

12. РС БР ИББС-2.4–2010. Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации. Отраслевая частная модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных организаций банковской системы Российской Федерации. – М., 2010. – 11 с.

13. Ахтулов А. Л., Бирюкова Е. Ю. Система менеджмента качества как основа конкурентоспособности коммерческого банка // Вестник ИжГТУ. – 2009. – № 4(44). – С. 78–79.

14. Измерение результативности системы менеджмента качества как инструмент совершенствования деятельности организации / А. Л. Ахтулов, Л. Н. Ахтулова, А. Ю. Мустакова, С. Т. Ташмагамбетова // Омский научный вестник. – 2013. – № 1(117). – С. 132–136.

A. L. Akhtulov, DSc in Engineering, Professor, Tobolsk Industrial Institute SEU HPF “The Tyumen State Oil and Gas University” (Branch of TyumSOGU)

L. N. Akhtulova, PhD in Engineering, Associate Professor, DSc Applicant, Omsk State University of Means of Communication

Value of Safety Standards in Maintenance of Bank Services Quality

The analysis of safety standards in maintenance of information safety and quality of bank services is carried out in the paper. On the basis of the uniform approach the parties of information safety of banks are considered altogether: system methodology of information safety, evolution of automation of bank activity, methods and means of protection of the information in automated bank systems.

Keywords: standard of safety, automation of activity, bank system, information safety, protection of information, quality of bank services.

Получено 02.06.2014

УДК 004.934.2

С. В. Моченов, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

М. А. Шаронов, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Р. Р. Ахметгалеев, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Д. В. Бортник, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЯЗЫКОВЫХ ОБЪЕКТОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Рассматриваются вопросы разделения речевого участка на отдельные сегменты с целью выделения наиболее информативных частей, связанных с определенным звуком и соответствующей ему фонемой. В процессе дихотомического деления фрагмента речи и выявления на основе спектрального анализа зон стабилизации осуществляется выделение языковых объектов и определение порядка их следования в речевой цепочке.

Ключевые слова: сегмент речи, языковой объект, различительные признаки звуков, спектральный анализ, процесс дихотомического деления, зона стабилизации звука, фонема.

В настоящее время большое внимание уделяется развитию интеллектуальных информационных систем с возможностями организации диалога «пользователь – система» на естественном языке. Построение подобных систем основано на разработке специальных алгоритмов анализа и синтеза речи. Сложность процедуры автоматического анализа речевых сигналов, качество анализа связаны с необходимостью учета большого количества факторов, определяемых: динамикой речи; индивидуальными акустическими параметрами диктора; сложностью выявления полезных различительных признаков, используемых для выделения и распознавания отдельных фонем, слов, законченных речевых фраз; сложностью алгоритмов анализа и синтеза смыслообразующих компонент языковых объектов [1] и др.

Основная работа исследователя по анализу речевых сигналов, как правило, связана с поиском вари-

антов извлечения полезной информации, неравномерно распределенной во времени и зависящей от звукового состава анализируемого фрагмента речи.

Один из вариантов решения задачи автоматического распознавания речи предполагает разбиение речевого фрагмента на дискретные единицы, отдельные сегменты речевого потока, связанные с отдельным звуком. Однако такое направленное сегментирование сложно осуществить на практике [2].

В данной работе вопросы распознавания отдельных фонем или слов затрагиваются лишь частично. Основное внимание уделено решению задачи однозначного разделения речевого участка на отдельные сегменты с целью выделения наиболее информативных частей, связанных с определенным звуком и соответствующей ему фонемой.

Для работы в реальном масштабе времени и для получения амплитудно-частотного спектра сигнала удобно использовать быстрое преобразование Фурье

(БПФ), существенно сокращающее объем выполняемых вычислений [3].

В экспериментах по анализу сегментов речи использовались фонограммы с частотой дискретизации 44100 Гц. Это гарантирует, согласно теореме Котельникова, оцифровку без потери качества акустического сигнала в диапазоне частот от 16 до 20000 Гц, характерного для органа слуха человека. В то же время есть данные, что частотный диапазон речи значительно уже и лежит в интервале от 300 до 4000 Гц, а речь остается разборчивой при сужении частотного диапазона до 300–2400 Гц [4]. Для получения спектральных характеристик применялось БПФ с последовательно-степенными длинами $N = 2^n$, $n = \{7, 8, 9, 10, 11, \dots\}$ и с окном Блэкмана для снижения эффекта утечки спектра.

Очевидно, что качество формируемых на основе результатов спектрального анализа различительных признаков будет зависеть от сложности самого речевого фрагмента, его звукового состава, от способа проведения спектрального анализа и его параметров (разрешающей способности, чувствительности), устойчивости поведения участка спектра при различных реализациях речевого фрагмента [5].

