

Образац за пријаву техничког решења¹

Назив техничког решења	Синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик
Аутори техничког решења	Едвин Пакоци, Роберт Мак, Стеван Острогонац, Никша Јаковљевић, Милан Сечујски
Категорија техничког решења	Ново техничко решење – прототип (M85)

За кога је рађено техничко решење и у оквиру ког пројекта МПНТР:

Техничко решење је реализовано у оквиру технолошког пројекта МПНТР „Развој дијалогских система за српски и друге јужнословенске језике“ (ТР32035, 2011-14) на Факултету техничких наука и у предузећу АлфаНум у Новом Саду.

Ко користи техничко решење:

Предузеће АлфаНум у Новом Саду као партиципант на пројекту ТР32035.

Година када је техничко решење урађено:

Развој техничког решења започет је средином 2011. године, а довршен 2012. године.

Ко је прихватио-примењује техничко решење:

Техничко решење се примењује у оквиру предузећа АлфаНум и на Факултету техничких наука на Универзитету у Новом Саду, за сада за потребе тестирања.

Како су резултати верификовани (од стране ког тела):

¹ У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је 21.03.2008. године донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008).

- 1) Техничко решење је реализовано у Лабораторији за акустику и говорне технологије на Факултету техничких наука у Новом Саду, а имплементирано и испитано на развојним системима у предузећу АлфаНум.
- 2) Техничко решење је нови програмски систем реализован у оквиру пројекта ТР32035 („Развој дијалошких система за српски и друге јужнословенске језике“). Представља потпуно нови приступ у решавању проблема синтезе говора на основу текста у поређењу са конкатенативним синтетизатором говора за српски језик који се годинама успешно примењује у неколико компанија у Републици Србији, као што су Радио Телевизија Србије (РТС) и Радио Телевизија Војводине (РТВ), па и шире у републикама бивше Југославије. Ово техничко решење се за сада користи у развојним системима у предузећу АлфаНум у Новом Саду.
- 3) Приложено је писано мишљење два рецензента, експерта из области техничког решења.
 - а. Проф. др Слободан Јовичић, Електротехнички факултет у Београду,
 - б. Проф. др Александар Родић, Институт “Михајло Пупин” у Београду.
- 4) Наставно-научно веће Департамента за енергетику, електронику и телекомуникације и Факултета техничких наука, на основу мишљења рецензента и приложених доказа, издали су Уверење о признавању техничког решења које потврђује да оно испуњава све услове да буде признато као техничко решење категорије М85 (ново техничко решење – прототип), у складу са Правилником Министарства.
- 5) Поједини елементи техничког решења презентовани су у мастер радовима прва два аутора, као и на неколико домаћих и међународних научних скупова:
 - „HMM-based Speech Synthesis for the Serbian Language“, Едвин Пакоци, Роберт Мак, *Зборник радова 56. Конференције за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН*, Златибор, 2012.
 - „Use of Global Variance for the Enhancement of HMM-based Speech Synthesis“, Роберт Мак, Едвин Пакоци, *Зборник радова 56. Конференције за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН*, Златибор, 2012.
 - „Subjective Assessment of Text-to-Speech Synthesis Systems for the Serbian Language“, Едвин Пакоци, Роберт Мак, Стеван Острогонац, *Зборник радова 20. Телекомуникационог форума ТЕЛФОР*, Београд, 2012.
 - „Синтеза говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик“, Едвин Пакоци, мастер рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2012.
 - „Примена глобалне варијансе ради унапређења квалитета говора синтетизованог на основу скривених Марковљевих модела“, Роберт Мак, мастер рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2012.

На који начин се користи (кратак опис):

Апликација овог синтетизатора говора за српски језик покреће се из командне линије *Windows* оперативног система преко позива одговарајуће скрипт датотеке написане у програмском језику *Perl*, унутар које се аутоматски позивају одговарајуће функције алата који су коришћени при синтези говора из датог текста. Очекује се да се текст за синтезу наведе као улазни аргумент при позиву апликације. Такође је омогућено да се уместо самог текста проследи списак путања до текстуалних датотека чији садржај треба да се синтетизује, а још једна могућност је прослеђивање већ готових лабела (транскрипција са фонетским, лингвистичким и прозодијским информацијама за синтезу), такође у виду датотеке у којој се налази списак путања до датотека са жељеним лабелама. Апликација као излаз генерише звучне датотеке у *wav* формату које поставља у радни директоријум. Ове датотеке се могу одмах и преслушати.

Опис техничког решења:

Синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик

Овај синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела заснован је на сопственим говорним технологијама, као и на неколико савремених сличних система, који међутим не подржавају српски језик. Његов развој пратило је неколико научних и стручних радова презентованих на домаћим и међународним конференцијама ове године, као и мастер радови аутора. По својој архитектури и функционалностима које пружа, овај систем дакле није потпуно јединствен, али јесте први функционалан овакав систем за српски језик. Обучаван је на говорној бази на српском језику формираној од стране експертског тима предузећа АлфаНум.

Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење припада области Електроника, телекомуникације и информационе технологије, и као такво представља спој неколико различитих области, попут телекомуникација и обраде сигнала, дигиталне обрада звука, аутоматског препознавања и синтезе говора, дијалошких система.

Проблем који се техничким решењем решава:

Синтетизатори говора имају многобројне примене у разним сферама, на пример приступ информацијама (електронска пошта, базе података, факс, говорни портали), као помоћ особама оштећеног вида и особама са поремећајем говора, као алтернатива преносу говора преко Интернета, у софтверима за учење страних језика, у кућним уређајима, лингвистичким истраживањима и многим другим. Осим наведених примена у системима за комуникацију између човека и рачунара, могу се користити и у разговору два човека, нпр. у системима за превођење говора, *eyes-free hands-free* системима и слично.

Од савремених система на релацији човек-машина захтева се говорна интеракција веома високог квалитета, па је кључно да један од најбитнијих елемената оваквих система, што је модул за синтезу говора на основу текста, даје што боље резултате – он мора имати могућност да произведе говор који звучи природно, пријатно и разумљиво, да човек не мора да улаже додатан напор приликом слушања. Такође је пожељно да постоји могућност спецификације жељених карактеристика гласа и говорног стила (нпр. зависно од емоција). Синтетизатори на бази скривених Марковљевих модела у свим наведеним особинама имају предност у односу на раније синтетизаторе као што је конкатенативни. Иако су и конкатенативни системи за синтезу говора из текста показали прихватљиве резултате и примењују се успешно у разне намене, даље унапређење може се у пракси постићи само преласком на ову нову методу синтезе говора. Истраживања су показала да и за српски језик нови синтетизатор постиже боље резултате по свим параметрима, а притом је и много мање рачунарски захтеван и омогућава много већу флексибилност у вези са захтевима за промену карактеристика генерисаног гласа.

Стање решености тог проблема у свету:

Разне варијанте синтетизатора говора постоје у свету, али не за све језике. Пошто синтеза јако зависи од конкретног језика, не може се исти синтетизатор користити за различите језике (пре свега, потребна је другачија говорна база података за обуку).

Приступи синтези говора се могу поделити у две велике групе, где прву чине синтетизатори на основу правила (формантна синтеза, синтеза на бази скривених Марковљевих модела), а другу синтетизатори на основу повезивања говорних сегмената, односно конкатенативни (LPC(AR) модел, GAR модел, TD-PSOLA и други). Као најзначајнија врста из друге групе издваја се синтетизатор на бази *on-line* селекције и спајања говорних сегмената уз коришћење TD-PSOLA методе. Овакав је био први синтетизатор говора за српски језик, такође развијен у АлфаНум-у. Он је доживео неколико верзија, а последња даје и више него прихватљиве резултате и у активној је употреби, на пример на Интернет страницама Радио Телевизија Србије и Војводине, али и у склопу других производа који су испоручени различитим корисницима.

Синтеза на бази скривених Марковљевих модела је тренутно најпопуларнија метода синтезе, јер има доста предности у односу на конкатенативну синтезу (меморијски ресурси, флексибилност), а може да даје приближне или чак и боље резултате за исту говорну базу (стандардне величине). За њу је развијено више алата, од којих се издваја HTS (HMM-based Speech Synthesis System), који је инкорпориран у неколико апликација. Преко њега је развијен одличан синтетизатор за енглески и јапански језик, а пријављени су и синтетизатори за мандарински, арапски, корејски, немачки,

португалски, шведски, фински, шпански, тајландски, а са јужнословенског говорног подручја за словеначки и хрватски (међутим доста давно, пре 7-8 година, док овај алат још није имао могућности као данас, а нека унапређења нису пријављена). Међутим, за српски језик није био развијен, па је прва реализација управо ово техничко решење. Тестови су показали да је постигнут напредак у свим аспектима говора у односу на конкатенативну синтезу. Од осталих алата треба споменути Espeak, Festival, FreeTTS, GnuSpeech (на основу артикулаторних правила), који су сви бесплатни и јавно доступни, међутим такође нема система развијеног за српски (Festival то дозвољава, али то није урађено до сада, а један од разлога је скромнија и прилично застарела доступна документација).

