

Бейлекчи Д.В., Колпаков А.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Модель оценки программно-аппаратной структуры комплекса цифровой внутриобъектовой диспетчерской связи

Программно-аппаратная структура комплекса громкоговорящей связи представляет собой сложную структурированную систему с большим количеством компонентов и интерфейсов. При разработке или модернизации комплексов громкоговорящей связи возникает задача определения программных и аппаратных компонентов структуры, что является решением проблемы выбора из множества существующих компонентов с набором разнородных характеристик. В то же время следует учитывать, что на результат может повлиять разработчик, например, имеющий предпочтения в отношении используемых протоколов связи или типа микропроцессора. Из этого следует, что процесс формирования структуры должен быть адаптивным, с учетом оценки структуры, что обеспечивает возможность повторения процесса формирования структуры с новыми параметрами, выбранными разработчиком на основе рассчитанной оценки. Таким образом, вышеуказанная задача должна быть определена как многокритериальная и многопараметрическая в условиях исходной информации, имеющей нечеткий характер. [1]

Целью проекта является создание программно-аппаратной структуры системы из диспетчерских пультов громкоговорящей связи, позволяющих выполнять одновременный обмен речевыми сигналами с несколькими устройствами системы для обеспечения конференц-связи и циркулярного обмена без использования центрального сервера IP-телефонии.

Рассматриваемая модель, описывает способ, предложенный в [2], предполагает формирование, оценку программных и аппаратных структур и выбор из набора программных и аппаратных элементов только тех, чьи параметрические характеристики находятся в пределах, установленных техническим заданием и предпочтениями разработчика.

Оценка характеристик комбинаций программных и аппаратных наборов компонентов рассчитывается с использованием критериев вида:

$$F_{i/j} = \sqrt{\sum_{\forall M} \rho_k Q_M^2}, \quad (1)$$

где $M \subset \{i, j, k\}$; $k=1, n$; $i=1, s$; $j=1, h$;

n – общее количество параметров,

s – количество разновидностей программного обеспечения,

h – количество разновидностей аппаратного обеспечения,

ρ_k – вес k -го параметра.

Значения ρ_k и Q_M определяются как

$$\sum_{\forall M} \rho_k = 1; \quad Q_M = \frac{r_{kj} - r_{ki}}{g_k},$$

где r_{kj} , r_{ki} – уровни требований к значениям k -го параметра j -го аппаратного и i -го программного компонента, g_k – нормализующий коэффициент k -го параметра.

Задачей дальнейшего развития данной модели является уточнение и оптимизация алгоритма оценки на основе методов теории нейронных сетей [5], а также получение результатов для оценки эффективности применяемых алгоритмов формирования структуры по критерию оптимальности обработки речевых сигналов (эхо- и шумоподавление, синхронизация потоков), описываемых в [3-5].

В заключение можно отметить, что предлагаемая модель, и методика оценки на ее основе, в отличие от способов, основанных на многокритериальном анализе сложных систем, которые

включают большое количество критериев и требуют значительных вычислительных мощностей, позволяет, используя нейронную сеть и алгоритм балансировки весовых коэффициентов критериев, предоставлять решения для принятия решений задачи поддержки формирования программно-аппаратных структур комплекса с учетом высокой вариабельности элементов и наличия дискретных разнородных параметров на стадии технического проектирования, что сокращает время разработки таких систем. Кроме того, этот метод также может быть использован для оценки аппаратной и программной структуры других радиотехнических систем.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20174.

Литература

1. Директоров Н.Ф., Катанович А.А. Современные системы внутрикорабельной связи. / Н.Ф. Директоров, А.А. Катанович – СПб.: Судостроение, 2001. – 256 с.
2. Бейлекчи Д.В. Методика оценки программно-аппаратной структуры телекоммуникационного комплекса громкоговорящей связи / Д.В. Бейлекчи, Ю.А. Кропотов // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции. / под. ред. С.У. Увайсова – Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского, 2019, с. 259-262.
3. Ермолаев В.А., Кропотов Ю.А., Бейлекчи Д.В. Обработка акустических сигналов методами локального анализа в телекоммуникационных системах // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (17). – С. 49-56.
4. Kropotov Y.A. On the transmission of asynchronous data streams over packet switched networks with random multiple access / Y.A. Kropotov, A.A. Kolpakov. // International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC), 2018, Vol.10, No.1, P. 107-117, DOI: 10.5121/ijcnc.2018.10108.
5. Kropotov Yu.A. Mathematical models of telecommunication systems with acoustic feedback / Yu.A. Kropotov, A.A. Belov, A.Y. Proskuryakov, A.A. Kolpakov // 2019 International Multi-conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FAREASTCON 2019. – 2019. – pp. 8934203

Белов А.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

Подсистема обработки картографических данных телекоммуникационной системы экологического мониторинга.

В задаче автоматизированного экологического мониторинга необходимо работать с картографической информацией, которая является важнейшим источником пространственных данных об объектах мониторинга, источниках выбросов загрязняющих веществ, областях распространения вредных веществ. В ГИС экологического мониторинга картографические данные используются как растровая подложка для дальнейшей векторизации объектов, разделенных по различным тематическим слоям.

Технология получения и обработки пространственной информации включает:

- ввод оцифрованных картографических изображений из различных источников в АСЭМ;
- первичную цифровую обработку изображений;
- получение сведений о расположении и пространственных отношениях объектов мониторинга на основе обработки и анализа структурных признаков изображений;
- компактное хранение и вывод обработанных картографических изображений.

Наиболее перспективным и мощным математическим аппаратом для обработки и анализа двумерных сигналов, которыми являются изображения, служит двумерное вейвлет-преобразование.

С его помощью можно проводить первичную обработку картографических изображений, т.е. удалять шумовые составляющие, производить адаптивную к частотным характеристикам изображений фильтрацию, устранять дефекты. На основе вейвлет-преобразований выделяют основные структурные признаки картографических изображений (сегментация, выделение контуров, перепадов цвета, площадных объектов и т.д.). Наиболее важным видом обработки картографических изображений является их сжатие, так как часто размер отсканированного или полученного со спутника изображения может достигать десятки мегабайт. Алгоритмы, основанные на вейвлет-преобразовании, позволяют осуществлять многократное сжатие практически без потери наиболее важной пространственной информации. Практическую ценность представляют вейвлет-алгоритмы поиска картографической информации в базе графических данных по нечетким запросам.

Источниками цифровых картографических данных, которые используются как пространственная подложка ГИС автоматизированной системы экологического мониторинга промышленного предприятия, являются электронные карты, полученные в результате сканирования бумажных карт и снимки земной поверхности, полученные со спутников. Бумажные карты наиболее подвержены воздействию неблагоприятных температурных и влажностных факторов. Поэтому со временем на них появляются всевозможные дефекты (уменьшение контрастности, яркости, четкости, появление царапин, пятен, линий перегибов, надрывов, утрата частей карты и т.д.).

Качество доступных бесплатных спутниковых снимков также часто является невысоким, на снимках могут быть зоны цветового несоответствия, полосы, искажения из-за характеристик спутникового фотографического оборудования.

Все перечисленные выше дефекты картографических изображений необходимо автоматически выделять и устранять.

Анализ и обработка изображений производятся одновременно в пространственной и частотной области, такую возможность предоставляет использование алгоритмов на основе вейвлет-преобразований.

Для решения поставленных задач обработки, анализа и фильтрации, сжатия и компактного хранения, поиска картографических данных была произведена разработка подсистемы

обработки картографических изображений. Данная подсистема является одним из блоков АСЭМ, а обработка и анализ картографических изображений территории, на которой проводится экологический мониторинг, является необходимым этапом для обеспечения корректной работы АСЭМ.

Структурная схема подсистемы обработки картографической информации приведена на рис. 1.

