

УДК 004.9

Барабаш О. В. *Государственный университет телекоммуникаций, Киев***Радченко В. А., Ткачев В. Н., Токарев В. В.** *Харьковский нац. университет радиозлектроники*

КОМПЬЮТЕРНАЯ МУЛЬТИБИОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО СОВОКУПНОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

Рассмотрена задача создания новой системы идентификации личности на базе совокупности разрозненных подходов. Предложен новый подход к созданию компьютерной мультibiометрической системы идентификации личности на базе разработанной архитектуры. Для построения моделей биометрических образцов использовались методы кластеризации. Выделены основные преимущества и перспективные направления развития данного подхода.

Ключевые слова: мультibiометрическая система, идентификация личности, сервер, система, база данных

Barabash O. V. *State University of Telecommunications, Kyiv***Radchenko V. O., Tkachov V. M., Tokariiev V. V.** *Kharkiv National University of Radio Electronics*

COMPUTER MULTI-BIOMETRIC IDENTIFICATION SYSTEM BASED ON THE PLURALITY OF BIOMETRIC FEATURES

The task of creating a new system of personal identification based on a set of disparate approaches is considered. A new approach is proposed for the creation of a computer multibiometric identification system based on the developed architecture. The main advantages and perspective directions of development of this approach are singled out. The main advantages of the approach are: the developed architecture allows to upgrade and replace individual biometric libraries; the software architecture provides complex identification for several biometric features simultaneously; full compliance with the requirements of the main international and Ukrainian standards for biometric systems and the exchange of biometric information. Prospective areas for the development of personal identification are improving the quality of preliminary biometric samples; development of user-friendly identification protocols with the possibility of using other biometric features as an identifier.

Key words: multibiometric system, personal identification, server, system, database

Барабаш О. В. *Державний університет телекомунікацій, Київ***Радченко В. О., Ткачев В. М., Токарев В. В.** *Харківський нац. університет радіоелектроніки*

КОМП'ЮТЕРНА МУЛЬТИБІОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА СУКУПНІСТЮ БІОМЕТРИЧНИХ ОЗНАК

Розглянута задача створення нової системи ідентифікації особи на базі сукупності розрізаних підходів. Запропонований нових підхід до створення комп'ютерної мультibiометричної системи ідентифікації особи на базі розробленої архітектури. Для побудови моделей біометричних зразків використовувалися методи кластеризації. Виділені основні переваги і перспективні напрями розвитку даного підходу.

Ключові слова: мультibiометрична система, ідентифікація особи, сервер, система, база даних

Введение. Применяемые в настоящее время компьютерные интеллектуальные системы идентификации (КИСИ) личности (по голосу, лицу, отпечатку пальца, сетчатке (роговице) глаза и т.д.) основаны на анализе индивидуальных особенностей динамики подсознательных движений, которые в общем случае могут быть представлены N -мерными векторами биометрических признаков [1-3].

© Барабаш О. В., Радченко В. А, Ткачев В. Н., . Токарев В. В., 2017

В математической постановке такие системы решают задачу классификации векторов биометрических признаков на классы: "свой" или "чужой". Построение решающих правил для классификации основано на сравнении векторов лиц, претендующих на доступ, с эталонными векторами всех зарегистрированных и хранящихся в базе данных (БД) КИСИ "своих" пользователей.

Вероятностный характер векторов биометрических признаков приводит к необходимости построения среднестатистических эталонов на основе серии образцов, предъявленных системе в режиме обучения.

Построение хороших решающих правил для классификации биометрических признаков обычно затруднено по следующим причинам [3-5]:

- отсутствуют сведения о законах и числовых характеристиках распределения векторов;
- имеет место статистическая нестабильность распределения векторов;
- отсутствует представительная выборка обучающих векторов "чужих" пользователей;
- ограничен размер представительной выборки обучающих векторов «своих» пользователей (во избежание ухудшения потребительских качеств системы);
- велика размерность пространства входных данных (векторов).

Актуальность и постановка задачи исследования. Отдельно взятые методы биометрической идентификации имеют определенные преимущества и недостатки, связанные с вероятностью ложного срабатывания либо отказа: ни один из ныне существующих методов не позволяет обеспечить 100% вероятность корректной идентификации. Применение комплексного подхода, основанного на совокупности нескольких методов идентификации, позволит повысить и минимизировать вероятность некорректного срабатывания. Применение современных информационных технологий для создания мультибиометрической системы (КОМСИ) идентификации позволит:

- обеспечить централизованное хранение биометрических характеристик;
- простоту управления и минимальное время проведения процедуры идентификации.

