

В ходе сравнения систем прогнозирования было выявлено, что лучшими системами являются ArcGIS и Антистихия. Итоговая разница между ними составила всего 0,1.

Таким образом, было проанализировано 10 систем. Лучшей системой мониторинга была выявлена FIRMS, а системами прогнозирования ArcGIS и Антистихия.

Система должна быть выбрана исходя из потребностей организации.

Если предприятию необходимо получать оперативную информацию о пожарах и оно имеет достаточно человеческих ресурсов для поддержания оптимальной работы системы, то следует приобретать систему мониторинга.

Если же предприятие желает предугадывать появление пожаров и производить их оперативное ликвидирование, то лучшим выбором будет система прогнозирования.

В любом случае, систему необходимо будет модернизировать для конкретной организации.

Список использованных источников

1. Гусев В.Г. Арцыбашев Е.С. Исследования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства в области охраны лесов от пожаров [Текст] / Гусев В.Г., Арцыбашев Е.С. // ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»: сб. статей. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 56-73.

2. Гусев, В.Г. Новый способ тушения низовых пожаров / В.Г. Гусев, В.Н. Степанов // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. Тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2013. – 488 с.

3. Гусев В.Г. Разработка современных лесопожарных технологических комплексов, технических требований к машинам и оборудованию для борьбы с лесными пожарами на основе оценки потребностей охраны лесов от пожаров и с учётом лесорастительных зон: отчёт о НИР (заключит.): Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства; рук. Гусев В.Г.; исполн.: Гуцев Н.Д. [и др.]. – Ч. 2. – Система машин. – СПб., 2012. – 650 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКРЫТНОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Кисиленко А.В.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,

11.04.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Лихолоб П.Г.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 0

05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Аннотация. В работе рассмотрен подход, позволяющий модифицировать метод расширения спектра для осуществления скрытного кодирования речевого сообщения в речевых данных, метод DST и оптимальный субполосный метод. Представлены результаты исследования зависимости различных оценок работоспособности методов.

Неотъемлемой частью жизни большинства людей является музыка. Музыкальные произведения, это товар, имеющий свою стоимость, а, следовательно, нуждающийся в защите. Использование криптографических методов для защиты имущественных прав не получило распространения, в связи с ограничениями в законодательстве многих стран, с аппаратными ограничениями. В связи с вышеописанным для защиты прав на музыкальные произведения применяют методы стеганографии.

Известно, что при стеганографическом кодировании специальных меток происходят изменения в звуке, что может ухудшить качество музыки. Соответственно необходимо разрабатывать и усовершенствовать методы и алгоритмы автоматического определения оптимальных параметров кодирования.

Под оптимальностью тут понимается достижение скрытности закодированных меток, при однозначности их декодирования после изменений в музыкальном произведении.

Модифицированный метод расширения спектра осуществляет кодирование на основе расширения спектра модулированным гармоническим сигналом [1, 2]:

$$\vec{y} = \vec{x} + K_m \cdot e_m \cdot \vec{c}, \quad e_m = 2b_m - 1, \quad m \in M \quad (1)$$

где: \vec{y} – синтезированный отрезок с закодированной информацией; K_m – коэффициент пропорциональности; e_m – кодируемый символ контрольной информации; b_m – бит контрольной информации M – объем контрольной информации в битах; \vec{c} – псевдослучайная последовательность модулируемая гармоническим сигналом:

$$\vec{c} = \vec{u} \cdot \vec{g}, \quad g_n = \cos(n \cdot \omega_r), \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

где: \vec{u} – псевдослучайная последовательность (ПСП), описываемая нормальным законом распределения $\vec{u} \in \{-1, 1\}$; \vec{g} – отрезок данных, соответствующий гармоническому сигналу с центральной частотой $\omega_r \in (0, \pi)$.

$$K_m = \langle \vec{x}, \vec{c} \rangle / \|\vec{c}\|, \quad (3)$$

Декодирование контрольной информации методом расширения спектра осуществляется путем определения знаков проекций для отрезка данных и сохраненного отрезка модулированной случайной последовательности:

$$\tilde{e}_m = \text{sign}(\langle \vec{y}, \vec{c} \rangle), \quad \tilde{b}_m = (\tilde{e}_m + 1)/2 \quad (4)$$

где \tilde{e}_m – символ декодируемый методом расширения спектра информации; \tilde{b}_m – бит декодируемый методом расширения спектра.

Дискретно-косинусное DCT

Для анализа отрезка используем математический аппарат дискретно-косинусного преобразования, для получения разложения на DCT-коэффициенты вида [3]:

$$y_k = \alpha_k \sum_{n=1}^N x_n \cdot \cos\left(\frac{\pi(k-1)}{2N}(2n-1)\right), \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

$$\alpha_k = \begin{cases} 1/\sqrt{N} & k = 0 \\ 1/\sqrt{2N} & 2 \leq k \leq N \end{cases}, \quad (6)$$

где x_k – значение амплитуды сигнала $x_k \in \vec{x}$; y_k – DCT-коэффициент.

Разложение отрезка аудио-сигнала \vec{x} , на DCT-коэффициенты вида:

$$g_0 = \frac{\sqrt{2}}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad (7)$$

$$g_m = \frac{2}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot \cos\left(\frac{(2i+1) \cdot m \pi}{2N}\right), \quad m = 1, 2, \dots, (N-1), \quad (8)$$

где x_k – значение амплитуды сигнала $x_k \in \vec{x}$; m – номер DCT-коэффициента; g_m – DCT-коэффициент $m = 0, 1, \dots, (N-1)$.

Предлагаемое решение использует понятие субполосного аппарата в основу которого положены следующие принципы: субполосная матрица A_r симметрична и положительно определена, поэтому для неё можно найти N собственных векторов и соответствующих им собственных чисел [3]:

$$\lambda_k \vec{q}_k^r = A_r \vec{q}_k^r, \quad i, k = 1, \dots, N, \quad (9)$$

где $q_{k,i}$ – k -й элемент собственного вектора \vec{q}_i субполосной матрицы A_r ; λ_i – собственное число соответствующее \vec{q}_i собственному вектору субполосной матрицы, принимающее значение: $0 < \lambda_i \leq 1$.

К еще одному важному свойству собственных векторов субполосной матрицы, найденных для одной субполосы, можно отнести условие ортонормальности:

$$\langle \vec{q}_i^r, \vec{q}_k^r \rangle = \begin{cases} 1, & l = k \\ 0, & l \neq k \end{cases} \quad l, k = 1, \dots, N, \quad (10)$$

Это свойство позволяет решить еще одну важную проблему анализа речевых сигналов, а именно, оценить вклад энергии вектора в отрезок данных. Такую операцию естественно называть частотной фильтрацией, а значение скалярного произведения собственного вектора на отрезок данных – субполосной проекцией:

$$\alpha_i^r = \langle \vec{q}_i^r, \vec{x} \rangle, \quad i = 1, \dots, N, \quad (11)$$

Исходя из приведенных выше соотношений (3) – (8), предлагается модель, осуществляющая скрытное кодирование бит контрольной информации b_m в отрезок речевых данных \vec{x} :

$$\vec{y} = \vec{x} + \sum_{j=1}^J (\text{sign}(e_m) \cdot |\alpha_j^r| - \alpha_j^r) \cdot \vec{q}_j^r, \quad (12)$$

где J – количество собственных векторов, собственные числа которых близки к единице.

Декодирование контрольной информации осуществляется путем определения знаков проекций α_i^r для собственных векторов \vec{q}_i^r субполосной матрицы A_r , найденных для пространства $r \in \mathbf{R}_1$:

$$\hat{e}_m = \text{sign}(\langle \vec{y}, \vec{q}_i^r \rangle), \quad m \in M, \quad (13)$$

где \hat{e}_m – символ декодируемый методом субполосных проекций; \hat{b}_m – бит декодируемый методом субполосных проекций.

Решения оценивались по следующим мерам определения качества внедрения:

Среднеквадратическая ошибка (mean squared error – MSE), которая отражает изменение энергии отрезков сигналов во временной области:

$$MSE = \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2, \quad (14)$$

Коэффициент корреляции (r), оценивающий степень схожести двух отрезков данных, по нормированной взаимной энергии этих сигналов:

$$r = \frac{\langle \vec{x}, \vec{y} \rangle}{\|\vec{x}\|^2 \cdot \|\vec{y}\|^2}, \quad (15)$$

где $\langle \vec{x}, \vec{y} \rangle$ – операция скалярного произведения, оценивающая взаимную энергию аудио-сигналов.

