



## AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun və Azərbaycan Respublikasının Rabitə və İnformasiya Texnologiyaları Nazirliyinin İKT-nin inkişafına yönəlmiş əhəmiyyətli layihələrin dəstəklənməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə 2013-cü il üçün 2-ci məqsədli birgə İKT müsabiqəsinin (EIF-RİTN-MQM-2/İKT-2-2013-7(13)) qalibi olmuş və yerinə yetirilmiş layihə üzrə

### YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Azərbaycan dilində mətnlərin səsləndirilməsi sistemi üçün kişi və qadın səslərindən ibarət nitq korpusunun və proqram təminatının yaradılması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **İbrahimov Bayram Qənimət oğlu**

Qrantın məbləği: **49 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-RİTN-MQM-2/İKT-2-2013-7(13)-29/13/1-M-20**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **24 aprel 2014-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2014-cü il – 01 may 2015-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Bu layihə çərçivəsində Azərbaycan dilində mətnlərin səsləndirilməsi üçün zəruri olan informasiya bazalarının, nitq korpusunun və proqram təminatının yaradılması nəzərdə tutulmuşdu. **İnformasiya bazalarına**

- diktorların səslərinin yazılması üçün lazım olan mətn korpusu,
- yazılışı və deyilişi fərqli olan sözlərin tələffüzü bazası,
- Azərbaycan dilində istənilən söz-formanı düzgün səsləndirməyə imkan verən tələffüz qaydaları,
- qadın və kişi diktorların hər birinin ayrılıqda 40 saat səsinin yazıldığı nitq korpusu və digər elementlər daxildir.



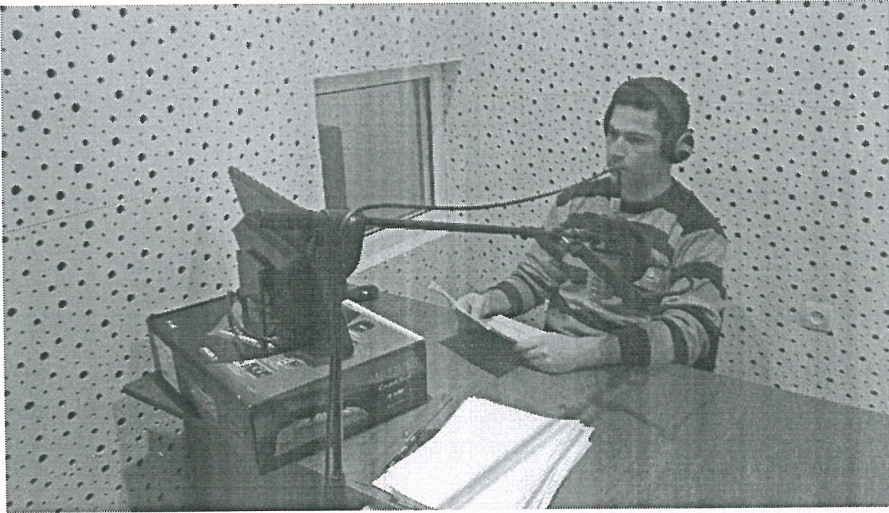
Nəzərdə tutulan bütün işlər tam həcmdə yerinə yetirilmişdir.

Nitq bazasının yaradılması üçün 10 nəfərə yaxın diktorla söhbət aparılmış, onların hər birinin təxminən 10 dəqiqəlik səsi yazılaraq dinlənilmiş və nəticədə bir qadın (Əliyeva Şəmsiyyə Fərhad qızı, Şəkil 1) və bir kişi (Əhədov Niyal Əli oğlu, Şəkil 2) səsi daha uyğun hesab olunmuş və onlar diktor kimi seçilmişlər. Elmin İnkişaf Fondu seçilmiş diktorlarla söhbət aparmış və onlarla müqavilə bağlamışdır.

Seçilmiş diktorların səs yazılarından ibarət olan nitq korpusları Azərbaycan dilində istənilən mətni kompüter tərəfindən insan səsi ilə səsləndirmək üçün proqram təminatının (TTS- Text-To-Speech) yaradılmasında istifadə olunur.



Şəkil 1. Əliyeva Şəmsiyyə Fərhad qızı



Şəkil 2. Əhədov Niyal Əli oğlu

Diktorların səslərinin yazılması prosesi 6 ay davam etmişdir.

Bu müddət ərzində hər bir diktor 25 minə yaxın cümlə oxumuşdur. Oxunmuş cümlələr müəyyən qaydalara əməl etməklə Azərbaycan dilinin böyük mətn korpusundan seçilmişdir (Bu mətn korpusu hal-hazırda 64 milyon cümlədən və 900 milyona yaxın söz-formadan ibarət olub Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyinin dəstəyi ilə həyata keçirilən Dilmanc Layihəsi çərçivəsində



yaradılmışdır).

Cümlələr seçilərək Azərbaycan dilində bütün aktiv hecaların (korpusda rast gəlinən hecaların) əhatə olunması nəzərdə tutulmuşdur. Bundan əlavə cümlələr elə seçilmişdir ki, hər bir aktiv hecanın sözün əvvəlində, ortasında və axırında gəlməsi, vurğulu və ya vurğusuz olması variantları əhatə olunsun.

Azərbaycan dilinin digər türk dilləri kimi aqqlütinativ dil olması TTS sistemi yaradarkən müəyyən çətinliklərə səbəb olur. Belə ki, eyni bir söz kökündən "sonsuz" sayda söz-forma düzəltməyin mümkünlüyü mətn üzrə nitqin generasiyası zamanı vurğunun yerinin müəyyən olunmasını tələb edir. Qısaca onu demək olar ki, hər bir şəkilçi (sadə və ya mürəkkəb) söz kökündə olan vurğunun yerini dəyişmək xüsusiyyətinə malikdir. Bu da nitqin avtomatik generasiyası zamanı çətinliklər yaradırdı. Layihə çərçivəsində aparılmış tədqiqatlar nəticəsində bu problem də öz həllini tapmışdır.