Архитектура компьютерной мультибиометрической системы идентификации. Авторами для решения задачи обработки и хранения биометрических данных предлагается применить КОМСИ для идентификации личности по биометрическим признакам.

Для достижения требуемой точности идентификации предлагается использовать комбинацию следующих биометрических параметров:

- рисунок папиллярных узоров пальца, полученный с помощью биометрического сканера отпечатков;
- снимок сетчатки глаза, полученный с помощью биометрического сканера сетчатки;
- трехмерная модель лица, полученная с помощью 3D-камеры;
- ГРВ-изображение пальца, полученное с помощью ГРВ-камеры;
- голосовой отпечаток, полученный с помощью микрофона.

Получение биометрических данных для построения шаблона личности и для последующей идентификации производится с помощью соответствующих датчиков.

В основе КОМСИ лежит трехзвенная архитектура:

1. Контроллер датчиков, состоящий из трех подсистем;
2. Сервер, в котором реализована логика (КОМСИ). Состоит из пяти подсистем;
3. Репозиторий информации, в качестве которого выступает база данных (БД). Он состоит из двух подсистем.

Функциональная схема взаимодействия звеньев КОМСИ приведена на рис. 1.

Для хранения информации о пользователях и об их биометрических характеристиках используется реляционная база данных Oracle MySQL [4], которая сочетает в себе простоту использования, достаточную функциональность, производительность для реализации малых и средних информационных систем. Графическая информация в виде электронных изображений хранится непосредственно в файловой системе сервера, на котором функционирует КОМСИ.

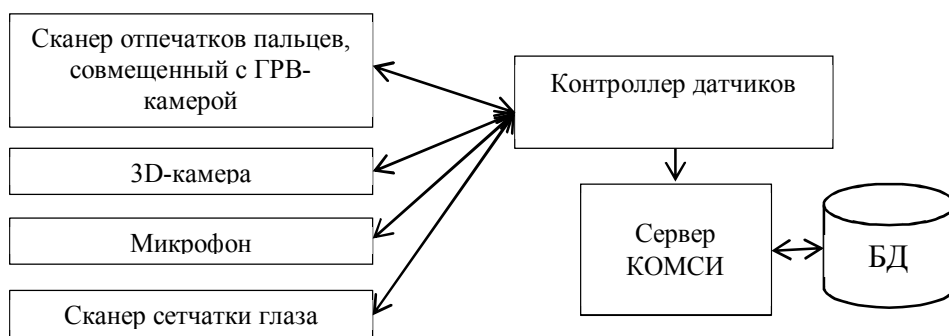


Рис. 1. Функциональная схема взаимодействия компонентов КОМСИ

Логическая схема базы данных КОМСИ показана на рис. 2.

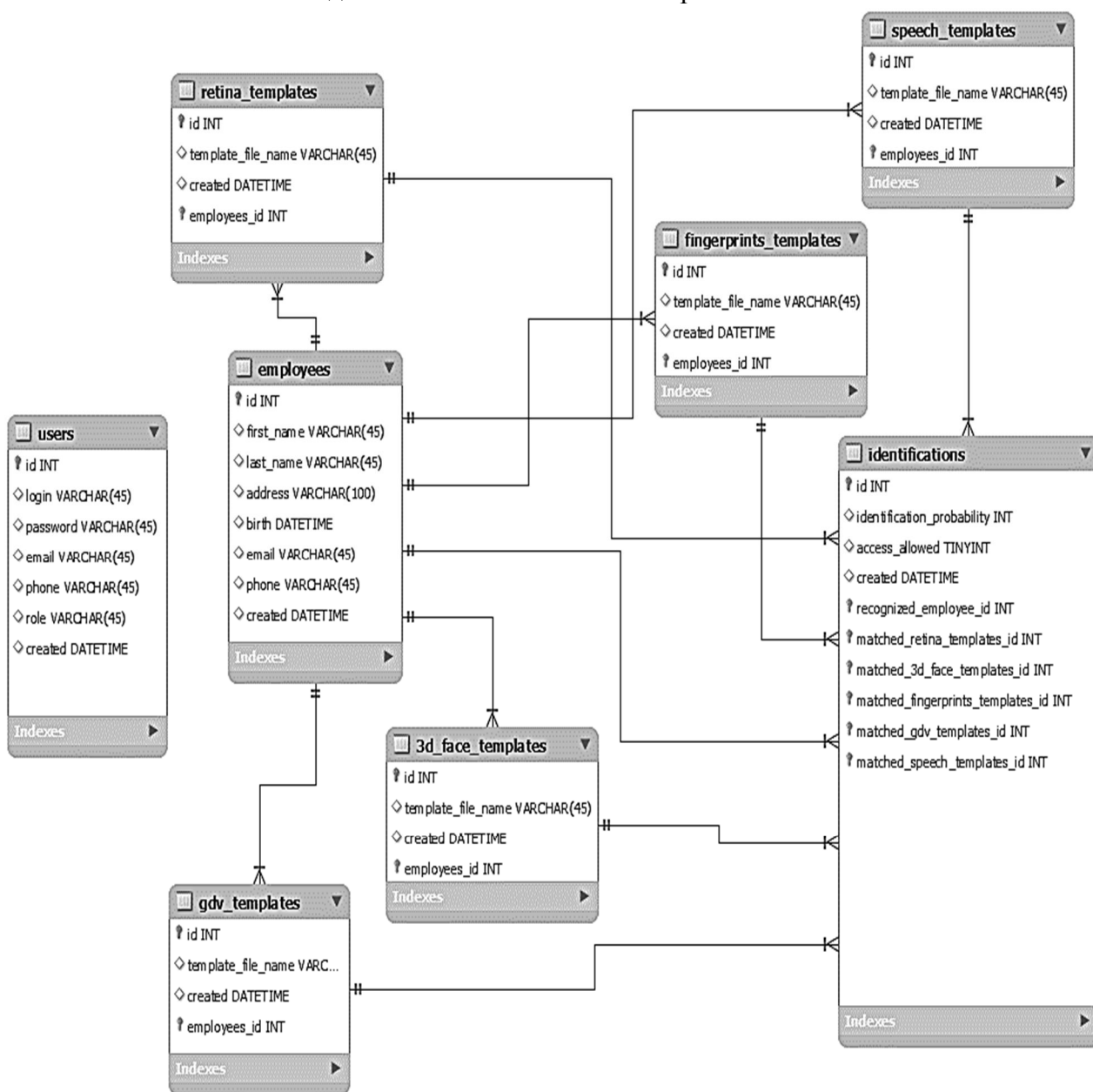


Рис. 2. Логическая схема базы данных КОМСИ

База данных включает в себя следующие таблицы:

- 1) таблица пользователей, имеющих доступ к КОМСИ, ее интерфейсу и настройкам (users);
- 2) таблица сотрудников, хранящая основные данные о каждом сотруднике (employees);

- 3) таблица изображений отпечатков пальцев сотрудников (fingerprints_templates);
- 4) таблица снимков пальцев сотрудников ГРВ-камерой (gdv_templates);
- 5) таблица записей голоса сотрудников (voice_templates);
- 6) таблица изображений сетчатки глаза сотрудников (retina_templates);
- 7) таблица 3D моделей лица сотрудников (3d_face_templates);
- 8) таблица истории, куда данные попадают после обработки, в случае успешной идентификации (identifications).

Оценивание точности идентификации. Пусть FG – неверно принятое ложное предположение (например, Петров назвавшийся, Ивановым принят как Иванов). FG_c – количество неверно принятых ложных предположений, зафиксированных во время тестирования. FG_{max} – возможное максимальное количество неверно принятых ложных предположений.

$$FAR = \frac{FG_c}{FG_{max}}, \quad (1)$$

где FAR – вероятность принять ложное предположение (ошибка II рода).

Пусть FD – неверно отвергнутое истинное предположение (например, Иванов назвавшийся Ивановым, отвергнут). FD_c – количество неверно отвергнутых истинных предположений, зафиксированных во время тестирования. FD_{max} – возможное максимальное количество неверно отвергнутых истинных предположений.

$$FRR = \frac{FD_c}{FD_{max}}, \quad (2)$$

где FRR – вероятность отвергнуть истинное предположение (ошибка I рода).

Тогда $HTEP$ – усредненный показатель, в нашем случае рассчитывается по формуле:

$$HTEP = \frac{FAR + FRR}{2} \quad (3)$$

Показатель $HTEP$ может рассчитываться по-разному. Это зависит от уровня доверия к персоналу и от требований системы к безопасности, уклон может быть направлен как на удобство (минимизация ошибок первого рода), так и на, собственно, безопасность (минимизация ошибок второго рода).

Для каждого из описанных выше биометрических признаков у тестового субъекта было взято 40 образцов, модели которых были сохранены в базе данных. Идентификация производилась следующим образом: для каждого биометрического признака был взят пробный отпечаток, и по всем соответствующим моделям вычислялась функция правдоподобия.

Принцип максимального правдоподобия является принципом статистического вывода, который предполагает, что вся информация о статистической выборке содержится в функции правдоподобия.

Функция правдоподобия основывается на условной вероятности взятием ее как функции от второго аргумента при фиксировании первого. Например, рассмотрим модель, в которой плотность вероятности случайной величины X зависит от параметра θ . Тогда для некоторого конкретного значения x случайной величины X функция $L(\theta|x) = P(X = x|\theta)$

и есть функция правдоподобия θ , определяющая, насколько правдоподобно каждое конкретное значение параметра θ при условии, что известно значение x величины X .

Если максимальное значение функции правдоподобия не принадлежало тестовому субъекту, фиксировалась ошибка FA . В тоже время, если значение функции правдоподобия для тестового субъекта не являлось максимальным, фиксировалась ошибка FR .

Для построения моделей биометрических образцов использовались методы кластеризации. Основная суть методов кластеризации заключается в следующем. Имеется обучающая последовательность (набор данных) $\{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in X$ и функция расстояния между объектами $p(x, x')$. Требуется разбить последовательность на непересекающиеся подмножества (называемые кластерами) так, чтобы каждый кластер состоял из объектов, близких по метрике p , а объекты разных кластеров существенно отличались.

Алгоритм кластеризации – это функция $a: X \rightarrow Y$, которая любому объекту $x \in X$ ставит в соответствие метку кластера $y_i \in Y$. Множество меток Y заранее неизвестно.

Данные опыты производились на моделях, полученных с помощью различного количества кластеров. Также варьировалась величина порогового значения вероятности, что текущий пробный отпечаток соответствует образцу этого же субъекта.

Зависимость FAR от FRR при различном числе кластеров отображена на рис. 3.

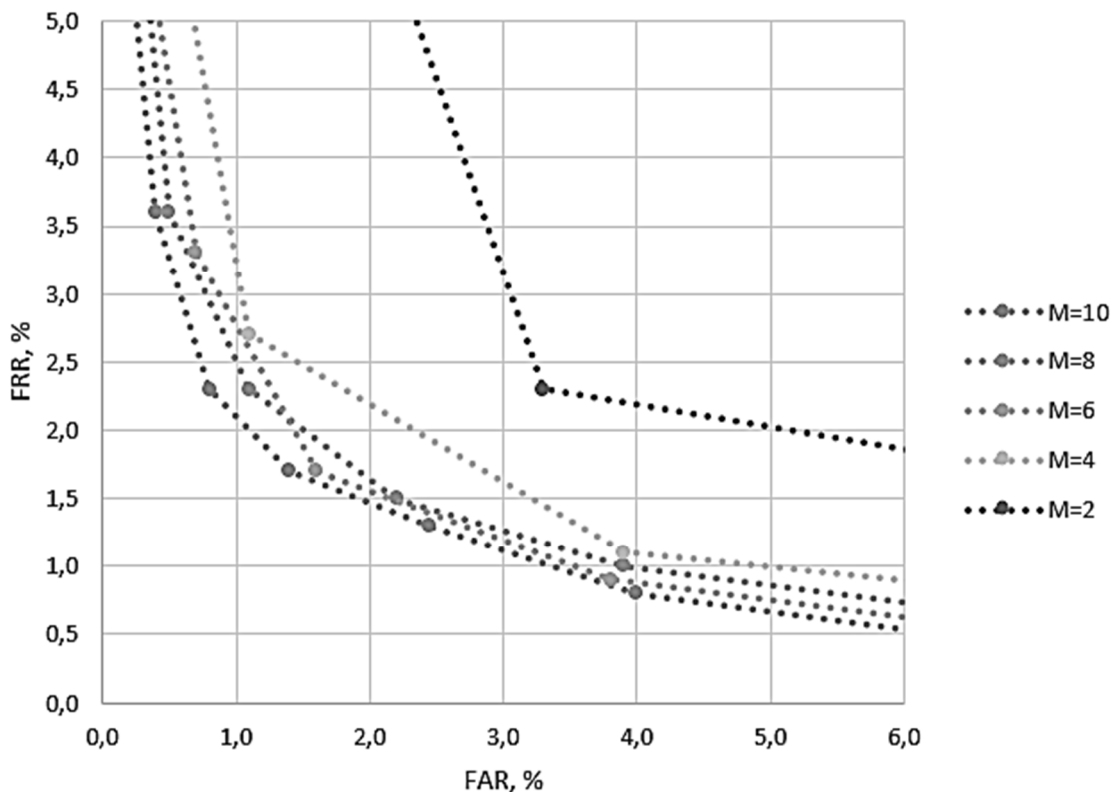
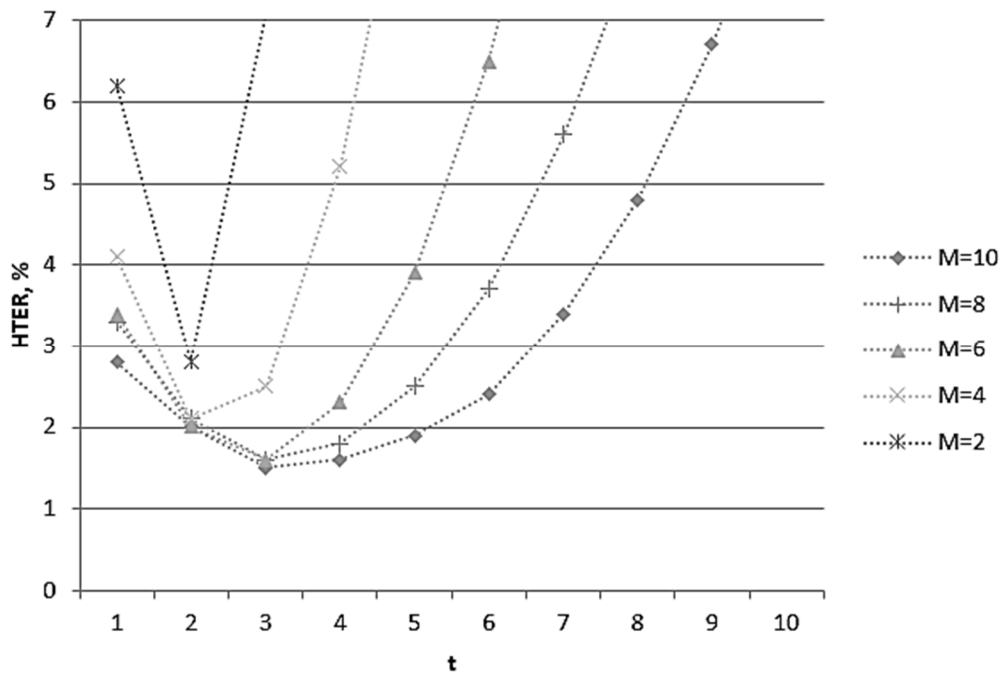


Рис. 3. Зависимость FAR от FRR

Регулирующим фактором данной зависимости является пороговое значение, влияние которого на усредненный показатель $HTER$ отображено на рис. 4.

Исследования показали, что зависимость качества идентификации прямо зависит от количества кластеров и начинает мало изменяться после $M = 6$. Оптимальное значение порога $t = 20$ для 6 кластеров, при котором $FAR = 1.6\%$, $FRR = 1.7\%$, $HTER = 1.6\%$. По значениям показателей качества видно, что КОМСИ достаточно точна.

Рис. 4. Зависимость *HTER* от порогового значения *t*

Выводы. В статье предложен новый подход к созданию компьютерной мультибиометрической системы идентификации личности. В качестве основных преимуществ выработанного подхода отметим:

- разработанная архитектура позволяет модернизировать и заменять отдельные биометрические библиотеки;
- программная архитектура обеспечивает комплексную идентификацию по нескольким биометрическим признакам одновременно (рисунок папиллярных узоров пальца, ГРВ-снимок пальца, снимок сетчатки глаза, 3D-модель лица, голосовой отпечаток);
- полное соответствие требованиям основных международных и украинских стандартов к биометрическим системам и обмену биометрической информации.

Перспективными направлениями развития идентификации личности являются повышение качества предварительных исходных биометрических образцов; разработка удобных для пользователя идентификационных протоколов с возможностью использования в качестве идентификатора других биометрических признаков.

Список использованной литературы

1. Руденко О. Г. Математическая модель метода сравнения в компьютерных системах диагностики патологии зрительного анализатора человека / О. Г. Руденко, В. В. Семенец, В. В. Токарев // Вісник Херсонського національного університету. – 2015. – № 01(017). – С. 96-99.
2. Колтун Ю. Н. Компьютерная информационная система учета людей с врожденными и приобретенными заболеваниями сетчатки зрительного анализатора человека / Ю. Н. Колтун, П. М. Подпружников, В. А. Радченко, О. А. Тарануха, В. В. Токарев // Бионика интеллекта. – 2015. – № 2 (85). – С. 113-116.
3. Radchenko V. A. Intellectual system architecture for medical data storage and processing / V.A. Radchenko, I.V. Ruban, O.A. Taranukha, V.V. Tokarev // The XII international research and practice conference "Modern European Science – 2016"», June 30 – July 7, 2016. – Sheffield. – Vol. 10. – P. 66-69.

4. Ткачев В. Н. Анализ показателей качества передачи речевых фрагментов через пакетные IP-сети. Вероятность их идентификации / В.Н. Ткачев // 14-й Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», 18-20 марта 2010 г. – Ч.1. Конференция "Телекоммуникации". – Харьков: ХНУРЭ, 2010. – С. 177.

5. Renuka M. Biometric Identification Using Opencv Based On Arduino / M. Renuka, R. Sirish Kumar, B. Vimani, N. Ganesh Babu, V. Radhesyam // International Research Journal of Engineering and Technology. – V. 04, issue 03. – P. 1717-1722.

References

1. Rudenko O. H., Semenets V.V., Tokarev V.V. "Mathematical model of the comparison method in computer systems for diagnosing the pathology of the human visual analyzer." *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho universytetu* 01(017) (2015): 96-99.

2. Koltun Yu. M., Podpruzhnikov P. M., Radchenko V. O., Taranukha O. A., Tokarev V. V. "Computer information system for recording people with congenital and acquired diseases of the retina of the human visual analyzer." *Bionika intellecta* 2 (85) (2015): 113-116.

3. Radchenko V. A., Ruban I. V., Taranukha O. A., Tokarev V. V. "Intellectual system architecture for medical data storage and processing." *The XII international research and practice conference "Modern European Science – 2016"», Sheffield* vol.10 (June 30 – July 7, 2016): 66-69.

4. Tkachov V. M. "Analysis of the quality of the transmission of speech fragments through packet IP networks. Probability of their identification." *14-th International Youth Forum "Radioelectronics and Youth in the 21st Century", part 1. Conference "Telecommunications", Kharkov: KHNURE* (18-20, March 2010): P. 177.

5. Renuka M., Sirish Kumar R., Vimani B., Ganesh Babu N., Radhesyam V. "Biometric identification using opencv based on arduino." *International Research Journal of Engineering and Technology* Vol.04 is.03: 1717-1722.

Автори статті

Барабаш Олег Володимирович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел. +380 97 911 08 54. E-mail: bar64@ukr.net

Радченко Вячеслав Олексійович – старший викладач кафедри Електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки. Тел.: +380 (57)702 13 54. E-mail: cayrad@gmail.com

Ткачов Віталій Миколайович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри Електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки. Тел.: +380 (57) 702 13 54. E-mail: vitalii@tkachov.com

Токарєв Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри Електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки. Тел.: +380 (57) 702 13 54, E-mail: volodymyr.tokariiev@nure.ua

Authors of the article

Barabash Oleh Volodymyrovych – doctor of sciences (technical), professor, head of the higher mathematics department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel. +380 97 911 08 54. E-mail: bar64@ukr.net

Radchenko Viacheslav Oleksiiovych – assistant professor, department of electronic computers, Kharkiv National University of Radio Electronics. Tel.: +380 (57) 702 13 54. E-mail: cayrad@gmail.com

Tkachov Vitalii Mykolaiovych – candidate of sciences (technical), assistant professor, department of electronic computers, Kharkiv National University of Radio Electronics. Tel.: +380 (57) 702 13 54. E-mail: vitalii@tkachov.com.

Tokariiev Volodymyr Volodymyrovych – candidate of sciences (technical), assistant professor, department of electronic computers, Kharkiv National University of Radio Electronics, Tel.: +380 (57) 702 13 54/ E-mail: volodymyr.tokariiev@nure.ua

Дата надходження
в редакцію: 7.08.2017 р.

Рецензент:
доктор технічних наук, професор В. В. Поповський
Харківський національний університет
радіоелектроніки