С целью выявления информативных участков речевых фрагментов, которые в дальнейшем могут быть использованы для получения каких-либо инвариантных признаков звуков речи, был осуществлен спектральный анализ ряда звуковых фрагментов.

Ниже приводятся некоторые результаты спектрального анализа, различных временных участков слова «Птолемей» (рис. 1), полученных методом дихотомического деления.

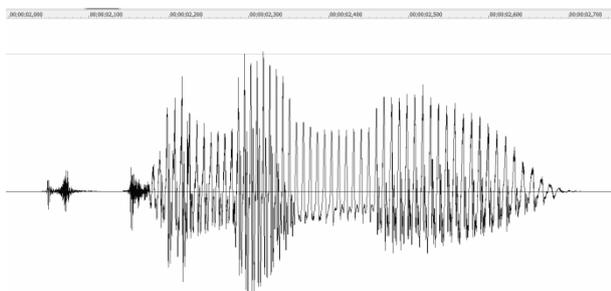


Рис. 1. Фрагмент звукового сигнала. Слово «Птолемей»

Фрагмент звукового сигнала, соответствующий слову «Птолемей», занимает временной участок, равный 693 мсек. В среднем на отдельный звук приходится примерно 86 мсек.

Спектр полного слова, соответствующий временному участку в 693 мсек, показан на рис. 2 (кривая 1). Здесь же приведены спектры участков (кривые 2, 3), занимающие по длительности половину слова (346 мсек) и соответствующие левой и правой половине слова. Спектры получены для БПФ с $N = 2^9$.

Из анализа рисунка следует, что кривая 1 спектра полного слова располагается между кривыми спектра 2 и 3, соответствующими левой и правой половинам, являясь некоторой разделительной линией.

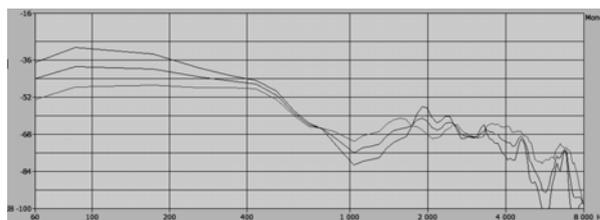


Рис. 2. Кривая 1 – спектр полного слова; кривая 2 – спектр левой половины слова; кривая 3 – спектр правой половины слова

На рис. 3 кривые спектров 1, 2, 3 получены для левой половины слова, а на рис. 4 показаны кривые спектров 1, 2, 3 для правой половины слова. При этом суммарная длительность анализируемых левого и правого участков составляет 346 мсек, а длительность левого и правого участков составляет величину 173 мсек.

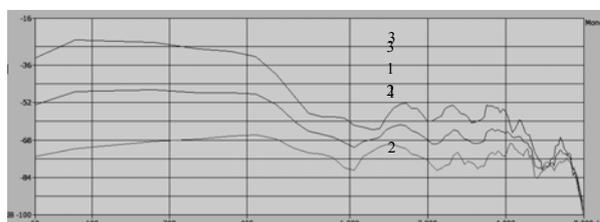


Рис. 3. Кривые спектров 1, 2, 3 для левой половины слова

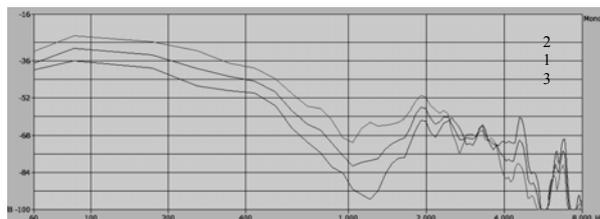


Рис. 4. Кривые спектров 1, 2, 3 для правой половины слова

Кривые спектров 2 и 3 на рис. 3 не пересекаются, имеют близкую форму по всему диапазону частот. По отношению к кривой спектра 1 наблюдается тенденция значительного уменьшения амплитуды в области частот от 60 до 600 Гц для кривой спектра 2 и обратная тенденция для кривой спектра 3. Общая тенденция спада уровня амплитуды кривых спектра 2 на рис. 2, 3 в указанном диапазоне частот связана с присутствием на данном временном интервале импульсных шумовых согласных /п/ и /т/. При этом разница в амплитуде между кривыми 2 и 3 достигает 40 децибел. Зона разрыва между звуками /п/ и /т/ (см. рис. 1) также имеет шумовую характеристику и снижает уровень амплитуды спектра.

Одновременно наблюдается тенденция роста уровня амплитуды кривых спектра 3 на рис. 2, 3. Значительный уровень амплитуды спектра характерен для гласных и звонких согласных в области низких и средних частот (для слова «Птолемей» это звуки /а/, /и/, /л/ и /м/).

После проведения нескольких этапов итерационной процедуры дихотомического деления при после-

довательном уменьшении зоны анализа для левой части слова получаем результаты, представленные на рис. 5. Кривые спектров 1, 2, 3 соответствуют началу слова «Птолемей» и временному участку расположения звука /л/.

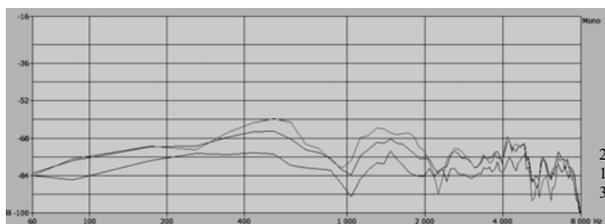


Рис. 5. Кривые спектров 1, 2, 3. Длительность временного интервала кривых спектра 2, 3 составляет 43 мсек.

Спектральный анализ проводится при одних и тех же параметрах БПФ. В сравнительном анализе спектров используются вновь получаемые кривые спектров 1, 2, 3. Чтобы избежать искажений спектра, нижний временной диапазон анализируемого участка не должен быть меньше значения, соответствующего $N = 2^n$ выбранной последовательности БПФ (в нашем случае для $n = 9$ это составляет 11 мсек).

В процессе дихотомического деления формируемая временная зона анализа, как правило, не совпадает с временными границами отдельных звуков. Для уточнения границ необходимо провести более точный спектральный анализ. Практика исследования динамики звуков показала, что в процессе развития звука можно выделить четыре основных этапа: инициализация, формирование, стабилизация и окончание. Этапы инициализации и окончания характерны как для всего слова, так и для процессов взаимодействия соседних звуков внутри слова. Эти этапы, по нашему мнению, связаны с переходными процессами в речевом аппарате диктора и обеспечивают слитность речи. Этап формирования определяет становление основы звука, а этап стабилизации – его завершение, устойчивую форму в пределах некоторого временного интервала.

Наиболее важным этапом является этап стабилизации, поскольку он фиксирует основные особенности звука, отличающие его от соседних звуков. Этот этап характеризуется стабильностью, малой изменчивостью поведения спектра по всей полосе частот на определенном временном интервале. Длительность этого этапа в общем случае зависит от скорости речи. В то же время задача выявления зоны стабилизации текущего звука непосредственно связана с определением момента перехода к соседнему звуку. Таким образом, выявление различительных признаков необходимо проводить в зоне стабилизации конкретного звука.

Результаты анализа приведенных выше рисунков 2–5 показывают, что положение линий спектра 1, 2, 3 относительно друг друга дает возможность оценить направление изменений по выбранному диапазону частот типа спад – подъем; выделить полосы частот, в которых наиболее сильно проявляются раз-

личия в спектрах анализируемых участков; определить зоны частот с разными знаками изменений амплитуды частот относительно кривой 1 (в общем случае это может быть использовано для выявления формантных отличий соседних фонем); определить временные зоны расположения отдельных групп звуков с характерными признаками, например, соседние гласные – звучные согласные (это может быть использовано при выборе алгоритмов анализа и формировании различительных признаков).

Процедура определения границ зоны стабилизации звука осуществляется в окрестности выбранной временной границы, получаемой в процессе дихотомического деления с учетом результатов предварительного анализа поведения кривых спектров 1, 2, 3. С этой целью анализируются тенденции в изменении поведения спектра (спад – подъем амплитуды спектра) по совокупности частотных диапазонов при последовательном перемещении зоны анализа БПФ и малом шаге сканирования (1–5 мсек). Фиксируются временные границы выделенной зоны стабилизации звука и соответствующие ей спектральные характеристики. При обнаружении зоны стабилизации осуществляется переход на анализ очередного участка.

В качестве доказательства работоспособности разработанных методов на рис. 6 приведена спектрограмма (сонограмма) фрагмента слова «Птолемей». Характерным является периодический характер текстуры данного участка.

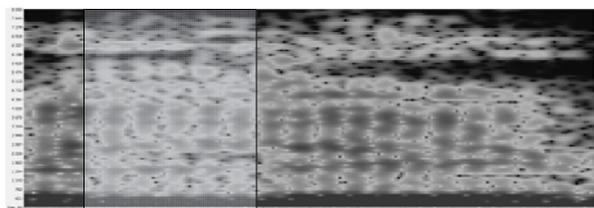


Рис. 6. Спектрограмма фрагмента слова «Птолемей»

Визуально можно выделить наиболее информативный участок звука /л/ этого текстурного изображения и определить его временные координаты. Данные координаты (00:00:02, 224 – 00:00:02, 270) хорошо соответствуют координатам, полученным в процессе анализа на основе описанной выше процедуры выделения зоны стабилизации для звука /л/. Процесс выделения зоны стабилизации хорошо алгоритмируется и более прост по сравнению с методами анализа текстурных изображений. Зоны стабилизации соседних звуков имеют существенные различия в спектрах.

Косвенным признаком, способствующим распознаванию отдельных фонем, может служить динамика поведения кривых спектров 1, 2, 3 для различных комбинаций соседних звуков. Важное значение для выявления косвенных признаков имеет также классификация фонем русского языка, основанная на

определенном состоянии речевого тракта при произнесении звуков речи [6].

Процедура дихотомического деления может быть одноразовой для любого временного участка речевого сигнала, содержащего фрагменты двух соседних звуков. На основе анализа поведения кривых 1, 2, 3 спектров обеспечивается определение направления сканирования для уточнения положения зоны стабилизации отдельного звука. Метод дихотомического деления обеспечивает однозначное разбиение и возможность синхронизации анализа речевого фрагмента, что важно для аппаратной реализации процесса распознавания в реальном масштабе времени.

Таким образом, в данной работе с целью выявления информативных различительных признаков используется процедура дихотомического деления, позволяющая сделать предварительные выводы о составе звуков анализируемого фрагмента на основе анализа спектральных характеристик. Применение процедуры более точного спектрального анализа обеспечивает выделение временных границ зоны стабилизации и ее спектральных характеристик, необходимых для формирования различительных признаков звуков. В результате проведения дихотомического деления фрагмента речи и выделения зон стабилизации осуществляется выделение и определение

порядка следования языковых объектов в речевой цепочке.

Дальнейшие исследования направлены на классификацию языковых объектов, выделяемых на исследуемом речевом фрагменте, и отнесение их к конкретным фонемам.

Библиографические ссылки

1. Mochenov S. V., Sharonov M. A. Technology of structural and parametric synthesis of sense-forming components in the Russian language system // Journal of International Scientific Publications: Language, Individual & Society. – 2011. – Vol. 5. – Part 1. – P. 351–358.
2. Николенко Л. А. Формирование признаков для дикторонезависимого распознавания фонем русского языка // Материалы Всерос. науч.-метод. конф. 9–10 октября 2008 г. «Повышение качества высшего профессионального образования». – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – С. 323–325.
3. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1986. – 512 с.
4. Фролов А. В., Фролов Г. В. Синтез и распознавание речи. Современные решения. 2003 г. – URL: <http://www.frolov-lib.ru/books/hi/index.html>
5. Огородникова А. Н. Выбор интервалов анализа сигнала при распознавании речи // Вестник Томского государственного университета. – 2003. – № 280. – С. 295–304.
6. Жеребило Т. В. Словарь лингвистических терминов. – Изд. 5-е, испр. и доп. – Назрань : Пилигрим, 2010.

S. V. Mochenov, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State University

M. A. Sharonov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State University

R. R. Akhmetgaleyev, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State University

D. V. Bortnik, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State University

Applying the Fast Fourier Transformation (FFT) for Selecting Linguistic Objects of a Speech Signal

We consider the issues of dividing the speech fragment into separate segments aiming to isolate the most informative parts, associated with a particular sound and the corresponding phoneme. During the process of dichotomous division of the speech fragment and the identification of stabilization zones by means of spectral analysis, we carry out the selection of linguistic objects and determine their order in the speech chain.

Keywords: speech segment, linguistic object, distinctive features of sounds, spectral analysis, process of dichotomous division, sound stabilization zone, phoneme.

Получено 02.06.2014

УДК 656.13

Д. В. Капский, кандидат технических наук, доцент, Белорусский национальный технический университет, Минск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

Разработана методика определения экологических потерь в дорожном движении при взаимодействии потоков на перекрестке. Методика позволяет учитывать весь спектр негативного воздействия, который оказывает автотранспорт на окружающую среду и участников движения. Для автоматизации расчетов разработаны компьютерные программы определения экологических потерь на регулируемых перекрестках и искусственных неровностях.

Ключевые слова: экологические издержки, экологические потери, эффективность.

Экологические потери – это стоимость превышающих минимальные значения выбросов вредных веществ в атмосферу, загрязнения воды и почвы, воздействия шума, вибрации и электромагнитных излучений [1]. Суммарные эко-

логические потери на перекрестке $P_{\text{экл}}$ есть сумма потерь от выбросов в атмосферу P_m и потерь от транспортного шума P_L (при этом последние из-за резкого снижения скорости движения в некоторых случаях могут иметь знак «минус»):