

XIV KRAJOWA KONFERENCJA ELEKTRONIKI

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

ORGANIZATOR

PTETiS Oddział Gdańsk

Wydział Elektroniki
i Informatyki
Politechniki Koszalińskiej

Darłowo, 08 - 12.06.2015

13. Od mikrobiometrii do makrobiometrii: metody, układy elektroniczne i zastosowania	538
Od mikrobiometrii do makrobiometrii: metody, układy elektroniczne i zastosowania	539
Adam Dąbrowski	
Charakterystyki behawioralne w biometrii	546
Dorota Kamińska, Tomasz Sapiński, Adam Pelikant	
Tensorowa detekcja kanalików potowych w opuszkach palców z obrazów OCT	552
Przemysław Korohoda, Adam Dąbrowski, Paweł Pawłowski	
Analiza obrazów OCT niskiej jakości	558
Agnieszka Stankiewicz, Tomasz Marciniak, Adam Dąbrowski, Marcin Stopa, Piotr Rakowicz, Elżbieta Marciniak	
Biometryczne aspekty kodowania HE-AAC v2 w technologii DAB+	566
Radosław Weychan, Tomasz Marciniak	
Model mechanizmu rozpoznawania mówców i zdarzeń w systemie numeru alarmowego	572
Julian Balcerek, Paweł Pawłowski, Adam Dąbrowski, Adam Konieczka	
Zagadnienia implementacji metod detekcji osób we wbudowanych systemach CCTV	578
Radosław Weychan, Marianna Parzych, Tomasz Marciniak, Adam Dąbrowski	
Automatyczne wykrywanie osób w nagraniach uzyskanych przy niedostatecznym oświetleniu	585
Adam Konieczka, Agata Chmielewska, Julian Balcerek	
Separation of moving objects for automatic people counting	591
Agata Chmielewska, Tomasz Marciniak, Adam Dąbrowski	
Klasyfikacja energetycznego obrazu chodu	597
Damian Cetnarowicz, Julian Balcerek, Adam Konieczka	
Optymalizacja systemu automatycznego rozpoznawania mowy w warunkach zróżnicowanych torów akustycznych	603
Kamil Kamiński, Andrzej P. Dobrowolski, Ewelina Majda-Zdancewicz, Daniel Posadała	
Automatyczna weryfikacja klienta bankowego w oparciu o multimodalne technologie biometryczne	610
Andrzej Czyżewski, Piotr Hoffmann, Georgis Bogdanis	
Zastosowanie analizy obrazu i znaczników radiowych do identyfikacji osób i przepływu tłumu w systemie wielokamerowym	616
Karol Lisowski, Janusz Cichowski, Piotr Szczuko, Andrzej Czyżewski	
14. Innowacyjne zastosowania techniki sensorowej	622
System wykrywania i identyfikacji zanieczyszczeń gazowych atmosfery	623
Marcin Miczuga, Krzysztof Kopczyński, Jan Pietrzak	
System kondycjonowania próbek gazowych do optoelektronicznego sensora markerów chorobowych	629
Dariusz Szabra, Artur Prokopiuk, Zbigniew Bielecki, Anna Zając, Dominika Majsterek	
Mikroprocesorowy czujnik CO ₂	634
Dariusz Szabra, Artur Prokopiuk, Zbigniew Bielecki, Dominika Majsterek, Anna Zając	
Optoelektroniczny system do wykrywania markerów chorobowych w wydychanym powietrzu	640
Janusz Mikołajczyk, Jacek Wojtas, Robert Mędrzycki, Tadeusz Stacewicz, Dariusz Szabra, Magdalena Garlińska, Artur Prokopiuk, Zbigniew Bielecki	
Niskomocowy komparator z zatrzaskiem przeznaczony do cyfrowego przetwornika obrazu CMOS	646
Jacek Jakusz	
Akcelerator transformacji DCT do kompresji obrazu w sensorach wizyjnych	652
Miron Kłosowski, Bogdan Pankiewicz, Marek Wójcikowski	

mgr inż. Julian Balcerek

dr inż. Paweł Pawłowski

prof. dr hab. inż. Adam Dąbrowski

mgr inż. Adam Konieczka

Pracownia Układów Elektronicznych i Przetwarzania Sygnałów

Katedra Sterowania i Inżynierii Systemów

Wydział Informatyki

Politechnika Poznańska

ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań

Model mechanizmu rozpoznawania mówców i zdarzeń w systemie numeru alarmowego

Słowa kluczowe: telefon alarmowy, 112, rozpoznawanie mówców, rozpoznawanie zdarzeń.

STRESZCZENIE

W artykule opisano oryginalne rozwiązanie dwóch istotnych problemów dotyczących funkcjonowania telefonicznego systemu numeru alarmowego. Pierwszym problemem jest weryfikowanie, czy aktualnie zgłaszane zdarzenie nie zostało już zgłoszone przez inne osoby. Wykrywanie wielokrotnych zgłoszeń ułatwia spójną reakcję na te zgłoszenia i upraszcza koordynację działań służb specjalnych. Drugi problem to rozpoznawanie, czy dany rozmówca dzwonił już na numer alarmowy, nawet jeśli to miało miejsce wiele lat temu. Rozpoznanie to może wspomóc np. ocenę wiarygodności dzwoniącego. Zaproponowany mechanizm wprowadza ponad 30 charakterystycznych cech konwersacji. Do rozpoznawania zdarzeń i mówców zaproponowano cztery typy porównań: binarne, numeryczne, znaczeniowe i korelacyjne. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów wskazują na wysoką skuteczność zaproponowanych rozwiązań.

1. WPROWADZENIE

Wyróżnić można trzy typowe źródła zagrożeń dla bezpieczeństwa ludności. Należą do nich przestępstwa, wypadki i klęski żywiołowe. Niebezpieczne sytuacje są (często wielokrotnie) zgłaszane na numer telefonu alarmowego. W zależności od rodzaju raportowanego zdarzenia dysponowane są odpowiednie służby ratunkowe takie jak policja, pogotowie czy straż pożarna.

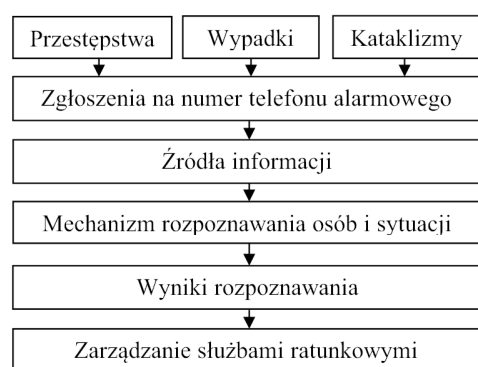
Pierwszy numer telefonu alarmowego uruchomiono w Londynie w 1937 roku [1]. Od 1991 roku numer 112 stał się standardowym numerem alarmowym dla całej Unii Europejskiej, a w 2009 roku został oficjalnie wprowadzony w Polsce [2, 3]. Zasadność wprowadzenia tego typu służby specjalnej nie podlega dyskusji, w praktyce okazuje się jednak, że jest ona bardzo często nadużywana. Według raportu Komitetu Łączności Elektronicznej COCOM (ang. *Communication Committee*) – ciała doradczego Komisji Europejskiej, w 2011 roku udział fałszywych lub niezasadnych rozmów na telefon alarmowy wahał się od około 1% w Estonii, przez 4–30% w Niemczech, 55% w Holandii, 61% w Rumunii, 85% na Słowacji, aż do 99% w przypadku Grecji [4]. W Polsce, jedynie w aglomeracji poznańskiej, zamieszkałej przez około milion mieszkańców, Wojewódzkie Centrum Powiadamiania Ratunkowego

zanotowało w 2013 roku prawie 1,6 miliona zgłoszeń na numer alarmowy, z czego aż 72% telefonów było fałszywych lub niezasadnych [5]. Oznacza to ponad 3000 nadużyć na dobę.

Z raportów służb dowiadujemy się, że wielokrotnie zgłaszane są te same zdarzenia, a osoby dzwoniące często podają nieprecyzyjne, niepełne lub błędne dane. Utrudnia to podjęcie właściwych działań i poprawny dobór jednostek ratowniczych do zaistniałej sytuacji. W aktualnie wykorzystywanych systemach brakuje także możliwości automatycznego i szybkiego sprawdzenia, czy dany rozmówca już wcześniej dzwonił na numer alarmowy, nawet jeśli było to wiele lat wcześniej. Dzięki tej funkcji można by z większym prawdopodobieństwem ocenić, czy informacje przekazywane przez dzwoniącego są prawdziwe. W dalszej części artykułu zaproponowano metodę rozwiązania tych istotnych problemów.

2. KONCEPCJA SYSTEMU ROZPOZNAWANIA

Autorzy zaproponowali system, który wspomaga rozpoznawanie mówców i zdarzeń w systemie telefonu alarmowego [6, 7]. Schemat tego systemu przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat funkcjonowania systemu numeru alarmowego z autorskim mechanizmem rozpoznawania osób i sytuacji

Informacje o przestępstwach, wypadkach i kataklizmach można pozyskać z:

- raportów ze zgłoszeń na numer telefonu alarmowego wypełnianych przez operatora,
- danych pozyskiwanych przez dostawców usług telekomunikacyjnych (np. numer telefonu),
- nagrań z rejestratorów rozmów, przetworzonych w celu wielopoziomowej analizy mówców [8], a także z transkrypcji rozmów z zaawansowanymi adnotacjami [9, 10].

Obecnie autorzy analizują w rozmowach ponad 30 cech, które dotyczą zdarzeń, osób dzwoniących a także tła akustycznego. Cechy te są związane z lokalizacją, czasem, szybkością mówienia, wiekiem dzwoniącego, występowaniem błędów językowych, powtarzaniem słów i innymi charakterystycznymi dla mówcy lub zdarzenia właściwościami.

Mechanizm rozpoznawania osób i sytuacji, dzięki zaawansowanym algorytmom, sortuje bazę danych wcześniej zarejestrowanych rozmów i generuje listę rozmów tak, aby na początku wystąpiły zgłoszenia najbardziej podobne do aktualnego zgłoszenia. Mechanizm ten może być sprofilowany na wyszukiwanie tej samej osoby lub jednego zdarzenia zgłaszanego przez różne osoby. Wyszukiwanie oparte jest na obliczaniu podobieństwa wielu istotnych cech i wykorzystuje przejrzysty opis zawartości za pomocą metadanych [11, 12, 13]. Autorzy przeanalizowali wiele sposobów opisu modelowanych obiektów i wybrali te, które potencjalnie pozwalają na uzyskanie najwyższej skuteczności rozpoznawania cech [14, 15].

Cechy wybranej rozmowy mogą być reprezentowane za pomocą różnych typów danych. W prezentowanym modelu mogą to być dane typu binarnego, numerycznego lub tekstowego. W zależności od ich rodzaju ich porównanie może odbywać się przy użyciu dopasowania binarnego, numerycznego lub opartego na terminach (krótkich opisach słownych) i korelacjach. Na wyniki rozpoznawania wpływa wybór cech, ich wartości oraz wyniki po-

równań pomiędzy cechami.

Mechanizm wyszukiwania został przygotowany tak, aby mógł funkcjonować poprawnie pomimo braków lub błędów w danych (co w przypadku systemu telefonu alarmowego jest zjawiskiem typowym) [16, 17]. Dodatkowo uwzględniana jest możliwość zmian jednych cech w funkcji innych cech, np. zmiana kategorii wiekowej rozmówcy dla rozmów zarejestrowanych po wielu latach. Poniżej przedstawiono szczegółowy opis opracowanych rozwiązań.

3. MODEL MECHANIZMU ROZPOZNAWANIA

Zaproponowany mechanizm rozpoznawania jest oparty na sekwencjach porównań cech bieżącego zgłoszenia z cechami innych zgłoszeń, zapisanych w bazie danych.

Zakładając, że a_j jest parametrem j -tej cechy bieżącego zgłoszenia, a b_{ij} jest odpowiadającym parametrem tej samej cechy dla i -tej konwersacji w bazie, dla każdej pary a_j i b_{ij} można określić wartości podobieństw. Odpowiadają one prawdopodobieństwu tego, że analizowane rozmowy odnoszą się do tego samego zdarzenia lub tego samego zgłaszającego. Wartości podobieństw mogą być ustalane na podstawie analizy statystycznej lub metod uczenia maszynowego. Jak wspomniano wcześniej, podobieństwa te wyznaczone są przez porównanie binarne, numeryczne lub są oparte na terminach i korelacjach.

W przypadku porównań binarnych sprawdzane jest wystąpienie lub jego brak dla danej cechy. Binarna punktacja dopasowania jest funkcją delta Kroneckera $v_B(f_j)$ zdefiniowaną jako:

$$v_B(f_j) = \begin{cases} 1 & \text{for } a_j = b_{ij} \\ 0 & \text{for } a_j \neq b_{ij} \end{cases} \quad (1)$$

Przeanalizujmy przykładowo zapytanie, czy analizowane zgłoszenie pochodzi z danego miasta. Jeżeli dwie rozmowy zostały przeprowadzone z tego samego miasta, to punktacja dopasowania $v_B(f_j)$ jest równa 1, a w przeciwnym wypadku – jest równa 0. Wartości macierzy dla 5 przykładowych miast aglomeracji poznańskiej przedstawiono w tabeli 1. Wiersze zawierają wszystkie możliwe wartości cechy a_j , a kolumny cechy b_{ij} .

Tabela 1. Wartości macierzy dla binarnych porównań 5 miast

	Kostrzyn	Luboń	Mosina	Pobiedziska	Poznań
Kostrzyn	1	0	0	0	0
Luboń	0	1	0	0	0
Mosina	0	0	1	0	0
Pobiedziska	0	0	0	1	0
Poznań	0	0	0	0	1

W przypadku porównań numerycznych mamy do czynienia z danymi reprezentowanymi przez liczby. Odległość d pomiędzy porównywanymi cechami a_j i b_{ij} jest równa

$$d = |a_j - b_{ij}| \in \langle d_{\min}, d_{\max} \rangle, \quad (2)$$

gdzie d_{\min} i d_{\max} oznaczają najmniejszą i największą odległość pomiędzy dwiema wartościami numerycznymi danej cechy. Precyzyjne numeryczne dopasowanie wymaga podziału zakresu $\langle d_{\min}, d_{\max} \rangle$ na podprzedziały. Zakładając R podprzedziałów i przypisane im wartości v_k ($k = 1, 2, 3, \dots, R$) otrzymuje się:

$$v_1 \text{ dla } \langle d_{\min}, d_1 \rangle, \dots, v_k \text{ dla } \langle d_{k-1}, d_k \rangle, \dots, v_R \text{ dla } \langle d_{R-1}, d_{\max} \rangle. \quad (3)$$

Ostatecznie numeryczna punktacja porównania $v_N(f_j)$ równa jest v_k , która odpowiada obliczonej wcześniej odległości $d \in \langle d_{k-1}, d_k \rangle$.

Przykładem dla porównania numerycznego może być porównywanie dat zgłoszeń (patrz tab. 2). Zakres różnic w czasie podzielono na 5 podprzedziałów. Punktacja dopasowania $v_N(f_j)$ ma istotną wartość, gdy różnica w czasie pomiędzy konwersacjami jest niewielka.

Tabela 2. Parametry mechanizmu porównania dat zgłoszeń

różnica w czasie [w latach]	wartość podprzedziału v_k
$\langle 0, 10 \rangle$	1
$\langle 10, 20 \rangle$	0.7
$\langle 20, 30 \rangle$	0.5
$\langle 30, 40 \rangle$	0.3
$\langle 40 \text{ i więcej} \rangle$	0

Następnym rozpatrywanym mechanizmem są porównania oparte na terminach. Wartości odpowiadające parom parametrów cech a_j i b_{ij} stanowią macierz podobieństwa P_j . Dla N możliwych terminów macierz P_j ma rozmiar $N \times N$:

$$P_j = [p_{lm}] = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{N1} & p_{N2} & \dots & p_{NN} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Element p_{lm} macierzy P_j opisuje numeryczne zależności pomiędzy wszystkimi możliwymi parami (l, m) terminów cechy f_j . Tak więc l -ty wiersz macierzy P_j odpowiada terminowi a_j , a m -ta kolumna – terminowi b_{ij} . Proces rozpoznawania oparty jest na wyborze odpowiedniego elementu p_{lm} , a wynikowa punktacja dopasowania opartego na terminach to $v_T(f_j) = p_{lm}$.

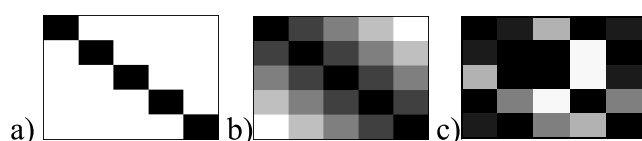
Jako przykład takiego porównania rozważmy cechę *miasto*. Jeżeli dwa zgłoszenia pochodzą z różnych miast położonych w niewielkiej odległości względem siebie, istnieje duże prawdopodobieństwo, że były przeprowadzone przez tę samą osobę. Wartości macierzy podobieństw są odwrotnie proporcjonalne do odległości, ale także do warunków drogowych (rodzaje dróg, ograniczenia prędkości i roboty drogowe, itp.). Macierz podobieństw nie musi być symetryczna. Czasy przejazdu w obie strony mogą się różnić – mogą występować drogi jednokierunkowe, roboty drogowe na jednym pasie ruchu, a w pewnych porach dnia kierunki trasy mogą być obciążone w różny sposób.

W poniższym przykładzie wyznaczono prawdopodobieństwo p , że dwie przeprowadzone rozmowy, które nastąpiły po sobie po 30 minutach dotyczą tej samej osoby. Tabela nr 3 pokazuje czasy podróży w minutach (pierwsza wartość) i wartości macierzy podobieństwa (druga wartość) dla 5 miast aglomeracji poznańskiej.

Tabela 3. Czasy podróży pomiędzy 5 miastami [źródło: usługa Google Maps, czwartek, 12.03.2015, godz. 2:00] oraz odpowiadające im wartości macierzy podobieństwa

	Kostrzyn	Luboń	Mosina	Pobiedziska	Poznań
Kostrzyn	0 min. ; 1	26 min. ; 0,8	38 min. ; 0,2	22 min. ; 1	25 min. ; 0,8
Luboń	25 min. ; 0,8	0 min. ; 1	17 min. ; 1	43 min. ; 0	14 min. ; 1
Mosina	37 min. ; 0,2	17 min. ; 1	0 min. ; 1	55 min. ; 0	26 min. ; 0,8
Pobiedziska	11 min. ; 1	33 min. ; 0,4	45 min. ; 0	0 min. ; 1	33 min. ; 0,4
Poznań	26 min. ; 0,8	16 min. ; 1	28 min. ; 0,4	40 min. ; 0,2	0 min. ; 1

Na rys. 2 przedstawiono ilustracje graficzne dla powyższych porównań: binarnego, numerycznego i wykorzystującego macierze podobieństw.



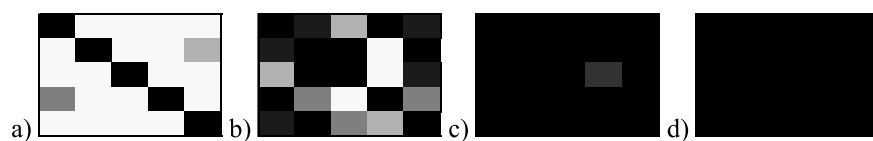
Rys. 2. Ilustracja graficzna: a) binarnego porównania dla 5 miast, b) numerycznego porównania dla 5 dat, c) wartości macierzy podobieństwa zgłoszenia dla 5 miast

Ostatnim prezentowanym przypadkiem jest porównanie wykorzystujące zależności pomiędzy dwiema lub więcej analizowanymi cechami [8, 18]. Parametr jednej cechy zmienia się pod wpływem zmiany parametru innej cechy i ta informacja powinna być brana pod uwagę w trakcie rozpoznawania. W niniejszym artykule zależności te określa się mianem korelacji. Zakładamy, że na cechę f_j ma wpływ cecha f_k . Oznacza to, że na a_j i b_{ij} , które są parametrami cechy f_j , mają wpływ odpowiadające im parametry a_k i b_{ik} cechy f_k . Załóżmy, że macierz $P_j(f_k)$ opisuje korelacje pomiędzy cechami f_j i f_k . Element macierzy $p_{lm}(f_k)$ opisuje numeryczne zależności pomiędzy wszystkimi możliwymi parami (l, m) parametrów cechy f_j , na które wpływają zmiany cechy f_k . O tych zmianach decydują pary parametrów a_k i b_{ik} . Dla N możliwych parametrów, macierz $P_j(f_k)$ ma rozmiar $N \times N$:

$$P_j(f_k) = [p_{lm}(f_k)] = \begin{bmatrix} p_{11}(f_k) & p_{12}(f_k) & \dots & p_{1N}(f_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{N1}(f_k) & p_{N2}(f_k) & \dots & p_{NN}(f_k) \end{bmatrix}. \quad (5)$$

W macierzy $P_j(f_k)$ l -ty wiersz odpowiada parametrowi a_j , a m -ta kolumna – parametrowi b_{ij} . W efekcie proces rozpoznawania polega na wyborze elementu $p_{lm}(f_k)$, a wynikowa korelacyjna punktacja dopasowania to $v_C(f_j, f_k) = p_{lm}(f_k)$.

Przykładem tego typu porównania może być rozszerzenie problemu rozpoznawania mówców na podstawie rozmów zgłoszonych z różnych miast. Tym razem mamy do czynienia z procesem dynamicznym. Wraz z upływem czasu rośnie prawdopodobieństwo, że dwie rozmowy zostały wykonane przez tę samą osobę, gdyż miała ona coraz więcej czasu na przemieszczenie się pomiędzy miastami. Ilustrację graficzną macierzy korelacji dla 4 przedziałów czasu przedstawiono na rys. 3. Skala szarości reprezentuje analizowane prawdopodobieństwo, tj. wartości punktacji dopasowania (im mniejsza wartość tym większy poziom jasności).



Rys. 3. Ilustracja macierzy korelacji: a) 0–10 minut b) 10–30 minut, c) 30–60 minut i d) 60–120 minut

Ostatecznie, wyniki poszczególnych porównań łączone są za pomocą sumy ważonej w jedną liczbę tzw. punktację globalną. Punktacja ta wyznaczana jest dla porównań bieżącej rozmowy ze wszystkimi rozmowami zgromadzonymi w bazie danych. Uszeregowana według punktacji lista rekordów to lista wynikowa zawierająca zgłoszenia najbardziej podobne względem szukanego zdarzenia lub rozmówcy.

4. PODSUMOWANIE

Zaproponowany mechanizm automatycznie wyszukuje mówców i zdarzenia najbardziej podobne do występujących w wybranej rozmowie odniesienia. Wyniki wstępnych eksperymentów na autorskiej bazie danych, powstałej w wyniku zgłoszeń kilkudziesięciu mówców i przeprowadzenia około 200 realnych rozmów na symulowany numer telefonu alarmowego, wskazują na wysoką skuteczność proponowanego rozwiązania. Mówca rozpoznawany jest na 4 pierwszych miejscach na liście wyników ze skutecznością 90% (tj. w 9 na 10 przypadków wyszukiwania mówcy operator znajdzie jego nagranie w pierwszych 4 rekordach listy wyników). Z kolei właściwe zdarzenie rozpoznawane jest na 4 pierwszych miejscach na liście wyników ze skutecznością 100%. Autorzy planują rozbudowę bazy danych, wykonanie kolejnych eksperymentów oraz zastosowanie metod uczenia maszynowego do strojenia zaproponowanych mechanizmów. Opisany model, po wprowadzeniu niewielkich modyfikacji, może służyć nie tylko wspomaganie telefonu alarmowego, ale także stanowić uniwersalne narzędzie do wykrywania zależności w innych rozbudowanych bazach danych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Machado, „*Emergency numbers*“, European Emergency Number Association, Baltic Roundtable on 112, Vilnius, September 2010.
- [2] T. O'Brien, „*112 and the EU Legislative Framework*“, European Emergency Number Association (EENA) Operations Document, 2013.
- [3] Supreme Audit Office, „*Preparation of the system of civil protection against natural disasters and emergencies*“, information on audit results, <http://www.nik.gov.pl/plik/id,5308,vp,6885.pdf>, 20.06.2013 (in Polish).
- [4] European Emergency Number Association, „*EENA Operations Document. False Emergency Calls*“, Code: 3.1.2_FC_v1.0.doc, Rev. 15.03.2011.
- [5] M. Pilarczyk, „*Falszywe połączenia na numer alarmowy 112. Po pizzę, taksówkę, budzenie*“, Głos Wielkopolski, 15.01.2014.
- [6] J. Balcerek, „*Metadata searching mechanisms for supporting of fast and reliable recognition of threats in urban environment*“, 3rd Biannual European – Latin American Summer School on Design, Test and Reliability (BELAS), pp. 159-163, Frankfurt/Oder, Germany, April 28-30, 2014.
- [7] J. Balcerek, P. Pawłowski, A. Dąbrowski, A. Konieczka, „*Search mechanism for automatic recognition of speakers and various announcements about the same event*“, Proc. of the Annual Evaluation Workshop of the thematic Network on Dependable Cyber Physical Systems (DCPS), pp. 54-59, Cottbus, Germany, November 7th, 2014.
- [8] A. Dąbrowski, J. Balcerek, S. Drgas, T. Marciniak, A. Meyer, P. Pawłowski, „*Classification and recognition of persons based on emergency telephone calls*, chapter in book *Modern systems of communication and transmission of data for security. Opportunities and threats*“, scientific editors: A. R. Pach, Z. Rau, M. Wągrowski, pp. 350–377, Wolters Kluwer, Warszawa, 2013 (in Polish).
- [9] J. Balcerek, S. Drgas, A. Dąbrowski, A. Konieczka, „*Prototype multimedia database system for registration of emergency situations*“, Proc. of SIGNAL PROCESSING SPA'2009, IEEE Poland Section Chapters Signal Processing, Circuits and Systems, pp. 144–148, Poznań, Poland, 24–26 September 2009.
- [10] A. Dąbrowski, T. Marciniak, S. Drgas, J. Balcerek, A. Konieczka, „*Database with facilities for speaker classification and recognition based on emergency telephone conversations*“, Proc. of 4th Language & Technology Conference, pp. 148-152, Poznań, Poland, November 6–8, 2009.
- [11] A. Reveiu, M. Dardala, I. Smeureanu, „*A MPEG-21 Based Architecture for Data Visualization in Multimedia Web Applications*“, International Conference Visualisation, (2008), pp. 84-89.
- [12] A. Rawal, M.K. Kowar, S. Sharma, H.R. Sharma, „*Automated Document Ranking Evaluation in Digital Libraries*“, 2010 International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing (ARTCom), October 16-17 2010, pp. 258-260.
- [13] M.-A. Sicilia, „*Handbook of Metadata, Semantics and Ontologies*“, World Scientific Publishing Co., 2014.
- [14] H.-P. Kriegel, P. Kroger, P. Kunath, A. Pryakhin, „*Effective Similarity Search in Multimedia Databases using Multiple Representations*“, 12th International Multi-Media Modelling Conference Proceedings, 2006, pp. 389-392.
- [15] U. Rashid, I.A. Niaz, M.A. Bhatti: M3L, „*Architecture for Multimedia Information Retrieval*“, Sixth International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG '09, 2009, pp. 1067-1072.
- [16] J. Balcerek, P. Pawłowski, A. Konieczka, S. Drgas, A. Dąbrowski, M. Kmiecik, „*Database of emergency telephone calls – system tools for real-time registration and metadata searching*“, Proc. of SIGNAL PROCESSING SPA'2010, IEEE Poland Section Chapters Signal Processing, Circuits and Systems, pp. 89–94, Poznań, Poland, 23–25 September 2010.
- [17] J. Balcerek, P. Pawłowski, „*Multicriteria Metadata Mechanisms for Fast and Reliable Searching of People Using Databases with Unreliable Records*“, Proc. of 4th International Conference MCSS 2011, pp. 225-232, June 2–3, Krakow, Poland. Springer. Communications in Computer and Information Science, 2011.
- [18] A. Dąbrowski, S. Drgas, P. Pawłowski, J. Balcerek, „*Development of PUEPS corpus of emergency telephone conversations*“, Proc. of the Language Resources for Public Security Applications Workshop (LRPS 2012) at 8th international conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2012), pp. 8-12, Istanbul, Turkey, 27 May 2012.