

Секция 8

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

УДК 621.372

**О НЕКОТОРЫХ СООТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ ГРАФИЧЕСКИМИ
ИЗОБРАЖЕНИЯМИ И ЗВУКОВЫМИ СИГНАЛАМИ**

А. М. Гришин

Революционное развитие цифровых и информационных технологий постоянно стимулирует проведение новых научных и прикладных исследований во многих областях, связанных с различными формами представления и обработки информации. Информационное взаимодействие в виде передачи графических образов и звуковых волн является одним из наиболее распространенных и привычных. При этом для восприятия изображений и звуковых волн человек использует разные органы чувств со своими возможностями и механизмами.

В силу определенных причин развитие математических и прикладных вопросов обработки изображений и звуковых сигналов осуществлялось в значительной степени независимо и по параллельным направлениям. Вместе с тем между этими объектами можно определить целый ряд взаимосвязей, которые могут представлять интерес для дальнейших исследований.

Математические вопросы, связанные с преобразованием звуковой волны в графическое изображение и обратно, достаточно хорошо изучены [1–3]. В цифровом виде это можно представить следующей цепочкой равенств:

$$f(t) \xrightarrow{\text{АЦП}} f[n \cdot T_1] = f[n] \xrightarrow{\text{ДПФ}} S_f[k] \xrightarrow{\text{ОДПФ}} \tilde{f}[n] = \tilde{f}[n \cdot T_2] \xrightarrow{\text{ЦАП}} \tilde{f}(t), \quad (1)$$

где АЦП / ЦАП — аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразования; ДПФ / ОДПФ — прямое и обратное дискретное преобразование Фурье; $T_i = 1/F_{Di}$, $i = 1, 2$ — частота дискретизации, которая может изменяться в процессе преобразований.

Функции $f(t)$, $\tilde{f}(t)$ в (1) являются действительными и имеют финитный спектр [1]. Поэтому действительная часть комплекснозначной функции $\{S_f[k]\}$ четна, а мнимая — нечетна. В качестве графического изображения функции $f(t)$ принято рассматривать изменения во времени модуля спектральной функции $\{|S_f[k]|\}$. Для речевых сигналов подобные изображения иногда называют «видимой речью», а в общем случае мы имеем изображение спектрограммы временной функции $f(t)$.

Звуковые редакторы (ЗР) [4] позволяют проводить построение и отображение в широком цветовом диапазоне спектрограмм для различных входных сигналов. Но возможностей графического редактора, т. е. редактирования изображений-спектрограмм звуковые редакторы не предоставляют. Этому факту есть ряд причин.

- 1) Все преобразования ЗР, как правило, выполняют во временной области, а спектрограмма служит для рассмотрения тех или иных свойств сигнала и результатов преобразований в частотной области.

- 2) Осуществить корректный синтез временной функции $\tilde{f}(t)$ после произвольных преобразований спектрограммы $\{|S_f[k]|\}$ без дополнительных ограничений на функцию $f(t)$ практически невозможно, так как теряется информация о фазе функции $\{S_f[k]\}$.

Подчеркнем, что для криптографической защиты речевых сигналов [5] предлагается использовать различные частотно-временные преобразования [6, 7], которые существенным образом учитывают особенности речевого сигнала.

В предположении о минимальности фазы функции $f(t)$ модуль и фаза $\{S_f[k]\}$ связаны преобразованием Гильберта [2, 3], модуль $\{|S_f[k]|\}$ с точностью до скалярного множителя определяет фазу $\{S_f[k]\}$ и наоборот. В этом случае можно реализовать различные преобразования со спектрограммой на уровне графического файла $\{|S_f[k]|\}$ и однозначно восстановить функцию $\tilde{f}(t)$:

$$f(t) \rightarrow \{|S_f[k]|\} \rightarrow \tilde{f}(t). \quad (2)$$

Ряд программ («Лазурь», Coagula и др. [8]) позволяют осуществлять преобразования звуковых сигналов на уровне их графических образов, но пока все эти программные продукты далеки от совершенства и не имеют широкого распространения. При рассмотрении возможностей подобных программ вводится термин «рисование звуком», который отражает преобразования звука и графики с точки зрения выражений (1), (2). Но можно считать «первичным» именно графическое изображение. В этом случае цепочка преобразований примет вид

$$G_{M_1 \times N_1} = |G_g[k]| \xrightarrow{\text{ОДПФ}} g[n] \xrightarrow{\text{ДПФ}} \left| \tilde{G}_g[k] \right| = \tilde{G}_{M_2 \times N_2}, \quad (3)$$

