

sections can be found at the lowest cost using the exposure factor.

Keywords: Routing, how to specify a graph, a boulevector

УДК 621.391.327

О.Ж. Бабомурадов, Ю.Ш. Юлдошев, О.Х. Тўрақулов, Б.И. Отахонова.

НУТҚНИ ТАНИБ ОЛИШ ТИЗИМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ЎНДАШУВЛАРИ

Мақолада нутқни таниб олиш тизимларини қуриш борасида олиб борилган бир қатор назарий ва амалий ишланмалар таҳлили келтирилган бўлиб, баъзи тизимларнинг функционал имкониятларини таққосламаси амалга оширилган. Ўтказилган таҳлил ва таққосламалар асосида тадқиқотнинг навбатдаги босқичлари учун истиқболлар белгилаб олинган.

Калит сўзлар: Яширин Марков модел, Speech – to – Text, Нейрон тармоғи, Гаус аралашмали модели, Фурье катори, фонема, дифон.

Кириш. Нутқни таниб олиш тизимлари “инсон – машина” мулоқот муҳитида табиий мулоқот тилини моделлаштиришни назарда тутди. Табиий тилни моделлаштириш орқали компьютернинг турли дастурий таъминотларини нутқ асосида бошқариш, нутқ сигналларни матнга ўтказиш (йиғилиш, сўроқ баённомалари, дарс баёни матнли кўриниши ва ҳ.к.) каби масалаларни ечиш имконияти яратилади.

Ҳозирги кунда нутқни таниб олиш турли соҳаларда кенг қамровда қўлланилмоқда. Бунга мисол сифатида Интернетнинг асосий хизматларини ўзида мужассамлаштирилган Google, Yandex кабиларни келтириш мумкин. Smart технологияларни ривожланиши турли мобил иловалар ёрдамида ҳаттоки ақлли уйни яратишда бошқариш имкониятлари яратмоқда. Замонавий ахборот – коммуникация технолгияларининг ривожланиш тенденцияси эса турли “Ақлли” технологияларини кенг тарқалиши нутқ асосида бошқариш механизмини такомиллаштиришни талаб этмоқда. Бу эса ўз навбатида тадқиқотчилардан энг самарали таниб олиш тизимларини ишлаб чиқиш учун мавжуд усул ва алгоритмларни такомиллаштиришни талаб қилади.

Мазкур тадқиқотда нутқни таниб олиш учун дастлабки ишлов бериш механизмини яратиш борасида тавсиялар ва зарурий тақлифлар беришни мақсад қилиб қўйган. Бунинг учун кенг қамровли таҳлилларга асосланган таҳлилий маълумотлар, тадқиқот ва тижорат мақсадларида амалга оширилган модел ва алгоритмик – дастурий ишланмалар таҳлил қилинган.

Нутқни таниб олиш тизимларини қўйидагича туркумлаш мумкин:

-Луғат ҳажми бўйича (чекланган сўзлар жамланмаси, катта миқдорли луғат);

-Сухандонга боғлиқлиги бўйича (сухандонга боғлиқ ва сухандога боғлиқ бўлмаган тизимлар);

-Нутқ тури бўйича (бирикан ва ажратилган нутқ);

Бабажанова Асал Таиржановна
Эл. почта: asalya2407@gmail.com
Алламов Ойбек
Эл. почта: oybek.allamov@gmail.com

-Қўлланиш бўйича (айтиб туриш тизими ва буйруқлар тизими);

-Фойдаланилаётган алгоритми бўйича (нейрон тармоғи, яширин Марков моделлари, динамик дастурлаш);

-Тузилмавий бирликлари ва турлари бўйича (ибора, сўз, фонемалар, дифон ва аллофонлар, яъни сўзларнинг турли белгилараро ифодаланиши);

-Тузилмавий бирликларга ажратиш тамоиллари бўйича (шаблон бўйича таниб олиш, лексик элементларини ажратиш).

