

УДК 681.39:534.78

В.М. Приходько

*Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт микрографии, Харьков*

## **РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕЧЕВОЙ ВЕРИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

*Активное и всестороннее внедрение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности породило проблему обеспечения надежной защиты этих информационных ресурсов от несанкционированного доступа. В последнее время активно развиваются средства защиты, основанные на учете биометрических данных пользователя, среди которых одним из наиболее перспективных является использование голосовой биометрии.*

**Ключевые слова:** *голосовая биометрия, верификация, идентификация, функции Виленкина-Крестенсона.*

### **Введение**

Объем мирового рынка биометрических технологий постоянно растет. Из них примерно половина приходится на технологию Fingerprint (верифика-

ция-идентификация по отпечатку пальцев), а другая половина разными долями распределяется между технологиями верификации по чертам лица, голосу и радужной оболочке (рис. 1) [1].

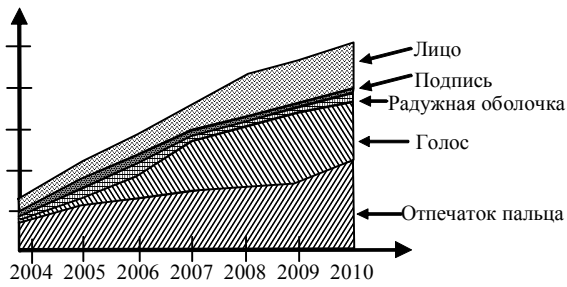


Рис. 1. Анализ рынка биометрических технологий по видам

Специалистами отрасли прогнозируется дальнейший рост рынка биометрических технологий с изменением пропорций в пользу голосовой биометрии. Начиная с 2006 года на каждые три доллара, вложенные в системы защиты, использующие биометрические параметры, приходится один доллар, вложенный в системы идентификации/верификации по голосу. Более того, к 2010 г. прогнозируется изменение этого соотношения до 2/1 с опережающим ростом доли, занимаемой голосовой биометрии (до \$1.4 млрд.) (рис. 2) [1].

### Основной материал

Существуют объективные причины для увеличения роли голосовой верификации в биометрических системах:

- Речь – основной вид коммуникации во всех областях человеческой деятельности.
- Речь позволяет совместить процедуры верификации и коммуникации.
- Личность автора звучащей речи может быть определена без непосредственного контакта с ним.
- Голос практически невозможно забыть дома или «потерять», как паспорт или обычный ключ.
- Для верификации по голосу не требуется сложных специальных технических средств ввода.

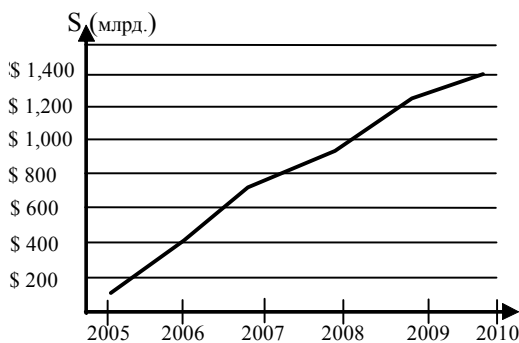


Рис. 2. Динамика спроса на системы голосовой биометрии.

Более того, материалы сравнительного анализа существующих биометрических систем, проведенного различными авторитетными в этой области организациями: Opus Research; University of Canberra; European Commission Joint Research Centre, An Efficient One-Dimensional Fractal Analysis for Iris

Recognition; FVC2004: Third Fingerprint Verification Competition; Preliminary Report on Development and Evaluation of Multi-Biometric Fusion using the NIST BSSR1 517-Subject Dataset, демонстрируют очевидное преимущество систем, основанных на использовании голоса, как по надежности работы, так и по стоимости (табл. 1).

Важно отметить, что только 2% лиц не смогли зарегистрироваться в системе верификации по голосу, в то время как доля отказов в регистрации для «отпечатка пальцев» составила 4%, а по радужной оболочке глаза – уже 7%. Области использования голосовой биометрии сегодня постоянно расширяются. Еще 10 лет назад всё ограничивалось криминалистической идентификацией, а сегодня даже такие консервативные учреждения, как крупные банки, не боятся использовать голос для верификации своих клиентов.

Например, представитель банка ABN AMRO (Голландия) следующим образом проиллюстрировал результаты внедрения системы голосовой верификации клиентов: из 35 млн. обращений клиентов по обычным телефонным линиям только пятую часть пришлось обрабатывать вручную, то есть они не были верифицированы как клиенты банка.

Очевидно, что ни одна другая система верификации не сможет продемонстрировать такую эффективность (надежность + быстрдействие) без использования каких-либо специальных технических средств ввода и обработки/анализа информации.

Таблица 1

Сравнительная характеристика биометрических систем

	Отпечаток пальца	Голос	Радужная оболочка	Лицо
	(%)	(%)	(%)	(%)
Equal Error Rate (EER)	2 – 3,3	0,1 – 0,86	4,1 – 4,6	4,1
Ошибка регистрации	4	2	7	~0
Номинальное значение вероятности «допуска чужого»	2,5	0,75	6	4
Номинальное значение вероятности «отвержения своего»	0,1	0,75	0,001	10
Стоимость системы	Высокая	Низкая	Очень высокая	Высокая

(Из материалов доклада Dan Miller, Senior Analyst, Opus Research)

В правоохранительной деятельности продолжается накопление опыта использования голосовой биометрии. Весьма перспективны результаты, полученные при использовании системы «Трал» (ЦРТ) в системе фоноучета МВД Республики Беларусь. На поиск интересующего лица с помощью обычного (настольного) ПК среди 10 тыс. образцов система затрачивает до 2 часов. Можно только представить, сколько времени бы потратил эксперт-криминалист на подобную работу? Если только на прослушивание речевого материала потребовалось бы около пяти месяцев работы (с учетом средней продолжительности фонограммы 5 минут).

Построение классической системы распознавания дикторов происходит в три этапа [3]:

- этап выделения первичных признаков,
- этап моделирования дикторов;
- этап принятия решений.

Блок принятия решений используется непосредственно в ходе работы системы идентификации или верификации диктора для получения результатов на основании данных, полученных из первых двух блоков.

Существует множество способов моделирования дикторов (построения моделей голоса диктора) для решения задач идентификации. Выбор модели зависит от типа используемой речи, требуемой эффективности системы, простоты обучения и распознавания, объемов памяти для хранения моделей и скорости вычислений [4].

Среди распространенных моделей голоса можно выделить следующие:

- модели на основании спектральных характеристик;
- модели на основании статистик основного тона и смесей гауссовых распределений.

Индивидуальные различия распределения мощности сигнала по спектру положены в основу первой категории систем биометрической идентификации по голосу. Они строятся на базе гребенки узкополосных фильтров, выделяющих из голоса колебания разных частот.

Учитывая тот факт, что речь разных людей заметно отличается друг от друга, корректно предположить, что для различающихся по своей тонкой структуре речевых сигналов существует своя система базисных функций, которая дает наименьшую по сравнению с другими системами ошибку аппроксимации.

Дискретные функции Виленкина–Крестенсона (ВКФ) [2] задаются на конечном интервале  $x = 0, 1, \dots, N - 1$ , где  $N = m^n$ , а  $m$  и  $n$  – целые числа. Эти функции могут быть сведены в систему, содержащую  $N$  функций. Обозначим номер ВКФ в системе символом  $p$ , причем  $p = 0, 1, \dots, N - 1$ . ВКФ являются комплексными функциями и определяются выраже-

нием

$$\text{Pal}(p, x) = \exp \left\{ i \frac{2\pi}{m} \sum_{i=1}^n p_{n+1-i} x_i \right\},$$

где  $p_{n+1-i} x_i$  – разряды чисел  $p$  и  $x$  в  $m$ -ичной системе счисления

$$p = (p_1 p_2 \dots p_n)_m = \sum_{i=1}^n p_i m^{n-i};$$

$$x = (x_1 x_2 \dots x_n)_m = \sum_{i=1}^n x_i m^{n-i}.$$

Матрица дискретного преобразования Виленкина–Крестенсона вводится как  $s$ -я кронекеровская степень  $(m \times m)$ -матрицы Фурье. При  $m = 2$  она совпадает с матрицей Адамара, описывающей дискретное преобразование Уолша

$$\text{Pal}(p, x) = (-1)^{\sum_{i=1}^m p_{n+1-i} x_i},$$

а при  $m = N$  ( $n = 1$ ) она совпадает с матрицей Фурье дискретных экспоненциальных функций (ДЭФ)

$$\text{Def}(p, x) = \exp \left\{ \frac{2\pi}{N} p x \right\}.$$

Таким образом, преобразования Уолша и Фурье можно рассматривать как частные случаи преобразования Виленкина–Крестенсона.

Если обобщить понятие кода грея на случай  $m$ -ичного представления чисел, т.е. принять  $p = (w_{i-1} + w_i)_m$  ( $w_0 = 0$ ), то можно получить новую систему ВКФ  $\text{Wal}(w, x)$ , т.е.

$$w_i = \sum_{k=1}^i \left( 1 + m - 2 \left\lfloor \sin i - k \frac{\pi}{2} \right\rfloor p_k \right),$$

где  $w = (w_1 w_2 \dots w_n)_m$  – номер функции в новой системе.

С помощью пары преобразования Фурье

$$s(x) = \sum_{p=0}^{N-1} S(p) \text{Pal}(p, x);$$

$$S(p) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} s(x) \overline{\text{Pal}(p, x)}$$

получаем спектр обрабатываемого речевого сигнала

$$S(p) = \text{Re } S(p) - j \text{Im } S(p) = |S(p)| \exp -j\varphi(p),$$

где  $|S(p)|$  – огибающая, а  $\varphi(p)$  – фаза спектра речевого сигнала.

## Выводы

Предложенный способ спектральной обработки позволяет повысить точность спектрального описания речевых сигналов различных дикторов, путем подбора оптимального базиса из системы ВКФ, который более полно учитывает индивидуальные особенности говорящего. Полученные из такого речевого спектра признаки более точно соответствуют индивидуальным особенностям диктора, что в по-

следующем приводят к улучшению показателей идентификации личности по голосу.

### Список литературы

1. Dan Miller, Senior Analyst, Opus Research // *Voice Biometrics Conference 2007, Washington*.
2. Шустиков О.Е. Оптимизация базиса при использовании расширенной системы функций Виленкина-Крестенсона / О.Е. Шустиков, О.М. Косов, С.В. Зорин // *Научная сессия МИФИ-99. – 1999. – Т. 7. – С. 37-41.*
3. Белоногов Г.Г. Компьютерная лингвистика и перспективные информационные технологии / Г.Г. Белоногов,

Ю.П. Калинин, А.А. Хорошилов. – М.: Русский мир, 2004. – 360 с.

4. Кравцов Л.Г. Методологические проблемы психологического анализа мышления в понятиях [Электронный ресурс] / Л.Г. Кравцов // *Материалы Первой российской конференции по когнитивной науке. – Казань, Казанский гос. ун-т, 2004. – Режим доступа к документу: <http://www.ksu.ru/ss/cogsci04/>.*

Поступила в редколлегию 21.07.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.А. Кузнецов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### РОЗПОДІЛ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ БІОМЕТРИЧНОЇ МОВНОЇ ВЕРИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ

В.М. Приходько

*Активне і всестороннє впровадження інформаційних технологій у всі сфери людської діяльності породило проблему забезпечення надійного захисту цих інформаційних ресурсів від несанкціонованого доступу. Останнім часом активно розвиваються засоби захисту, засновані на обліку біометричних даних користувача, серед яких одним з найбільш перспективних є використання голосової біометрії.*

**Ключові слова:** голосова біометрія, верифікація, ідентифікація, функції Віленкіна–Крестенсона.

### DIFFERENTIATION OF ACCESS TO INFORMATION RESOURCES BASED ON BIOMETRIC VOICE VERIFICATION USER

V.M. Prykhodko

*Active and comprehensive introduction of technologies of informations in all spheres of human activity generated the problem of providing of reliable defence of these informative resources om an unauthorized division. Lately facilities of defence, based on the account of biometric information of user, among which one of most perspective there is the use of vocal biometrics, develop actively.*

**Keywords:** vocal biometric, verification, authentication, functions of Vilenkin-Krestenson.