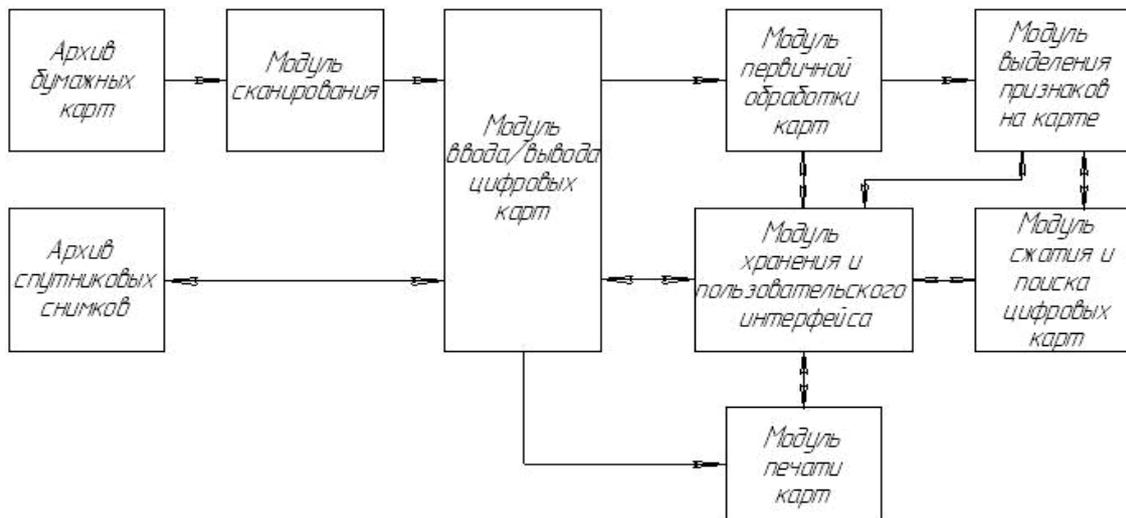


Рис. 1. Подсистема обработки картографических изображений

Подсистема обработки картографических изображений выполняет следующие функции: ввод картографических данных, их первичную обработку, выделение признаков изображений, компактное сжатие и поиск карт по требованию пользователя, сохранение обработанных изображений.

На этапе первичной обработки проводится устранение искажений, вызванных их переводом в цифровую форму, удаление шумов и помех (адаптивная фильтрация), устранение механических и химических дефектов. Кроме этого на данном этапе можно проводить коррекцию изображений, изменить такие глобальные характеристики картографических изображений как контраст, яркость, четкость.

На следующем этапе осуществляется тематическая обработка, включающая выделение признаков картографических изображений, их сжатие, поиск по запросам. Выделяют следующие признаки картографических изображений:

- глобальные, относящиеся ко всему изображению в целом;
- локальные, относящиеся к локальной области изображения;
- геометрические признаки (размеры объектов, их площади, периметры, расстояния между объектами), вычисляемые на основе геометрических характеристик объектов изображения;
- структурные (морфологические) признаки (сегменты, контуры, скелеты), основанные на представлении как всего изображения, так и изображения отдельного объекта изображения в виде совокупности некоторых примитивных геометрических элементов и их отношений между собой;
- статистические, основанные на вычислении статистических характеристик изображений (математическое ожидание, дисперсия, отклонение, коэффициент корреляции, закон распределения и др.);
- спектральные, т.е. признаки, процесс получения которых использует спектральную модель представления изображения.

Анализ и обработка изображений неотделимы от задачи сжатия изображений, их компактного хранения и поиска по запросу пользователя в графических базах данных.

Догадина Е.П.

*ФГБОУ ВО Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Факультет информационных технологий и анализа больших данных
Департамент анализа данных и машинного обучения
107023, Москва, 4-й Вешняковский пр-д, 4
e-mail: epdogadina@fa.ru*

Применение методов оптимизации при проверке качества знаний обучающихся.

Вопрос проверки качества знаний является неотъемлемой частью образовательного процесса. Один из распространенных способов проверки качества знаний обучающегося – это выполнение контрольной работы как самостоятельно, так и в малых группах. Однако педагога как высшей, так и средней школы всегда волнует вопрос, как достичь наибольшего эффекта от проверки знаний обучающихся. Как и по каким признакам комплектовать малые группы или предоставить обучающемуся выполнить все задания индивидуально. Система принятия решений может изменить ситуацию в этом вопросе на основе интеллектуальных методов моделирования, оптимизации и принятия решений. В работе предлагается рассмотреть вопрос оптимизации распределения обучающихся в малые группы для выполнения контрольных работ в соответствии с личностными качествами каждого обучающегося.

Процесс контроля качества знаний обучающихся, а именно выполнение контрольной работы, рассматривается как система массового обслуживания с ожиданием. Поиск оптимального подбора обучающихся для группировки в малые группы осуществляется с помощью генетического алгоритма. Личностные характеристики обучающихся, а также количество правильно выполненных задач предлагается кодировать в виде набора ген в хромосоме. В качестве личностных характеристик могут быть выбраны следующие параметры: положительная динамика развития, мотивация к обучению, отношение к школе, сохранение познавательного интереса, социальная адаптированность, позитивные отношения между учеником и учителем, позитивные отношения с одноклассниками, физическое и психическое здоровье, уровень благополучия в семье [1]. Для таких данных необходимо использовать нормализацию параметров посредством масштабирования. Масштабирование может быть показано как

$$m_s = \frac{m_0 - \min(m_0)}{\max(m_0) - \min(m_0)}$$

где m_s - это масштабированное значение параметра, m_0 - это фактическое значение параметра. В этой функции максимальное и минимальное значение параметра должно определяться в соответствии с характером задачи.

В качестве фитнес функции рассматривалась функция, полученная в результате аддитивной сверки критериев оптимизации с учетом весовых коэффициентов важности критериев.

$$F(\xi, K(X)),$$

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_N) \in \Omega_{\text{доп}}$$

где $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ – веса относительной важности критериев.

В данной работе весовые коэффициенты относительной важности частных критериев задаются в соответствии с условиями

$$0 \leq \xi_j \leq 1, j = 1..n$$

$$\sum_{j=1}^n \xi_j = 1, j = 1..n$$

В качестве критериев оптимизации представлены:

1. Коэффициент простоя системы.

$$K1 = \frac{p_0}{n * t_{\text{les}}}$$

где n – число каналов системы;

t_{les} – время, отведенное на выполнение контрольной работы;

p_0 – вероятность простоя системы (т.е. время, в течение которого обучающиеся не будут заняты выполнением задач) вычисляется по формуле

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{y^k}{k!} + \frac{y^{n+1}}{n! * (n - y)} * (1 - (\frac{y}{n})^m)}$$

где k – фаза работы каналов без учета очереди,

y – интенсивность нагрузки, вычисляемая по формуле $y = \lambda * t_{obs}$, где λ – интенсивность поступления заявок; t_{obs} – время обслуживания заявок;

m – число мест в очереди.

2. Коэффициент эффективности [1, 2] выполнения задач

$$K_э = K_p * t_и / t,$$

где K_p – коэффициент результативности выполнения задач;

$t_и$ – наименьшее (идеальное) время, необходимое на выполнение контрольного задания, определяемое преподавателем по лучшей работе учащихся или же с помощью независимых экспертов;

t – индивидуальное время выполнения задания.

Для оценки результативности вводится коэффициент, определяемый по формуле: $K_p = a/A$, где a – точность обучения, определяемая количеством правильно выполненных операций контрольного задания; A – общее число операций в задании. Коэффициент результативности является индивидуальным показателем усвоения, в идеале он должен быть равен единице.

В дальнейших исследованиях планируется разработать систему поддержки принятия решений, которая позволяла бы осуществлять подбор обучающихся для работы в команде не только с примерно одинаковыми профессиональными компетенциями, но и с разными.

Литература

1. Курапова Т. Ю. Критерии успешности обучения учащихся общеобразовательных школ // Психология в России и за рубежом : материалы I Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург: Реноме, 2011. – С. 106-109. URL: <https://moluch.ru/conf/psy/archive/32/1092/> (дата обращения: 27.12.2022).

2. Dogadina, E.P.; Smirnov, M.V.; Osipov, A.V.; Suvorov, S.V. Formation of the Optimal Load of High School Students Using a Genetic Algorithm and a Neural Network. Appl. Sci. 2021, 11, 5263

Ермолаев В.А., Проскураков А.Ю.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

Представление пространственно распределенных систем многосвязными моделями с запаздыванием

Современное состояние исследований в области систем с запаздыванием обязано своим становлением основоположникам этого направления: работам Вито Вольтерра, Р. Беллмана, Дж. Хейла, А.Д. Мышкиса, Л.Э Эльсгольца, Н.Н. Красовского, Б.С. Разумихина, В.Л. Харитоновна и других. Не ослабевающий интерес к данной теме обуславливается при этом, с одной стороны, наличием присущего многим техническим, природным и иным объектам явления запаздывания, а с другой стороны – ростом вычислительных возможностей средств математического моделирования. Общее представление о современном состоянии в области теории и практики применения систем с запаздыванием, задач анализа, управления и моделирования, можно частично составить по коллективным монографиям [1, 2]; что касается задач стабилизации, робастного и оптимального управления, соответствующие материалы представлены как примеры уравнениями работ [3-6].

Образующие подкласс всех рассматриваемых объектов, системы с запаздыванием, делятся, во-первых, на непрерывные и дискретные системы, описываемые обыкновенными дифференциальными или разностными уравнениями с запаздывающим аргументом, и системы, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных (с распределенными параметрами). По характеру запаздывания, в свою очередь, выделяют системы с одним или несколькими дискретными запаздываниями; системы с переменными и распределенными запаздываниями; системы со стохастическими запаздываниями. Многомерные системы с запаздыванием являются полезными моделями элементов оптоэлектронной и лазерной техники, генераторов (формирователей) коротких импульсов мощного лазерного излучения и лазерных автодинов слежения за движущимися объектами; типичными здесь являются также модели систем автоматического управления с запаздыванием переменных либо состояния, либо управления (обратной связи).

Уравнение простейшей модели системы с n запаздываниями записывается [4] в виде

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + \sum_{j=1}^n A_j x(t - \tau_j) + B_j x(\theta_j(t)) + Cu(t).$$

Значениям $n=1$ и $n=2$ соответствуют модели с одним и двумя запаздываниями.

Модель оптимального управления, представленная в работе [6], задается уравнением

$$\dot{z}(t) = M_1 z(t) + M_2 z(t - \tau_1) + N_1 u(t) + N_2 u(t - \tau_2).$$

При этом задача заключается в минимизации функционала

$$J = \frac{1}{2} \int_0^t \left\{ \sum_{k=0}^q \left(z^{(k)} \right)^T Q_k z^{(k)} + \sum_{k=0}^r \left(u^{(k)} \right)^T R_k u^{(k)} \right\} dt.$$

Несмотря на линейность поставленных задач их решение, даже при фиксированных значениях запаздываний, требует обращение к средствам вычислительной техники. Положение осложняется с переходом к моделированию систем с распределенными, описываемыми дифференциальными уравнениями в частных производных, параметрами. Подобная ситуация возникает, например, при рассмотрении систем с акустической обратной связью, обусловленной при озвучивании открытых территорий явлением эха, а в случае закрытых помещений - явлением реверберации. В первом случае проблема состоит в компенсации эха, поступающего по конечному, обусловленному

рельефом местности, числу направлений, а во втором – компенсации резонансных мод помещения (с учетом переходных процессов их генерации и затухания); решение этой проблемы опирается, соответственно, на геометрическое и волновое представление акустического поля [7, 8].

Одна из задач моделирования систем с акустической обратной связью – систем громкоговорящей связи и оповещения – заключается, как правило, и в обеспечении их устойчивости. Ограничиваясь моделированием акустического поля закрытых (по терминологии В.В. Фурдуева) помещений особое внимание обращается на переходные процессы формирования и затухания резонансных мод. Конечно, несмотря на то, что для этого можно воспользоваться и моделью с распределенным запаздыванием, здесь рассматривается только модель с дискретным, конечным набором, в общем случае переменных, параметров; при этом каждая мода моделируется резонансным звеном второго порядка, включаемым последовательно с соответствующим элементом запаздывания.

При моделировании использовалась комбинация различных методов решения дифференциальных уравнений с запаздыванием, в том числе и представленных в монографии [9].

Литература

1. Agarwal R.P. (et al.) Nonoscillation theory of functional differential equations with applications. – New York London: Springer, 2012.
2. Atay F.M. (ed.) Complex time-delay systems, understanding complex systems. - Berlin Heidelberg: Springer, 2010.
3. Shayakhmetova L.V., Kharitonov V.L. Stabilization of a scalar equation with delay in the state and control variables // Vestnik of St. Petersburg University, Series 10, 2014, Issue 4, p. 144-151.
4. Гребенщиков Б.Г., Ложников А.Б. О стабилизации одной системы с последствием // АиТ, 2011, № 1, 13-26.
5. Цыкунов А.М. Робастное управление для одного класса нелинейных объектов с распределенным запаздыванием // Проблемы управления, 2016, № 3, с. 16-22.
6. Ibrahim E.Y. et al. A note on optimal control of linear time-delay systems using descriptor-variable theory // J. of The Franklin Institute, Vol. 327, No. 6, p. 893-901.
7. Фурдуев В.В. Электроакустика. – М.-Л.: ОГИЗ. Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948.
8. Kuttruff H. Room acoustics. London New York: Spon Press, 2009.
9. Bellen A., Zennaro M. Numerical methods for delay differential equations. – Oxford: Clarendon Press, 2003.

Колпаков А.А., Бейлекчи Д.В., Проскуряков А.Ю.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Проектирование алгоритмов и программных структур телекоммуникационных систем внутриобъектовой связи с повышенной производительностью и помехозащищенностью

В рамках общей тенденции развития телекоммуникационных систем внутриобъектовой связи возникает представление о необходимости интеграции сети громкоговорящей связи в единую цифровую телекоммуникационную сеть с возможностью выхода на системы спутниковой, радио и оптической связи. Высока значимость связи в плане обмена, как частными сообщениями, так и подлежащими исполнению рабочими сведениями о состоянии контролируемых объектов. Последний, характерный для человеко-машинных систем, случай, присущ и системам автоматического регулирования, при условии, что сами регулируемые объекты и их управляющие устройства, находящиеся в контуре обратной связи, пространственно разнесены. Примерами человеко-машинных систем являются, в частности, сети внутренней громкоговорящей связи морских и речных судов, описанные в работе [1].

Реализация этих и подобных возможностей во многих случаях сопряжена с преодолением ограничений, обусловленных условиями эксплуатации; требованиями, предъявляемыми к параметрам (свойствам и возможностям) элементной базы. Особенно значимыми в этом плане представляются проблемы надежности и живучести сетей, рассчитанных на эксплуатацию в широких температурных диапазонах и обеспечивающих требуемую стойкость в условия разного рода жестких нагрузок и воздействующих факторов.

С разрешением названных проблем связано много различных задач, к числу которых, в зависимости от требований по применению, относятся задачи:

- нахождения оптимальных вариантов реализации архитектуры сети;
- анализа результатов математического моделирования отобранных вариантов сети;
- математического моделирования процессов синхронизации в сети; синхронизации фазовой и импульсной, тактовой и цикловой, с центральным генератором ритма и без него;
- повышения устойчивости систем с акустической обратной связью;
- анализа возможных способов кодирования и шифрования передаваемой в цифровой форме информации;
- анализ вероятностных характеристик возникающих при этом ошибок и их влияния на слоговую разборчивость речи после преобразования последней в аналоговую форму;
- анализа возможных способов сжатия речи и повышения разборчивости коротких речевых сообщений (команд).

Для решения задачи формирования оптимальных вариантов реализации архитектуры предлагается использовать методику анализа и оценки программно-аппаратной структуры [2] обеспечивающее решение задачи формирования программно-аппаратной структуры устройства, без выполнения многокритериального анализа системы с применением значительного количества критериев.

В рамках решения задачи повышения помехозащищенности для обеспечения требуемой слоговой разборчивости и достоверности передачи или приема информации в системах громкоговорящей связи реализованы алгоритмы подавления эхосигнала и шума [3] со средним временем подстройки 0,2-0,4 секунды и минимизации акустической обратной связи [4]. В алгоритме подавления счет существенного уменьшения числа настраиваемых коэффициентов удалось достичь в четыре раза большую скорость настройки фильтров в системе с оценением долговременных параметров. В результате, уровень компенсации эхосигнала и помех составил примерно 7 дБ, что более чем на 2 дБ лучше известных. Разработанный алгоритм минимизации акустической обратной связи позволяет подавлять обратный речевой сигнал принимаемый микрофоном с громкоговорителя пульта при дуплексной связи в устройствах громкоговорящей

связи, при этом обладает невысокой вычислительной нагрузкой и, таким образом обеспечивает высокую производительность вычислительного модуля пульта связи.

В результате проведенных исследований разработана архитектура цифровой внутриобъектовой диспетчерской, громкоговорящей и телефонной связи обладающая следующими преимуществами по сравнению с существующими аналогами:

- одноранговая архитектура, которая позволяет обеспечивать связь между любыми абонентами сети без централизованного управления;
- резервирование каналов связи, что обеспечивает надежность передачи информации;
- протоколирование всех событий, происходящих внутри комплекса, что позволяет полностью контролировать все передаваемые сообщения и команды;
- документирование аудио информации;
- оперативная настройка всех абонентских устройств с возможностью управления и настройки централизованно и удаленно;
- хранение всех настроек в энергонезависимой постоянной памяти, что позволяет ускорить настройку и замену абонентских устройств;
- обеспечение гарантированной пропускной способности каналов передачи речевых потоков в телекоммуникационной сети [5].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20174.

Литература

1. Катанович А.А., Нероба Г.С. Комплексы и системы связи надводных кораблей. – СПб: Судостроение, 2006.
2. Бейлекчи Д.В. Методика оценки программно-аппаратной структуры телекоммуникационного комплекса громкоговорящей связи / Д.В. Бейлекчи, Ю.А. Кропотов // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции. / под. ред. С.У. Увайсова – Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского, 2019, с. 259-262.
3. Ермолаев В.А., Кропотов Ю.А., Бейлекчи Д.В. Обработка акустических сигналов методами локального анализа в телекоммуникационных системах // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (17). – С. 49-56.
4. Kolpakov A. A., Beilekchi D. V., Proskuryakov A. Y. and Belov A. A.. Research and development of the algorithm for suppressing the acoustic loop effect in loudspeaker communication systems, 2022 VIII International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT), Samara, Russian Federation, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ITNT55410.2022.9848728.
5. Kropotov Yu.A., Kolpakov A.A. On the transmission of asynchronous data streams over packet switched networks with random multiple access // International journal of computer networks and communications. – 2018. – vol. 10, no. 2. – pp. 107-117a.

Холкина Н.Е.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

О некоторых особенностях обработки речевых сигналов в системах громкоговорящей связи

Системы оперативно-командной громкоговорящей связи отличаются от традиционной телефонной связи значительно более высокими требованиями по вероятности отказов, качеству связи, а также более высокими значениями мощности и длительности эха.

Исследованиям акустических процессов в закрытых помещениях посвящены работы Фурдуева В.В., Дрейзена И.Г., Емельянова Е.Д. Вопросы озвучивания закрытых помещений и открытых пространств изложены в работах Иофе В.К., Фурдуева В.В., Рабиновича Г.Р., Дрейзена И.Г., Папернова Л.З., Бабуркина В.Л. и др.

Актуальность и интерес к теме определяется, во-первых, важностью задачи: системы громкоговорящей связи, трансляции и оповещения используются для оперативно – командного управления сложными объектами военного и гражданского назначения (аэродромы, аэропорты, вокзалы, цеха, торговые центры). Во вторых растущими возможностями вычислительных систем, позволяющих в режиме реального времени выполнять сложнейшие расчёты.

Специфические особенности объектовых систем ГГС: большое время реверберации (до 10 с); значительный уровень шума; высокие требования к качеству передачи информации и характеристикам эффективности систем [1]. Но всё-таки, основное требование, предъявляемое к системам громкоговорящей связи, это возможность обеспечить понимание абонентом передаваемой речи полностью и без затруднений.

По своей сути системы технологической связи относятся к классу систем с акустической обратной связью, неконтролируемый характер которой налагает заметные ограничения на мощность несущего информацию звукового сигнала, что в сочетании с помехами, снижает разборчивость речи.

Порождаемые, по сути, одними и теми же законами, явления эха и реверберации по механизмам формирования и характеристикам имеют, тем не менее, существенные различия. Под эхом обычно понимается некоторое не большое число однонаправленных звуковых лучей, каждый из которых характеризуется четко выраженными значениями уровня и запаздывания, что имеет место при озвучивании открытых территорий. Реверберация же представляет собой, обусловленный акустическими свойствами (резонансами) помещений, процесс возбуждения и затухания колебаний. Этот процесс принято моделировать системами резонансного типа, в том числе и цифровыми. При этом в силу практической значимости влиянию реверберации отводится в работе особое место.

В работе исследуются задачи оценивания функций вероятностей не только речи в целом, но и ее отдельных сегментов, представленных, например, отдельными слогами; задачи выделения прямого канала речевого сигнала (непосредственно излучаемого), по которому, в свою очередь, может быть решена задача компенсации или подавления нежелательной реверберации и помех. Решение этих задач требует нахождения взаимных ковариационных или корреляционных функций [2]; задачи построения модели системы с акустической обратной связью, описываемых уравнениями с запаздыванием.

Литература

1. Холкина Н.Е., Эффективность передачи информации систем оповещения и телекоммуникаций аудиообмена в условиях помех // Вестник Брянского государственного технического университета. 2020 № 5 (90). С. 45-55.
2. Identification and estimation of acoustic signals parameters in telecommunication systems of audio exchange /N.E. Kholkina, Y.A. Kropotov, A.Y. Proskuryakov, D.V. Beilekchi // The IV International Conference on Information Technology and Nanotechnology. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 1096 (2019) 012192, doi:10.1088/1742-6596/1096/1/012192 (ИТНТ-2018).