Мера имеет смысл расстояния между спектрами двух сигналов и оценивает несоответствие между энергией измененного и исходного отрезка данных. Мера, основанная на расстоянии Итакуры-Саито, может быть представлена в виде [5]:

$$ISD = \sum_{r=1}^R \Delta\omega_r \cdot \left(\frac{\tilde{P}_r}{P_r} + \ln \frac{P_r}{\tilde{P}_r} - 1 \right) / \pi, \quad (16)$$

где \tilde{P}_r – значение энергии частотной компоненты исходного отрезка данных; P_r – значение энергии частотной компоненты отрезка данных содержащего дополнительную информацию.

Оценку достоверности декодируемой информации, проведем исходя из вероятности ошибки (BER) [4]:

$$BER = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M (((\text{sign}(e_m) + 1) / 2) \oplus ((\text{sign}(\tilde{e}_m) + 1) / 2)). \quad (17)$$

где M – количество кодируемых бит; \oplus – операция «сумма по модулю два»; $\text{sign}(\)$ – операция выделения знака; \tilde{e}_m – декодируемый бит.

Результаты работы методов и построенных на их основе алгоритмов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки работоспособности методов

Метод	<i>MSE</i>	<i>r</i>	<i>ISD</i>	<i>BER</i>
Дискретно-косинусного преобразования	0.02	близко к единице	0,36	$8,30 \cdot 10^{-6}$
Оптимальный субполосный метод	$4,00 \cdot 10^{-4}$	0,99	близко к нулю	$2,00 \cdot 10^{-5}$
Модифицированный метод расширения спектра	0.35	0,09	2,78	$1,25 \cdot 10^{-3}$

Из таблицы 1 видно, преимуществом субполосных методов, по сравнению с методами, использующими коэффициенты декомпозиции (вейвлет-разложения, DCT), аддитивными методами (метод расширения спектра, эхо кодирования), заключается в использовании для анализа скрытности и кодирования меток – ограниченной полосы. Это обеспечивает стойкость и однозначность извлечения меток, т.к. позволяет выбрать для кодирования полосу (несколько полос) имеющих максимальную энергию. Естественно, для достижения скрытности необходимо автоматически оценивать изменения в полосе.

В работе были проведены эксперименты с музыкальными произведениями и речевым материалом хранимым, в виде данных с частотой дискретизации 48 кГц и разрядностью 16 бит. Анализ результатов оценки скрытности показал, что наиболее близкими моделями восприятия звука являются оценка Итакуры-Саито и метрика, оценивающая субполосную корреляцию.

Стоит отметить, что подходы в разработанных алгоритмах предусматривают работу во временной области сигналов, а анализ проводится в частотной области при разбиении звука на полосы. Разработанные подходы позволяют автоматически анализировать высококачественные звукозаписи.

Список использованных источников

1. Digital watermarking and steganography. / Cox I., Miller M., Bloom J., Fridrich J., Kalker T.: Morgan Kaufmann, 2007.
2. Жиликов Е. Г., Пашинцев В. П., Белов С. П., Лихолоб П. Г. О методе скрытного кодирования контрольной информации в речевые данные // Инфокоммуникационные технологии. – 2015. – Т. 13, № 3. – С. 325–333.
3. Signal processing with lapped transforms. / Malvar H. S. – Boston: Artech House, 1992.
4. Bandwidth extension of speech signals. / Iser B., Schmidt G., Minker W.: Springer Science & Business Media, 2008.
5. Жиликов Е. Г., Лихолоб П. Г., Медведева А. А., Прохоренко Е. Н. Исследование чувствительности некоторых мер качества скрытия информации в речевых сигналах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2016. – Т. 9, № 230. – С. 174-179.
6. ГОСТ 16600-72. Передача речи по трактам радиотелефонной связи. Требования к разборчивости речи и методы артикуляционных измерений [Звукозапись] / ГОСТ 16600-72 ; исп.: Д.И. Библев. – Белгород: НИУ БелГУ, 2016. – 1380 сек. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/312167036_Recording_Gost_16600-72 DOI: 10.13140/RG.2.2.33677.747203. Жиликов Е. Г., Лихолоб П. Г., Медведева А. А., Прохоренко Е. Н. Исследование чувствительности некоторых мер качества скрытия информации в речевых сигналах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2016. – Т. 9, № 230. – С. 174-179.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЁТА ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЛАБОРАТОРНОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ

Ломазов А.В.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»,
09.03.03 – «Прикладная информатика»

В настоящее время во всех развитых странах все большее внимание уделяется вопросам экологизации производства. Это направление получило название биоэкономика. Согласно Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853п-П8), биоэкономика - экономика, основанная на системном использовании биотехнологии. В англоязычной научной литературе принят термин «bio-based economy». Основными составляющими биоэкономики являются: