



А.К. Алимуратов, П.П. Чураков

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПОСРЕДСТВОМ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

(ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»)

Статья посвящена разработке системы управления средствами технического назначения для инвалидов с помощью звуковых команд. Подчеркивается актуальность задачи исследования и разработки системы для обеспечения людей с ограниченными возможностями средствами социально-бытовой адаптации. Предлагается алгоритм работы системы управления, основанный на использовании адаптивного математического аппарата преобразования Гильберта-Хуанга.

По данным министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 2012 года:

- количество инвалидов в России составляет свыше 13 млн. человек, 9,2% от общего числа населения;
- ежегодно численность инвалидов в стране увеличивается на 1 млн. человек.

Социальная политика в России направлена на восстановление нарушенных связей инвалидов с обществом. Согласно государственной программе «Доступная среда» в России существует необходимость создания систем социально-бытовой адаптации, т.е. обеспечение инвалидов специализированными техническими средствами, помогающими им в сферах здравоохранения, быта и образования.

Разрабатываемая интеллектуальная система (см. рисунок 1) представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для дистанционного управления средствами технического назначения с помощью любых индивидуальных акустических сигналов (шаблонов звуков) [1].

Управление в разрабатываемой системе будет осуществляться средствами первой необходимости:

- система вызова помощи медперсонала;
- управление навигацией инвалидных кресел;
- организация доступа в помещение, с помощью «звукового ключа»;
- контроль и управление освещением;
- управление домашней бытовой техникой.

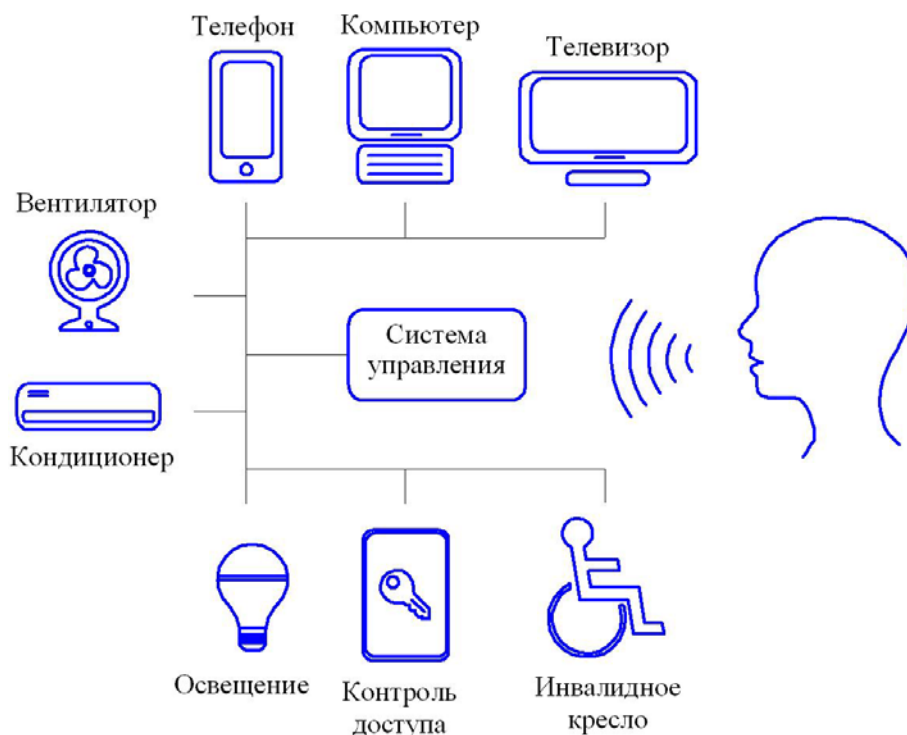


Рис. 1

Суть разработки к исследованию технологии адаптивной обработки акустических сигналов, с использованием новейших математических новаций – преобразования Гильберта-Хуанга [2], и внедрение данной технологии на практике в качестве разработки интеллектуальной системы управления средствами технического назначения посредством акустических сигналов.

Под обработкой подразумевается фильтрация и выделение информативных параметров акустических сигналов, в качестве которых могут выступать любые индивидуальные акустические сигналы, способные воспроизводить люди с ограниченными возможностями: искаженная речь, мычание, хрип, крик, хлопки и т.п.

Приведенные виды акустических сигналов по своей природе являются нелинейными и нестационарными, что серьезно усложняет их обработку и анализ. На сегодняшний день для обработки акустических сигналов, как правило, используются два основных метода: временной и спектральный.

Суть временного метода заключается в определении характерных точек сигнала с последующим использованием их для вычисления информативных параметров. С точки зрения технической реализации в качестве характерных точек могут быть выбраны явные максимумы (минимумы) и моменты пересечения нулевой оси времени функцией сигнала. Главным недостатком временных методов заключается в неоднозначности выделения характерных точек, вызванной шумами и смещениями нулевого уровня.

Особенностью спектрального метода является использование всех отсчетов данных, зарегистрированных в сигнале. Многие акустические сигналы имеют специфический спектральный состав и занимают характерные спектральные области. Использование спектрального анализа позволяет выделять информативные параметры с достаточной точностью. К недостаткам классиче-



ского спектрального метода относятся низкая адаптивность к локальным свойствам сигналов, недостаточно высокое спектральное разрешение и сравнительно большие вычислительные затраты.

Как правило, оба метода обработки проводятся по выборке данных достаточно большой длительности, и короткие локальные изменения не вносят значительного вклада в результирующий анализ сигнала. Для решения этой проблемы предложено использовать новый метод обработки акустических сигналов, основанный на преобразовании Гильберта-Хуанга. Основным преимуществом данного метода является высокая адаптивность, проявляющаяся в том, что базисные функции, используемые при разложении звука, извлекаются непосредственно из самого исходного сигнала и позволяют учитывать только ему свойственные особенности [3].

Составляющие, полученные в результате разложения, позволяют выполнять эффективное для дальнейшего анализа преобразование Гильберта-Хуанга. В результате акустический сигнал представляется в частотно-энергетической области, что позволяет выявить скрытые модуляции и области концентрации энергии, которые позволяют анализировать как глобальные, так и локальные свойства сигналов и требуют меньших вычислительных затрат [4].

Преобразование Гильберта-Хуанга включает два основных этапа:

1. Разложение сигнала на компоненты – декомпозиция на эмпирические моды (ДЭМ);
2. Формирование по полученным эмпирическим модам спектра Гильберта.

На рисунке 2 приведен алгоритм ДЭМ. Приведенный алгоритм является классическим, базовым, он достаточно прост в реализации и требует сравнительно небольшого объема вычислений.

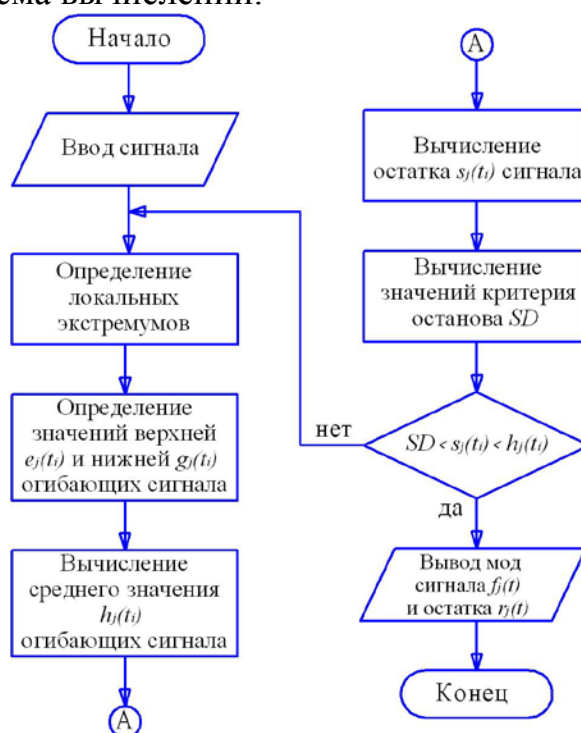


Рис. 2



На сегодняшний день, для людей с ограниченными возможностями, существует достаточное количество систем голосового управления, в том числе и на русском языке. 97% этих систем представляют собой программные продукты для управления персональным компьютером или телефоном: «Dragon Naturally Speaking», «MagniTalk», «Vocal Joystick», «Сакрамент», «Горыныч» и др. И всего лишь 3 % это системы, представляющие собой устройства голосового управления техническими средствами. В основном эти устройства встроены в высокоинтеллектуальные системы контроля и управления, типа «Smart Home» («Умный дом»). В мире можно отметить несколько производителей таких систем: «Voice activated Software in Home control systems for elderly and disabled», «Voice Activated Appliances for Severely Disabled Persons», «Voice control system for smart home based Zigbee».

Анализ приведенных систем, выявил некоторые недостатки:

- интеграция в высокоинтеллектуальные системы «Умный дом», обладает избыточной функциональностью и соответственно высокой и неприемлемой для инвалидов ценой;
- управление осуществляется только голосовыми командами, в ситуации, когда у инвалида серьезные нарушения с артикуляционным аппаратом, и он не способен воспроизводить внятную речь, данные системы неприменимы.

Для устранения приведенных недостатков, в качестве преимуществ над аналогами, предложены следующие решения:

- разработка автономного программно-аппаратного комплекса управления средствами первой необходимости для людей с ограниченными возможностями;
- применения высокоэффективных адаптивных алгоритмов обработки на основе преобразования Гильберта-Хуанга, позволяющих использовать в качестве команд управления любые акустические сигналы.

Литература

1. Фролов А.В., Фролов Г.В. Синтез и распознавание речи. Современные решения. – М.: Связь, 2003. – 216 с.
2. Huang N.E., Shen Z., Long S.R. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis // Proc. R.: Soc. Lond. A. V. 454, 1998. – pp. 903 – 995
3. Алимуратов А.К., Чураков П.П., Тычков А.Ю. Фильтрация речевых сигналов с использованием метода множественной декомпозиции и оценки энергии эмпирических мод // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, 2012. – № 4. – с. 117 – 125
4. Алимуратов А.К., Чураков П.П., Тычков А.Ю. Определение частоты основного тона речевого сигнала с использованием метода множественной декомпозиции на эмпирические моды // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе: сб. тр. III Всерос. науч.-прак. конф. студентов и молодых ученых. – Пенза, 2012. – с. 121 – 126