Ушбу туркумланиш асосида нутқни таниб олиш тизимларини шакллантиришда дастлабки ишлов бериш ва таниб олиш механизмини яратиш учун таянч бўладиган бир қатор ёндашувлар тадқиқ қилинган. Таҳлил асосида нутқни автоматлаштирилган таҳлиллаш масаласини ечишда дастлабки ишлов бериш ва таниб олиш самарадорлигини оширишга хизмат қилувчи механизмни қуриш учун асос бўлувчи ёндашувни аниқлаб олинган.

Нутқни таниб олиш бўйича назарий ва амалий ишланмалар таҳлили. [1] ишда нутқни таниб олиш турлари ва алгоритмларини таҳлиллашни амалга оширган бўлиб, уларнинг таъқидлашича нутқни таниб олиш учун энг мақбули яширин Марков модели (ЯММ) эканлиги таъқидланган.

Мазкур тадқиқот ишида афзал қўрилган яширин марков модели яна бир қатор таҳлил қилинган ишларда ўз аксини топган. Булардан [2] ишда статистик моделлаштириш нутқли ва тил ишлов бериш механизмини қуришда яширин Марков моделларини кесишувчи ишлов бериш механизми ёритилган.

Ўтган асрнинг 90-йилларда амалга оширилган тадқиқотларда статистик усулларга қирувчи моделларнинг ишлатилиши урф бўлган. [3,4] ишлар 90-йилларда чуқурлаштирилган тадқиқотлар учун асос бўлган ишлар сифатида қараш ўринли. Унда 60–70 йилларда асос солиниб, техник жиҳатдан

имкониятларнинг етарли бўлмаганлигидан озроқ эътибор сусайган статик усуллардан яширин Марков моделини кенг математик тузилмаллигини ҳисобга олган ҳолда маълумотларга ишлов бериш, жумладан, нутқни таниб олиш масаласида кенг қўлланиш истикболлари, машинали ўқитиш тизимларини қуришдаги ўрни ёритиб берилган. Хусусан, [5] ишда мазкур анъанавий ёндашувдан четлашиш учун дастлабки тавсиялар берилган.

2000 йилларга келиб нутқни таниб олиш масаласи кенг тадқиқ қилина бошланди ва натижалар тадқиқот мақсадларида эмас, балки тижорат мақсадларига ҳам кенг йўналтирилди. Бу нутқга ишлов бериш, таҳлиллаш ва таниб олиш масалаларини ечишда техник имкониятлар ҳам кенгайганини кўрсатади. Мазкур турдаги

тадқиқотларда дастурий воситаларда анализ (Speech – to – Text) ҳамда синтез (Text – to – Speech, бу тескари масала ҳам дейилади) масалаларини қамраб олинган [6].

[7] ишда телефонда сўзлашувларни моделлаштириш орқали нутқни таниб олишни амалга оширилган бўлиб, асосий урғу визуал артикуляцияни моделлаштиришга қаратилган.

Бунинг учун SVM таснифлаш функциясига қирувчи маълумотларни OBN қиришларини сўзлар орқали шакллантириб, сўз бирикмаларини асинхронлигини ўрганиш тақлиф этилган. Яширин марков моделларига асосланган нутқни таниб олиш моделлари ўзининг содда тузилмаси билан фарқланади.

I-жадвал

Нутқни таниб олиш тизимларининг қиёсий таҳлили

| Нутқни таниб олиш тизимлари | Тизимнинг функционал элементлари | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Нутқни ёзиб олиш | Автоматик таҳлил қилиш | Нутққа мос хабар шакллантириш | Платформа билан боғлиқлик | Тил чеклови | Қўллаб қувватлаш тизми | Локал дастурий восита | Глобал дастурий восита |
| Smart Logger II | + | + | + | + | RU, ENG | + | + | + |
| <u>Voice Digger</u> | + | + | + | + | RU, ENG, KZ, араб тили | + | + | - |
| <u>Voice Digger Swift</u> | + | - | + | + | RU, ENG, KZ, араб тили | + | - | + |
| <u>Рупор 2М</u> | + | + | + | + | RU, ENG | + | - | + |
| <u>Рупор II</u> | + | + | + | + | RU, ENG | + | - | + |
| <u>VoiceNavigator</u> | + | + | + | + | RU | + | + | + |
| <u>VoiceNavigator Web</u> | + | + | + | + | RU, ENG | + | - | + |
| «БАРЫШНЯ» | + | + | - | + | RU | + | + | + |
| «ПОТРЕБИТЕЛЬ» | + | + | - | - | RU | + | + | - |
| Speeво Speech Recognition | + | + | + | + | RU, ENG | + | - | + |
| Google speech Recognition | + | + | + | + | ENG | + | - | + |
| Yandex Speech Kit | + | + | + | + | RU | + | - | + |
| Sakrament ASR Engine | + | + | - | - | Тилга боғлиқ эмас | + | - | + |
| Dragon Naturally Speaking | + | + | + | + | ENG | + | + | - |

Яширин марков модели асосига қурилган LVCSR тизими архитектурасида жараён самарадорлигини оширишга йўналтирилган замонавий моделлаштириш ютуқлари тадқиқ этилган [8]. Ушбу ютуқлар проексия функцияси, чизикли боғлиқлик

ўлчови, дискриминант параметрлар баҳоси, мослашувчанлик ва нормаллашув, ҳалиқит компенсацияси ва кўп ўтказувчан тизим комбинациясини мужассамлаштиради. Натижаларни амалга оширилиши янгиликлар ва сўзлашув

транскрипцияси мисолида келтирилган.

2002йил Жон–Хопкинс университетининг ёзи тадқиқот семинарида Вашингтон университети вакили Катрин Кирчхофф томонидан мураккаб талафузли тил ҳисобланган араб тили учун нутқни таниб олиш бўйича қилинган катта ишни тақдим этди [9]. Унда MSA (араб тили тузилиш стандарти) бўйича тилни моделлаштириш амалга оширилган бўлиб, таниб олиш тизимида ўқитиш тил стандарти билан боғлаб кўрсатилган. Бироқ унда тил стандартини (лингвистик коидаларни) қўлланилиши катта силжишга олиб келмаган. Мақсадга эришишни учта турли моделлардан фойдаланиш мумкинлиги кўрсатилади: булар қисмлар моделлари, морфологик оқимлар моделлари ва асосланган тил моделлари. Яратилган дастурий восита, сўзларни латин алифбосига олиб келиш, араб тили нутқ қисмлари учун статик триггер SRILM моделлаштириш тили ёрдамида амалга оширилган.

Microsoft корпорацияси ҳамда IBM T.I.Watson Research Center нинг бир гуруҳ тадқиқотчилари нутқни таниб олишнинг бир нечта усулларини тадқиқ қилиниб, ўқитиш жараёнини яхшилаш мақсадида Гаус аралашмали модели (MAP) ни қўллашганида аниқлик миқдори 15-20% ошганини кўрсатди. У чекланган ўқув маълумотлари бўлган ҳолатда ҳам яхши натижа берди [10].

Нутқни таниб олиш технологияларининг ривожланиши, учун бир қатор моделлаштиришнинг замонавий воситаларини қўллаш ҳамisha ҳам яхшироқ ечим бермаслиги мумкин. Бунга яширин Марков модели асосига қурилган статистик нутқни таҳлилини ва таниб олиш моделини қараб ўтиш ўринли [11]. Яширин Марков модели билан қўшилиб нейрон тармоғини қўллаш ундаги ҳаққонийлик даражасини аниқлаш учун математик аппарат тақлиф этилган. 2013 йил қурилган математик аппарат асосида дастурий ишланмаиси экспериментли тарзда ишлаб чиқилди. Дастурий восита Mediaparl кўптли МБ га асосланиб қурилган бўлиб, немис тилидаги нутқларни таниб олишни амалга оширади. Натижалар гибрид моделларининг нутқни таниб олишда яхшироқ ишлаши асосланган.

Нутқни таниб олишни лексик модели дастурий воситалари сўзга асосланади. Бунда кенг тарқалган сўзлар лексикаси ҳосил қилиб олинади. Бироқ сўзларнинг тусланиш, турланиши каби бир қатор омиллар борки бу жараён марақаблигини оширади. [12] ишда мазкур ёндашув фин тили мисолида амалга оширилган. Ҳосил бўлиши мумкин бўлган салбий оқибатларни четлаб ўтиш учун сўз лексик тузилиши учун n-грамм морфологик моделдан фойдаланилган. Уша вақтда мавжуд бўлган дастурий воситаларга нисбатан самарадорлик кўрсаткичи 30% ни ташкил этган.

Google компанияси ҳамда Амстердам университети ходимлари ҳамкорликда мобил қурилмалари учун қурилма даражасида нутқни таниб олиш механизмини шакллантириш масалаларини қараб ўтилган [13]. Уларнинг тақлифи

доирасида мавжуд лексик корпусли мингдан зиёд мақсадли жумлалар ҳосил қилиш жой олган. Суб–сўзлар жамланмасидан ажратилган модели ёрдамида аниқлик текширилади: суб–сўзнинг четлашиш модели ҳамда “оқ рўйхат”ли n – грамм модели. Механизм ишини яхшилаш учун мақсадли ва мақсадсиз жумлалар орасидаги сўз ясовчилар ёрдамида ҳосил қилишни илгари суришган. Бу ерда сўз ясовчи ёрдамида гибрид созлагич шакллантирилади.

Бугунги кунда узлуксиз нутқларни ўқитувчили таниб олиш тизимини ишлаб чиқиш долзарб масала ҳисобланади. Бундай тадқиқотлар доирасида Speech Dat маълумотлар базаси ҳамда яширин Марков модели асосида параметрларни ўқитишни амалга оширишни назарда тутди [14]. Тадқиқот доирасида контекстга боғлиқ моделларни тажриба учун фойдаланилган. Натижалар таҳлилида сезиларли яхшиланишга эришилган. Генри Алтман ўзининг рисоласида [15] инсон сўзлашуви нутқларини таниб олиш борасидаги муммолар: сўзнинг идентификацияси, оҳанг ва синтаксис тузилмалар орасидаги боғлиқлик ва синтаксис ажратишлар. Асосий восита сифатида когнитив моделлардан фойдаланиш атрофлича баён этилган ва асосланган.

Нутқни таниб олишнинг айрим амалий ишланмалари таҳлили. Тадқиқотчилар томонидан ишлаб чиқилган назарий ишланмалар асосида яратилган бажарадиган функционал имкониятлари яқин бўлган дастурий ишланмалар ўрганиб чиқилди ва солиштирма таҳлил қилинди. Мазкур таҳлил натижалари 1-жадвалда келтирилган.

Мавжуд тизимларнинг таҳлили асосий тизимларни юкорида келтирилган таснифи асосида тилга, суҳандонга боғлиқлиги ва қўлланилиши бўйича фойдаланилаётганлигини кўрсатди.

Энг асосий кўрсаткич сифатида тилга боғлиқлиги бўлиб, тилга боғлиқ бўлмаган тизимда таниб олиш жараёни самарадорлигининг пастлиги кузатилди.

Хулоса. Ишлаб чиқилган таниб олиш тизимларининг таҳлили асосида универсаллаштириш, яъни тил, нутқ ва тузилмавий бирликларини барча тиллар учун ягона кўринишга келтириш орқали амалга оширилиши хато йўл эканлиги ҳамда бундай тизимларни тиллар учун алоҳида ёки тил гуруҳлари учун модулларни шакллантириш орқали амалга ошириш ўринли ҳисобланади.

Мазкур таҳлиллар асосида нутқ таҳлилини амалга оширишда дастлабки ишлов беришни амалга оширишда Фурье қаторидан фойдаланиш, таниб олишда яширин Марков жараёнидан фойдаланиш ўринли. Асосий тадқиқот йўналиши Фурье қатори ёрдамида дастлабки ишлов бериш механизми ва таниб олишнинг Марков жараёни аппарати иш самарадорлигини оширишга қаратилади.

Адабиётлар:

1. Dr.V.Ajantha Devi, Ms.V.Suganya An Analysis on

Types of Speech Recognition and Algorithm// International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCS T) – Volume 4 Issue 2, Mar - Apr 2016, pp. 350-355

2. Xiaodong He, Li Deng, Roland Kuhn, Helen Meng Samy Bengio Introduction to the Issue on Statistical Learning Methods for Speech and Language Processing// IEEE journal of selected topics in signal processing, vol. 4, no. 6, december 2010, pp. 913-916

3. Lawrence R. Rabiner A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition // PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 77, NO. 2, FEBRUARY 1989, pp. 257-286

4. Joseph w. Picone signal modeling techniques in speech recognition / senior member, ieee/ proceedings of the ieee, vol. 81, NO. 9, september 1993, pp.1215-1247

5. Jeffrey Adam Bilmes Natural Statistical Models for Automatic Speech Recognition// International Computer Science Institute California 94704-1198
ftp://ftp.icsi.berkeley.edu/pub/speech/papers/thesis-bilmes99.pdf

6. Urmila Shrawankar, Anjali Mahajan Speech: A Challenge to Digital Signal Processing Technology for Human-to-Computer Interaction //

<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.1925.pdf>

7. Kate Saenko, Karen Livescu, James Glass, and Trevor Darrell Production Domain Modeling Of Pronunciation For Visual Speech Recognition // 0-7803-8874-7/05/\$20.00 ©2005 IEEE ICASSP 2005, pp.473-476

http://ttic.uchicago.edu/~klivescu/papers/saenko_eta1_ICASSP05.pdf

8. Mark Gales, Steve Young The Application of Hidden Markov Models in Speech Recognition // Foundations and TrendsR in Signal Processing Vol. 1, No. 3 (2007) 195–304 2008 M. Gales and S. Young

9. Katrin Kirchhoff Novel Speech Recognition Models for Arabic // Johns-Hopkins University Summer Research Workshop 2002 Final Report
<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/cmt55/dFiles/lti/Courses/731/homework/srilm/flm/do/arabic-final.pdf>

10. Daniel Povey, Stephen M. Chu, Jason Pelecanos, Hagen Soltau Approaches to Speech Recognition based on Speaker Recognition Techniques // <http://danielpovey.com/files/ubmchapter.pdf>

11. Sandrine Revaz, Milos Cernak, Christian Mazza Statistical Models in Automatic Speech Recognition
http://publications.idiap.ch/downloads/papers/015/Revaz_THESIS_2015.pdf

12. Teemu Hirsimäki, Mathias Creutz, Vesa Siivola,

Mikko Kurimo Morphologically Motivated Language Models In Speech Recognition

<http://users.ics.aalto.fi/mcreutz/papers/Hirsimai05akrr.pdf>

13. Christophe Van Gysel , Leonid Velikovich , Ian McGraw , Françoise Beaufays Garbage Modeling for On-device Speech Recognition // <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/ru//pubs/archive/43847.pdf>

14. GIAMPIERO SALVI Developing acoustics models for automatic speech recognition //Master's Thesis at TMH / <http://www.speech.kth.se/prod/publications/fils/1308.pdf>

15. Gerry T. M. Altmann Cognitive Models of Speech Processing // Cambridge, MA: The MIT Press (The ACL-MIT Press Series in Natural Language Processing), 1990, 540 pp.

Бабомуратов Озод Жураевич

ТАТУ Ахборот тизимлари ва дастурий таъминоти кафедраси мудири.

bobomurodov@edu.uz

Юлдошев Юсуф Шералиевич

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ахборот технологиялари университети хузуридаги ахборот – коммуникация технологиялари илмий – инновацион маркази таянч доктаранти

yusuf_yuldoshev@mail.ru

Тўрақулов Отабек Холмирзаевич

Жиззах политехника институти таянч докторанти

oturakulov@mail.ru

Б.И.Отахонова

ФарДУ, АТ кафедраси ўқитувчиси

Эл. почта: bahrixon@mail.ru

O.J.Babomuradov., Yu.Sh.Yuldoshev., O.X.To'raqulov, B.I.Otahonava

Approaches to the development of speech recognition systems

The article presents a number of theoretical and applied ones on the development of speech recognition systems, and compares the functional capabilities of some speech recognition systems.

The aspects of the following research stages are determined based on foreseen analyzes and comparisons.

Keywords: Hidden Markov models, Speech – to – Text, Neural Networks, Gaussian mixture models, Fourier transform, phoneme, diphon.