

Образац за пријаву техничког решења¹

Назив техничког решења	Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала
Аутори техничког решења	Бранислав Поповић, Никша Јаковљевић, Синиша Сузић, Горан Кочиш
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 склопу пројекта технолошког развоја “Развој дијалогских система за српски и друге јужнословенске језике” (ТР32035, 2011-2015) 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:

Техничко решење је реализовано средином 2015. године. Прикупљање говорних база на српском језику путем апликације за мобилне телефоне започето је у априлу 2014. године, за потребе обуке декодера за препознавање говора на великим речницима. Декодер се примењује у склопу преносивих уређаја заснованих на Андроид оперативном систему. Техничко решење је настало услед потребе за корекцијом прикупљених база, што је последица одсецања при преносу говорног сигнала.

Ко је прихватио-примењује техничко решење:

Ово техничко решење иницијално је реализовано за потребе развоја говорних и језичких ресурса у предузећу АлфаНум, а користи се и у развојном тиму на Факултету техничких наука. Предузеће АлфаНум планира да га по завршетку тестирања прототипа презентује као нови производ за потребе крајњих корисника, истраживача у области говорних технологија, акустичара, музичких студија и сл.

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).

Како су резултати верификовани (од стране ког тела):

- 1) Техничко решење је реализовано у Лабораторији за акустику и говорне технологије на Факултету техничких наука у Новом Саду. Имплементирано је и испитано на развојним системима у предузећу АлфаНум. Од средине 2015. године техничко решење је у свакодневној експлоатацији на серверима овог предузећа.
- 2) Поједини елементи техничког решења базирани су на резултатима оствареним у оквиру више техничких и развојних решења, која представљају верификоване резултате на технолошким пројектима МПНТР у периоду од 2005. до 2015. године. Процес прикупљања говорних база на српском језику за потребе препознавања говора у склопу апликација за мобилне телефоне описан је у раду

- *Синиша Сузић, Бранислав Поповић, Владо Делић, Дарко Пекар, „Serbian Mobile Speech Database Collection and Evaluation“, 12th International Conference on Electronics, Telecommunications, Automation and Informatics, ETAI 2015, Охрид, Македонија: Друштво за електронику, телекомуникације, аутоматизацију и информатику Републике Македоније, 24-26. септембар 2015, Мирослав Котевски (eds.), Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Факултет за електротехнику и информационе технологије, Скопље, Македонија, ETAI 1-1, ISBN: 978-9989-630-76-7.*

Резултати остварени применом коригованих говорних база за потребе апликације за управљање мобилним телефоном путем гласа на српском језику изложени су у раду

- *Бранислав Поповић, Едвин Пакоци, Никша Јаковљевић, Горан Кочиш, Дарко Пекар, „Voice Assistant Application for the Serbian Language“, 23rd Telecommunications Forum, TELFOR-2015, Београд, Србија: Друштво за телекомуникације, 24-26. новембар 2015. (прихваћено за објављивање)*
- 3) Дато је писано мишљење два рецензента - експерта из области техничког решења:
 - Др Мишко Суботић, научни сарадник, Центар за унапређење животних активности (Београд, Србија)
 - Доц. др Бранислав Геразов, Факултет за електротехнику и информационе технологије (Скопље, Македонија)
 - 4) Наставно-научно веће Департамента за енергетику, електронику и телекомуникације и Факултета техничких наука, на основу мишљења рецензената и приложених доказа, издало је Уверење о признавању техничког решења које потврђује да оно испуњава све услове да буде признато као ново техничко решење - прототип (М85), у складу са Правилником Министарства.

На који начин се користи (кратак опис):

Техничко решење омогућава реконструкцију вршних вредности говорног сигнала произвољне учестаности и броја бита квантизације у Waveform аудио формату,

односно корекцију временске карактеристике аудио сигнала услед проблема насталих због ограниченог пропусног опсега преносног канала. Омогућено је и задавање коефицијента слабљења говорног сигнала у процентима. Техничко решење се користи на један од два понуђена начина: као статичка С++ библиотека, позивом одговарајућих функција, или као готова апликација, позивањем одговарајуће команде из командне линије.

Опис техничког решења:

Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала

С++ библиотека и апликација за реконструкцију вршних вредности говорног сигнала представљају нови производ заснован на сопственим говорним технологијама које су развијене на пројектима Министарства од 2005. до 2015. године. Производ је реализован средином 2015. и од тада је у свакодневној употреби на серверима предузећа АлфаНум и у лабораторији развојног тима на Факултету техничких наука у Новом Саду. Говорне базе кориговане применом овог техничког решења детаљно су тестиране, при чему је доказано да обрада базе на овај начин доприноси смањењу грешке препознавања, док су резултати примене изложени у научним публикацијама.

Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење припада области Електроника, телекомуникације и информационе технологије, и као такво налази примену у већем броју различитих области, попут телекомуникација и обраде сигнала, дигиталне обрада звука, аудиотехнике и музичке продукције.

Проблем који се техничким решењем решава:

Одсецање вршних вредности аудио сигнала при проласку кроз пропусне канале ограниченог динамичког опсега представља учестао проблем у разним техничким областима у којима су аудио сигнали нашли своју примену. У случају система за аутоматско препознавање говора, услед поменутог проблема, долази до смањења квалитета и разумљивости говорних сигнала, што онемогућава квалитетну обуку акустичких модела фонема и шума, доводи до грешака при аутоматској анотацији говорних сигнала, као и до повећања грешке препознавања, посебно у бучној средини, када корисници уобичајено приближавају уређај устима и појачавају ниво звука који је потребно пренети до одговарајућих сервера за даљу обраду. Проблем је подједнако присутан и у музичкој продукцији, приликом снимања радио и телевизијских емисија, концерата на отвореном простору, као и приликом компресије аудио снимака, нарочито за потребе преноса путем Интернета.

Стање решености тог проблема у свету:

Проблем реконструкције вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала (енг. *declipping*) је анализиран у различитим контекстима у већем броју научних публикација, попут „*Restoring the Dynamics of Clipped Audio Material by Inversion of Dynamic Range Compression*“ (2014, Gorlow S. et al.), „*Declipping of Audio Signals Using Perceptual Compressed Sensing*“, (2013, Defraene B. et al.), „*A Constrained Matching Pursuit Approach to Audio Declipping*“, (2011, Adler A. et al.) и других. Постоје и комерцијално доступни алати који омогућавају мање или више квалитетну реконструкцију аудио сигнала, попут *iZotope RX* алата за корекцију аудио снимака. Предност нашег алата је у чињеници да је поред готове апликације понуђена и пратећа C++ библиотека, што омогућава директну примену овог алата у оквиру кода за аутоматско прикупљање говорних база путем мобилног телефона и других уређаја. Предложено решење је једноставно, разумљиво и лако применљиво и није засновано на горе поменутих публикацијама. Тако кориговане говорне базе детаљно су тестиране у оквиру система за препознавање говора на великим речницима. Поменуто решење експериментално доказано побољшава квалитет аудио снимка и смањује грешку препознавања, изражену у термину грешке препознавања појединачних речи (*Word Error Rate* - WER).

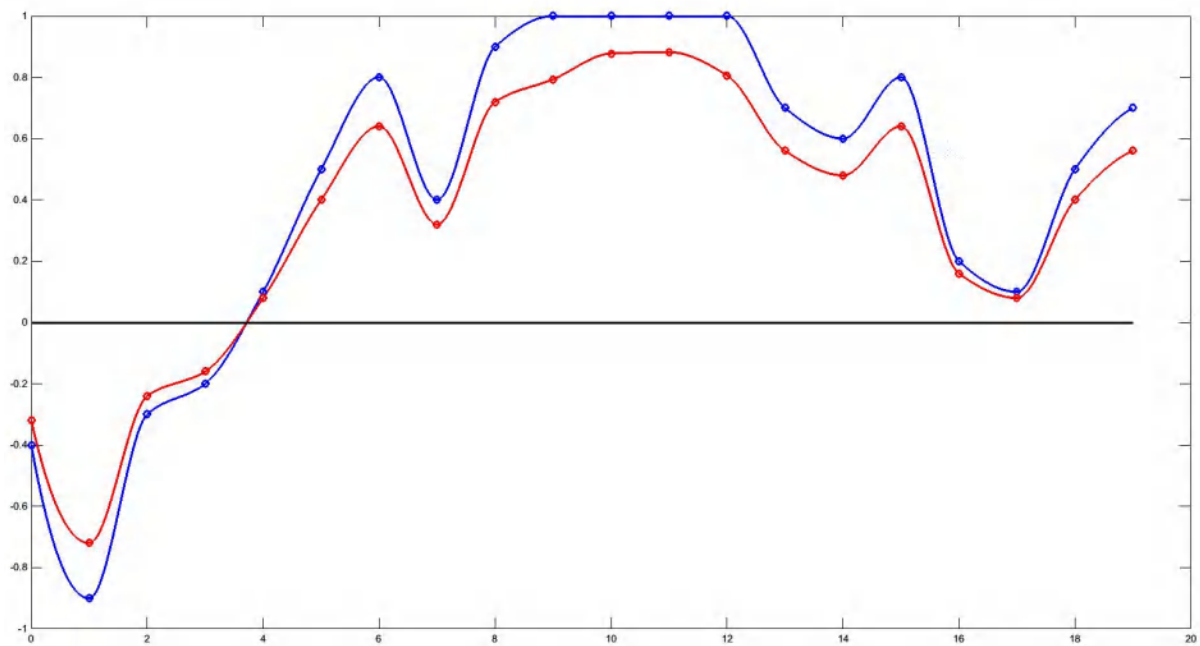
Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже (техничке карактеристике):

Услед ограниченог динамичког опсега преносног канала, долази до појаве одсецања (клиповања) вршних вредности аудио сигнала, при чему настају нежељени чујни ефекти у сигналу и умањује се квалитет аудио снимка, односно разумљивост говора у случају примене у процесу аутоматског прикупљања говорних база. Да бисмо донекле поништили негативне ефекте ове појаве, прво снижавамо вредност аплитуде аудио сигнала, а затим примењујемо интерполацију над клипованим деловима сигнала.

За снижавање вредности аплитуде аудио сигнала у временском домену користи се *signalReductionCoeff*, којим се умањује вредност појединачног одбирка по формули

$$\text{samples}[i] = (1 - \text{signalReductionCoeff}) * \text{samples}[i]$$

Детекција клипованог дела аудио сигнала врши се применом прага клиповања *clipping_thresh*. Одбирци чија је нормализована вредност већа од поменутог прага (усвојена вредност је 0.95) означавају се као клиповани и над датим деловима сигнала врши се интерполација, као што је приказано на слици 1.



Слика 1. Пример реконструкције вршних вредности говорног сигнала

Интерполацију вредности аудио сигнала вршимо одређивањем параметара квадратне регресионе једначине, исказане у форми

$$y = ax^2 + bx + c$$

Променљива y представља вредност одбирка аудио сигнала у времену x . Вредност параметара одређује се поступком квадратне регресије, на основу вредности одбирака у два тачака непосредно пре, и у истом броју тачака непосредно након детектованог опсега.

$$a = \frac{S(x^2y) \cdot S(xx) - S(xy) \cdot S(xx^2)}{S(xx) \cdot S(x^2x^2) - S(xx^2)^2}$$

$$b = \frac{S(xy) \cdot S(x^2x^2) - S(x^2y) \cdot S(xx^2)}{S(xx) \cdot S(x^2x^2) - S(xx^2)^2}$$

$$c = \frac{\sum_i y_i}{n} - b \cdot \frac{\sum_i x_i}{n} - a \cdot \frac{\sum_i (x_i)^2}{n}$$

Словом S означене су одговарајуће суме, док је n је број тачака.

$$S(xx) = \sum_i (x_i)^2 - \frac{\sum_i (x_i)^2}{n}$$

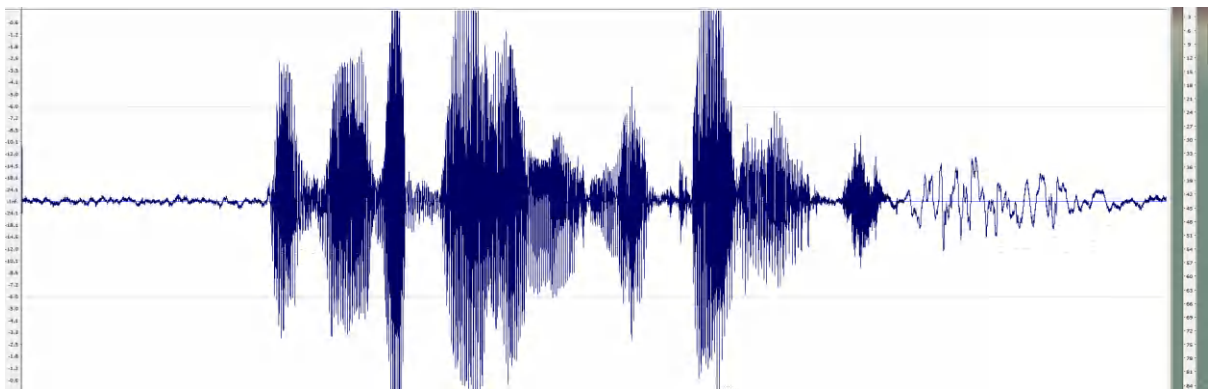
$$S(xy) = \sum_i x_i y_i - \frac{\sum_i x_i \cdot \sum_i y_i}{n}$$

