



ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ

«Երևանի Կապի միջոցների ԳՀԻ» ՓԲԸ

Տնօրեն՝

Հ.Գ. Մարտիրոսյան

« 02 » հուլիսի 2025թ.

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Կարեն Հրահայրի Նիկողոսյանի «Հայոց լեզվով գրավոր տեքստը բանավոր խոսքի վերափոխման ավտոմատացված համակարգի մշակումը» թեմայով, Ե.13.02 - «Ավտոմատացման համակարգեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման արենախոսության վերաբերյալ

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը

Տեքստից խոսքի վերափոխման (ՏԽՎ) համակարգերի մշակումը կարևոր խնդիր է ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ոլորտում: Հայոց լեզվի համար նման համակարգերի ստեղծումը հատկապես արդիական է, քանի որ ներկայումս բացակայում են ազատ հասանելիությամբ, բարձրորակ և բազմախոսնակային ՏԽՎ համակարգերը:

Հայոց լեզվի հնչյունաբանական և քերականական համակարգի առանձնահատկությունները, մասնավորապես բաղաձայնների եռաշարք համակարգը, ձայնավորների դիրքային փոփոխության հետևանքով արտասանական առանձնահատկությունները, շեշտադրման հետ կապված առանձնահատկությունները պահանջում են հատուկ մոտեցումներ: Այս հատկանիշները հատկապես բարդացնում են գրանշանները հնչյունների փոխակերպման գործընթացը, քանի որ նույն գրանշանը կարող է արտահայտվել տարբեր հնչյուններով:

Առկա միջազգային լուծումները չեն կարող ուղղակիորեն կիրառվել հայոց լեզվի համար՝ առանց էական հարմարեցումների: Բացի այդ, հայոց լեզվի համար բացակայում են մեծածավալ ձայնային տվյալների հավաքածուները, ինչը լրացուցիչ մարտահրավեր է ներկայացնում:

Ներկառուցված սարքերում ՏԽՎ համակարգերի աշխատանքի ապահովումը ևս մեկ կարևոր խնդիր է, որը պահանջում է մոդելների բարելավում ծավալի և

կատարողականի տեսանկյունից, քվանտացման կիրառմամբ: Այս խնդիրը հատկապես կարևոր է ներդրված սարքերի և մոբայլ հավելվածների զարգացման համատեքստում:

Այսպիսով, Կարեն Հրահատի Նիկողոսյանի ատենախոսությունում առաջադրված հայոց լեզվի համար բազմախոսնակային ՏԽՎ համակարգի մշակման խնդիրները չափազանց արդիական են և ունեն կարևոր գիտական ու գործնական նշանակություն:

Ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրահանգումից, 110 անուն գրականության ցանկից և 2 հավելվածներից: Ատենախոսության ծավալը կազմում է 145 էջ, իսկ հավելվածների հետ միասին՝ 150 էջ:

Ներածությունում հիմնավորված է ատենախոսության արդիականությունը, ներկայացված են աշխատանքի նպատակներն ու խնդիրները, ինչպես նաև ստացված արդյունքների գիտական նորույթը, կիրառական արժեքը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:

Գլուխ 1-ում ներկայացվել են գրավոր տեքստը բանավոր խոսքի վերափոխման ավտոմատացված համակարգերի մշակման ընդհանուր դրույթները: Վերլուծվել են ՏԽՎ համակարգերի ժամանակակից ճարտարապետությունները, հայոց լեզվի համար գոյություն ունեցող գրանշանները հնչյունների վերափոխման (ԳՀՎ) համակարգերը և տվյալների հավաքածուները: Մանրամասն քննարկվել են հայոց լեզվի հնչյունաբանական առանձնահատկությունները և դրանց ազդեցությունը ՏԽՎ համակարգերի նախագծման վրա:

Գլուխ 2-ում առաջարկվել են տվյալների հավաքածուների ստեղծման և մշակման մեթոդներ: Մշակվել է ծայնային տվյալների ավտոմատացված սեգմենտավորման համակարգ, որն օգտագործում է dBFS սանդղակով ազդանշանի մակարդակի հաշվարկ և դինամիկ շեմային մեթոդ: Ստեղծվել են երկու հիմնական տվյալների հավաքածուներ՝ ծայնային տվյալների հավաքածու (21 ժամ, 14,182 ֆայլ) և ԳՀՎ տվյալների հավաքածու (17,862 գրանշան-հնչյուն զույգ):

Գլուխ 3-ում ներկայացված է արհեստական բանականության մոդելների մշակումը և ուսուցումը: Մանրամասն նկարագրվել է Conformer-CTC ճարտարապետությամբ ԳՀՎ մոդելի և գրավոր տեքստից բանավոր խոսքի վերափոխման ամբողջական հակառակորդային ուսուցմամբ պայմանական

փոփոխական ավտոկոդավորիչ (ՓԱՏԽ) ճարտարապետությամբ բազմախոսնակային ՏԽՎ մոդելի մշակման գործընթացը: Ներկայացվել են մոդելների ուսուցման արդյունքները և գնահատման չափանիշները:

Գլուխ 4-ում նկարագրված է մշակված համակարգի ծրագրային իրականացումը: Ներկայացվել են օգտագործողի գրաֆիկական միջավայրը, օպտիկական նիշերի ճանաչման (ՕՆՃ) մոդելի ինտեգրումը և ներկառուցված սարքերի համար օպտիմալացումը: Մանրամասն նկարագրվել է Open Neural Network Exchange (ONNX) ձևաչափի կիրառումը և քվանտացման գործընթացը:

Եզրահանգումը բխում է փորձարարական արդյունքներից և լրիվ համահունչ է այն մոտեցումներին, դրույթներին ու մեթոդներին, որոնք ներկայացվել են ատենախոսության մեջ:

Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորվածությունը

1. Մշակվել է Conformer-CTC ճարտարապետությամբ ԳՀՎ մոդել հայոց լեզվի համար, որն ապահովում է բարձր ճշգրտություն՝ 16.13% բառային սխալի գործակից (ԲՍԳ) և 17.36% հնչյունային սխալի գործակից (ՀՍԳ)՝ զգալիորեն գերազանցելով առկա Phonemizer գործիքի արդյունքները (96.60% ԲՍԳ և 36.15% ՀՍԳ):
2. Ստեղծվել է ձայնային տվյալների հավաքագրման ավտոմատացված համակարգ, որն իրագործում է dBFS սանդղակով ազդանշանի մակարդակի հաշվարկ և դինամիկ շեմային մեթոդ՝ օպտիմալ բաժանման կետերը հայտնաբերելու համար:
3. Մշակվել է բազմախոսնակային ՓԱՏԽ ճարտարապետությամբ ՏԽՎ մոդել հայոց լեզվի համար: Ստացված մոդելը թեստավորվել է միջազգայնորեն հայտնի և ընդունված մի քանի օբյեկտիվ չափանիշներով և ցուցաբերել է դրական արդյունքներ՝ հատկապես խոսնակի ձայնային առանձնահատկությունների պահպանման հարցում, ինչը կարևոր ցուցանիշ է բազմախոսնակային մոդելների համար:
4. ONNX ձևաչափի և քվանտացման միջոցով իրականացվել է մոդելի ծավալի և կատարողականի բարելավում, որը հանգեցրել է մոդելի չափի 87%-ով նվազեցման (1.0 ԳԲ-ից մինչև 127.5 ՄԲ), առերեսման ժամանակի 85%-ով կրճատման և 0.22-0.30 իրական ժամանակի գործակցի (ԻԺԳ) արժեքների ապահովման:

5. Մշակվել է Tesseract ՕՆՃ համակարգի հետ ինտեգրման նոր մեթոդ, որը թույլ է տվել կրճատել ճանաչման սխալների գործակիցը 56%-ով:

Աշխատանքում ստացված հիմնական գիտական դրույթները

- Հայոց լեզվի հնչյունաբանական առանձնահատկությունները հաշվի առնող բազմախոսնակային ՏԽՎ արհեստական բանականության (ԱԲ) մոդելը:
- Հայոց լեզվի համար մշակված ԳՀՎ համակարգը:
- Ձայնային տվյալների հավաքածուի ստեղծման և մշակման մեթոդները և գործիքակազմը:
- Ներկառուցված սարքերի համար օպտիմալացված բազմախոսնակային ՏԽՎ մոդելները:
- ՕՆՃ համակարգի հետ ինտեգրման լուծումները:
- Օգտագործողի համար նախատեսված գործիքակազմը՝ հիմնված արդի ՎԵԲ տեխնոլոգիաների վրա:

Ատենախոսության գիտական դրույթների հավաստիությունը հիմնավորված է տեսական հետազոտություններով, մաթեմատիկական հիմնավորումներով և փորձնական տվյալներով, որոնք ստացվել են համակողմանի փորձարարական հետազոտությունների և միջազգայնորեն ընդունված չափանիշների միջոցով:

Ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը

Ատենախոսության շրջանակներում մշակված համակարգը համապատասխանում է ժամանակակից ՏԽՎ համակարգերին առաջադրվող տեխնիկական պահանջներին: Համակարգն ապահովում է բարձր որակի խոսքի սինթեզ՝ խոսնակի 0.9366 նույնականության գործակցով:

Ներկառուցված սարքերի համար իրականացված բարելավումը թույլ է տալիս համակարգը տեղակայել սահմանափակ ռեսուրսներով սարքերում: Բարելավված մոդելների ցածր հիշողության սպառումը (միջին երկարության տեքստերի համար ընդամենը մի քանի ՄԲ) և արագ աշխատանքը (իրական ժամանակից 3-4 անգամ ավելի արագ) հնարավորություն են տալիս կիրառել համակարգը բազմաթիվ գործնական խնդիրների լուծման համար:

Մշակված համակարգը կիրառելի է կրթական նյութերի ձայնային տարբերակների ստեղծման, գրադարանային համակարգերում ձայնային գրքերի

ավտոմատացված նախապատրաստման, հանրային ծառայությունների ոլորտում տեղեկատվության մատչելիության ապահովման և այլ ոլորտներում:

Աշխատանքի արդյունքները ներդրվել են ՀԱՊՀ «Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և ավտոմատացում» ամբիոնի՝ «Բնական լեզվի մշակում» և «Բնական լեզվի բանական վերլուծության մեթոդներ» դասընթացների տեսական ու գործնական պարապմունքներում:

Հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են հեղինակի 9 գիտական աշխատանքներում, որոնցից երկուսը առանց համահեղինակի, իսկ մեկը «SCOPUS» գիտական շտեմարանում: Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական բովանդակությունը:

Նկատված թերությունները և առաջարկությունները

1. Ատենախոսությունում և սեղմագրում բերված որոշ գրաֆիկներ՝ հատկապես կայքէջին վերբերվող, դժվար ընթեռնելի են:
2. Ատենախոսությունում ցանկալի կլիներ ներառել ավելի մանրամասն համեմատություն այլ լեզուների համար մշակված նմանատիպ համակարգերի հետ:
3. Թեև համակարգը ցուցաբերում է բարձր արդյունքներ երկու խոսնակի համար, ցանկալի կլիներ ընդլայնել խոսնակների քանակը և ներառել նաև իգական սեռի խոսնակներ:
4. Օգտակար կլիներ ավելի մանրամասն քննարկել համակարգի կիրառման հնարավորությունները տարբեր բարբառների և առոգանությունների համար:

Սակայն նշված դիտողությունները չեն նվազեցնում Կարեն Հրահատի Նիկողոսյանի կողմից կատարած աշխատանքի արժեքը, որն արդիական է իր էությամբ և ունի կարևոր գիտական ու կիրառական նշանակություն:

Եզրակացություն

Կարեն Հրահատի Նիկողոսյանի «Հայոց լեզվով գրավոր տեքստը բանավոր խոսքի վերափոխման ավտոմատացված համակարգի մշակումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն գիտական աշխատանք է, որն ունի զգալի գիտական և գործնական արժեք: Աշխատանքը կատարված է բարձր գիտական մակարդակով և լուծում է կարևոր գիտատեխնիկական խնդիր:

Ատենախոսությունն իր ծավալով, գիտական մակարդակով և ձևակերպմամբ լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՍՆ բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող բոլոր պահանջներին, բովանդակությամբ համապատասխանում է Ե.13.02 - «Ավտոմատացման համակարգեր» մասնագիտությանը, իսկ հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

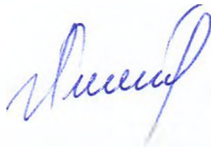
Ատենախոսությունը զեկուցվել, մանրամասն քննարկվել և հավանության է արժանացել «Երևանի կապի միջոցների գիտահետազոտական ինստիտուտ» ՓԲԸ-ի 2025թ. հուլիսի 1-ին կայացած գիտական սեմինարում: Ներկա էին՝ 8 անձ՝ տ.գ.դ. Ա. Մարկոսյանը, տ.գ.թ. Ա. Ահարոնյանը, տնօրեն Հ. Մարտիրոսյանը, բաժնի վարիչներ՝ Ֆ. Տեր-Չաքարյանը, Ա. Մակարյանը, լաբ. վարիչ՝ Ա. Զարգարյանը, առաջատար ճարտարագետ Լ.Մանուչարյանը, ճարտարագետ ծրագրավորող Ա. Կայծակովը:

ԵրԿՄԳՀԻ-ի գիտխորհրդի նախագահ,
տ.գ.դ., պրոֆեսոր՝



Ա. Մարկոսյան

Գիտական քարտուղար՝



Ա. Մակարյան

Ստորագրությունները հաստատում եմ
Կազմակերպության կադրերի բաժնի վարիչ՝



Ի. Վանդունց