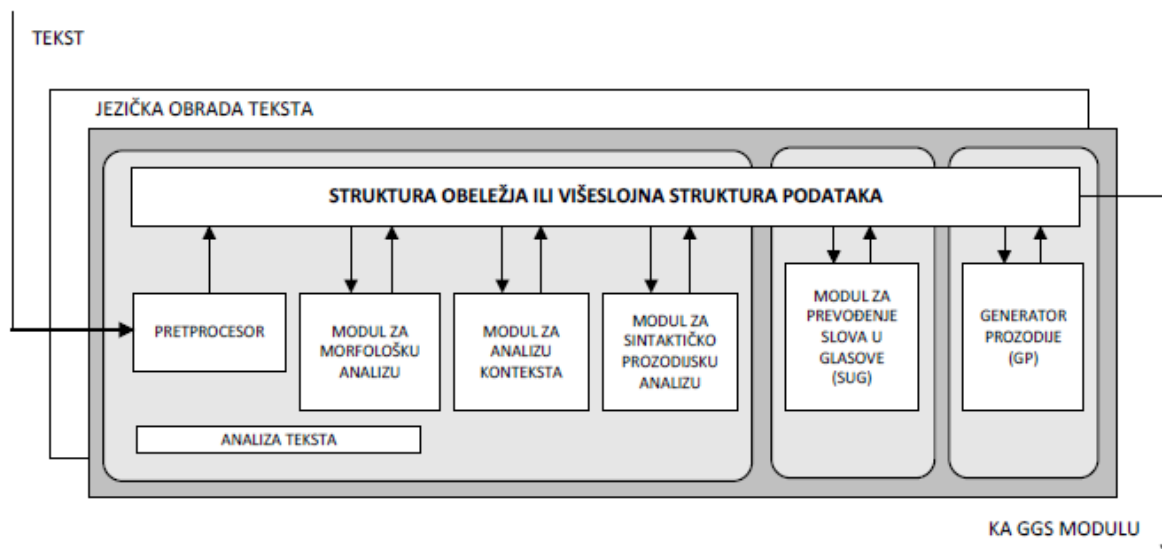
Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже (техничке карактеристике):

Основни елементи система за синтезу говора на основу текста јесу модул за језичку обраду текста (JOT) и модул за генерисање говорног језика. Задатак модула за JOT је обезбеђивање свих потребних информација за генерисање природног и разумљивог говора (многе се не налазе у самом тексту). Он од текста на свом улазу формира одговарајуће транскрипције које садрже фонетске, лингвистичке (нпр. акцентуација, синтаксна структура реченице) и прозодијске информације (нпр. реченични нагласак, трајања фонема). У ту сврху користи акценатско-морфолошки речник и подмодул за морфосинтаксичку анализу текста, којег чине следеће целине:

- Претпроцесор – издели текст на реченице и уочава скраћенице, бројеве, редне бројеве и друге ентитете које треба претворити у одговарајућу реч.
- Модул за морфолошку анализу – одређује врсту и морфолошке категорије појединих речи, као резултат даје списак могућности.
- Модул за анализу контекста – на основу обележених околних речи и реченице у целини одлучује се за једну од понуђених могућности.
- Модул за синтаксичко-прозодијску анализу – издели реченицу на целине (и преко интерпункције, али проналази и на тако јасно обележене интонативне целине). Његов излаз одређује реченични нагласак, интонацију, ритам и паузе.

Затим се приступа превођењу слова у фонеме (у српском језику релативно једноставан проблем), и на крају следи генератор прозодије, који тачно одреди трајање сваког гласа и дефинише жељену промену основне учестаности (висине) гласа у времену. Комплетан модул за JOT приказан је на слици 1.

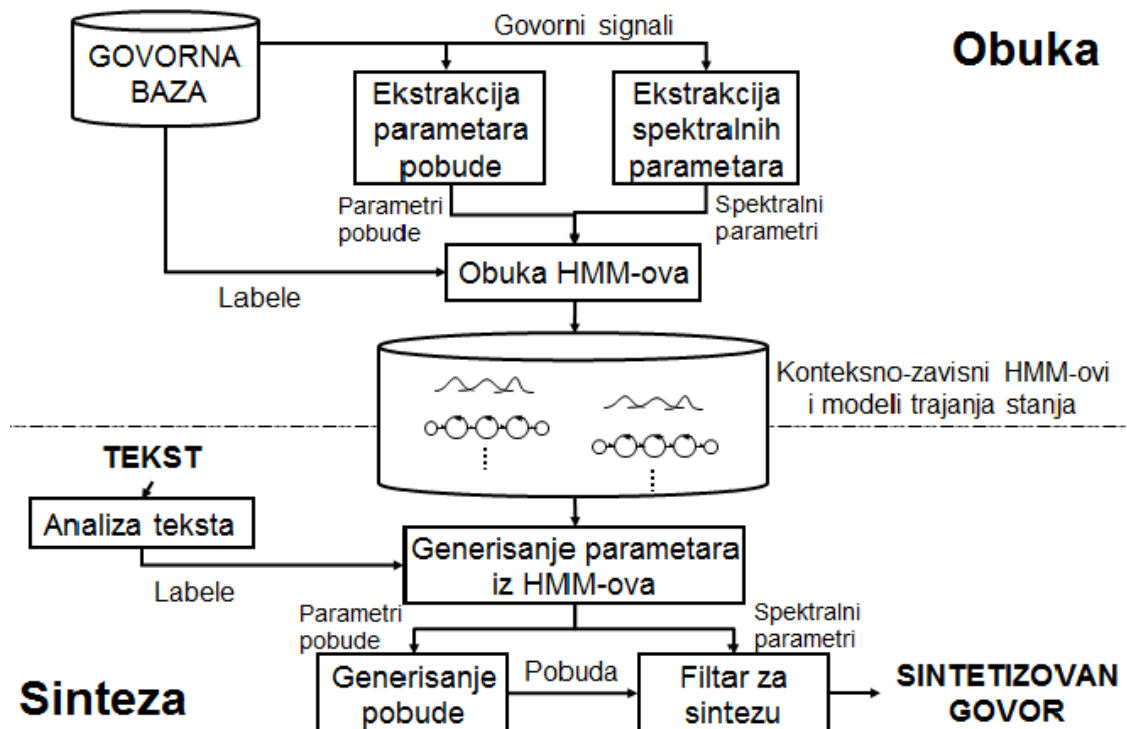
Овај синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик урађен је по угледу на систем развијен од стране HTS групе са Токијског института за технологију (слика 2). Састоји се од два главна дела – фазе обуке и фазе синтезе. Прва јесте фаза обуке (која се врши *off-line*, при формирању синтетизатора), у којој треба из говорне базе екстраховати параметре говорних сигнала – спектралне параметре и параметре побуде, односно основне учестаности, помоћу којих ће се обучити контекстно зависни модели фонема, који представљају срце овог система. Процес синтезе почиње од транскрипције у коју је улазни текст претворен, на основу које се одређеним критеријумом добија низ контекстно зависних фонема из скупа обучених модела које треба синтетизовати. Они се затим повезују у реченични модел, преко којег се уз помоћ алгоритма за генерисање параметара из скривених Марковљевих модела генеришу одговарајући параметри спектра и побуде (основна учестаност и трајање), из којих се преко филтра за синтезу синтетише резултујући говорни сигнал.



Слика 1. Модул за језичку обраду текста

Говорна база за овај синтетизатор састоји се од преко 2000 снимљених реченица једне професионалне говорнице, односно укупно око 5 сати говорног материјала, као и од комплетних одговарајућих транскрипција, тј. лабела са лексичким обележјима која описују контекст свих фонема и подацима о њиховом трајању, форматираних у HTS облик. База је анализирана Хеминговим прозорским функцијама са ширином фрејма од 25 милисекунди и померајем фрејма од 3 милисекунде. Као спектрални параметри коришћени су мел-генерализовани кепстрални коефицијенти, и то нулти и прва 34. Представљени су једном континуалном вишедимензионалном Гаусовом расподелом вероватноће (са више мешавина).

Основна учестаност је захтевала проширивање уобичајеног концепта скривених Марковљевих модела, јер она није дефинисана у безвучним фрагментима говора. Решење је концепт вишепросторних расподела вероватноће (*multi-space probability distribution hidden Markov model – MSD-HMM*), у којима се безвучни сегменти представљају бездимензионалним дискретним симболом, а звучни једнодимензионалним вредностима основне учестаности. Сваки од простора има свој тежински фактор.



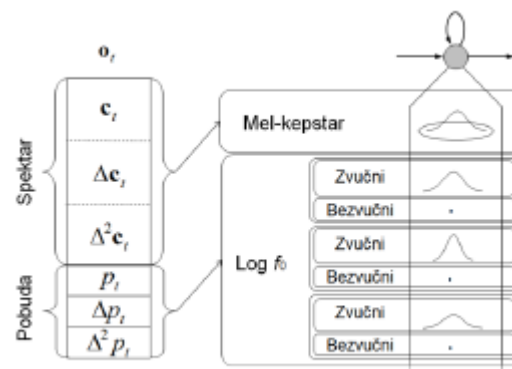
Слика 2. Систем за синтезу говора на основу текста

Осим наведених статичких параметара, користе се и динамички, који су апроксимације првог односно другог извода статичких. Узимање њих у обзир доприноси томе да као излаз алгоритма за генерисање параметара немамо низ средњих вредности (степеничасту функцију, која резултује чујним, непријатним дисконтинуитетима), већ због насталих додатних ограничења имамо реалистичнију, глатку функцију. Укупно је дакле коришћено 108 параметара за сваку акустичку опсервацију (3 пута 35 спектралних и 3 за основну учестаност).

Још један проблем јесте то што због низова дискретних симбола за основну учестаност у безвучним регијама није могуће одредити одговарајуће прелазе између стања модела, па се користи MSD-HMM са више токова (*streams*) да би се укомбиновала обележја основне учестаности са спектралним, фрејм по фрејм. Резултат је композитна

опсервација, у којој један ток представљају спектрална обележја, а по један ток основна учестаност, њен први извод и њен други извод (слика 3).

Трајање стања модела се моделује експлицитном Гаусовом (једнодимензионалном) расподелом вероватноћа, пошто то више одговара реалној ситуацији него моделовање трајања преко вероватноћа прелаза у наредно стање, односно останка у тренутном стању. Показује се да овакво моделовање при синтези омогућава једноставно манипулисање брзином говора.



Слика 3. Приказ композитне опсервације

Што се тиче саме обуке модела уз помоћ екстрахованих података из базе, користи се субоптимална итеративна процедура – варијанта ЕМ (*Expectation Maximization*) алгоритма која се назива Baum-Welch алгоритам. Сличан алгоритам се користи и у системима за препознавање говора, уз разлику што овде постоји више токова и узимају се у обзир, осим фонетских, и лингвистички и прозодијски контексти.

Битно је напоменути и да је број могућих контекста који утичу на спектар, основну учестаност и трајање изузетно велик за сваки од фонема у бази, и практично је немогуће чак и имати све могуће комбинације контекстуалних фактора макар једном у бази (чак ни већину), па неки могући модели не могу бити обучени. Проблем решава контекстно кластеровање на бази стабла одлуке – обучени контекстно зависни модели фонема се групишу према датом критеријуму у кластере (групе) сличних карактеристика, који се затим представљају по једним скупом параметара. Ово се ради посебно за свако од стања модела и такође засебно за сваки тип параметара. Резултат је значајно смањена количина података, као и могућност синтезе из модела који не постоје у бази тако што се преко стабла одлуке пронађе њима најприближнији кластер, чији се параметри затим користе за синтезу.

Софтверски алати који су коришћени за обуку и синтезу су:

- HTK (Hidden Markov Model Toolkit) – најзначајнији алат, садржи алате за обуку модела из базе и транскрипција. Његова надоградња за синтезу говора, HTS, омогућава генерисање параметара говора из обучених модела и адаптацију говора, као и подршку вишепросторним расподелама вероватноћа.
- SPTK (Speech Signal Processing Toolkit) – алат који је коришћен за екстракцију обележја из говорне базе и за добијање говорног сигнала из генерисаних параметара.
- hts_engine – Апликација за синтезу говорног сигнала из модела обучених преко HTS система.

Резултати иницијалних тестова слушања, као и каснијег истраживања, показали су значајна побољшања у квалитету добијеног говорног сигнала. Општи утисак је био да све синтетизоване реченице звуче одлично, пре свега у погледу прозодијских карактеристика, а такође су и природност и разумљивост на изузетно високом нивоу. Говор је био уједначеног квалитета (за разлику од ранијих синтетизатора), без повремених деградација. Неке уочене мане су благо приметни вештачки (метални) призвук и приметна пригушеност говора, што је последица статистичког моделовања и генерисања на основу параметара. Пригушеност је успешно смањена коришћењем глобалне варијансе ради повећања динамичког опсега добијеног сигнала, што јесте довело до живљег говора, али и до јаче изражености високофреквентних артефаката који нису били толико чујни у основној варијанти система. Резултати истраживања показали су да то ипак у значајној мери квари утисак о синтетизованом говору. Још једна уочена мана јесте благо зујање на вокалима и фрикативима због преједноставног модела побуде, што је могуће решити реалистичнијим моделом побуде на бази глоталних импулса. На овоме се тренутно ради, и очекује се да то у великој мери отклони недостатке који тренутно постоје. Важно је напоменути и да и са постојећим манама, овај систем (основна варијанта) у свим анализираним аспектима говора даје бољи резултат од конкатенативног синтетизатора за српски језик, који је и даље у примени на Интернет страницама Радио Телевизија Србије и Војводине.

Како је реализован и где се примењује, односно које су могућности примене (техничке могућности):

У оквиру овог синтетизатора говора за српски језик примењене су неке од савремених техника моделовања и генерисања говора. Ово је први овакав систем за српски језик, и свакако најсавременији на јужнословенском говорном подручју. Он се може применити у многим системима у различитим областима, као што су показали и његови претходници, који се годинама успешно примењују широм Србије, а од којих је нови систем бољи по практично свим аспектима. Систем је тренутно у фази тестирања на Факултету техничких наука и у предузећу АлфаНум, а у плану је пласман овог система у земљи и окружењу.

Документација за техничко решење:
Синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик

Корисницима су доступне следеће могућности:

- *Синтеза висококвалитетног говора на српском језику, уз значајну редукацију потребних хардверских ресурса (процесорске снаге и меморијског простора) у поређењу са претходним верзијама синтетизатора;*
- *Могућност дугог слушања синтетизованог говора без напора, захваљујући томе што он звучи разумљиво, природно и релативно пријатно.*
- *Могућности адаптације карактеристика генерисаног говора у погледу различитих параметара.*

Докази (прилози):

- Писано мишљење два рецензента, експерта из области техничког решења.
- Потврда предузећа АлфаНум.
- Уверење о признавању техничког решења Наставно-научног већа Факултета техничких наука, на основу мишљења рецензената и приложених доказа, издато након одговарајуће процедуре на Департману за енергетику, електронику и телекомуникације.

Нови Сад, децембар 2012. године.

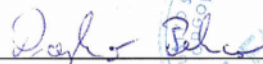
Подносилац пријаве:

Проф. др Владо Делић
Руководилац пројекта TP32035

POTVRDA

Ovim potvrđujemo da je maja 2012. godine u preduzeću AlfaNum d.o.o. pušten u rad sintetizator govora na bazi skrivenih Markovljevih modela za srpski jezik koji smo sami razvili i koristi se za potrebe internog testiranja i daljeg razvoja rešenja. Rešenje je inicijalno instalirano za potrebe testiranja, ali ga preduzeće AlfaNum koristi i za sopstvene potrebe.

U Novom Sadu
18. januar 2013



Darko Pekar, dipl.ing., Direktor



РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу:

Назив техничког решења:	Синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик
Аутори техничког решења:	Едвин Пакоци, Роберт Мак, Стеван Острогонац, Никша Јаковљевић, Милан Сечујски
Реализатори:	Факултет техничких наука и АлфаНум у Новом Саду
Пројекти на којим је развијено:	„Развој дијалошких система за српски и друге јужно-словенске језике“, ТР32035 код МПНТР (2011-2014)
Област на коју се односи:	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
Корисници:	АлфаНум, Факултет техничких наука
Категорија техничког решења:	Ново техничко решење – прототип (М85)

Подаци о рецензенту:

Име, презиме и звање:	Проф. др Слободан Јовичић
Ужа научна област за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета:	изабран у звање редовног професора 01.07.2011. године на Електротехничком факултету у Београду, за у.н.о. Говорна комуникација
Установа где је запослен:	Електротехнички факултет у Београду

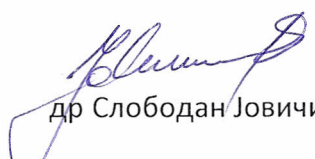
Стручно мишљење рецензента:

Резултат научно-истраживачког рада „Прототип синтетизатора говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик“ испуњава услове за признање својства техничког решења и то као **новог техничког решења - прототипа (М85)**, све у смислу одредби које се односе на техничка решења у Правилнику који је 21.03.2008. године донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије.

Образложење за техничко решење (ТР):

- ТР представља први систем за синтезу говора на српском језику реализован на бази скривених Марковљевих модела. У односу на актуелни конкатенативни систем рализује се ефикасније и флексибилнији је у примени. Примене су многобројне.
- На основу језички обрађеног улазног текста на српском језику ово ТР даје одговарајуће излазне звучне датотеке. Тестови су показали да је синтетизовани говор по свим аспектима бољи од резултата добијених досадашњим методама.
- ТР је развијено коришћењем научних метода на пројектима МПНТР, претежно на сопственој опреми и без коришћења туђе патентне/лиценцне документације. Као резултат развојних активности овог ТР произашао је и већи број научних радова на домаћим и међународним конференцијама, као и мастер радови прва два аутора.
- ТР се већ примењује код горе наведених корисника у Србији, и представља прво овакво решење за српски језик, као и најсавременије у региону.

У Београду, __.01.2013. године.


др Слободан Јовичић

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу:

Назив техничког решења:	Синтетизатор говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик
Аутори техничког решења:	Едвин Пакоци, Роберт Мак, Стеван Острогонац, Никша Јаковљевић, Милан Сечујски
Реализатори:	Факултет техничких наука и АлфаНум у Новом Саду
Пројекти на којим је развијено:	„Развој дијалогских система за српски и друге јужно-словенске језике“, ТР32035 код МПНТР (2011-2014)
Област на коју се односи:	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
Корисници:	АлфаНум, Факултет техничких наука
Категорија техничког решења:	Ново техничко решење – прототип (М85)

Подаци о рецензенту:

Име, презиме и звање:	Проф. Др Александар Родић, дипл. инж.
Ужа научна област за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета:	Роботика/Аутоматско управљање, од 25.11.2009. Научни саветник, од 01.01.2012. Професор на докторским студијама на Електротехничком факултету у Београду
Установа где је запослен:	Институт Михајло Пупин - Београд

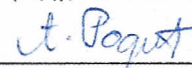
Стручно мишљење рецензента:

Резултат научно-истраживачког рада „Прототип синтетизатора говора на бази скривених Марковљевих модела за српски језик“ испуњава услове за признање својства техничког решења и то као **новог техничког решења - прототипа (М85)**, све у смислу одредби које се односе на техничка решења у Правилнику који је 21.03.2008. године донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије.

Образложење за техничко решење (ТР):

- ТР омогућава синтезу разумљивог, природног и пријатног говора на српском језику из језички обрађеног улазног текста уз могућност адаптације резултујућег говора. Кључан је елемент свих савремених система за говорну интеракцију човека и машине.
- ТР се користи се преко командне линије оперативног система, а резултат су звучне датотеке са висококвалитетним говором на српском језику (на основу улазног текста). Добијени говор је одличан у свим релевантним аспектима.
- ТР је развијено коришћењем научних метода на пројектима МПНТР, претежно на сопственој опреми и без коришћења туђе патентне/лиценцене документације. Као резултат развојних активности овог ТР произашао је и већи број научних радова на домаћим и међународним конференцијама, као и мастер радови прва два аутора.
- ТР се већ примењује код горе наведених корисника у Србији, и представља прво овакво решење за српски језик, као и најсавременије у региону.

У Београду, 10.01.2013. године.



Др Александар Родић



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАН
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2013-01-30

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 4. редовној седници одржаној дана 30.01.2013. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 15.1.33.: Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње / верификација нових техничких решења

Одлука

На основу позитивног извештаја рецензената верификује се
техничко решење (M85) под називом:

СИНТЕТИЗАТОР ГОВОРА НА БАЗИ СКРИВЕНИХ МАРКОВЉЕВИХ МОДЕЛА ЗА СРПСКИ ЈЕЗИК

Аутори техничког решења: Едвин Пакоци, Роберт Мак, Стеван Острогонац,
Никша Јаковљевић, др Милан Сечујски.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки