 ժամանոց և 128 լեզվից բաղկացած ձայնային տվյալների ահռելի բազայի վրա, որտեղ ամենամեծ մոդելը ունեցել է 2 միլիարդ պարամետրեր, ինչի շնորհիվ հեղինակների կողմից ներկայացված մոդելը կարողացել է անգլերեն խոսքի ճանաչման խնդրում գերազանցել միայն անգլերեն ձայնային տվյալների բազայի վրա վարժեցված մոդելներին: Խոսքի ներկայացման այս մոդելը կարողանում է համապատասխան կշիռներ տալ յուրաքանչյուր լեզվին, վարժեցման տվյալների բազաներին, ինչպես նաև մոդելի ծավալներին՝ ապացուցելով, որ համապատասխան կարգավորումներով միջլեզվային խոսքի ներկայացումներով մոդելները ավելի արդյունավետ են մոնոլեզվային խոսքի ճանաչման մոդելներից: Այլ կերպ ասած, մոտեցումը թույլ է տալիս փոխանցել խոսքի ճանաչման հնչյունային ներկայացումները ավելի տարածված և ավելի մեծ ռեսուրսներ ունեցող լեզուներից ավելի քիչ տարածված լեզուներին, որտեղ տվյալների բազայի հավաքագրման խնդիրներ կան:

Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում վերոնշյալ հայերեն ձայնային տվյալների բազայի վրա իրականացվել է XLS-R մոդելի ճշգրտում<sup>38</sup> (fine-tune), որի արդյունքում հնարավոր է եղել ստանալ խոսքի ճանաչման ավտոմատացված մոդել: Մոդելի արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով այստեղ նույնպես կիրառվել է կոմպակտ հայերեն լեզվի մոդել, սակայն այստեղ կիրառվել է 5-գրամ բառային լեզվի մոդել: Նախորդ մոդելի հետ աշխատելիս կիրառվել էր 10-գրամ ենթաբառային լեզվի մոդել, քանի որ կոնֆորմերների դեպքում խոսքի ճանաչման ժամանակ հնչյունային ներկայացումները մոդելի կողմից վարժեցվել են տառախմբերի միջոցով: XLS-R մոդելի հիմքում ընկած նախավարժեցված մոդելը հնչյունային ներկայացումները սովորել է բառերի հիման վրա, այդ իսկ պատճառով 5-գրամ բառային լեզվի մոդելը ավելի լավ արդյունք է տալիս: Բառային և ենթաբառային լեզվի մոդելների կարգը որոշվել է ատենախոսության մաս հանդիսացող<sup>39</sup> հետազոտական աշխատանքների շրջանակում: Վերջնական մոդելի բառի սխալի մակարդակը կազմել է 31.8% սովորեցման թեստային բազմության վրա, այլ կերպ ասած, հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում

<sup>36</sup> Բառի սխալի մակարդակը (WER) լեզվային մոդելների գնահատման միջոց է, որը չափում է խոսքի ավտոմատացված համակարգի ճշգրտությունը: Մեթոդի տրամաբանությունն է համեմատել խոսքի ճանաչման մոդելի ելքային տեքստային հաղորդագրությունը մարդու կողմից ստեղծված հաղորդագրության հետ:

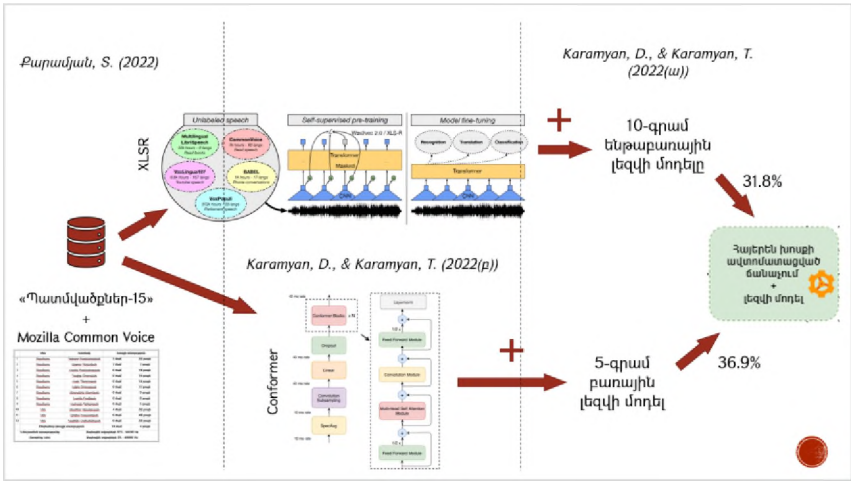
<sup>37</sup> Babu, A., Wang, C., Tjandra, A., Lakhota, K., Xu, Q., Goyal, N., . . . Auli, M. (2021). XLS-R: Self-supervised Cross-lingual Speech Representation Learning at Scale. *arXiv*:2111.09296.

<sup>38</sup> Հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգ ստեղծելիս որպես հիմք ծառայել է wav2vec2-xls-r-300m մոդելը: Մոդելի անընթաց օգտագործման համար <https://huggingface.co/facebook/wav2vec2-xls-r-300m>.

<sup>39</sup> Karamyan, D. S., & Karamyan, T. S. (2022[այ]). Compact N-gram Language Models for Armenian. *Mathematical Problems of Computer Science*, 57, 30-38. doi:10.51408/1963-0084

կառուցված մոդելը հայերեն խոսքը տեքստի փոխակերպելիս միջինում «սխալվում» է բառերի 31.8 %-ում:

Գծապատկեր 1-ում ներկայացված է վերոնշյալ Կոմֆորմեր և XLSR նախամոդելների վրա ստեղծված հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելների և հայերեն լեզվի մոդելի ամբողջական ճարտարագիտությունը: Ինչպես նշվել էր, բառի սխալի մակարդակը կազմել է 31.8% և 36.9% սովորեցման թեստային բազմության վրա համապատասխանաբար XLSR և Կոմֆորմեր նախամոդելային հիմքով հայերեն մոդելների համար: Կետզծերով ներկայացված են վերջնական մոդելների ստեղծման առանձին փուլերը, որոնք ներկայացվել են առանձին գիտական աշխատանքներում: Մոդելների արդյունավետությունը և կիրառելիությունը գնահատելու նպատակով ներկայացվել է նաև հայերենի խոսքի ճանաչման հավելվածի նախատիպ, որը թույլ է տալիս իրական ժամանակում ձայնային հաղորդագրությունը վերածել տեքստի:



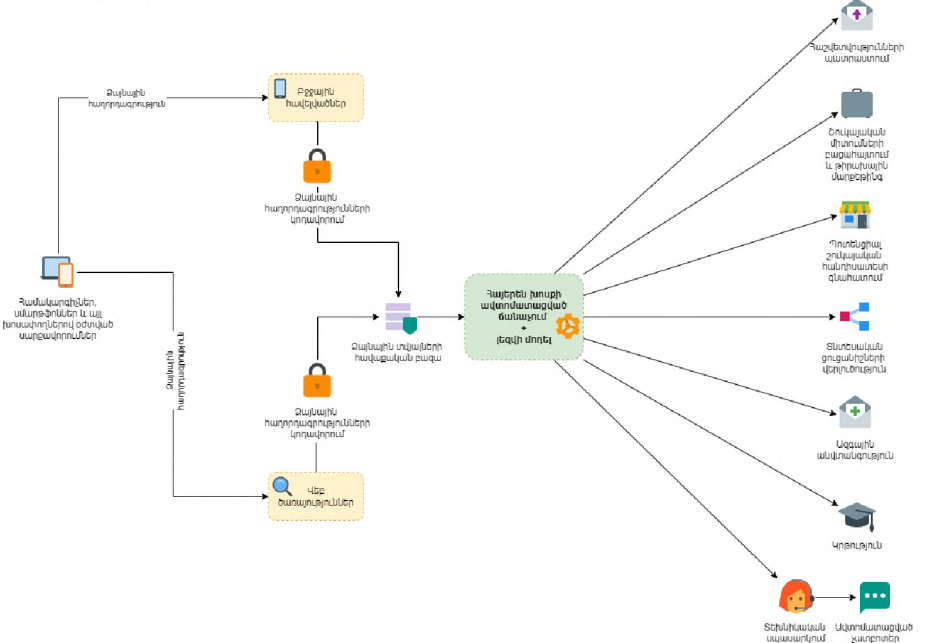
**Գծապատկեր 1. Հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման և հայերեն լեզվի մոդելի վերջնական ճարտարագիտություն<sup>40</sup>**

Վերջին ենթազվեստում ներկայացվում է, թե ինչպես կարող են հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելները, բնական լեզվի այլ մոդելների հետ համակցված, օգտագործվել միկրոմարքեթինգային միտումների բացահայտման մեջ, ինչ ազդեցություն ունի թվայնացումը մարքեթինգային միտումների վրա և ինչպես կարելի է ժամանակակից տեխնոլոգիաների միջոցով ընդհանուր պահանջարկից անցում կատարել «զանգվածային անհատականացված» պահանջարկի:

<sup>40</sup> Գծապատկերը կազմվել է հեղինակի կողմից:



Գծապատկեր 2 -ում առաջարկվում է մոտեցում, որի միջոցով հնարավոր կլինի օգտագործել հայերեն խոսքի ճանաչման ավտոմատացված մոդելները տնտեսվարման տարբեր խնդիրներում:



**Գծապատկեր 2. Հայերեն խոսքի ճանաչման հնարավոր կիրառությունները տնտեսվարման տարբեր խնդիրներում<sup>41</sup>**

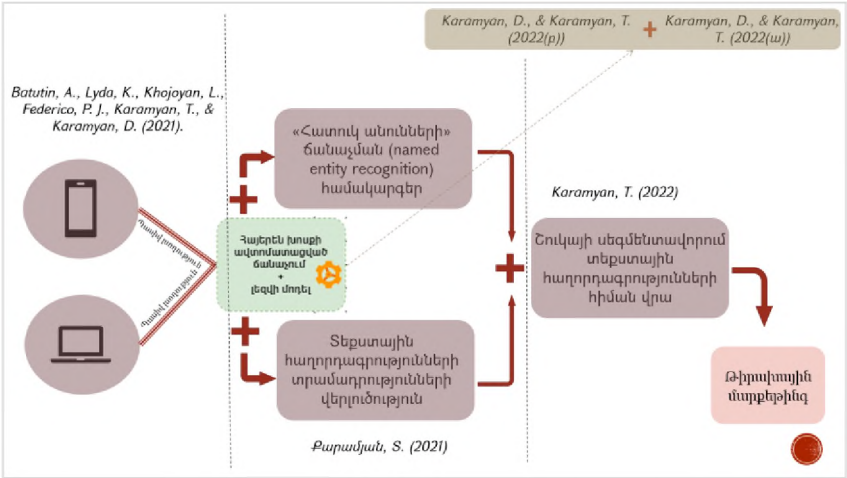
Սույն հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում, որոշակի փորձարկումների արդյունքում ապացուցվել է հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերի արդյունավետությունը և առաջարկվում է օգտագործել հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերի ինտեգրումը մի շարք ընկերություններում, ինչը թույլ կտա լուծել ֆինանսական ոլորտի հետևյալ խնդիրները.

1. Ֆինանսական հաշվետվությունների պատրաստում: Հաշվապահական հաշվառման և ֆինանսական, ինչպես նաև այլ ոլորտների հաշվետվություններում խոսքի ճանաչման մոդելների միջոցով ձայնային հաղորդագրություններից համապատասխան տեքստերը և ցուցանիշները ճանաչվում և լրացվում են ձևանմուշի մեջ, թույլ տալով իրական ժամանակում կազմել տարատեսակ հստակ կառուցվածք ունեցող հաշվետվություններ՝ էականորեն կրճատելով համապատասխան տեքստային բովանդակության նախապատրաստման աշխատանքները :

2. Շուկայական միտումների բացահայտում և թիրախային մարքեթինգ: Գծապատկեր 3-ում ներկայացված է բնական լեզվի փոխկապակցված մոդելների համակարգ, որի միջոցով հնարավոր է իրականացնել շուկայական միտումների

<sup>41</sup> Գծապատկերը կազմվել է հեղինակի կողմից:

բացահայտում և շուկայի սեգմենտավորում՝ հիմնվելով շուկայի անդամների ձայնային և տեքստային հաղորդագրությունների վրա:



**Գծապատկեր 3. Շուկայի սեգմենտավորում և շուկայական միտումների բացահայտում բնական լեզվի մշակման փոխկապակցված մոդելների միջոցով<sup>42</sup>**

Լայնածավալ մոդելների օգտագործումը շարժական սարքավորումների վրա (ինչպիսին է օրինակ բջջային հեռախոսը) հնարավոր է դարձել այդ մոդելների օպտիմիզացիայի և քվանտացման միջոցով, որի օրինակը ներկայացված է ատենախոսության մաս հանդիսացող<sup>43</sup> հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում կատարված աշխատանքում: Շուկայի սեգմենտավորման և շուկայական միտումների բացահայտման խնդրի շրջանակներում, օգտագործելով խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերը բնական լեզվի մշակման «հատուկ անունների» ճանաչման (named entity recognition) համակարգերի հետ միասին, հնարավոր է դարձել սպառողների ամենօրյա խոսակցություններից «դուրս բերել» այն բառերը և արտահայտությունները, որոնք կապակցված են տարատեսակ ընկերությունների հետ, ինչը իր հերթին թույլ կտա հետազայում թիրախավորել սպառողներին: Այլ կերպ ասած, վերլուծելով սպառողների ամենօրյա խոսակցությունները, կարելի է նախ և առաջ հասկանալ, թե, օրինակ, ինչ կազմակերպությունների կամ ընկերությունների անուններն են պոտենցիալ հաճախորդներն ավելի շատ օգտագործում իրենց քննարկումներում, իսկ հետազայում, օգտագործելով տրամադրությունների վերլուծությունը (sentiment analysis), բացահայտել, այդ անունները բացասական, թե դրական համատեքստում են օգտագործել: Նմանատիպ վերլուծություններ կատարվել են ՀՀ-ում գործող հյուրանոցների, հյուրատների, ռեստորանների և սպասարկման, ինչպես նաև անշարժ գույքի շուկայում, որոնց արդյունքները ներկայացված են ատենախոսության մեջ:

<sup>42</sup> Ծծապատկերը կազմվել է էեդիլակի կողմից:  
<sup>43</sup> Batutin, A., Lyda, K., Khojayan, L., Federico, P. J., Karamyan, T., & Karamyan, D. (2021). Evaluation of inference optimized image classification models on iOS platform. *Proceedings of the NAS RA and NPUA: Technical Sciences*, 7(3), 308-313.

3. Պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի» գնահատում: Ընկերությունների և կազմակերպությունների կողմից սոցիալական մեդիայի մարքեթինգային ռազմավարության մեջ պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի» հասանելիության գնահատումը առանցքային նշանակություն ունի ներդրումային որոշումներ կայացնելիս, ինչպես նաև ֆինանսական ցուցանիշների (օրինակ՝ կարճաժամկետ կամ միջնաժամկետ ծախսերի պլանավորում, ակնկալվող շահույթի գնահատում և այլն) կանխատեսման ժամանակ: Հայկական շուկայում, ընկերությունների և կազմակերպությունների կողմից գրեթե պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի» գնահատում չի իրականացվում, որտեղ տեղեկատվական բացը կարող են լրացնել հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերը: Խոսքի ճանաչման համակարգերի միջոցով հնարավոր է պարզել պոտենցիալ սպառողների կարիքները և ցանկությունները, ինչպես նաև որոշակի պատկերացում կազմել սպառողների մասին:

4. Տնտեսական ցուցանիշների վերլուծություն: Հասարակական տրամադրությունների վերլուծության շրջանակներում հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերը թույլ են տալիս «նյութականացնել» լրատվամիջոցների, պաշտոնական տեղեկատվական աղբյուրների, հեռուստատեսության և այլ ծայնային հաղորդագրությունները, հնարավորություն տալով վերլուծաբաններին իրականացնել հասարակության քաղաքական<sup>44</sup>, տնտեսական, հոգեբանական տրամադրությունների կանխատեսում: Հայերեն խոսքի ճանաչման մոդելների պահանջարկ կա նաև սոցիալական հարցումների հարթակում:

5. Ազգային անվտանգություն: Ատենախոսության մեջ ներկայացված խոսքի ճանաչման մոդելների ճարտարապետությունը հայերենի օրինակով ցույց են տվել իրենց արդյունավետությունը քիչ տարածված լեզուների համար և հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում ապացուցվել է, որ «հայերեն» խոսքի ճանաչման համար կառուցված ու վարժեցված մոդելները կարող են օգտագործվել այլ լեզուների վարժեցման համար՝ համապատասխան տվյալների բազայի առկայության պարագայում:

6. Կրթություն: Համալսարանական և դպրոցական պրակտիկայում նման համակարգերի ինտեգրումը հնարավորություն է տալիս ուսանողներին և աշակերտներին տեղեկատվության արտահայտման ֆիզիկական տարբերակներից անցում կատարել բանավոր տարբերակի, զարգացնել իրական բանավոր լեզվային հմտությունները:

7. Տեխնիկական սպասարկում: Բոլոր այն ընկերությունները և կազմակերպությունները, որոնք ունեն տեխնիկական սպասարկման ծառայություններ կամ տեղեկատվական կենտրոններ, կարող են հայերեն խոսքի ավտոմատացված մոդելի միջոցով բացահայտել իրենց հաճախորդների հիմնական կարիքները, պահանջները, ինչը թույլ կտա սեգմենտավորել հաճախորդներին, ինչպես նաև ավտոմատացնել հաճախորդների սպասարկման կարգը:

Ատենախոսության «**Եզրակացություններ**» բաժնում ամփոփ ներկայացված են հետազոտության հիմնական արդյունքները.

1. Տեխնոլոգիական նորարարությունները թույլ են տալիս սպառողներին կողմնորոշվել տեղեկատվական գերհագեցած միջավայրերում, հեշտացնելով տեղեկատվության ստացման գործընթացը կապված տնտեսության մասնավոր, պետական և շահույթ չհետապնդող հատվածների գործունեության հետ:

---

<sup>44</sup> Proksch, S.-O., Wratil, C., & Wäckerle, J. (2019). Testing the Validity of Automatic Speech Recognition for Political Text Analysis. *Political Analysis*, 27(3), 339-359. doi:doi:10.1017/pan.2018.62

2. Սպառողական վարքագծի ճիշտ գնահատումը թույլ է տալիս մշակել արդյունավետ մարքեթինգային ռազմավարություն, որտեղ ուրվագծվում են ընկերության նպատակները, թիրախային շուկան, գնորդների կերպարները և սովորությունները, հաճախորդների համար առաջնային արժեքները և մրցակիցները:

3. Բացառիկ մարքեթինգային ռազմավարություն մշակելիս որոնողական համակարգերի դերը անփոխարինելի է, որոնց շնորհիվ հնարավոր է իրականացնել պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի» հասանելիության գնահատում ըստ համացանցային օգտատերերի ակտիվության, որտեղ ակտիվություն նշանակում է օգտատերերի կողմից համապատասխան կայքէջի բովանդակության հասանելիություն որոնողական համակարգի կամ այդ համակարգին համարժեք այլ հավելվածների միջոցով:

4. Չնայած առկա խոսքի ճանաչման մարտահրավերներին քիչ տարածված լեզուների դեպքում, հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում կառուցվել և վարժեցվել են հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման մոդելներ, որոնք հայերեն խոսքը փոխակերպում են տեքստի<sup>45</sup>:

5. Հայերեն խոսքի ձայնային տվյալների բազայի ստեղծման անհրաժեշտությունից ելնելով, հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում հավաքագրվել են տարբեր խոսնակների մասնակցությամբ ձայնային տվյալներ հայերեն պատմվածքներից և այդ տվյալները օգտագործվել են խոսքի ճանաչման մոդելների վարժեցման մեջ<sup>46</sup>:

6. Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում ապացուցվել է, որ արհեստական բանականության լայնածավալ մոդելների ճշգրտությունը և արագագործությունը կարող են արդյունավետ գնահատվել բջջային հեռախոսների օպերացիոն համակարգերի միջոցով, ինչը թույլ է տալիս ապահովել այդ մոդելների կիրառելիությունը շարժական համակարգերի վրա<sup>47</sup>:

7. Աշխատանքում ցույց է տրվել, որ հայերեն խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգի ստեղծման համար օգտագործված Conformer և XLS-R նախամոդելները արդյունավետ են, որոնք կարող են օգտագործվել նաև այլ լեզուների վարժեցման խնդիրներում՝ համապատասխան տվյալների բազայի առկայության և մոդելի վարժեցման ճշգրտումների պարագայում:

8. Ապացուցվել է, որ առանձին հայերեն լեզվի մոդելների<sup>48</sup>, տվյալների բազայի բազմացման մոտեցումների, ինչպես նաև մոդելների քվանտիզացիայի կիրառությունները կարող են էականորեն բարելավել խոսքի ճանաչման համակարգերի կատարողականը՝ հնարավորություն տալով իրական ժամանակում բավարարել տվյալ համակարգերից օգտվողների ակնկալիքները:

9. Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում առաջարկվում է կիրառել թիրախավորման տեխնոլոգիաները բջջային տեխնոլոգիաների, ինչպես օրինակ խոսքի ավտոմատացված ճանաչման համակարգերի հետ համատեղ, ինչը հնարավորություն կտա շուկայավարներին բացահայտել և «անհատականացնել»

<sup>45</sup> Karamyan, D., & Karamyan, T. (2022(p)). A Conformer Based Automated Speech Recognition For Armenian Language. *Scientific Artsakh*, 13(2), 224-229. doi:10.52063/25792652-2022.2.13-224

<sup>46</sup> Քարամյան, Ս. (2022). Խոսքի ավտոմատացված ճանաչման կիրառությունները տնտեսությունում եվ հայերեն խոսքի ձայնային տվյալների բազայի ստեղծման անհրաժեշտությունը. *Պարմություն և քաղաքակրթություն*, 3(20), 150-159.

<sup>47</sup> Batutin, A., Lyda, K., Khojayan, L., Federico, P. J., Karamyan, T., & Karamyan, D. (2021). Evaluation of inference optimized image classification models on iOS platform. *Proceedings of the NAS RA and NPUA: Technical Sciences*, 74(3), 308-313.

<sup>48</sup> Karamyan, D. S., & Karamyan, T. S. (2022(ս)). Compact N-gram Language Models for Armenian. *Mathematical Problems of Computer Science*, 57, 30-38. doi:10.51408/1963-0084

միկրոմարքեթինգային միտումները՝ ապահովելով ամբողջական պահանջարկի տեսությունից անցում «զանգվածային հարմարեցված» պահանջարկի:

10. Հետազոտական աշխատանքի շրջանակներում առաջարկվում է մոտեցում, որի հիմքում բնական լեզվի մշակման և արհեստական բանականության լայնածավալ մոդելների օգտագործումն է շարժական<sup>49</sup> և անշարժ համակարգերում (ինչպես օրինակ բջջային հեռախոսներ և ստացիոնար համակարգիչներ), որտեղ, հայերեն տվյալների բազայի<sup>50</sup> վրա վարժեցված խոսքի ճանաչման<sup>51</sup> և հայերեն լեզվի մոդելների<sup>52</sup> միջոցով կարելի է իրականացնել շուկայական տրամադրությունների վերլուծություն<sup>53</sup> և շուկայի սեգմենտավորում<sup>54</sup> տնտեսական տարբեր խնդիրների լուծման համար: Մասնավորապես ատենախոսական աշխատանքում ներկայացված մոտեցման միջոցով հնարավոր կլինի օգտագործել հայերեն խոսքի ճանաչման ավտոմատացված մոդելները սպառողական վարքագծի վերլուծության և միկրոմարքեթինգային միտումների բացահայտման համար, մասնավորապես ֆինանսական հաշվետվությունների պատրաստման, շուկայական միտումների բացահայտման և թիրախային մարքեթինգի իրականացման, պոտենցիալ շուկայական «հանդիսատեսի» գնահատման, տնտեսական ցուցանիշների վերլուծության, ազգային անվտանգության, կրթություն և տեխնիկական սպասարկման ուղղություններում:

11. Աշխատանքում ներկայացվում և առաջարկվում են նաև բնական լեզվի մշակման այլ մոտեցումների որոշակի կիրառություններ տնտեսության տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես տնտեսագիտության մեջ և ֆինանսներում, որտեղ տեղ են գտել ինչպես միջազգային գրականության վերլուծություններ, այնպես էլ հետազոտության մաս հանդիսացող գիտահետազոտական աշխատանքներ, որտեղ ներկայացված են բնական լեզվի մշակման մոդելների կիրառությունները ՀՀ-ում<sup>55</sup>:

Ամփոփելով կարող ենք նշել, որ ատենախոսությունում ներկայացված բնական լեզվի մշակման մոդելները, ինչպես նաև առաջարկվող մոտեցումները կարող են օգտագործվել տնտեսության և կառավարման համակարգում առկա, ինչպես նաև տնտեսվարման մի շարք խնդիրների լուծման մեջ, սկսած սպառողական վարքագծի գնահատումից և վերջացրած պահանջարկի վրա ազդող գործոնների գնահատմամբ և շուկայական միտումների կանխատեսմամբ: Ներկայացված մոտեցումների և մոդելների կիրառությունը և արդիականությունը հնարավորություն են տալիս իրականացնել ռեսուրսների արդյունավետ բաշխում տարատեսակ համակարգերում՝ օգտագործելով ժամանակակից տեխնոլոգիական սարքավորումների հնարավորությունները:

---

<sup>49</sup> Տե՛ս հղում 47:

<sup>50</sup> Տե՛ս հղում 46:

<sup>51</sup> Տե՛ս հղում 45:

<sup>52</sup> Տե՛ս հղում 48:

<sup>53</sup> Քարամյան, Ս. (2021). Շուկայական տրամադրությունների վերլուծություն բնական լեզվի մշակման միջոցով (սպառողների մեկնարարությունների հիման վրա). *Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի "Լրաբեր",* 18(2), 173-177.

<sup>54</sup> Karamyan, T. (2022). Housing market segmentation based on apartment description. *Բնօրր երևանի համալսարանի. Տնտեսագիտություն,* 2(38), 73-83.

<sup>55</sup> Տե՛ս հղում 53 և 54:

**Ատենախոսության հիմնական դրույթներն ու արդյունքներն** արտացոլված են հեղինակի կողմից հրատարակված հետևյալ 7 հոդվածներում.

1. Batutin, A., Lyda, K., Khojayan, L., Federico, P. J., Karamyan, T., & Karamyan, D. (2021). Evaluation of inference optimized image classification models on iOS platform. *Proceedings of the NAS RA and NPUA: Technical Sciences*, 3(74), 308-313.
2. Karamyan, D. S., & Karamyan, T. S. (2022(ա)). Compact N-gram Language Models for Armenian. *Mathematical Problems of Computer Science*, 57, 30-38. doi:10.51408/1963-0084
3. Karamyan, D., & Karamyan, T. (2022(բ)). A Conformer Based Automated Speech Recognition For Armenian Language. *Scientific Artsakh*, 2(13), 224-229. doi:10.52063/25792652-2022.2.13-224
4. Karamyan, T. (2021). Applications of natural language processing in economics and finance. *Scientific Artsakh*, 4(11), 231-236.
5. Karamyan, T. (2022). Housing market segmentation based on apartment description. *Բանբեր Երևանի համալսարանի. Տնտեսագիտություն*, 2(38), 73-83
6. Քարամյան, Ս. (2021). Շուկայական տրամադրությունների վերլուծություն բնական լեզվի մշակման միջոցով (սպառողների մեկնաբանությունների հիման վրա). *Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի "Լրաբեր"*, 2(18), 173-177.
7. Քարամյան, Ս. (2022). Խոսքի ավտոմատացված ճանաչման կիրառությունները տնտեսությունում եվ հայերեն խոսքի ծայնային տվյալների բազայի ստեղծման անհրաժեշտությունը. *Պատմություն և քաղաքականություն*, 3(20), 150-159.

# ТИГРАН СПАРТАКОВИЧ КАРАМЯН

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА "ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА" В РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности: 08.00.08 - «Математическое моделирование экономики»

Защита диссертации состоится 21-го апреля 2023 г. в 15:00 часов на заседании Специализированного совета по экономике 015 ВАК РА, действующего в Ереванском государственном университете.  
Адрес: 0025, г. Ереван, ул. Абовяна 52.

### РЕЗЮМЕ

Метод обработки естественного языка позволяет использовать неструктурированные данные для выявления реальных желаний и требований участников рынка, проводить эконометрические анализы, многогранные исследования экономических проблем, делать прогнозы рыночных тенденций и настроений и т.д. Построение эконометрических моделей на основе неструктурированных данных в небольших экономиках имеет большое значение и применение при разработке оптимального распределения ресурсов, маркетинговых стратегий и т.д., что определяет актуальность работы.

**Цель диссертации и проблемы.** Основными целями исследовательской работы являются представление приложений метода «обработки естественного языка» в различных областях, в частности, в экономике и финансах, а также построение и создание автоматизированных систем обработки армянского языка для экономики Армении, в частности в разработки маркетинговых стратегий государственных и частных предприятий, в расчете экономических показателей, в сферах национальной безопасности, образования и представить практическое применение этих систем. Для достижения этих целей были определены следующие задачи:

- изучить современные применения современных моделей обработки естественного языка в мировой практике в экономике, финансах и других областях, методы их построения, особенности, преимущества и недостатки,
- изучить влияние информационных технологий на современные рыночные тенденции, а также поведение потребителей, выявить основные факторы, влияющие на рыночные тенденции в условиях доступности информации и неопределенности,
- оценить наличие соответствующих технических возможностей и баз данных для создания адаптированных систем обработки естественного языка на армянском рынке, провести исследование существующих проблем и разработку альтернативных подходов,
- построить и обучить соответствующие системы обработки естественного языка, изучив существующие проблемы и альтернативные решения, оценить эффективность представленных и построенных моделей,
- разработать систему, посредством которой можно будет применять построенные для армянского рынка модели обработки естественного языка, обеспечивая информационную безопасность и целостность субъектов, использующих данные системы.

***Основные результаты исследования и ее научная новизна заключаются в следующем:***

1. В рамках исследовательской работы для обучения автоматизированных моделей распознавания армянской речи и в связи с необходимостью создания звуковой базы данных армянской речи были собраны, обработаны и аннотированы звуковые данные из армянских рассказов с участием разных дикторов.

2. Было доказано, что применение аугментации индивидуальной модели армянского языка, подходов умножения баз данных, а также квантизация моделей улучшили производительность систем распознавания армянской речи примерно в 2 раза.

3. В рамках исследовательской работы показано, что с помощью неструктурированных (текстовых и голосовых) данных можно получать и обрабатывать более полную информацию о потребительском поведении, осуществлять прогнозирование тенденций рынка, а также сегментация рынка, позиционирование и таргетинг.

4. Представлена система, основанная на взаимосвязанных моделях обработки естественного языка, возможные применения которой в различных экономических задачах представлены в работе.



APPLICATIONS OF "NATURAL LANGUAGE PROCESSING" METHOD IN SOLUTIONS OF ECONOMIC PROBLEMS

Abstract of the Dissertation for pursuing the degree of PhD in Economics in the field 08.00.08 – "Mathematical Modeling of Economy"

The defense of the Dissertation will take place on April 21, 2023, at 15:00 at the meeting of the Specialized Council 015 in Economics of the RA Supreme Certifying Committee acting at the Yerevan State University  
Address: 52 Abovyan St., Yerevan, 0025

ABSTRACT

The field of natural language processing enables us to make sense of unorganized data and uncover the genuine wants and needs of market participants. This method can be used for a range of tasks, including econometric analyses, complex studies of economic issues, predicting market trends and sentiments, and more. In small economies, creating econometric models with unstructured data is particularly valuable. This approach can help with determining the best use of resources, devising effective marketing strategies, and other important decisions. All of these applications demonstrate the importance of this work.

**Purpose and objectives of the dissertation.** The research work aims to showcase how the "natural language processing" method can be applied in different fields, particularly in economics and finance. It also aims to develop automated Armenian language processing systems that can be used for various purposes in the Armenian economy, such as creating marketing strategies for public and private enterprises, calculating economic indicators, and addressing national security and education-related issues. The practical application of these systems is demonstrated in the research work. To achieve these goals, specific tasks have been identified:

- examine the current applications of modern natural language processing models in various fields, including economics and finance, analyze their construction methods, features, advantages, and disadvantages.
- investigate how information technology affects market trends and consumer behavior, identify the primary factors that influence market trends in the context of information availability and uncertainty.
- assess the availability of suitable technical capabilities and databases for developing adapted natural language processing systems in the Armenian market, identify the current problems and develop alternative approaches.
- construct and train appropriate natural language processing systems, evaluate the effectiveness of the built models by studying existing problems and alternative solutions.
- develop a system that enables the application of natural language processing models specifically designed for the Armenian market, ensure the information security and integrity of the entities that use these systems.

**The main scientific results and innovation of the study.** In the course of the study, results of scientific and practical significance were obtained, the scientific innovation of which is as follows:

1. As a part of the research, an audio database of Armenian speech was created to train automated models of Armenian speech recognition. This database included audio data of Armenian stories with multiple speakers that were collected, processed, and annotated.

2. The research demonstrated that individual model augmentation of the Armenian language, enrichment of the database, and model quantization techniques improved the performance of Armenian speech recognition systems by approximately two times.

3. The research revealed that using unstructured data, including text and voice data, can provide more comprehensive insights into consumer behavior, enabling the prediction of market trends and facilitating market segmentation, positioning, and targeting.

4. The research presented a system that incorporates interrelated natural language processing models, showcasing the system's potential applications in various economic problems.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Gevorgyan', is located in the lower right quadrant of the page. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.



