

2. Разработка способов управления движением товаров;

3. Определение стратегии и технологии физического перемещения товаров;

4. Разработка системы учета и анализа логистических издержек;

5. Проектирование и оптимизация структуры автоматизированных складских комплексов;

6. Координация деятельности различных подразделений предприятий и т.д.

Типовой задачей логистики является нахождение наикратчайшего пути между двумя городами для перевозки неких товаров. При этом информация о всех городах и дорогах между ними представлена в базе данных в виде связанного графа. Для решения данной задачи подходит алгоритм Дейкстры, который мы можем применить на прямую к нашему графу.

Ещё одной проблемой, которая решается помощью графовой базы данных, является масштабируемость. Любая логистическая система

состоит из огромного количества данных, и в силу их объема, извлечение необходимой нам информации будет занимать большое количество времени.

Горизонтальное масштабирование существующих традиционных СУБД обычно является трудоемкой, дорогостоящей и эффективной только до определенного уровня задач. В то же время многие NoSQL-решения, в частности графовые, проектировались исходя из необходимости масштабироваться горизонтально и делать это «на лету». В данном случае мы можем хранить разные слабосвязанные части графа на разных серверах.

На сегодняшний день существует множество СУБД для работы с графовыми базами данных: Neo4J, DEX, OrientDB, AllegroGraph, InfiniteGraph и т.д. Любая из этих СУБД подходит для использования в программном обеспечении для решения задач современной логистики.

В.К. ЖЕЛЕЗНЯК, И.Б. БУРАЧЕНКО

ОЦЕНКА ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Выделение первичных признаков речевого сигнала, таких как период (или частота) основного тона (ОТ) F_0 является необходимым критерием для определения наличия речи в шумах. Определение же формант F_1, F_2, \dots, F_n является источником получения дополнительной, не менее важной информации, не только о речевом сигнале, но и об индивидуальных признаках говорящего. Из анализа работ Л.Р. Рабинера, Р.В. Шафера, Дж. Маркела, А.Х. Грея, И.О. Архипова, В.Б. Гитлина, В.Г. Михайлова, Л.И. Златоустовой, А.Н. Голубинского, С.И. Рассказовой и др. следует, что существующие методы определения частоты ОТ и формант речи исследованы в нормальных условиях и практически не исследовались в условиях воздействующих факторов. Поэтому оценка таких первичных признаков элементов речевого сигнала как частота ОТ и форманты в условиях воздействующих факторов, является одной из наиболее важных задач при проектировании и контроле аппаратуры связи и систем защиты речевой информации от утечки по техническим каналам.

С целью выявления наилучших методик для оценки частоты ОТ исследовались фонемы русского языка без воздействующих факторов.

Разброс вычисленных значений частоты ОТ составил $\pm 1,37\%$. На основании исследований восьми методов оценки частоты ОТ по их помехоустойчивости и чувствительности, а также анализа и обработки полученных результатов были выбраны три: амплитудный, кепстральный и автокорреляционный. Далее эти методы исследовались в условиях воздействующих факторов. В качестве воздействующих факторов применялись белый гауссов шум с распределением по амплитуде и шум ХИП (хаотическая импульсная последовательность). Для получения дополнительных искажений сигнала использовались различные виды амплитудного ограничения (АО).

Исследования проводились на базе гласных фонем *a, o, y, э, и, ы* мужских и женских голосов со средней продолжительностью 0,3 с. Оценка частоты ОТ проводилась при различных соотношениях сигнал/шум. Оценивались частота ОТ и разборчивость фонем при различных уровнях и порогах отсечек сигналов заданного амплитудного ограничения.

В результате проведенных исследований методом, основанным на амплитудной селекции с использованием расстановки меток в точках

максимальных значений квазипериодических участков сигнала можно сделать вывод, что несмотря на то, что данный метод прост в реализации и не требует больших вычислительных ресурсов, результаты оценки данным методом имеют весьма низкую точностью и устойчивость даже при небольших уровнях шума. При АО высока вероятность пропуска максимума и неверного определения частоты ОТ. При порогах отсечки выше 30–40 % данный расчет не представляется возможным.

Метод кепстрального анализа, разработанный Р.В. Шафером и Л.Р. Рабинером, основан на вычислении и анализе кепстра – обратного преобразования Фурье логарифма спектра мощности сигнала. Наилучший результат этот метод дает при оценке вокализованных звуков. Одной из особенностей данного метода является усиление влияния низкочастотных компонент шума за счет операции логарифмирования спектра. Работа ведется в нереальном масштабе времени, а для повышения точности оценки необходимо применять временные окна и операции сглаживания. Поэтому, из-за невысокой стойкости к шумам и вычислительной сложности кепстральный подход не получил широкого развития для решения задач выделения ОТ.

На основании обработки экспериментальных данных, наилучшие результаты получены автокорреляционным методом (АК), позволяющим оценить периодичность сигнала в зависимости от его задержки. Для анализа речевого сигнала используется кратковременная автокорреляционная функция (АКФ). Для вокализованных фонем АКФ имеет четкий максимум в районе задержек, равный периоду ОТ. Данный метод позволяет наиболее точно определить частоту ОТ произнесенных фонем и позволяет выделять речевой сигнал даже на фоне мощных шумов и различных видах АО. Установлено, что центральная отсечка при высоких уровнях порога дает значительные изменения частоты ОТ, что приводит к изменению голоса и значительному уменьшению разборчивости. При определении частоты ОТ гласных звуков, произнесенных женским голосом, звуки *y, и*, значительно подвержены изменениям, звуки *а, э* менее. При исследовании мужского голоса заметны изменения у звуков *у, и, ы*, менее подвержены изменениям звуки *а, э, о*.

Учитывая свойства кепстра полностью сохранять информацию о спектре амплитуд исходного сигнала и понижать контраст частотных компонент, что делает его устойчивым к формантной структуре сигналов, для оценки фор-

мант вокализованных фонем из исследованных методов: ДПФ (дискретного преобразования Фурье), линейного предсказания LPC (linear predictive coding), на основе вейвлет-преобразования был выбран метод кепстрального анализа.

Критериями оценки являлись отклонения формант фонем, выделенных при различных воздействующих факторах, от формант фонем, выделенных в отсутствие каких-либо воздействий. Анализ данных оценки формантных частот из литературных источников не позволят сделать однозначный вывод из-за использования различных методов и условий для оценки формант. Результаты наших экспериментов наиболее близко совпадают с результатами, полученными М.А. Сапожковым на примере фонем гласных звуков.

Согласно применяемому в фонетике четырехугольнику гласных, описанному Е. Скучиком или так называемому треугольнику (трапеции) гласных описанному Л.В. Щербой, была построена кривая, устанавливающая разброс зависимостей частоты второй форманты F_2 от частоты первой форманты F_1 для исследуемых гласных фонем, представленная на рис. 1.

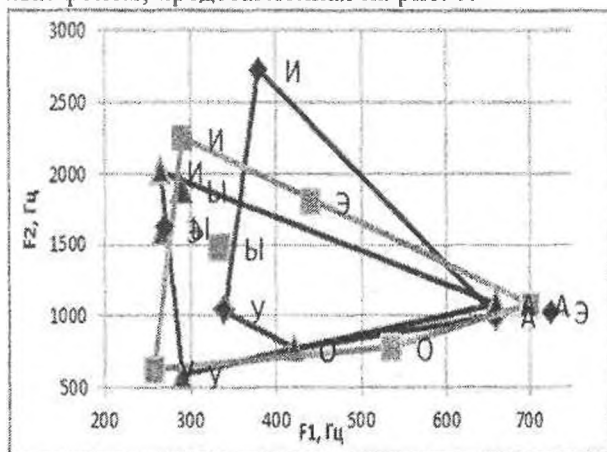


Рис. 1. Формантные треугольники

Вершинами этого четырехугольника являются звуки *а, о, у, и*, а звуки *э, ы* расположены в окрестности полученной фигуры. Исследование фигур, полученных на основании анализа женского и мужского голосов, показывает, что при понижении голоса (мужского) четырехугольник смещается к началу координат, а при повышении голоса (женского) — дальше от начала координат. Однако соотношение между звуками остается без изменений. Если голос охрип, то расположение четырехугольника меняется, однако соотношение между расположением фонем практически не изменяется. Были построены

также четырехугольники гласных при различных соотношениях сигнал/шум. На рис. 2 показано изменение зависимости формант F_1 и F_2 на примере фонем, произнесенных женским голосом.

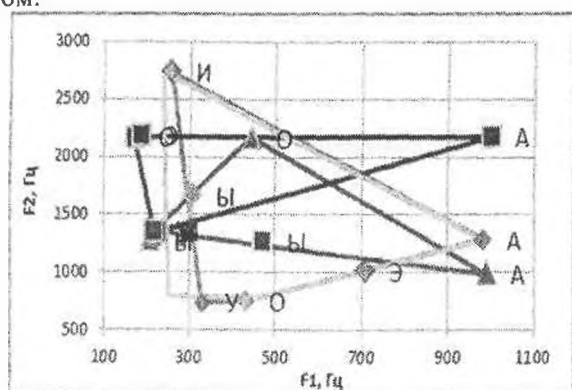


Рис. 2. Изменение расположения фонем при воздействии шумом

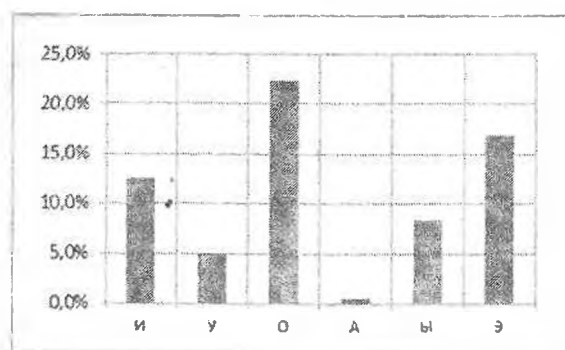


Рис. 3. Помехоустойчивость гласных фонем

По результатам исследований можно утверждать, что форманта F_1 фонемы *а* наиболее устойчива к шумам. А пока соотношение между расположением звуков остается, мы распознаем голос. Таким образом, по изменению соотношений между формантами и смещению вершин относительно друг от друга можно судить о величине искажений речевого сигнала, а по смещению форманты F_1 о разборчивости конкретной фонемы. Далее на рисунке 3 показана устойчивость определения формант различных фонем к помехам.

В результате, проведенных исследований предлагается комбинированное использование методов оценки первичных признаков речевого сигнала: метода АФК для частоты ОГ и кепстрального – для выделения основных формант (достаточно первых двух). Такой подход позволит достоверно определить наличие речи в шумах и провести оценку величины искажения сигнала.

В.К. ЖЕЛЕЗНЯК, А.В. БАРКОВ

МЕТОД МАСКИРОВАНИЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ RGB-ВИДЕОКАДРОВ СИНХРОННЫМ И АДАПТИВНЫМ ШУМОВЫМ RGB-ВИДЕОКАДРОМ

Предложен метод формирования маскирующей помехи для защиты видеосигнала от утечки по техническим каналам. Видеосигнал обладает рядом характерных особенностей, которые надо учитывать при решении задачи защиты от утечки по техническим каналам. Целью является формирование маскирующей помехи видеосигнала. Задачей является разработать и предложить метод формирования маскирующей помехи с учетом особенностей видеосигнала. Исследования показали возможность синхронного накопления зашумленного статического видеокадра, которое значительно улучшает отношение сигнал/шум (ОСШ). В этой связи обоснована необходимость создания синхронной адаптивной помехи для маскирования статических видеокадров. Предложен способ формиро-

вания маскирующих видеокадров с учетом того, что видеокадры на экране могут быть статическими (неподвижными) и динамическими (подвижными), содержать крупномасштабные и мелкодетальные элементы.

Суть метода маскирования статического видеокадра состоит в том, что синхронным накоплением и запоминанием создают статический видеосуммовый кадр.

В предложенном методе маскирования реализуется синхронность видеосигнала и маскирующего видеосума.

Метод маскирования статических видеокадров реализован в синхронных и адаптивных шумовых RGB-видеокадрах. Время накопления зашумленного видеокадра устанавливается выигрышем по отношению количества накоплен-