где $G_{M_1 \times N_1} = |G_g[k]|$ — матрица, которая соответствует произвольному графическому изображению в пиксельном формате [11] и интерпретируется как спектр мощности некоторой действительной функции $g(t)$. При этом необходимо выполнить только требования к конечности спектра функции $g(t)$ (см. выше).

Переход от спектра мощности $\{|G_g[k]|\}$ к временной функции можно осуществлять разными способами, например считать мнимую часть спектра равной нулю, равной по мощности действительной части и т. п. Разработка удобных инструментальных средств, реализующих выражение (3) для различных графических форматов, позволит провести исследования по целому ряду перспективных направлений.

- 1) Сравнить по различным параметрам возможности восприятия информации зрительной и слуховой системами человека [9, 10].
- 2) Сравнить методы сжатия информации [11], представленной в форме изображения и звуковой волны.
- 3) Исследовать возможности передачи графической информации посредством звуковой волны.
- 4) Рассмотреть возможные сочетания различных методов защиты информации на графическом и волновом уровнях представления.

Критерием корректности предлагаемых преобразований должна служить возможность как можно более точного восстановления исходного изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оппенгейм А. В., Шафер Р. В.* Цифровая обработка сигналов. М.: Техносфера, 2006.

2. *Рабинер Л. Р., Шафер Р. В.* Цифровая обработка речевых сигналов. М.: Радио и связь, 1981.
3. *Сергиенко А. Б.* Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2003.
4. *Петелин Р., Петелин Ю.* Cool Edit Pro 2. Секреты мастерства. БХВ-Петербург, 2004.
5. *Алфёров А. П., Zubov A. Ю., Кузьмин А. С., Черемушкин А. В.* Основы криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2001.
6. Закрытие телефонных переговоров. ВЕБ форум по безопасности // <http://www.sec.ru/>
7. *Кравченко В. Б.* Защита речевой информации в каналах связи // Специальная техника. 1999. № 4. С. 2–9; 1999. № 5. С. 2–11.
8. Материалы сайта Websound.ru
9. *Грегори Р.* Разумный глаз. М., 2003.
10. *Цвикер Э., Фельджеллер Р.* Ухо как приемник информации: Пер. под общей ред. Б. Г. Белкина М.: Связь, 1971.
11. *Сэломон Д.* Сжатие данных, изображений и звука. М.: Техносфера, 2004.

УДК 004.056

УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ НА ОСНОВЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В. В. Золотарев

В последнее время проблема управления информационным риском приобретает роль одной из ключевых проблем информационной безопасности. Если в публикациях и нормативных документах, изданных в период с начала 90-х до 2003 г., преобладали конкретные технические задачи защиты информации, то начиная с принятия в 2005–2009 гг. ряда гармонизированных международных стандартов актуальность управления риском как элемента информационной безопасностью резко возросла. При рассмотрении данной проблемы возникает ряд задач, очевидно требующих комплексного решения:

- 1) определить, возможно (целесообразно) ли оценить информационный риск для данного случая с учетом временных, технических и экономических ограничений;
- 2) выбрать метод оценки информационного риска на основе данных о фоновом риске и доступных в заданной области методов;
- 3) построить эффективный (оптимальный) алгоритм оценки информационного риска с использованием выбранного метода;
- 4) показать, имеет ли смысл использование выбранного конкретного алгоритма оценки информационного риска (с учетом его сложности и практической применимости);
- 5) показать возможность воздействия на уровень риска по отдельным показателям или некоторой их совокупности, доказать эффективность (оптимальность) такого воздействия с учетом заданных ограничений.

Таким образом, можно утверждать, что улучшающее воздействие на указанную проблему возможно только при существовании такого объекта управления (и методики управления), который обладает следующими свойствами: