

Программное обеспечение для объективной оценки качества произнесения слогов при речевой реабилитации

Восстановление речевой функции с использованием технических методов и математического моделирования у больных раком полости рта и ротоглотки после хирургического лечения
Совместный проект Томского Государственного университета систем управления и радиоэлектроники

(**Костюченко Е.Ю.**, Мещеряков Р.В., Новохрестова Д.И., Пятков А.В.)

и НИИ онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН

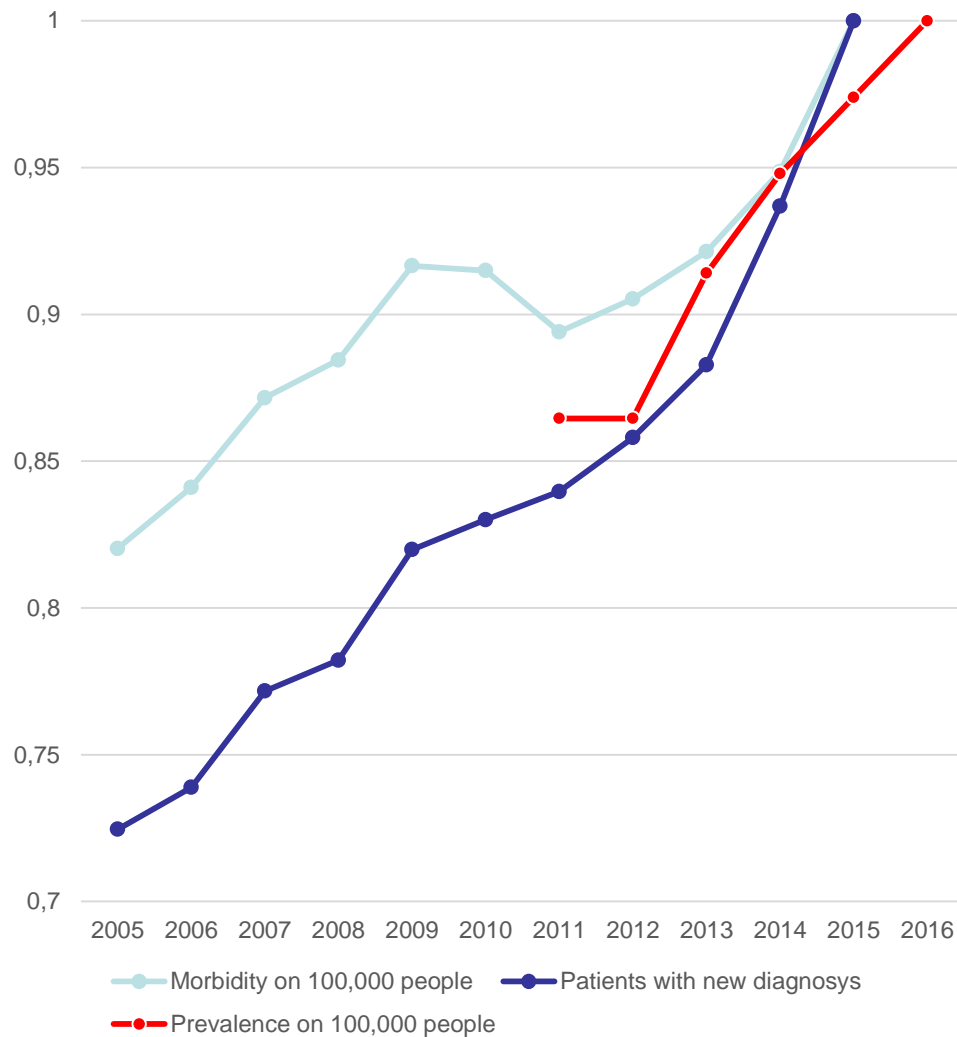
(Чойнзонов Е.Л., Балацкая Л.Н.)

При поддержке РФФ (проект No. 16-15-00038)



Злокачественные новообразования ротовой полости и ротоглотки представляют собой одну из сложных проблем современной онкологии, являющуюся одной из причин инвалидности и смертности преимущественно трудоспособного (40-60 лет) населения. Хирургическое вмешательство при комбинированном лечении рака полости рта и ротоглотки приводит к деформации периферического речевого аппарата, дефектам в произношении и нарушению речевого ритма. Невозможность полноценного речевого общения лишает пациента возможности работать, они получают группу инвалидности.

Statistics on oncological diseases of the oral cavity and oropharynx (Normalized on last year value)



Основная цель работы

Цель работы - сокращение периода реабилитации пациентов после хирургического лечения за счет использования автоматизированных методов оценки качества человеческой речи.

Сокращение времени может быть достигнуто путем сведения к минимуму роли логопеда в оценке качества речи пациента. Пациент сможет самостоятельно учиться в любое удобное время, работая с логопедом только при постановке речи и в рамках контрольных упражнений.

Patient



Speech therapist



Speech quality assessment

Patient



Hardware and software system



Speech quality assessment

Начальное состояние проблемы

Изначально качество речи оценивалось субъективно логопедом без использования формализованной шкалы. Первой количественной оценкой была оценка разборчивости слога по ГОСТ 50840-95. Пациент читал слоги из специальной таблицы, логопед записывал то, что слышал, а затем сравнивал таблицу и записанные значения. Слоговая разборчивость - это доля правильно распознанных слогов. Оценка стала количественной, но все же требовалось непрерывное участие логопеда. Появилась задача автоматизировать сравнение эталонного слога и произнесенного пациентом. В качестве эталона произнесения используются записи пациента перед операцией.

РОН	жЬ	И	Б	Щ	Б	С	В	В	З	Л
в	НЯШ	ЦЫЙ	РЕПЬ	ШОХ	ГИПЬ	СЕЙ	ФСОФ	ТАС	ЛЕР	
ФСЕС	чУМЬ	сЯ ШАЛ	з КРЫС	в ЯФ	е ФАЙ	рИР	в САМЬ	в РУФЬ	з ДАС	
ЮЦ	пЕЛ	б ТРЯПЬ	Ь ТЕЩ	Ь МЫЛ	Ь ЗАХ	Ь НОСТЬ	Ь ДЕЧ	Ь ТАЦ	Ь ПРИТ	
ЛОЧ	б ДЫСТ	Ь ПУЧ	Ь ХАС	Ь НИП	Ь ШТИСЬ	Ь ТУМ	Ь ВЯЙ	Ь НЫФ	Ь МЯМ	
КУЙ	Ь ЗИЧ	Ь ЖИК	Ь ГОМ	Ь ПРАС	Ь БОТЬ	Ь ШАРЬ	Ь НУНЬ	Ь ДЛИН	Ь ВАФЬ	

Разборчивость речи

Пациенты

№	ФИО	Возраст
1	Онкология 190 120 10	0
2		

Объект операции: Объект1

Диагноз: Диагноз1

Логопедический диагноз: Диагноз12

Словы

№	Тип	Дата	Таблица	Разб-вость						
1	1	02.02.2010	1	0,728						
2	2	02.02.2010	1	0,94	0,86	0,915				
3	3	02.02.2010	1	0,8						
4	4	02.02.2010	1	4,5	4,5	4,5	3,5	4	4,5	

7

5

8

9

10

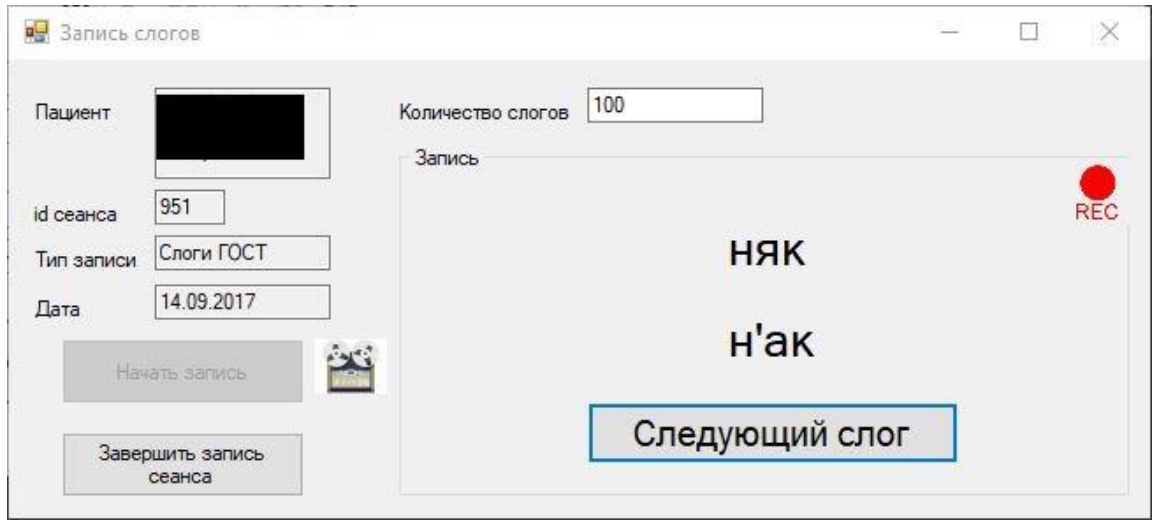
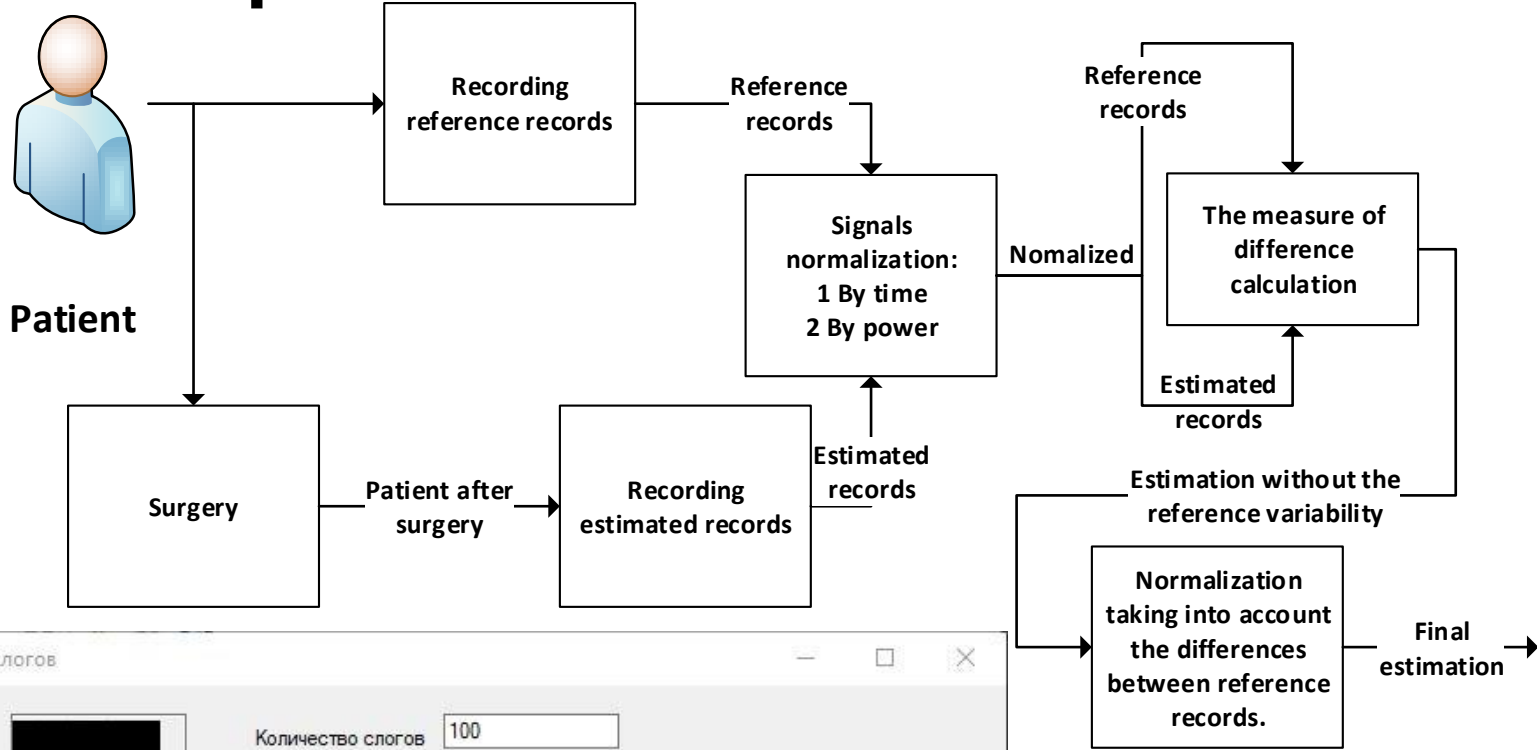
1

2

3

4

Сравнительная оценка качества произнесения слогов



Корреляционная мера близости

Чтобы получить значение критерия корреляции, используются значения нормированных по времени интенсивностей спектров Фурье сигналов до и после операции. Мы можем найти значение критерия, используя

$$r_{XY} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Для одинаковых сигналов мы будем иметь значение критерия, равное 1. На самом деле мы не можем создавать такие сигналы в процессе записи (только в виде копии), но основная идея - большее значение критерия = более похожие сигналы - представляется верной.

В этом случае мы не должны использовать нормировку мощности, потому что корреляционный критерий основан на относительной разнице между сигналами.

Модельные сигналы – эталон

-	R1	R2	R3	R4	R5	
R1	-	0.6849	0.5186	0.7326	0.579	
R2	0.6416	-	0.5388	0.6542	0.6304	
R3	0.5147	0.6539	-	0.5331	0.4456	
R4	0.6696	0.3247	0.3986	-	0.2819	
R5	0.5768	0.6400	0.2982	0.3151	-	R=0.53 16

Модельные сигналы – сравнение

-	R1'	R2'	R3'	R4'	R5'	R6'	R7'
R1	0.2967	0.4878	0.2461	0.1792	0.1795	0.1416	0.2409
R2	0.1913	0.3120	0.2062	0.1809	0.1051	0.0835	0.1042
R3	0.0763	0.2078	0.0887	0.1115	0.1195	0.2254	0.1305
R4	0.1891	0.4461	0.2428	0.3695	0.2842	0.1618	0.1960
R5	0.1105	0.5822	0.1569	0.1633	0.3033	0.1226	0.1280
							R1'=0. 2106

ОТНОШЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МЕР БЛИЗОСТИ, ПО СУТИ – ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОИЗНЕСЕНИЯ

Модельные сигналы

R	0.5316	0.2973	0.3605	0.4216	
R'	0.1906	0.1943	0.2700	0.2182	
a	0.3586	0.6535	0.7490	0.5176	a=0.5697

Реальные записи

R''	0.3193	0.2630	0.3712	0.3318	
R'	0.2114	0.2262	0.1823	0.1632	
a	0.6621	0.8601	0.4911	0.4919	a=0.6263

Заключение

В работе представлено описание разработанного программного комплекса для сравнительной оценки качества речи пациентов в процессе речевой реабилитации. Представлено описание модулей, реализующих разработанные или модифицированные в рамках предыдущих работ алгоритмы. Получены результаты на основе ранее сделанных записей пациентов, позволяющие говорить о применимости использованных алгоритмов по отдельности и вместе. Следующим этапом работ будет являться внедрение разработанного комплекса в реальных условиях при реабилитации пациентов в Институте онкологии Томского НИМЦ.



Спасибо за внимание!

Evgeny Choynzonov

Project Manager, Academician of RAS, Doctor of Medical Sciences, Professor,
Director of the Cancer Research Institute of Tomsk National Research Medical Center (The Russian
Academy of Sciences)

Head of the Laboratory of Biomedical Research (TUSUR University)

Evgeny Kostyuchenko

Responsible for the project, Ph.D., Associate Professor

Deputy Head of the Laboratory of Biomedical Research (TUSUR University)

40, Lenina st., Tomsk, Russia, 634050

ph.: +7 (3822) 413426

E-mail: key@keva.tusur.ru

Web: <http://www.tusur.ru>