"Azərbaycan dilində mətnlərin səsləndirilməsi sistemi üçün kişi və qadın səslərindən ibarət nitq korpusunun və proqram təminatının yaradılması" layihəsi çərçivəsində yuxarıda qeyd olunmuş işlərdən əlavə TTS sisteminin yaradılması üçün digər zəruri komponentlər də hazırlanmışdır.

Belə ki, zəruri komponentlərdən biri də tələffüz lüğətidir. Tələffüz lüğətinin yaradılması istiqamətində işlər sona çatdırılmışdır. Azərbaycan dilində söz-formada vurğunun yerinin sabit olmadığını və şəkilçidən asılı olaraq yerini dəyişdiyini nəzərə alaraq, vurğunun yerinin avtomatik təyin olunması alqoritminin yaradılması istiqamətində tədqiqatlar aparılmışdır və bu tədqiqat işi Azərbaycan elmində ilk dəfə olaraq kök+şəkilçi şəklində nitq vahidlərində (söz-formalarda) vurğunun yerini avtomatik müəyyən etməyə imkan verir. Bu tədqiqatı başqa sözlə "Şəkilçi zəncirlərinin orfoepiya lüğəti" də adlandırmaq olar (Söz köklərinin orfoepiya lüğəti olsa da, söz-formaların orfoepiya lüğəti indiyə qədər işlənməmişdir).

Bundan əlavə, tələffüz lüğətinə, əvvəlki hesabatda qeyd edildiyi kimi, bu lüğətə yazıldığı kimi tələffüz olunmayan leksik vahidlər, məsələn: moskva – maskva, qısaltmalar, digər dillərdə olan və tərcümə edilməyən –məsələn, windows, [www.eif.gov.az](http://www.eif.gov.az) və s. bu kimi nitq elementləri daxil edilir.

Hal-hazırda lüğətin ilkin variantının redaktəsi başa çatdırılmışdır;

Səsləndirmə sisteminin yaradılması zamanı bir neçə - daha doğrusu 2 yanaşmadan istifadə edilməklə eksperimentlər aparılmışdır. Bu yanaşmalar HMM (Hidden Markov Models - gizli Markov modelləri) və Unit Selection adlı yanaşma olmuşlar. Hər iki yanaşma TTS sistemlərinin qurulması zamanı geniş istifadə edilir.

Mətnin səsləndirilməsi sisteminin bu yanaşmalara əsaslanan müxtəlif alqoritmlərlə işləyən bir neçə ilkin eksperimental variantı yaradılmış və yoxlanılmışdır (bu iş layihə başa çatmamış hər dəfə natamam korpus əsasında yerinə yetirilmişdir).

HMM yanaşması vasitəsilə alınmış TTS sistemi nisbətən daha kobud sintetik səs alınmasına səbəb olmuşdur və bu yanaşma ilə yaradılmış sistem tərəfimizdən məqbul hesab olunmamışdır.

İkinci yanaşma ilə alınmış proqramın sınaqdan keçirilməsi zamanı Azərbaycan dilində mətnlər üzrə insan səsinə daha yaxın səs generasiya etmək mümkün olmuşdur və beləliklə də, Unit Selection yanaşmasının daha keyfiyyətli nəticə verdiyi məlum olmuşdur.

Daha böyük nitq korpusu üzərində sonradan aparılmış eksperimentlər də Unit Selection yanaşmasının seçilməsinin doğru olduğunu göstərmişdir.



Məhz bu yanaşmadan istifadə etməklə yeni TTS sistemi yaradılmışdır. Nəticələr nəzərdə tutulmuş keyfiyyətli TTS sisteminin yaradılmasına tam təminat vermişdir (Proqram təminatının ilkin versiyası 80 saatlıq nitq korpusu əsasında iki diktorun səsindən istifadə etməklə yaradılmışdır). Hal-hazırda onun kütləvi istifadəyə verilməsi istiqamətində işlər görülür.

2

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)  
(burada doldurmalı)

Layihə çərçivəsində aşağıdakı işlərin görülməsi nəzərdə tutulmuşdu:

- Azərbaycan dilinin böyük mətn korpusundan (1 milyarda yaxın söz-formadan ibarət) istifadə etməklə dilimizdə olan bütün fonemləri, dayfonları, trifonları və hecaları özündə saxlayan və dilin tələffüz xüsusiyyətlərini modeləşdirməyə imkan verən minimal sayda cümlələrdən ibarət olan mətn korpusunun yaradılması (Bu korpusun kiçik bir fraqmenti Cədvəl 1-də göstərilmişdir);
- Yazılışı və oxunuşu fərqli olan sözlərdən ibarət tələffüz lüğəti (bazası) yaradılması (Cədvəl 3-baxın);
- Əvvəlki addımlarda müəyyən edilmiş söz və mətn bazaları bir qadın və bir kişi diktor tərəfindən səsləndirilərək hər biri 40 saat olmaqla (cəmi 80 saat) nitq korpusu yaradılması;
- Nitq korpusu operatorlar və proqramçılar tərəfindən TTS alqoritmlərinin tələbinə uyğun olaraq xüsusi qaydada emal olunması, küylərin və digər fon elementlərinin təmizlənməsi,
- Mətn korpusu ilə nitq korpusu arasındakı uyumsuzluqların aradan qaldırılması;
- Alınmış korpuslar mətnlərin səsləndirilməsi üçün yeni proqram təminatının yaradılmasında istifadə edilməsi və [www.dilmanc.az](http://www.dilmanc.az) saytında yerləşdirilməsi.

Göstərilən bütün bəndlər üzrə işlər tam yerinə yetirilmişdir. Belə ki, Azərbaycan dilinin bütün aktiv hecaları müəyyən olunmuşdur (Azərbaycan dilinin böyük mətn korpusundan istifadə etməklə). Aktiv heca dedikdə böyük korpusda heç olmazsa bir dəfə rast gəlinən hecalar başa düşülür. Bu proses diktorlar üçün seçilmiş mətn korpusunu xeyli azaltmağa imkan vermişdir. Diktorlar üçün yaradılmış və nitq korpusunun yaradılması prosesində istifadə edilmiş cümlələrin bir hissəsi aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir (Cədvəl 3).

Yazılışı və oxunuşu müxtəlif olan sözlər müəyyən edilərək tələffüz lüğətinə daxil edilmişdir. Bundan əlavə Azərbaycan dilində şəkilçilərin tələffüz lüğəti yaradılmışdır ki, bu lüğət də istənilən söz-formada vurğunun yerini müəyyən etməyə imkan verir.

Bu lüğətin yaradılması üçün əvvəlcə Azərbaycan dilinin aktiv şəkilçi və şəkilçi zəncirləri bazası yaradılmışdır (Cədvəl 4). Bu bazanın yaradılması şəkilçilərin vurğularını müəyyən etməyə imkan vermişdir. Sual oluna bilər ki, aktiv şəkilçi və şəkilçi zəncirlərinin müəyyən olunması hansı zərurətdən yaranır? Qeyd etdiyimiz kimi Azərbaycan dili də digər türk dilləri kimi morfoloji cəhətdən çox zəngin olduğundan dilimizdə əsas söz kütləsini söz kökləri deyil söz-formalar təşkil edir. Analitik dillərdə (məsələn, ingilis dilində) şəkilçi bazası çox məhduddur və sözlər arasında



grammatik əlaqələr yalnız söz sırası və məhdud sayda söz önləri vasitəsilə düzəlir. Söz-formalar bu dillərdə çoxluq təşkil etmir. Ona görə də söz köklərinin orfoepiya lüğətinin olması səsləndirmə proqramları yaradarkən işin xeyli yüngülləşməsinə səbəb olur. Belə ki, lüğətdən istifadə etməklə söz-formada vurğunun yerini avtomatik müəyyən edən və vurğunun düşdüyü hecanı düzgün səsləndirən proqram modulu yaratmaq mümkündür.

Azərbaycan dilində isə belə deyildir. Təkcə onu qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan dilinin Dilmanc layihəsi çərçivəsində yaradılmış korpusu (bu korpus yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi 900 milyon söz-formadan ibarətdir) 9 milyondan artıq təkrarlanmayan söz-formadan təşkil olunmuşdur. Halbuki, Azərbaycan dilinin son orfoqrafiya lüğətində cəmi 114 minə yaxın söz kökü qeydə alınmışdır. Bu isə onu göstərir ki, söz-formalar dilimizdə mütləq əksəriyyət təşkil edir. Ona görə də söz köklərinin orfoepiya lüğətinin olması (Azərbaycan dili bir neçə yığcam orfoepiya lüğəti çap olunmuşdur) bizim halda problemin həllinə qismən kömək edir. Səsləndirmə proqramı yaradarkən söz-formaların da tələffüzü qaydaları hazırlanmalıdır.

Söz-forma kök və şəkilçidən ibarət olduğundan bu məsələni həll etmək üçün şəkilçi və şəkilçi zəncirləri çoxluğu lazımdır. Çünki şəkilçi və ya şəkilçi zənciri söz kökündə olan vurğunun yerini dəyişə bilmək xüsusiyyətinə malikdir. Praktiki olaraq söz-formaların tələffüzü məsələsinin həlli şəkilçi zəncirlərinin vurğuya təsiri məsələsinin həllinə gətirilir. "Azərbaycan dilində vurğu həmişə axırncı hecaya düşür" fikri isə özünə heç də həmişə doğrultmur.

Onda sual meydana çıxır: Şəkilçi zəncirlərini necə müəyyən etməli?

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, şəkilçi zəncirlərinin bütün mümkün variantlarını avtomatik generasiya edilməsi algoritmi də Azərbaycan dilçiliyində yaradılmamışdır. Çıxış yolu haradadır? Bəzi dilçilərə görə (M.Mahmudov) Azərbaycan dilində eyni bir söz kökündən 8000-ə yaxın söz-forma generasiya etmək mümkündür.

İlk baxışdan da görünür ki, Azərbaycan dilində şəkilçi zəncirlərinin hamısını müəyyən edərək onların tələffüzə təsiri məsələsini öyrənmək rəasional yol deyildir.

Ona görə də biz aktiv – yəni hal-hazırda yazılı mətnlərdə işlənən şəkilçi və şəkilçi zəncirlərinin müəyyən etmək qərarına gəldik. Doğurdan da "elektrikləşdir-diklərimizdəndirlərmi" söz-formasında olan şəkilçi zənciri kimi mürəkkəb şəkilçilər prinsipcə mümkün olsa da nə yazılı nə də şifahi nitqdə işlənir.

Dilmanc layihəsində bu sahədə görülən və müsbət nəticələr verən işləri nəzərə alaraq biz də aktiv şəkilçi zəncirlərini müəyyən etmək və onların söz-formaların tələffüzü məsələsinə təsirini öyrənməyə qərar verdik.

Bu işin nəticəsi kimi əvvəlcə aktiv şəkilçi və şəkilçi zəncirləri bazası müəyyən olundu. Bu bazanın bir fraqmenti Cədvəl 2-də göstərilmişdir. Bu şəkilçi və şəkilçi zəncirlərinin tələffüz xüsusiyyətləri öyrənilmiş və alınmış nəticələrin kiçik bir hissəsi Cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Lakin təəssüflə qeyd etməliyik ki, Azərbaycan dilində söz-formaların tələffüzü lüğəti indiyə qədər yaradılmamışdır. Bu layihə çərçivəsində yaradılmış söz-formaların tələffüzü lüğəti Azərbaycan elmində yenilikdir.



Cədvəl 1. Nitq korpusunun yaradılmasında istifadə edilmiş cümlələr (fragment)

No	Cümlələr
1	bu barədə ermənistanın tert nöqtə am saytı məlumat yayıb.
2	ermənistan təcavüzkar dövlətdir, azərbaycanın torpaqlarını zəbt edib.
3	brayza son zamanlar azərbaycan demokratiya məsələlərinə diqqət göstərir.
4	liftdə köməksiz qaldı feheen gəldi.
5	qəfər şirkəti qarabağ telekom şirkəti ilə rouminq müqaviləsini ləğv edib.
6	həvəskar boksa altmış doqquz kiloqramda çıxış edəcəyəm.
7	qərbin revans üçün gürcüstandakı münafişləri seçmək imkanı məhduddur.
8	bloq dünyasının bir nömrəli adı vördpres öz reklam sistemini açır.
9	on dörd nöqtə sıfır led slim ekran səksən beş azen.
10	özü haqqında mif yaratmağı sevir.
11	andrey kraytor qırx iki nöqtə əlli yeddi.
12	dövlətimizin başçısı yolun texniki-iqtisadi göstəricilərini əks etdirən stendlərə baxdı.
13	iki min on üçüncü il, yanvar-oktyabr.
14	hər kəsin kim olduğu zətən bəllidir.
15	yaş artdıqca qəblərində qara rəng də artır.
16	bu barədə afeen nöqtə aza bankdan məlumat verilib.
17	nyuyork tayms qəzeti bunu xaotik səhnə adlandırıb.
18	çünki bloqer zənglərə cavab vermir.
19	bu səs-küylü cinayət işinə leninqrad dairə hərbi məhkəməsində baxılıb.
20	azərsel abonentləri üçün keçirilən uğurlu esemes stimullaşdırıcı kampaniyasının qalibləri.
21	an nöqtə az-in təqdimatı oldu tribuna informasiya agentliyi.
22	daha sonra isə etsin işçiləri peşə bayramları münasibətilə tədbir keçiriblər.
23	otuz səkkiz şərhin müəllifi.
24	hərçənd bu cür iqtisadi metodların effekt verəcəyi sual doğurur.
25	salonda qəribə ağır sükut varıydı.
26	qarşıdan gələn günlər cəzbedici idi, heyrət doğuracaq müvəffəqiyyət vəd edirdi.
27	yunis oğuz nadir şahı yazıb, elçin hüseynbəyli şah abbas yazıb.
28	aqil abbasın gənclik çağlarında şəer yazdığı heç kəsin ağına gəlməz.
29	bütün bunlara rəğmən mərc oyunlarını rəsmiləşdirmək hələ mümkün olmayıb.
30	aygün kazımova və kıvanç tatlıtuğ.
31	ekspert, riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru ələvsət osmanlının təkidli tələblərindən sonra.
32	min səkkiz yüz doxsan altı.
33	publisist ruhulla axundov anadan olub.
34	qalaksi üç mini bir gıqabaytlıq ram istifadə edir.
35	atropatena eltedə qeseceyə məxsus süd emalı zavodunun açılış mərasimi.
36	azərbaycanda bəzi polis şöbələrini rəisləri dəyişdirilib.
37	yeddi yüz qırx beş.
38	tikintinin texniki-iqtisadi əsaslandırılması olmalıdır, layihəsi olmalıdır, bundan sonra tender keçirilməlidir.
39	traxtur cədvəlin birinci yerinə yüksəldi.
40	torpaqların texnogen çirklənməsi və tənəzzülə uğraması halları barədə.
41	qeyd edək ki, pley-of mərhələsinin püşkü sabah lüksemburqda atılacaq.
42	rəncbər kənd orta məktəbi.
43	yenə eyni dövəmdə daşnak hərəkatı azərbaycanda böyük qətləmlər törədib.



Cədvəl 2. Azərbaycan dilində aktiv şəkilçi və şəkilçi zəncirləri bazası  
(tezliyə görə azalan qaydada sıralanmışdır, şəkilçi/tezlik)

a	12809	acağı	2125	irəm	1005	ydimi	689
in	9440	larında	2043	acaqlar	995	dikdən	682
i	9327	maq	2033	maqla	976	masalar	676
dan	8752	im	2029	malıdır	952	masaq	675
lar	8455	mayacağı	2008	siz	952	masam	668
ları	7284	dakı	1953	mayıb	925	mirik	666
da	6962	acaq	1912	irsən	921	lərimizin	666
dir	6658	sindən	1900	mirdi	911	ik	659
ların	6409	irdi	1847	acağıq	903	miz	640
nin	4932	ymişlər	1798	larıdır	887	ardı	638
ymiş	4810	sində	1694	imi	874	acaqmı	636
la	4745	idir	1677	saydı	869	dadır	630
lara	4733	araq	1653	mayanda	866	imizin	628
si	4714	irlər	1379	irsiniz	853	acağını	623
lardan	4249	sanız	1374	acaqsınız	836	dirlər	621
ini	4205	mişəm	1339	acaqsan	831	mayacağam	617
an	4016	mayacaq	1336	iniz	830	lərimizi	617
inin	3905	malı	1336	m	827	ydinizmi	601
lərinin	3846	anlar	1336	salar	809	mirsən	598
inə	3741	sidir	1325	masaydı	808	acaqdır	594
ni	3696	anda	1295	saydım	799	imə	591
lərini	3600	mişdi	1284	saydılar	797	imizə	591
lərlə	3583	ar	1254	saydıq	794	mayacaqmı	583
lərinə	3114	imiz	1252	saydın	788	inizi	572
lərdə	3068	acaqları	1218	saydınız	787	ma	562
diyi	3035	diyini	1201	irsə	783	maqdır	554
indən	2955	acağımız	1196	saq	781	mayıblar	548
mayan	2809	mayacaqları	1195	acağam	772	mamişdı	543
lərindən	2792	acağım	1191	indəki	771	mirse	543
madığı	2777	mayacağım	1191	mayandan	770	mağı	538
diyim	2696	acağın	1190	sam	762	lərdəki	535
diyini	2691	arkən	1190	masaydım	751	diyine	531
ir	2673	acağınız	1188	imizi	749	r	530
sinə	2657	mayacağın	1186	masaydılar	748	masın	530
madığım	2634	mayacağımız	1186	masaydın	747	lərindəki	529
madığının	2634	mayacağınız	1186	masaydıq	747	aq	527
sini	2621	am	1182	masaydınız	747	diyindən	520
ib	2620	mir	1178	mirlər	745	arlar	520
sinin	2505	lardır	1137	mayacaqlar	736	mişdilər	518
ində	2443	sin	1128	mamaq	727	dirse	511
dikləri	2367	mişdir	1104	maqda	726	na	505
diyimiz	2350	andan	1103	mayacağıq	724	dikdə	504
diyiniz	2323	ymişik	1072	maqdan	715	sinlər	501
madığımız	2279	maya	1064	mayacaqsan	704	lərim	501
madıqları	2278	n	1056	mayacaqsınız	703	maz	497
madığının	2273	iblər	1051	irdilər	695	imin	486
sa	2248	lərimiz	1031	mirəm	694	irikse	485
san	2135	irik	1018	mi	690	...	...



Cədvəl 3. Tələffüz lüğəti (Fraqment)

Söz	Kodlaşdırılmış yazılışı
google	qu-qul
kqb	Ke-Ke-be
nvidia	en-vi-di-ya
ayaks	a-yaKs
galaxy	qa-laK-si
nabucco	na-buK-Ko
mercedes	mer-se-des
explorer	eKs-plo-rer
ntv	en-te-ve
udm	U-de-em
qht	qe-he-te
Kord	vΓrd
ədv	E-de-ve
fm	ef-em
clinton	Klin-ton
mcdonalds	maK-do-nalds
ast	a-yes-de
pakard	pa-Kard
news	nyus
tk	te-Ka
pkk	pe-Ka-Ka
economicsin	e-Ka-no-miK-sin
acp	a-ce-pe
tbc	ti-bi-si
akp	a-Ke-pe
tqdk	te-qe-de-Ka
kq	ki-lo-qram
nbc	en-bi-si
bdu	be-de-u
energy	e-ner-ji
socar	so-Kar
Korlcard	vOrd-Kart
photoshop	fo-to-Eşop
adobe	a-dob
softKare	soft-ve-E
jeep	cip
fhn	fe-he-en
azerspace	a-zEr-speys
ans	a-ye-nes
adp	a-de-pe
amb	a-em-be
gb	gi-qa-bayt
bmm	be-em-em
cv	si-vi
nabukko	na-buK-Ko



Cədvəl 4. Şəkilçilərin vurğu bazası (Fraqment)

No	Şəkilçi zənciri	Vurğunun yeri	Nümunə
1	ik	-1	qa'libik
2	yik	-1	iş'çiyik
3	yuq	-1	quru'cuyuq
4	yük	-1	sürü'cüyük
5	yıq	-1	satı'cıyıq
6	uq	-1	cə'suruq
7	ük	-1	sürüc'üyük
8	ıq	-1	qor'xağıq
9	alar	1	ba'xalar
10	ələr	1	se'vələr
11	adır	1	maha'ladır
12	yadır	1	qala'yadır
13	yədir	1	qəsəbə'yədir
14	adək	1	maha'ladək
15	laradək	2	mahalla'radək
16	laracan	2	qalala'racan
17	ləradək	2	evlə'rədək
18	lərəcən	2	evlə'rəcən
19	lardandır	2	ruslar'dandır
20	lərdəndir	2	tələbələr'dəndir
21	lardır	1	oxuyan'lardır
22	lərdir	1	ev'lərdir
23	lərimizdir	3	yoldaşları'mızdır
24	lərimizdir	3	rəfiqə'ləri'mizdir
25	lərimizdirilər	3	yoldaşları'mızdırilər
26	lərimizdirilər	3	rəfiqələri'mizdirilər
27	lərimizlə	3	yoldaşları'mızla
28	lərimizlə	3	rəfiqələri'mizlə
29	lərimizsiz	3	qardaşları'mızsız
30	lərimizsiniz	3	qardaşları'mızsiniz
31	lərimizsiniz	3	müəllimləri'mizsiniz
32	ləriyiq	2	qonşula'riyiq
33	ləriyik	2	müəllimlə'riyik
34	lərinədək	3	bağları'nədək
35	lərinacan	3	qalaları'nacan
36	lərinədək	3	şəhərləri'nədək
37	lərinəcən	3	evləri'nəcən
38	laradək	2	mahalla'radək
39	laracan	2	qalala'racan
40	ləradək	2	evlə'rədək
41	lərəcən	2	evlə'rəcən
42	lardandır	2	ruslar'dandır
43	lərdəndir	2	tələbələr'dəndir
	...	...	...



Nitq korpusu yaradılarkən hər bir yaradılmış porsiyadan sonra həmin porsiya təkrar dinlənilmiş, bu zaman ətrafda olan səslərin (qapı səsləri, qatarların və ətrafda olan tikinti sahələrində işləyən ağıq texnikanın səsləri (təəssüf ki, bu cür səslər hətta izolyasiya olunmuş otaqda da eşidilir), diktorun səhvi üzündən əlavə yazılmış səslər və s. aradan qaldırılmış, bəzi cümlələr isə diktorlar tərəfindən təkrar səsləndirilərək yazılmışdır.

Bundan əlavə mətnlə nitq korpusu arasında olan uyğunsuzluqlar da aradan qaldırılmışdır. Bu uyğunsuzluqlar diktorun müəyyən sözləri tələffüz edərkən yol verdiyi diqqətsizliklər nəticəsində yaranır.

Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, diktorlar heç də bütün günü işləyə bilmirlər. Qısa bir müddətdən sonra səs yorulur və səsin bərpa olunması üçün xeyli vaxt gözləmək lazım gəlir.

Lakin nəzərdə tutmaq lazımdır ki, TTS sistemi zaman keçdikcə daha da təkmilləşdirilməlidir.

Bugünkü səviyyədə yaradılmış TTS sistemi Azərbaycanda analoqu olmayan bir sistemdir və bu sistemin yaradılması zamanı "Azərbaycan dilində mətnlərin səsləndirilməsi sistemi üçün kişi və qadın səslərindən ibarət nitq korpusunun və proqram təminatının yaradılması" layihəsi çərçivəsində qarşıya qoyulmuş bütün məqsədlərə 100% nail olunmuşdur.

3

Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

Layihənin yerinə yetirilməsi prosesində alınmış bütün nəticələr Azərbaycan elmində yenilik hesab oluna bilər. Belə ki,

- 80 saatlıq nitq korpusu. Bu korpusdan istifadə edilməsi təkcə TTS yaradılmasında deyil, həm də digər NLP texnologiyalar yaradılmasında istifadə edilə bilər;
- Aktiv hecaların müəyyən edilərək onların əhatə edildiyi minimum mətn korpusunun yaradılması
- Azərbaycan dilində aktiv şəkilçi zəncirlərinin müəyyən edilməsi. Bu tədqiqatın nəticəsi olaraq Azərbaycan dilində 1500-ə yaxın şəkilçi və şəkilçi zənciri müəyyən edilmişdir ki (Cədvəl 4), bu da danışıqda heç də bütün şəkilçi və onların mümkün bütün kombinasiyalarının istifadə edilmədiyini göstərir. Bu isə öz növbəsində Azərbaycan dilində digər linqvistik texnologiyaların yaradılması zamanı ciddi sadələşdirmələr aparılmasına yol açır:
- Azərbaycan dilində şəkilçidən asılı olaraq vurğunun yerinin təyin olunması üçün alqoritmin yaradılması
- TTS sistemi nitqin tanınması sistemi ilə birlikdə elektron qurğuları səsle idarə edən sistemlərin yaradılmasında istifadə edilməkdədir ki, bu sahədə Azərbaycan elmində tamamilə yeni bir səhifədir.

Yaradılmış TTS sisteminin harada istifadə edilə biləcəyinə gəlincə isə qeyd etmək lazımdır ki, belə sistemlər hal hazırda bütün dünyada insan diktorun çalışdığı bir çox sahələrdə istifadə edilərək insan diktoru əvəz edir.

Bundan əlavə TTS sistemləri aşağıdakı sahələrdə istifadə edilə bilər:

- İnsanın kompüter və digər elektron qurğular ilə daha təbii əlaqəsini yaratmağa imkan



verir;

- Naviqasiya sistemlərində, xidmət sferasında və çoxxilmətli telekommunikasiya şəbəkələrində istifadə edilir;
- Elektron kitabların, elektron dərs vəsaitlərinin, elektron kitabxanaların və s. yaradılmasında istifadə edilir. Bu zaman istifadəçi kitabı və ya elektron kitabı oxumur, onu istənilən səhifədən başlayaraq səsləndirib qulaq asır;
- Mətnlərin səsləndirilməsi sistemindən istifadə etməklə geniş əhali kütləsi üçün xəbərdarlıq sistemlərinin yaradılması mümkündür;
- Avtomatlaşdırılmış iş yerlərinin yaradılmasında bu sistemdən istifadə edilə bilər, bu zaman zəruri informasiya elektron maşın və avadanlıqlar tərəfindən nitq trafikləri ötürülə və avtomatik səsləndirilə bilər;
- Kompüterin ekranından uzun və yorucu məlumatları oxumaq əvəzinə səsləndirərək qulaq asmaq imkanı yaradır və iş şəraitini yaxşılaşdırır;
- Görmə qüsuru olan insanlar mətnin səsləndirilməsi sisteminin inteqrasiya olunduğu xüsusi proqram təminatı vasitəsilə kompüterdən istifadə edir, kitabları oxuyur, internetdə işləyirlər;
- Məlumat-sorğu sistemlərində insan operatorların əvəzinə mətnin səsləndirilməsi sistemi lazımı məlumatı istifadəçiyə şifahi oxuya bilər. Bununla həm xərclərin azaldılması, həm də sistemin 24 saat ərzində fasiləsiz işləməsi təmin olunur.
- Nitqin tanınması sistemi ilə birlikdə mətnlərin tanınması sistemindən istifadə etməklə ən müxtəlif aplikasiyalar yaratmaq mümkündür;
- İstifadəçinin diqqətinin yayınmamasının kritik olduğu hallarda mətnləri oxumaq əvəzində oxunuşuna qulaq asmaq imkanı yaradır. Misal üçün, avtomobili idarə edən zaman, telefona gələn mesajlar mətnin səsləndirilməsi zamanı səsle oxunur (Bu sistem xarici dillər üçün bəzi yeni avtomobillərdə artıq tətbiq edilmişdir) və s.;

Azərbaycan dilində də bu sistem bir çox mobil qurğular üçün proqram təminatının yaradılması prosesində istifadə edilir. Bu proqram təminatına misal olaraq mobil telefonlar üçün maşın tərcüməsi sistemini (DilmancTranslator), nitqin nitqə tərcüməsi sistemini (DilmancConversation), nitqin başa düşülməsi və adekvat cavab verilməsi sistemini (DilmancNLU) və digər bu tipli proqramların daha keyfiyyətli işləməsini təmin edəcəkdir.

4

Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərməlidir) *(surətlərini kağız üzərində və CD şəkildə əlavə etməli!)*

1. Ибрагимов Б.Г., Фатуллаев А.Б. Исследование и анализ информационных характеристик речевых источников при распознавании речи// Sənaye ilinə həsr olunmuş elmi-texniki konfransın materialları, 15-16 dekabr 2014. Bakı, AzTU. - s.124 - 129.
2. Fətullayev Ə.B və b. Mətnin səsləndirilməsi sistemi və Azərbaycan dili fonemlərinin fonokustik bloku. Terminologiya məsələləri. Bakı 2015, 1-ci cild, (çap prosesindədir)



3. Фатуллаев А. и др. Автоматическая установка ударения в системе генерации речи на азербайджанском языке (Çара hazırlanır).
4. Ибрагимов Б.Г., Фатуллаев А.Б. Исследование параметров вокодера речевого трафика при распознавании речи// Ученые записки АзТУ. Баку. 2015 (находится в издательство).
5. Ибрагимов Б.Г. и др. Исследование эффективности компьютерных сетей связи при оказании голосовых услуг // Вестник компьютерных и информационных технологий. Москва. (Журнал входит в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ) 2015. (находится в издательство).

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər  
(burada doldurmalı)

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun elmi seminarı. 20 may 2015-ci il

May ayının 20-də AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun Ümumitut seminarında texnika elmləri namizədi, dosent, əməkdar mühəndis, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyinin "Dilmanc" layihəsinin direktoru Əbülfət Fətullayev çıxış edib. Seminarda Dilmanc layihəsi çərçivəsində yaradılmış aşağıdakı sistemlərdən söhbət açılıb:

1. Nitqin Azərbaycan dilindən digər dillərə və əksinə avtomatik tərcüməsi sistemi (Dilmanc Translator/Conversation)
2. Nitqin mətnə avtomatik çevrilməsi sistemi (Dilmanc İmla)
3. Mətnin səsləndirilməsi (nitqin sintezi) sistemi (Dilmanc TTS)
4. İstifadəçi ilə şifahi dialoq aparan sistem (Təbii dilin başa düşülməsi)
5. Maşın tərcüməsi və elektron lüğətlər və s.

Bu zaman xüsusi olaraq Elmin İnkişaf Fondunun dəstəyi ilə həyata keçirilən layihə çərçivəsində yaradılan məhsullardan da söhbət açılıb.

Çıxışda qeyd olunub ki, göstərilən sistemlər haqqında daha ətraflı məlumat almaq və istifadə etmək üçün layihənin [www.dilmanc.az](http://www.dilmanc.az) saytına daxil olmaq lazımdır.

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)  
(burada doldurmalı)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak



Layihə üzrə alınmış nəticələr əsasında hazırlanmış mətnlərin səsəndirilməsi sistemi Dilmanc layihəsi çərçivəsində hazırlanmış digər proqram modulları ilə birlikdə

1. Dohada (Qətər, 2014) keçirilmiş ITU Telecom World,
2. Bakıda keçirilmiş Bakutel-2014 telekommunikasiya və informasiya texnologiyaları,
3. CeBit-2015 (Hannover, Almaniya)

sərgilərində nümayiş etdirilmişdir

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)  
(burada doldurmalı)

10 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmullatları  
(burada doldurmalı)

11 Yerli həmkarlarla əlaqələr

Təəssüflə qeyd olunmalıdır ki, mətnlərin səsəndirilməsi sisteminin yaradılması üzrə Azərbaycanda Dilmanc layihəsindən başqa heç bir qurum yoxdur. Hətta Milli Elmlər akademiyasında da bu sahə ilə məşğul olan tədqiqatçılar haqqında məlumat ala bilmədik. Yalnız Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyinin Dilmanc layihəsi bu sahədə tədqiqatlar aparılmış və Azərbaycan dilində ilk dəfə olaraq mətnlərin səsəndirilməsi sistemi yaradılmışdır ([www.dilmanc.az](http://www.dilmanc.az)).

Hələ ki, ölkəmizdə kütləvi istifadə üçün yaradılmış yeganə sistem olmasına və geniş istifadə edilməsinə baxmayaraq bu sistemin bəzi nöqsanları vardır. Bu nöqsanlardan biri peşəkar diktorların səsindən ibarət olan nitq bazasının olmamasıdır. Digər tərəfdən yaradılmış TTS sistemində Azərbaycan dilinin tələffüz xüsusiyyətləri tam nəzərə alınmadığından və nitq korpusunun kifayət qədər böyük olmaması səbəbindən bu sistem keyfiyyətli nitq sintez etməyə imkan vermir.

Bundan əlavə qadın səsindən ibarət nitq bazasının olmaması səbəbindən səsənmə yalnız kişi səsi ilə aparılır və bu da istifadəçinin seçim imkanını məhdudlaşdırdığından məqbul sayıla bilməz.

Müasir kompüter texnologiyalarından istifadə olunmaqla həm də əlil vətəndaşların həyatının yüngülləşdirilməsinin ölkə rəhbərliyi tərəfindən dəstəklənməsi bu sahədə xeyli işlər görülməsinə gətirib çıxarmışdır.

Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi və Heydər Əliyev Fondunun dəstəyi ilə əlil insanlar üçün mini kompüter və bu kompüteri səsle idarəetmə sisteminin ilk versiyası yaradılmış və bu



kateqoriyadan olan vətəndaşlarımızın istifadəsinə verilmişdir.

Əlil insanların ən çox istifadə etdikləri proqram təminatından biri də mətnlərin səsləndirilməsi sistemi və bu sistemin tətbiqi ilə yaradılan digər kompüter sistemləridir. Əlil insanlar (o cümlədən görmə qüsuru olan insanlar) mətnin səsləndirilməsi sisteminin inteqrasiya olunduğu xüsusi proqram təminatı vasitəsilə kompüterdən istifadə edir, kitabları oxuyur, internetdə işləyirlər. Bu proqram ekrandakı informasiyanı istifadəçiyə şifahi oxumaqla belə istifadəçilərin kompüterdən istifadə edə bilməsini təmin edir.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, aşkar uğurlara baxmayaraq Azərbaycan dilində mətnlərin səsləndirilməsi sisteminin xeyli qüsurları olduğundan onun təkmilləşdirilməyə böyük ehtiyacı vardır. Burada söhbət kompüterin mətn üzrə sintez etdiyi nitqin insan nitqinə daha da yaxınlaşdırılması üçün lazım olan elmi tədqiqat və praktik işlərin həyata keçirilməsindən gedir. Əlilərin çoxsaylı müraciətlərini nəzərə alaraq kişi səsli diktorun nitqinin daha təbii səslənməsi və sistemə qadın səsli diktorun əlavə edilməsi həyata keçiriləcəkdir.

Bunları nəzərə alaraq bütün tədqiqat və eksperimentlər Dilmanc layihəsi ilə əməkdaşlıq şəraitində keçirilmişdir.

Yaradılmış informasiya bazaları, nitq korpusu və alqoritmlər Dilmanc layihəsinin bazasında sınaqdan keçirilmiş və hal hazırda Dilmanc layihəsində Azərbaycan dili üçün yaradılan və yaradılması nəzərdə tutulan proqram sistemlərində istifadəsi nəzərdə tutulur.

Konkret olaraq qadın diktorun səsindən Bakutel-2014 sərgisində geniş maraq doğurmuş DilmancNLU sistemində istifadə edilmişdir. Bu sistem Sərgi ilə bağlı şifahi sorğulara adekvat cavab verə bilir və cavab Elmin İnkişaf Fondunun dəstəklədiyi bu layihə çərçivəsində yaradılmış mətnlərin səsləndirilməsi sistemi vasitəsilə istifadəçiyə çatdırılır.

12 Xarici həmkarlarla əlaqələr  
(burada doldurmalı)

13 Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)  
(burada doldurmalı)

14 Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)

Layihə üzrə alınmış nəticələr əsasında hazırlanmış mətnlərin səsləndirilməsi sistemi

1. Dohada (Qətər, 2014) keçirilmiş ITU Telecom World,
2. Bakıda keçirilmiş Bakutel-2014 telekommunikasiya və informasiya texnologiyaları,
3. CeBit-2015 (Hannover, Almaniya)

sərgilərində nümayiş etdirilmişdir.

15 Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)  
(burada doldurmalı)

Layihə əməkdaşları iş prosesində dəfələrlə Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyinin



Dilmanc layihəsinin ofisində olmuşlar.

Layihənin yerinə yetirilməsi, nəticələrin tətbiq olunması, materialların emalı qaydaları, nitq korpusunun yaradılması üçün zəruri olan proqram təminatının seçilməsi, öyrənilməsi və s. bu kimi digər təcrübənin öyrənilməsi və iş prosesində qarşıya çıxan çətinlikləri aradan qaldırılması üçün lazım olan metodiki dəstəyi almışlar.

16

Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

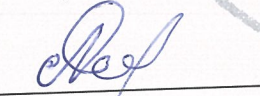
Layihə üzrə görülmüş işlər və yaradılmış proqram təminatı haqqında  
AzTV səhər proqramı,  
İTV Carçı xəbərlər proqramı,  
əksər internet xəbər portalları ([www.lent.az](http://www.lent.az), [www.qafqazinfo.az](http://www.qafqazinfo.az), [www.day.az](http://www.day.az) və digər),  
AzərTag, APA və TREND kimi xəbər agentlikləri  
dəfələrlə məlumat yaymışlar.

**SİFARİŞÇİ:**

Elmin İnkişafı Fondu

Müşavir

Babayeva Ədilə Əli qızı



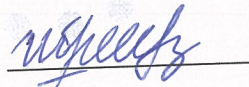
(imza)

"14" iyul 2015-ci il

**İCRAÇI:**

Layihə rəhbəri

İbrahimov Bayram Qənimət oğlu

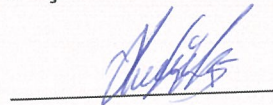


(imza)

"10" 06 2015-ci il

**Baş məsləhətçi**

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı



(imza)

"11" 06 2015-ci il