

mgr inż. Marcin MIROŃCZUK
Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka
prof. dr hab. inż. Tadeusz MACIAK
Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka

PROBLEMATYKA PROJEKTOWANIA MODELU HYBRYDOWEGO SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI DLA PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ

Słowa kluczowe:

System Wspomagania Decyzji, System Ekspertowy, SWD, SE, analiza tekstu, Inteligentne Systemy Wspomagania Decyzji, IDDS, Grupowe Systemy Wspomagania Decyzji, GDSS, analiza danych, bazy danych, EWID, hybrydowy system wspomagania decyzji, HSWD

W artykule przedstawiono problematykę projektowania modelu hybrydowego systemu wspomagania decyzji dla Państwowej Straży Pożarnej. Do modelowania systemu zastosowano opis obiektowy. W analizie projektu zwrócono uwagę na aspekty wykorzystania i wbudowania w systemie decyzyjnym podsystemu ekspertowego.

This paper describes problems of designing a hybrid decision support system for the Fire Service. The object-oriented description was applied for modeling. In the analysis of this project there was considered the aspects of using and building the expert subsystem in the decision system.

1. Wstęp

W Państwowej Straży Pożarnej PSP istnieje system ewidencji zdarzeń bazujący na module oprogramowania o nazwie EWID [1, 2]. Moduł ten stanowi część obecnego systemu wspomagania decyzji SWD (*ang. decision support system – DSS*). System ten został stworzony i jest rozwijany przez firmę ABAKUS [3]. Forma powstających raportów jest regulowana przez rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych [4]. Na bazie poszczególnych przypadków w komendach wojewódzkich PSP wykonywane są wybrane analizy zdarzeń i składowane w postaci papierowej. W Komendzie Głównej PSP meldunki są analizowane przez ana-

lityków pod kątem określonych strategicznych zapytań. System ten nie umożliwia jednak wspomaganie decyzji ani kierowania wraz z nadzorem akcji ratowniczych w czasie rzeczywistym. Wymieniony powyżej termin SWD odnosi się do konkretnego systemu – produktu firmy ABAKUS, w dalszej części termin ten określa całą klasę systemów wspomaganie decyzji.

Brak możliwości wspomaganie decyzji w czasie rzeczywistym podczas akcji ratowniczej oraz przechowywanie danych w formie nieustrukturyzowanych raportów, co utrudnia ich analizę i odkrywanie nowej wiedzy, jest obecnie największym funkcjonalnym ograniczeniem systemu (EWID + SWD) stosowanego w PSP. Celem artykułu jest przedstawienie sposobu, w jaki można zaprojektować alternatywny do aktualnego systemu, hybrydowy system wspomaganie decyzji HSWD pozbawiony tych mankamentów. Ponadto zaprezentowano sposób, w jaki można wykorzystać i zanalizować zgromadzone w systemie EWID informacje w celu zbudowania nowej platformy informatycznej. Proponowany przez autorów, HSWD dla PSP ideowo stanowi połączenie grupowego systemu wspomaganie decyzji GSWD (*ang. group decision support system – GDSS*) trzeciego rodzaju i inteligentnego systemu wspomaganie decyzji bazującego na odkrywaniu wiedzy ISWD (*ang. intelligent decision support system based on knowledge discovery – IDSSKD*) [5]. Pierwszy wymieniony system stanowi platformę informatyczną do podsuwania pomysłów i instruowania osoby podejmującej decyzję na zasadzie konsultacji eksperckiej, bazującej na zgromadzonych w nim informacjach i regułach. Charakter grupowy wynika z faktu, iż praca zespołowa zostaje wsparta poprzez realizację komunikacji odbywającej się na dwóch warstwach. W pierwszej warstwie zachodzi komunikacja typu decydent-dyspozytor, który jest mediatorem między systemem a kierującym akcją. Natomiast w drugiej warstwie komunikacja odbywa się między decydem i jednostkami ochrony przeciwpożarowej, opierającymi się na pozyskanych informacjach. Druga platforma – IDSSKD – opiera się z kolei na włączeniu do SWD elementów odkrywania wiedzy w bazach danych (*ang. knowledge discovery in database – KDD*) z danych tekstowych. IDSSKD odpowiedzialny jest ponadto za wyszukiwanie podobnych zdarzeń z bazy wiedzy oraz za wprowadzanie nowych zdarzeń i generowanie podpowiedzi dla dowódców.

Główną funkcjonalnością projektowanego systemu jest dostarczenie wsparcia decyzyjnego decydentowi kierującemu akcją ratowniczą poprzez sugerowanie możliwych sposobów likwidacji zagrożenia. SWD ma wspomagać decyzje na zasadzie wyszukiwania zdarzenia (przypadku) najbardziej podobnego do aktualnego i przedstawiać je w postaci raportu (*ang. case based reasoning – CBR*) [6] lub na zasadzie Systemu Ekspertowego poprzez odnajdywanie odpowiedniej reguły, w której będą określone właściwe działania.

Analizy zdarzeń sporządzane są przez różne osoby, stąd też dane dostępne w bazie EWID, jak i w komendach są na tyle nieusystematyzowane i niesformalizowane, że nie można ich bezpośrednio zastosować do budowania i reprezentowa-

nia wiedzy w bazie wiedzy systemu ekspertowego SE (*ang. expert system – ES*) dostarczającej potrzebnej informacji do projektowanego SWD. System EWID dysponuje dużą bazą danych, w której przechowywane są zdarzenia ze wszystkich przeprowadzanych akcji pożarniczych. Możliwość analizy tak dużej ilości nieustrukturalizowanych danych za pomocą metod eksploracyjnych pozwala na odkrycie nowej, dotąd nieznannej wiedzy na temat właściwego postępowania w przypadku różnego rodzaju zdarzeń. Analizy dokumentów za pomocą eksploracji danych, a dokładniej za pomocą technik i metod z dziedziny analizy tekstu, mają też służyć dostarczeniu dla SE odpowiednio przekształconych i reprezentatywnych informacji.

Analiza tekstu (*ang. Text Mining – TM*) polega na wykorzystaniu inteligentnych reguł z zakresu analizy języka naturalnego (*ang. natural language processing – NLP*), metod statystycznych oraz technik przeszukiwania i grupowania danych. Wykorzystywana jest ona do pozyskiwania informacji z dużych nieustrukturyzowanych zbiorów danych tekstowych [7]. W systemie wspomaganie decyzji element ten ma stanowić moduł wyszukiwania potrzebnej informacji i wspomagać system ekspertowy we wnioskowaniu na aktualnie zadany przez decydenta temat.

W artykule opisano szkic projektu SWD do wspomaganie akcji ratowniczych nie mających charakteru kryzysu, który wymaga Centrum Zarządzania Kryzysowego odpowiednio koordynującego działania na wielu szczeblach organizacyjnych zmierzające do jego neutralizacji [8, 9]. Niemniej może on stanowić pewne jego wsparcie i rozszerzenie dzięki temu, iż w bazie wiedzy zakodowane mogą być ilości sił i środków, jakimi dysponuje dany okręg (gmina, powiat, województwo), oraz współdziałające w obrębie danego okręgu pozostałe jednostki (policja, pogotowie ratunkowe). Informacje takie szybko dostępne poprzez SWD mogą stać się pomocne przy neutralizacji sytuacji kryzysowej i wesprzeć w decyzjach centrum koordynujące. Uwypuklono również problemy związane z wykorzystaniem już dostępnych danych z systemu EWID poprzez odpowiednią analizę metodami i technikami z zakresu przetwarzania tekstów. Analiza ta (zarówno na poziomie ilościowym, jak i jakościowym) często bywa głównym punktem planu różnego rodzaju badań z zakresu projektowania i wdrażania SWD, jak np. w projekcie RESCUE [10].

Proces projektowania SWD został podzielony na dwa etapy :

- pierwszy obejmuje utworzenie szkieletowej architektury systemu, która po wypełnieniu danymi, pochodzącymi m.in. z analiz tekstów, przekształcana jest w docelowy dedykowany SWD z dopasowaną odpowiednio bazą wiedzy SE,
- drugi etap obejmuje profilowanie i implementację technik analizy tekstu do przetwarzania i wyszukiwania tekstów w czasie rzeczywistym na drodze algorytmicznej i wspomoczenie SE we wnioskowaniu na drodze logicznej.

Poszczególne etapy i ich planowany sposób realizacji SWD zostały omówione w kolejnych punktach publikacji.

Dzięki integracji SWD z SE i elementami analizy tekstu można też uzyskać dodatkową funkcjonalność w postaci poszerzonej możliwości ekspertyz (analiz) zawartych w SWD. Ponadto można też zwiększyć możliwość decydenta w wykorzystaniu tych ekspertyz. Decydent poprzez komunikowanie się z systemem, pogłębia swoją wiedzę i rozwiązuje zaistniałe problemy decyzyjne [11, 12]. SWD dla PSP z SE docelowo może służyć, na wzór ekspertowych systemów medycznych, takich jak *DXplain*, do edukacji funkcjonariuszy PSP i stanowić dla nich podręczne źródło wiedzy. Za jego pośrednictwem istnieje też możliwość przeprowadzania szkoleń na zasadzie symulatora zdarzeń w celu weryfikacji wiedzy i umiejętności podejmowania decyzji przez kierującego akcją ratowniczą [13, 14].

2. Założenia metodologii projektowania SWD

W procesie projektowania systemu SWD zaproponowano wykorzystanie Zunifikowanego Języka Modelowania (*ang. unified modeling language – UML*). Język UML stanowi graficzną notację, opartą na pojedynczym metamodelu, która służy do opisywania i projektowania systemów oprogramowania, w szczególności systemów oprogramowania obiektowego [15]. Dzięki opisowi na wysokim poziomie abstrakcji UML można też zastosować do przeprowadzenia procesu projektowania SWD. Koncepcja projektu opiera się na modelowaniu zagadnienia metodami *z góry do dołu* (*ang. top down*) i *z dołu do góry* (*ang. bottom up*), czyli klasycznej metodzie analizy i syntezy układu.

Pierwszym krokiem projektowym jest poddanie badanej dziedziny analizie i przedstawienie jej w postaci diagramu czynności (przepływu) (*ang. activity diagram*). Zadaniem diagramu czynności jest opisanie logiki działania systemu, procesów decyzyjnych i przepływów informacji. Pod wieloma względami odgrywa on rolę podobną do schematów przepływu danych, ale zasadniczą różnicę między nimi stanowi fakt, że diagram czynności może pokazywać działania równoległe. Technika przepływu wyrażona w UML stanowi uogólnienie i rozszerzenie techniki zwanej sieciami *Petriego* [15, 16].

Na podstawie analizy i diagramu przepływu można wydzielić podstawowe abstrakcyjne komponenty, które powinny być utworzone na pierwszym etapie projektu SWD. Wydzielone elementy następnie poddaje się, w zależności od potrzeb, dalszej analizie i syntezie zgodnie z technikami i metodami, które są dla tych elementów odpowiednie (zgodnie z ich specyfikacją). Implementowanie poszczególnych komponentów może odbywać się niezależnie bądź równoległe. W przypadku, kiedy system budowany jest od podstaw, konstrukcja jednego komponentu może być uzależniona od budowy drugiego. Pociągać też może za sobą określony sposób implementacji pozostałych elementów systemu. W ten sposób następuje propagacja zależności projektowych między modułami i determinowanie działania jednego drugim. Oddziaływania takie są niepożądane w systemie modułowym, gdzie poszczególne komponenty powinny być izolowane i jak najmniej sprzężone ze sobą. Zależności między komponentami należy odpowiednio osłabiać oraz zapewniać im

większą integralność poprzez należytą ich integrację. Izolację między modułami można osiągnąć poprzez wprowadzanie interfejsów. Dobrze zdefiniowane i umiejscowione w systemie interfejsy umożliwiają bezproblemową wymianę informacji między komponentami.

Każdy komponent wchodzący w skład architektury systemu powinien zostać przetestowany i zweryfikowany pod względem pełnionych przez niego funkcji. Testowanie i weryfikacja powinny odbywać się za pomocą metod i technik odpowiednich dla danego elementu systemu i według jego specyfikacji. Oprócz testu pojedynczych komponentów powinny odbyć się testy grupowe pomiędzy poszczególnymi komponentami. Po testach i utworzeniu rdzenia systemu (w postaci interfejsów i komponentów) dokonywana jest synteza wszystkich komponentów (łączy się w całość SWD i SE). Tak utworzony całościowy system powinien następnie zostać zweryfikowany, tj. przejść testy funkcjonalne i w razie potrzeby zostać skorygowany [10]. Korygowanie może odbywać się na poziomie poszczególnych komponentów lub ich grup oraz na poziomie powtórnej analizy.

Cofanie się do poziomu powtórnej analizy zwiększa koszty budowanego systemu. Może to się przyczynić do niepowodzenia projektu. Z tego też względu ważne jest, aby już od podstaw weryfikować i korygować założenia w celu poprawnego zaprojektowania platformy. Poprawne przejście zaprojektowanych testów nie powinno kończyć procesu projektowania systemu. Po zamkniętym cyklu głównego projektowania szkieletu aplikacji powinno nastąpić jego profilowanie i uaktualnianie, tak więc powinien to być proces ciągły i nieprzerwany. Przez modułowość daje się to osiągnąć w sposób łatwy i mało kosztowny. Pomimo zastosowania modułowości budowa SWD i jego wdrażanie niosą pewien stopień ryzyka i koszt. W celu minimalizacji obu tych czynników powinno stosować się odpowiednie narzędzia wspomagające budowę i modelowanie systemu. Powinny też zostać dobrane właściwe metody zarządzania ryzykiem dla przeprowadzanego projektu SWD oraz powinien nastąpić właściwy dobór metody przeprowadzania realizowanego projektu informatycznego [17, 18].

Ostateczny kształt systemu jest zależny od założeń, jakie przyjmie się na początku, konstruując podstawowe interfejsy i komponenty. Możliwa jest oczywiście ich wymiennność. Budowa komponentowa daje elastyczny szkielet platformy, w którym słabo związane ze sobą moduły dają się zarówno łatwo refaktoryzować i wymieniać, jak i komponować w różnych konfiguracjach.

3. Analiza HSWD z SE dla PSP

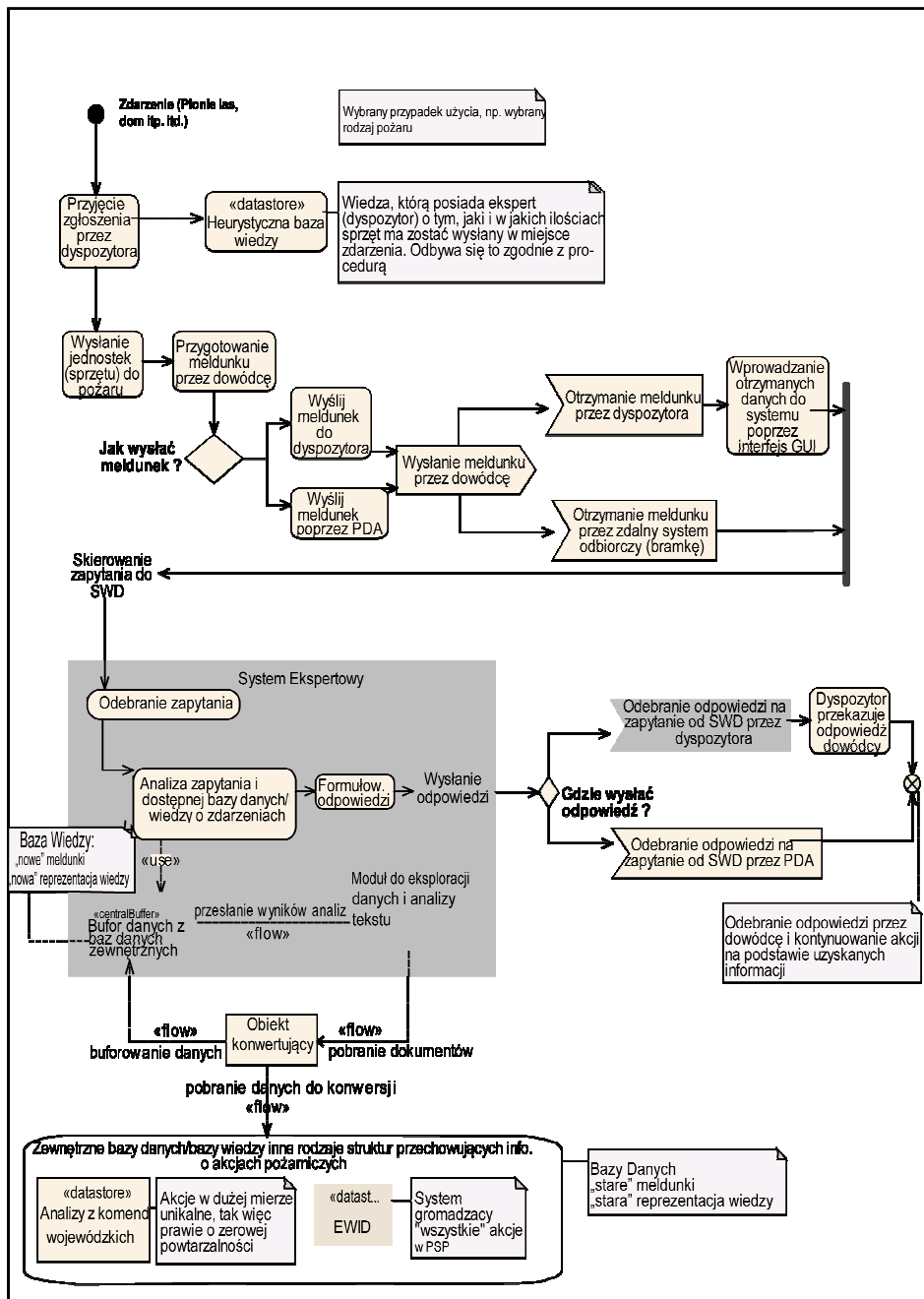
Analiza danej dziedziny i konstruowanie na jej podstawie SWD jest zadaniem nieszablonowym. Nie zawsze istnieje możliwość zamknięcia projektu w jeden uniwersalny schemat, który byłby niezależny od kontekstu funkcjonowania dziedziny. Z tego też względu na wstępie, do zaproponowanej ogólnej koncepcji SWD, zaprojektowany został diagram czynności przedstawiony na rys. 1. Uzyskano dzięki temu możliwość szerszego spojrzenia na analizowane zagadnienie i graficzne

zaprezentowanie działania systemu. Osiągnięto wgląd w jego podstawowe elementy składowe, zachodzące między nimi relacje, oddziaływania i sposoby przepływu informacji. Na podstawie diagramu przepływu można też wyodrębnić i zlokalizować podstawowe zależności i powiązania występujące między poszczególnymi elementami SWD, m.in. SE z GISWD i ISWD.

Funkcjonalność SE łączy się z funkcjonalnością GSWD poprzez to, iż dyspozytor otrzymuje sugestie na temat sił i środków wysyłanych do zdarzenia, a dowódca akcji otrzymuje sugestie odnośnie sposobu postępowania, wszystkie one łączą wiedzę ekspercką oraz doświadczenia z poprzednich akcji, za wyszukiwanie których odpowiedzialny jest ISWD.

Punktem wyjściowym analizy przedstawionej na rys. 1 jest zdefiniowanie zakresu dziedziny. Na dziedzinę składają się zdarzenia ratownicze zachodzące w PSP. W pierwszej kolejności o zaistniałym zdarzeniu informowany jest dyspozytor. Na podstawie zgłoszenia, zawierającego opis słowny zdarzenia, jest w stanie, korzystając z bazy heurystycznej ocenić wstępną liczbę sprzętu i ludzi potrzebnych do neutralizacji zagrożenia. Baza heurystyczna zawiera wiedzę na temat oficjalnych wypracowanych zaleceń i standardów, jakie należy zastosować na podstawie zgłoszonego zdarzenia. Konstruowanie tej bazy aktualnie jest poza zakresem badań, jednakże stanowi ona ważny element systemu ze względu na to, iż od niej zależy, ile sił i środków zostanie skierowanych do akcji, co może wyznaczyć nowy potencjalny kierunek badań nad tzw. rozmiękczeniem sił i środków [9]. Jej konstrukcja i wypełnienie danymi może zostać zrealizowane podczas pierwszego z dwóch etapów projektowania systemu opisanych w pkt. 4 artykułu. Dyspozytor na podstawie informacji z bazy heurystycznej następnie wysyła na miejsce zdarzenia zastępy pożarnicze. Po przybyciu zastępów na miejsce zdarzenia dowódca dokonuje oceny i formułuje sformalizowany meldunek, który składa się z par atrybut-wartość. W przypadku pożaru budynku (domu wolno stojącego) mogą to być pary: zadymienie – duże, liczba kondygnacji – 3, warunki meteo (podtyp wiatr) – południowy 3 m/s, warunki meteo (podtyp zachmurzenie) – duże, warunki meteo (podtyp temperatura) – +20° C. etc. W meldunku określane są dodatkowe parametry zdarzenia, które nie zostały określone podczas zgłoszenia dla dyspozytora. Meldunek wysyłany jest następnie z powrotem do dyspozytora, który poprzez graficzny interfejs użytkownika (*ang. graphical user interface – GUI*) kontaktuje się z SE. Alternatywnie meldunek może zostać wysłany przez dowódcę poprzez urządzenia mobilne, np. PDA (*ang. personal digital assistant*) bezpośrednio do SE.

Zapytanie skierowane do SE musi mieć w swej konstrukcji szczegółowe parametry zdarzenia. Zapytanie może być złożone, może zawierać wiele atrybutów z wieloma wartościami. Zbiór atrybutów opisujących akcję może być jednak odpowiednio minimalizowany poprzez redukcję za pomocą określenia najbardziej istotnych atrybutów dla danych akcji.



Rys. 1. Analiza SWD dla PSP z komponentem analizy tekstu do wspomagania SE

Źródło: opracowanie własne

W ten sposób możliwe byłoby otrzymanie zamkniętego ograniczonego zbioru atrybutów, których wprowadzenie na PDA podczas prowadzenia akcji ratowniczej byłoby mało kłopotliwe i szybkie, a więc spełniałoby warunki użyteczności (*ang. usability*). Jeśli minimalizacja zbioru się nie powiedzie, urządzenia PDA mogą zawsze być wykorzystane do wyświetlania sugestii systemu dla decydenta. Struktura tworzonego zapytania musi być dopasowana do przyjętej reprezentacji wiedzy, od której zależy konstrukcja bufora danych (bazy wiedzy) [19].

W zaproponowanym na rys. 1 projekcie SWD, SE pośrednio wykorzystywany jest do odszukiwania najbardziej podobnych zdarzeń. Przeszukiwana jest w nim baza danych określona na rys. 1 jako *bufor danych z zewnętrznych baz danych*. Bufor ten ma na celu przechowywać odpowiednio ustrukturyzowane i reprezentowane dane z zewnętrznych baz danych m.in. bazy EWID. Bufor danych zawiera formalną jednorodną reprezentację, strukturę i opis zdarzeń. Ujednolicona struktura danych daje możliwość zastosowania analizy i wyszukiwania zdarzeń poprzez wyselekcjonowane algorytmy analizy tekstu. Wynikiem wyszukiwania i wnioskowania (bezpośredniego działania) przez SE jest raport zawierający rozwiązanie zaistniałego zdarzenia. Rozwiązanie zawiera informacje, o których dowódca nie może zapomnieć. Sposób likwidacji zagrożenia zależy już od dowódcy.

Przykładowe rozwiązanie może przyjmować następującą formę:

- sprawdź, czy zasilanie elektryczne jest wyłączone,
- sprawdź, czy w pomieszczeniu nie ma uszkodzanych,
- sprawdź, czy w pomieszczeniu nie ma butli gazowych,
- sprawdź, czy na drogach ewakuacyjnych nie zalega dym itp.

Powyższe przykładowe rozwiązanie generowane jest na podstawie opisu zdarzenia historycznego pochodzącego z EWIDU oraz dodatkowych konsultacji z ekspertami. Tak więc, aby w całości określić i sformalizować raport, potrzebne są dwie zasadnicze sekcje:

- opisowa – w której definiowane są atrybuty,
- wynikowa – w której podawane jest rozwiązanie na podstawie przekazanych atrybutów.

System może też proponować, w jaki sposób można przeciwdziałać danemu zagrożeniu np. poprzez zasugerowanie użycia odpowiednich środków gaśniczych. Tak skonstruowana odpowiedź przesyłana jest następnie do dyspozytora, który przekazuje ją dowódcy lub bezpośrednio przekazywana jest do dowódcy przez PDA lub inne urządzenie mobilne.

4. Projekt HSWD z SE dla PSP

Na podstawie analizy opisanej w pkt. 3 budowany jest schemat komponentów zaprezentowany na rys. 2. Na schemacie umieszcza się komponenty i obrazuje się zachodzące pomiędzy nimi relacje [20]. Komponenty stanowią podstawę szkieletu platformy informatycznej SWD i są fizycznie odpowiedzialne za wykonywanie

poszczególnych działań ze schematu przepływu (rys. 1). Komponenty zgodnie z wcześniej przedstawioną i opisaną koncepcją (pkt 2) są tworzone zgodnie z odpowiednimi dla nich technikami i metodami syntezy i analizy oraz testowania.

Na rys. 2 przedstawiono widok komponentów, które składają się na SWD dla PSP. Projektowanie komponentów zostało podzielone tu na dwie zasadnicze części. Realizacja pierwszej powinna zakończyć się utworzeniem szkieletowej architektury systemu. Wypełnienie jej danymi za pomocą elementów skonstruowanych w drugiej części kończy tworzenie SWD wraz z podsystemem ekspertowym, tj. utworzenie docelowego systemu dedykowanego. Zastosowanie komponentu analizy tekstu w pierwszym etapie tworzenia SWD ma na celu wzbogacić wiedzę eksperta i dać nowe nieznane dotąd atrybuty do analiz. Analizowane teksty mają charakter nieformalny, tj. są wyrażane językiem naturalnym. Analiza ma na celu wydobyć z tekstów atrybutów opisujących zdarzenie przydatnych do budowy reguł w bazie wiedzy SE i tym samym formalizowania raportów z odbytych akcji.

W celu zobrazowania, jakie nowe atrybuty opisujące zdarzenie mogą zostać zidentyfikowane podczas analizy tekstu, przytoczono krótki przykład. Rodzajem zdarzenia jest pożar mały, który objął budynek (dom wolno stojący). Zdarzenie zostało opisane w następujący sposób:

Na miejscu stwierdzono duże zadymienie budynku mieszkalnego 2-kondygnacyjnego. Źródłem zadymienia był pożar w suterenie budynku. Wprowadzono jeden prąd gaśniczy do sutereny, równocześnie ratownicy przeszukiwali pozostałe kondygnacje budynku. Wszystkie osoby ewakuowały się przed przyjazdem straży pożarnej. Na miejsce zadysponowano również pogotowie energetyczne z ul. XXX, które odcięło napięcie do budynku, pogotowie XXX, Policję nr XXX oraz Straż Miejską nr XXX. Na miejscu obecna była także Grupa Operacyjna XXX m. st. XXX. Działania polegały na ugaszeniu pożaru i oddymieniu wszystkich pomieszczeń budynku. Spaleniu uległo wyposażenie sauny w suterenie. Inne straty były spowodowane dużym opaleniem pozostałych pomieszczeń mieszkalnych znajdujących się w suterenie. Korzystano z hydrantu przy ul. XXX. Miejsce zdarzenia pisemnie przekazano ojcu właścicielki z nakazem dozorowania pogorzeliiska. Dane meteo: wiatr południowy 3 m/s, zachmurzenie duże, +20° C.

Dodatkowymi atrybutami określającymi zdarzenie w tym przypadku mogą być: *zadymienie, liczba kondygnacji, miejsce/miejsca pożaru, zasilanie, dodatkowe jednostki, warunki meteo, liczba osób ewakuowanych*. W tym przypadku wygenerowane przykładowe rozwiązanie dla zaistniałego podobnego przypadku przez system miałoby następującą postać:

- sprawdź, czy zostały ewakuowane osoby,
- sprawdź, czy na drogach ewakuacyjnych nie zalega dym,
- sprawdź, czy wezwano odpowiednie służby dodatkowe.

Proponowanym przez system przeciwdziałaniem dla danego zagrożenia w tym przypadku może być:

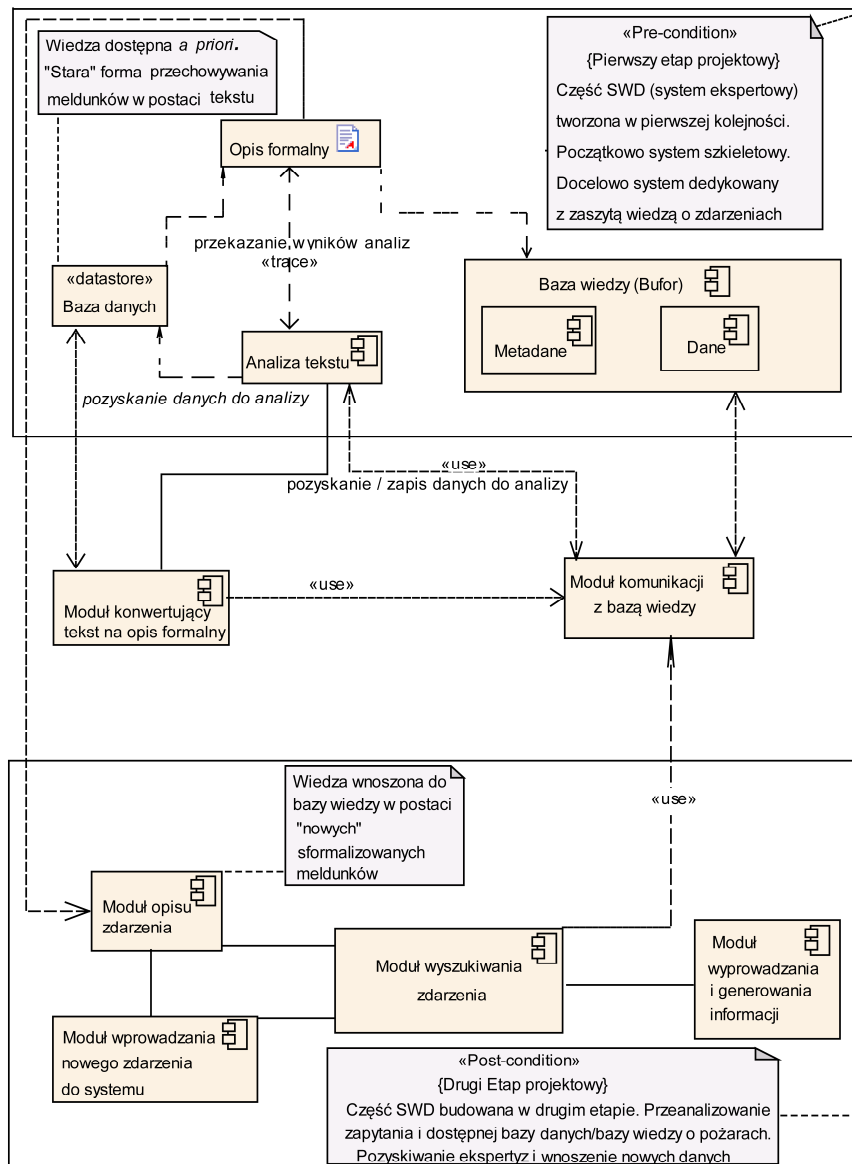
- użyj dostępnego w okolicy hydrantu nr XXX,
- wezwij dodatkowe grupy operacyjne nr XXX,
- zastosuj aparaty ochronne dróg oddechowych – informacja uzyskana nie bezpośrednio z sekcji „Opisowej zdarzenia” lecz z rekordu „Działania prowadzone z użyciem sprzętu” systemu EWID.

Jak widać, jest to jedynie poglądowe przedstawienie zadań analizy tekstu z sekcji „Opisowej ze zdarzenia” systemu EWID, jednak dobrze przedstawia możliwość rozszerzenia i sprecyzowania raportu za pomocą dostępnych technik z jej zakresu i zaimplementowanie tych rozwiązań w nowym SWD.

Podczas fazy projektowej dotyczącej komponentu analizy tekstu ważne jest wykorzystanie wiedzy (informacji) dostępnej *a priori*. Na wiedzę tę składają się zdarzenia ratownicze, zarówno o dużej jak i małej powtarzalności statystycznej, przeprowadzane przez PSP, które mogą być podane przez każdego bardziej lub mniej doświadczonego eksperta (baza heurystyczna). Wiedza ta może także zostać pozyskana ze składowanych informacji w bazach danych systemu EWID oraz komend wojewódzkich (na rys. 2 bazy te określone zostały pod jednym terminem jako „baza danych”).

Opisy akcji ratowniczo-gaśniczych prowadzonych przez PSP, z których ma być generowana wiedza, są dostępne w dwóch formach – informacje o wszystkich akcjach gromadzone są w relacyjnej bazie danych (system EWID), a w przypadku wybranych, ważnych akcji o małej powtarzalności statystycznej tworzone są analizy akcji w formie dokumentów drukowanych. Dokumenty składowane w wyżej wymienionych bazach określane są jako „stara” forma reprezentacji wiedzy, lub „stare” meldunki, dokumenty. Termin ten został wprowadzony w celu wyraźnego rozdzielenia między aktualnym stanem systemu, a docelowym, w którym wiedza ma być opisana w sposób formalny, dający się w efektywny sposób przetwarzać. Wiedza zebrana w nowym, docelowym systemie określona jest jako „nowa” forma reprezentacji wiedzy, lub „nowe” meldunki, dokumenty. Nowe dokumenty składane są natomiast w elemencie opisanym na rys. 2 jako Baza Wiedzy (bufor).

Drugi etap konstruowania SWD przedstawiony na rys. 2 zakłada, że istnieje już sformalizowany tekst meldunków. Teksty meldunków mają postać przyjętej formy reprezentacji wiedzy, na bazie której można budować tekstowy podsystem ekspertowy. Do tak skonstruowanej bazy wiedzy opartej na wynikach analizy wiedzy *a priori* można dodać tzw. „wiedzę wnoszoną”. Wiedza ta dotyczy konkretnego zdarzenia, które pojawiło się w trakcie pracy systemu ekspertowego. Zdarzenie to może zostać formalnie zdefiniowane i wprowadzone do systemu wraz z odpowiednimi atrybutami i ich wartościami. Dane wprowadzane są do systemu za pomocą modułu wprowadzania zdarzeń. Dane te dotyczyć mogą akcji odbytych lub odbywających się aktualnie. Wprowadzanie ich do systemu odbywa się w określonej formie uzależnionej od modelu bazy wiedzy.



Rys. 2. PSP – Widok komponentowy SWD

Źródło: opracowanie własne

Moduł wprowadzania zdarzeń definiuje interfejsy, poprzez które można komunikować się z systemem, a które na rys. 1 zostały określone za pomocą takich akcji, jak np. wysyłanie meldunku przez PDA, czy też wprowadzania informacji poprzez interfejs GUI. Za sprawdzanie i weryfikowanie poprawności wprowadzanych danych odpowiedzialny jest moduł opisu zdarzenia. Drugi etap projektowy uwzględnia także projekt interfejsu „modułu konwertującego” tekst na opis formalny. Jego budowa może zostać także oparta na metodach i technikach z zakresu analizy tekstu. Jego zadaniem miałyby być automatyczne konwertowanie „starych” meldunków do nowej reprezentacji wiedzy. Po zakończeniu analiz, projektowania i formalizacji bazy wiedzy na podstawie bazy danych istnieje możliwość jej odłączenia od systemu i całkowite przejście na utworzoną bazę wiedzy.

Przedstawiony na rys. 2 moduł wprowadzenia nowego zdarzenia do systemu pełni dwojaką rolę:

- wprowadza zdarzenia opisywane podczas akcji,
- wprowadza opis pełnego zdarzenia po akcji – na tym etapie można dodawać nowe atrybuty nie uwzględnione podczas projektowania, które nie występują w bazie wiedzy. Daje to możliwość aktualizowania raportu sporządzonego w trakcie akcji i tym samym wnoszenia nowej wiedzy do bufora.

Moduł wyszukiwania zdarzenia oparty jest na wcześniej utworzonej bazie wiedzy. Realizuje on zadanie wyszukiwania podobnych zdarzeń [6]. Elementami do wnioskowania logicznego w obrębie modułu wyszukiwania zdarzeń są następujące podmoduły [21, 22]:

- wnioskujący – jego zadaniem jest poszukiwanie w bazie wiedzy („nowe” meldunki) rozwiązań i propozycji przeciwdziałania dla danego zagrożenia na podstawie wprowadzonych atrybutów opisujących dane zagrożenie,
- objaśniający – jego zadaniem jest wyjaśnienie, skąd wzięto się takie, a nie inne rozwiązanie dla zaistniałego zagrożenia,
- formułujący odpowiedzi – jego zadaniem jest przedstawienie wyników w odpowiedniej formie do dalszego przesyłania w obrębie systemu.

Zamiast modułu wnioskującego opartego na logice, można zastosować algorytmiczne metody z zakresu analizy tekstu w celu wydobycia składowanych w bazie wiedzy przygotowanych scenariuszy działań dla zdarzeń. W tym przypadku analiza tekstu polega na odnajdywaniu jak najbliższych położonych siebie meldunków (przypadków zdarzeń) poprzez posłużenie się odpowiednią miarą odległości między występującymi w bazie wiedzy przypadkami a aktualnym wprowadzonym do systemu przypadkiem zdarzenia [6, 23]. Niezależnie od wybranej formy wyszukiwania zdarzeń dane z niego są odbierane przez moduł generowania i prezentowania informacji, który odpowiednio wizualizuje i prezentuje dane dla decydenta.

5. Wnioski

Projekt zawiera dwa podstawowe pełne cykle budowy SWD łączące SE i system eksploracyjny do analizy tekstu (zdarzeń). Cykl pierwszy konstruowania SWD zawiera wiele nawrotów projektowych i testowych. Pozwalają one na wielokrotne weryfikowanie i testowanie komponentów. W wyniku tych zabiegów powstaje stabilny rdzeń systemu z podstawowym buforem danych, od którego zależne są pozostałe elementy. W przypadku budowy elementów z zakresu analizy tekstu można wykorzystać takie techniki i metody projektowe, jak odkrywanie wiedzy w bazach danych (*ang. knowledge discovery in databases – KDD*) [24, 25, 26] lub Międzyprzemysłowy Standardowy Proces Eksploracji Danych (*ang. Cross-Industry Standard Process for Data Mining – CRISP-DM*) [27].

W cyklu drugim w celu wzbogacenia modelu bazy wiedzy może zostać zapisana do niego dostępna wiedza heurystyczna.

Dzięki wykorzystaniu sformalizowanego podejścia do analizy problemu i systemu SWD dla PSP wyrażonego za pomocą modelowania UML uzyskiwane są określone korzyści, do których m.in. należą [28]: lepsze zrozumienie zachodzących zdarzeń ratowniczych, przez co można podjąć odpowiednie działania logistyczne, minimalizacja czasu, jaki jest potrzebny do neutralizacji zdarzenia poprzez skrócenie łańcucha podejmowanych decyzji.

SWD ma umożliwić sprawniejsze podejmowanie decyzji dowódcy akcji. Obszarem analizy mogą być jednak nie tylko zdarzenia w obrębie PSP. SWD projektowane są także dla innych dziedzin, które mogą wymagać innego modelu SWD. Architektura szkieletowa składająca się z komponentów umożliwia budowanie SWD niezależnie od obszaru analizy. Komponent związany z modelem wybranego elementu systemu może być badany, weryfikowany, testowany i oceniany. Każdy element może być budowany niezależnie według najlepszej wiedzy eksperta z danej dziedziny.

Komponenty powinny być izolowane i jak najmniej sprzężone. Do analizy i budowy komponentów można wykorzystać wiedzę z poprzednich etapów projektowych. Po analizie (dekompozycji) systemu na części składowe jest on następnie syntetyzowany (składany) w jedną całość. Tak utworzony system powinien dostarczać wsparcia dowódcy w zakresie przeprowadzanych działań.

W przypadku projektu SWD dla PSP element analizy tekstu przeznaczony jest do budowy docelowego systemu do *post eksploracji* [27], którego podstawę (bazę wyjściową zdobywania informacji) stanowią nieustrukturyzowane informacje. Moduł analizy tekstu implementujący algorytmy z zakresu analizy tekstu ma na celu:

- dostarczyć nieznaną dotąd atrybuty i ich wartości, które nie zostały wytypowane przez ekspertów do reprezentacji wiedzy ,np. w postaci ontologii,
- zgrupować teksty („stare” meldunki) według zadanych klas i grup, w celu usystematyzowania wiedzy i dostarczenia pełniejszego obrazu do opisu for-

malnego wychodzącego poza ramy, które przewiduje Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji [4]. Do realizacji tego zadania wykorzystane mogą zostać algorytmy z zakresu tzw. eksploracyjnej płytkiej [29, 30] i głębokiej analizy tekstów [31]. Obecnie przydatność tego celu na potrzeby systemu jest badana i weryfikowana, dlatego bezpośrednio nie została uwzględniona podczas analizy tekstu,

- znajdować w systemie potrzebne informacje.

S U M M A R Y

Marcin MIROŃCZUK

Tadeusz MACIAK

THE PROJECT OF HYBRID DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE FIRE SERVICE

Issues of model design of the hybrid decision support system (HDSS) for the Fire Service were described. In the project analysis the aspects of use and incorporation an expert subsystem in the decision system were considered.

In the second section, the methodology assumptions of the system projecting, based on applying the object-oriented description and *Unified Modeling Language* (UML) were presented. In the third section the analysis and presentation of the HDSS project was performed. The analysis was made with the use of the *Activity Diagram*. Basic system component, as well as influences between them and the ways of the flow of information were clearly-defined. Basic components of the *Decision Support System* were separated and situated on the *Activity Diagram*. The separated components and the physical realization of the system activity by the use of the *Components Diagram* were presented. Also possible use of the text mining component in the projected system was described.

PIŚMIENNICTWO

1. Abakus: System EWID99 [online] [dostęp 1 marca 2009]. Dostępny w Internecie: http://www.ewid.pl/?set=rozw_ewid&gr=roz
2. Abakus: System EWIDSTAT [online] [dostęp 1 marca 2009]. Dostępny w Internecie: <http://www.ewid.pl/?set=ewidstat&gr=prod>
3. Strona firmy Abakus [online] [dostęp 1 marca 2009]. Dostępny w Internecie: <http://www.ewid.pl/?set=main&gr=aba>
4. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 grudnia 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. Dz.U. 1999, nr 111, poz. 1311, § 34, pkt 5 i 6.

5. F. Zhou, B. Yang, L. Li, Z. Chen: Overview of the New Types of Intelligent Decision Support System. *Innovative Computing Information and Control* 2008, nr. 1(10), s. 267–267.
6. A. Krasuski, T. Maciak: Wykorzystanie rozproszonych baz danych oraz metody wnioskowania na podstawie przypadków w procesach decyzyjnych Państwowej Straży Pożarnej. *Zeszyty Naukowe SGSP* 2008, nr 36, s. 17–5.
7. M. Rajman: Text Mining - Knowledge Extraction from Unstructured Textual Data. *6th Conference of International Federation of Classification Societies (IFCS-98)* 1998, s. 473–480.
8. Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Białymstoku: Stan realizacji Zintegrowanego Systemu Zarządzania Kryzysowego w województwie podlaskim [online] [dostęp 1 czerwca 2009]. Dostępny w Internecie: http://www.straz.bialystok.pl/pliki/Stan_realizacji_PCZK-2005.pdf
9. R. Chen, R. Sharman, H. R. Rao and S. Upadhyaya: Design Principles of Coordinated Multi-incident Emergency Response Systems. *Springer Berlin / Heidelberg* 2005, nr. 3495/2005, s. 81–98.
10. S. Mehrotra, C. T. Butts, D. Kalashnikov, N. Venkatasubramanian, R. Rao Ramesh, G. Chockalingam, R. Eguchi, B. J. Adams, C. Huyck: Project Rescue: Challenges in Responding to the Unexpected. *Appeared in SPIE* 2004, nr 5304, s. 179–192.
11. W. Chmielarz: Aspekty integracji systemów informatycznych wspomagających podejmowanie decyzji z elementami zarządzania wiedzą. *Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, Bydgoszcz 2005, s. 13–27.
12. B. Sostaric: Przeglądowa analiza systemów do zarządzania wiedzą z elementami systemów ekspertowych. *Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, Bydgoszcz 2005, s. 150–158.
13. Ł. Galaś, J. Wójcik: Medyczne Systemy Ekspertowe. Śląska Wyższa Szkoła Informatyki w Chorzowie, Katowice 2006.
14. D. Papciak, M. Piechota, P. Rębisz, A. Sajdak, P. Srebrny: Medyczny system wspomagania decyzji w terapii kardiologicznej – analiza literatury. 2009.
15. M. Fowler: UML Distilled: A Brief Guide To The Standard Object Modeling Language, Third Edition. Addison-Wesley Professional 2004.
16. T. Murata: Petri nets: Properties, analysis and applications. *Proceedings of the IEEE* 1989, nr 77(4), s. 541–580.
17. P. Komsta: Proefektywnościowe perspektywy spojrzenia na wdrożenie zintegrowanego systemu zarządzania. *Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, Bydgoszcz 2005, s. 57–62.
18. J. Winiarski: Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach informatycznych. *Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, Bydgoszcz 2007, s. 181–190.

19. N. Noy, M. Crubezy, R. Fergerson, H. Knublauch, S. Tu, J. Vendetti, M. Musen: Protege-2000: an open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment. *AMIA Annu Symp Proc* 2003, s. 953.
20. S. Ambler: *The Object Primer: Agile Model-Driven Development with UML 2.0*. Cambridge University Press New York 2004, NY, USA.
21. A. Kwiatkowska: *Systemy wspomagania decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji w praktyce*. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2007.
22. A. Niederliński: *Regułowo-modelowe systemy ekspertowe rmse*. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2006.
23. A. Kempa: Zastosowanie rozszerzonej metodologii wnioskowania na podstawie przypadków – textual cbr w pracy z dokumentami tekstowymi [online] *Systemy Wspomagania Organizacji* [dostęp 15 października 2009]. Dostępny w Internecie: http://www.swo.ae.katowice.pl/_pdf/221.pdf
24. W. Kołodziejczyk, D. Haber: *Społeczeństwo informacyjne. Wizja czy rzeczywistość?* [online]. Kraków: Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, 2003, 30 maja [dostęp 1 marca 2009]. Pozyskiwanie wiedzy w sieciach komputerowych z rozproszonych źródeł informacji. Dostępny w Internecie: <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0095/285-295.pdf>
25. G. Piatetsky-Shapiro, J. Frawley, J. William: *Knowledge Discovery in Databases*. AAAI/MIT Press 1991.
26. D. Hand, H. Maninila, P. Smyth: *Principles of Data Mining*. MIT Press, Cambridge 2001.
27. M. Mironczuk: *Eksploracja Danych w kontekście procesu Knowledge Discovery In Databases (KDD) i metodologii Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM), Metody Informatyki Stosowanej* 2009.
28. L. Kotulski, A. Basiura: On the support UML diagrams understanding during the software maintenance. *Computer Methods in Materials Science* 2007, nr 7(3), s. 366–375.
29. J. Kozłowski, Ł. Neuman: *Wspomaganie wyszukiwania dokumentów mapami samoorganizującymi*. [online]. Wrocław: III Krajowa Konferencja MISSI 2002, 19-20 września – „Multimedialne i Sieciowe Systemy Informacyjne”. [dostęp 1 marca 2009]. Dostępny w Internecie: <http://www.zsi.pwr.wroc.pl/zsi/missi2002/pdf/s507.pdf>
30. Ł. Borycki, P. Sołdacki: *Automatyczna klasyfikacja tekstów*. [online]. Wrocław: III Krajowa Konferencja MISSI 2002, 19-20 września – „Multimedialne i Sieciowe Systemy Informacyjne”. [dostęp 1 marca 2009]. Dostępny w Internecie: <http://www.zsi.pwr.wroc.pl/zsi/missi2002/pdf/s504.pdf>
31. A. Makowiecka: *Inżynieria lingwistyczna. Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym*. Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2007.