$$S(xx^2) = \sum_i (x_i)^3 - \frac{\sum_i x_i \cdot \sum_i (x_i)^2}{n}$$

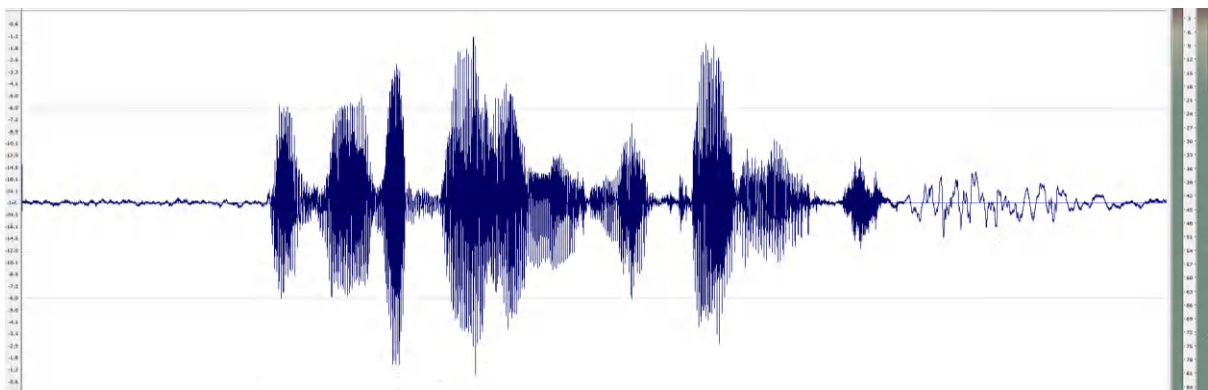
$$S(x^2y) = \sum_i (x_i)^2 y_i - \frac{\sum_i (x_i)^2 \cdot \sum_i y_i}{n}$$

$$S(x^2x^2) = \sum_i (x_i)^4 - \frac{(\sum_i (x_i)^2)^2}{n}$$

Тачке се прослеђују објекту класе *SCurveQuadratic*, који на основу вредности одбирака у датим тачкама генерише параметре квадратне једначине. Након тога се интерполацијом реконструишу све преостале тачке у задатом интервалу. На тај начин, на стрмијим деловима сигнала добићемо стрмију интерполирану криву, а на блажим нешто блажу, те уместо пуког заокруљивања унутар задатог интервала добијамо обвојницу сигнала обликом приближну оригиналној вредности. Поред алгоритма регресије, имплементиране су додатне функције за ублажавање криве (енг. *smoothing*) модификацијом вредности истурених тачака у интервалу интерполације. Примери сигнала на излазу из преносног канала и истог тог сигнала након извршене реконструкције приказани су на сликама 2 и 3.

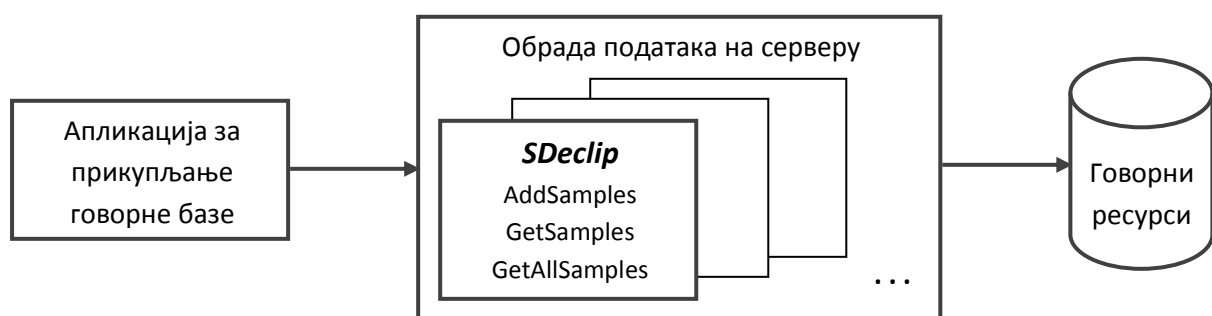


Слика 2. Изглед сигнала на излазу из преносног канала



Слика 3. Изглед сигнала након реконструкције вршних вредности

Техничко решење се примењује на један од два начина, у зависности од контекста. Уколико је у питању програмски систем, решење се примењује у виду софтверске компоненте. У том случају, користи се статичка библиотека написана у C++ програмском језику. Обезбеђене су *SDeclip* класа, као и функције за реконструкцију вршних вредности сигнала у склопу одговарајућег интерфејса. На овај начин, функције је могуће применити у системима за аутоматско прикупљање и обраду говорних сигнала, као што је илустровано на слици 4.



Слика 4. Илустрација дела система за аутоматско прикупљање и обраду говорних база

Пример позива поменутих функција у случају моно сигнала приказан је у наставку.

```
void Declip(const vector<float> &in_signal,
            vector<float> &out_signal,
            float reduction_coef)
{
    try {
        SDeclip declip(reduction_coef);
        declip.AddSamples(in_signal);
        declip.GetALLSamples(out_signal);
    } catch(exception &e) {
        cout << "Error: " << e.what() << endl;
    } catch(...) {
        cout << "Unknown error" << endl;
    }
}
```

Сигнал се прослеђује функцијом *AddSamples*, а преузима функцијом *GetSamples*. На крају процеса реконструкције сигнала, потребно је функцијом *GetAllSamples* преузети све одбирке из интерног бафера. Да би процес реконструкције био успешан, потребно

Документација за техничко решење:

Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала

је претходно ослабити сигнал за одговарајућу вредност. Подразумевана вредност је 0.3, што значи да је сигнал ослабљен 30%. Вредност слабљења мења се позивом функције *SetReductionCoeff*, а прослеђује се и као параметар конструктора.

Други начин примене је позивом конзолне апликације навођењем команде у командној линији

```
declipping in_file [out_file] [reduction_coef]
```

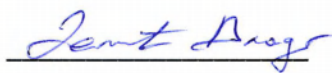
где је *in_file* аудио фајл у Waveform аудио формату на излазу из преносног канала, *out_file* је излазни реконструисани фајл, а *reduction_coef* је одговарајући коефицијент слабљења. Поред извршног фајла, обезбеђени су и *batch* фајлови за примену над одабраним бројем аудио сигнала једним уносом команде.

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, новембар 2015. године.

Подносилац пријаве



Проф. др Владо Делић

Руководилац пројекта TP32035



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

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

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМИ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: _____
Ваш број: _____
Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 5. редовној седници одржаној дана 25.11.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 17.2.13: У циљу верификације новог техничког решења предлажу се рецензенти:

- Др Мишко Суботић (Центар за унапређење животних активности, Београд)
- Доц. др Бранислав Гераров (Факултет за електротехнику и информационе технологије, Скопље, Македонија)

РЕКОНСТРУКЦИЈА ВРШНИХ ВРЕДНОСТИ ГОВОРНОГ СИГНАЛА НА ИЗЛАЗУ ИЗ ПРЕНОСНОГ КАНАЛА

Аутори: Бранислав Поповић, Никша Јаковљевић, Сениша Сузић, Горан Кочиш.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Раде Дорословачки



РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу:

Назив техничког решења:	Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала
Аутори техничког решења:	Бранислав Поповић, Никша Јаковљевић, Синиша Сузић, Горан Кочиш
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 (2011-2015)
Област на коју се односи:	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
Корисници:	Предузеће АлфаНум у Новом Саду, од 2015. године
Категорија техничког решења:	Ново техничко решење – прототип (М85)

Подаци о рецензенту:

Име, презиме и звање:	Доц. др Бранислав Геразов
Ужа научна област за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета:	Изабран у звање насловни доцент 22.04.2015. год. на Факултету за електротехнику и информационе технологије, Скопље, Македонија за у.н.о. електроника
Установа где је запослен:	Факултет за електротехнику и информационе технологије, Скопље, Македонија

Стручно мишљење рецензента:

Резултат научно-истраживачког рада "Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала" представља **ново техничко решење – прототип (М85)** у смислу Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача од 21.03.2008.

Образложење за техничко решење (ТР):

- ТР представља C++ библиотеку и апликацију за реконструкцију вршних вредности говорног сигнала у Waveform аудио формату.
- ТР се примењује у виду софтверске компоненте или конзолне апликације, у зависности од контекста. ТР побољшава квалитет аудио снимака и смањује грешку препознавања речи.
- ТР је развијено коришћењем научних метода на пројектима МПНТР. Говорне базе кориговане применом овог техничког решења детаљно су тестиране, при чему је доказано да ТР доприноси смањењу грешке препознавања у системима за препознавање говора.
- ТР је реализовано за потребе развоја говорних и језичких ресурса у предузећу АлфаНум, а користи се и у развојном тиму на Факултету техничких наука. Омогућена је директна примена ТР у оквиру кода за аутоматско прикупљање говорних база путем мобилног телефона и других уређаја, по чему је ово ТР јединствено.

У Скопљу, 30.11.2015. године.



Доц. др Бранислав Геразов

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу:

Назив техничког решења:	Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала
Аутори техничког решења:	Бранислав Поповић, Никша Јаковљевић, Синиша Сузић, Горан Кочиш
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 (2011-2015)
Област на коју се односи:	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
Корисници:	Предузеће АлфаНум у Новом Саду, од 2015. године
Категорија техничког решења:	Ново техничко решење – прототип (М85)

Подаци о рецензенту:

Име, презиме и звање:	Др Мишко Суботић, научни сарадник
Ужа научна област за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета:	Изабран 25/03/2015. у звање научни сарадник на ЕТФ у Београду, у области техничко-технолошких наука - електроника, телеком. и информационе технологије
Установа где је запослен:	Центар за унапређење животних активности, Београд

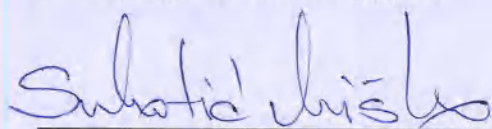
Стручно мишљење рецензента:

Резултат научно-истраживачког рада “Реконструкција вршних вредности говорног сигнала на излазу из преносног канала” представља **ново техничко решење – прототип (М85)** у смислу Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача од 21.03.2008.

Образложење за техничко решење (ТР):

- Техничко решење омогућава реконструкцију вршних вредности говорног сигнала, односно корекцију временске карактеристике аудио сигнала услед проблема насталих због ограниченог пропусног опсега преносног канала.
- ТР се користи на један од два понуђена начина: као статичка С++ библиотека, позивом одговарајућих функција, или као готова апликација. Поред извршног фајла, обезбеђени су и *batch* фајлови за примену над већим бројем аудио сигнала истовремено.
- ТР представља нови производ заснован на сопственим говорним технологијама које су развијене на пројектима МПНТР у претходном периоду. Резултати примене ТР изложени су у научним публикацијама.
- ТР се примењује у предузећу АлфаНум и на Факултету техничких наука у Новом Саду. Предузеће АлфаНум планира да га по завршетку тестирања прототипа презентује као нови производ за потребе крајњих корисника.

У Београду, 27.11.2015. године.



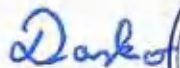
Др Мишко Суботић

Novi Sad
22.11.2015.

POTVRDA

Ovim potvrđujemo da je 01.07.2015. godine u preduzeću AlfaNum d.o.o. počelo da se koristi tehničko rešenje *Rekonstrukcija vršnih vrednosti govornog signala na izlazu iz prenosnog kanala*, koje je zajednički razvijeno od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu i preduzeća AlfaNum. Rešenje se koristi za potrebe internog testiranja i daljeg razvoja. Preduzeće AlfaNum koristi ovo tehničko rešenje i u promociji govornih tehnologija za srpski jezik. Po završetku testiranja prototipa, rešenje će biti ponuđeno kao novi proizvod za potrebe krajnjih korisnika.

U Novom Sadu, 22.11.2015.


Darko Pekar, direktor





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

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл
Ваш број:
Датум: 2015-12-25

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 6. редовној седници одржаној дана 23.12.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 24. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

24.2.16. На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М 85) под називом:

РЕКОНСТРУКЦИЈА ВРШНИХ ВРЕДНОСТИ ГОВОРНОГ СИГНАЛА НА ИЗЛАЗУ ИЗ ПРЕНОСНОГ КАНАЛА

Аутори: Бранислав Поповић, Никша Јаковљевић, Синиша Сузић, Горан Кочиш.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки



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

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-12-25

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 6. редовној седници одржаној дана 23.12.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 24. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

24.2.16. На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М 85) под називом:

РЕКОНСТРУКЦИЈА ВРШНИХ ВРЕДНОСТИ ГОВОРНОГ СИГНАЛА НА ИЗЛАЗУ ИЗ ПРЕНОСНОГ КАНАЛА

Аутори: Бранислав Поповић, Никша Јаковљевић, Синиша Сузић, Горан Кочиш.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки