

WERYFIKACJA STRUKTUR BAZ WIEDZY SYSTEMU AGENTOWEGO DO OCENY TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH

Tomasz SITEK, Cezary ORŁOWSKI, Jacek NAMIEŚNIK

Streszczenie: Artykuł dokumentuje przebieg i wyniki weryfikacji opracowywanego w Zakładzie Zarządzania Technologiami Informatycznymi modelu systemu wieloagentowego do oceny technologii informatycznych. Wykorzystanie tego modelu (zaprojektowanego w oparciu o ontologie i zasoby baz wiedzy) ma docelowo wspomagać procesy decyzyjne z zakresu doboru technologii informatycznych dla danej organizacji. Dla potrzeb jego weryfikacji wykorzystano dane pochodzące z systemu technicznego z uwagi na ich powtarzalność oraz ilościowy charakter. Dysponowano danymi dotyczącymi pomiarów meteorologicznych (dla obszaru Trójmiasta) przeprowadzonymi w latach 2006-2008. Dysponowano także wartościami stężeń związków chemicznych z grupy BTEX stwarzającymi warunki do budowy modelu prognostycznego - budowy środowiska testowego dla weryfikacji działania modelu. Tak zbudowane środowisko umożliwia także weryfikację wszelkich, zakładanych dotychczas w teorii, procedur nietechnicznych, takich jak np. niemierzalne aspekty współpracy z ekspertami przy budowie systemu opartego na wiedzy.

Słowa kluczowe: ontologie, bazy wiedzy, system wieloagentowy, technologie informatyczne.

1. Wprowadzenie

Technologie informatyczne stały się obecnie integralną częścią biznesu. Z tego też względu trudno dziś sobie wyobrazić zarządzanie firmą w sposób nieuwzględniający obszaru IT. Wyraźnymi tego przykładami jest wykorzystywanie w przedsiębiorstwie systemów transakcyjnych jak też prognozowanie jego potencjalnych zmian z wykorzystaniem systemów CRM. Systemy te mogą także wspomagać podejmowanie decyzji i to zarówno co do obszaru zarządzania (jak wymienione powyżej przykłady) jak też w obszarze informatyki i zarządzania np. dobór metod i narzędzi IT [1].

Artykuł ten odnosi się właśnie do obszaru informatyki i zarządzania i dotyczy problematyki oceny technologii informatycznych. Jest to kolejna publikacja prezentująca zastosowanie systemu wieloagentowego do oceny technologii informatycznych. Badania w tej dziedzinie realizowane są od roku 2006 przez Zakład Zarządzania Technologiami Informatycznymi (ZZTI) Politechniki Gdańskiej. Stanowią one podstawowy obszar badawczy zespołu jak też współpracujących z zespołem pracowników firm informatycznych. Podstawową misją zespołu jest projekt i budowa dedykowanego systemu wieloagentowego. Ma być to system oparty na technologiach inteligentnych: agentach, ontologiach i systemach ekspertowych. Celem niniejszej pracy jest dokumentacja kolejnego etapu w prac [2].

Zaprojektowane uprzednio środowisko wieloagentowe, wykorzystujące inteligentne

systemy gromadzenia i przetwarzania wiedzy oraz ontologie, istniało dotychczas jako rozbudowany model teoretyczny tego systemu. Jego założenia oparte były częściowo na praktyce oceny technologii informatycznych przy udziale prostych i niepełnych modeli ocenowych. Obecnie model systemu agentowego, jakkolwiek przeznaczony w założeniu do wykorzystania w zakresie decyzji związanych z technologiami informatycznymi, zaimplementowany został dla potrzeb prognostycznego systemu technicznego. Na podstawie umowy o współpracy z Wydziałem Chemicznym przygotowano środowisko do generowania prognoz poziomu stężenia zanieczyszczeń w powietrzu w zależności od mierzonych wartości wybranych czynników atmosferycznych w województwie pomorskim. Mimo, iż jest to domena dość odległa (system techniczny) od obszaru zarządzania technologiami informatycznymi (system społeczno-techniczny), dostarczone dane umożliwiły weryfikację agentów modelu systemu wieloagentowego. Dla autorów tej pracy wykorzystanie danych systemu technicznego umożliwiło weryfikację zarówno poprawności struktury jak i funkcjonalności modelu jak też parametrów mierzalnych do spraw nietechnicznych np. związanych z przebiegiem konsultacji z ekspertem. Taki eksperyment pozwolił także na dokładniejsze szacowania pracochłonności poszczególnych etapów projektu czyli ilości i jakości niezbędnych zasobów. W niniejszym opracowaniu zostały zebrane wszystkie pozyskane w trakcie badań konkluzje, a w podsumowaniu autorzy zaprezentowali najważniejsze wnioski i wskazali na kolejne kroki dalszych badań. Należy dodać, iż mimo przedstawienia pełnego modelu autorzy w dalszej części pracy skupiają się na jednym z komponentów rozwiązania za który są odpowiedzialni – systemie baz wiedzy i mechanizmach jej przetwarzania.

2. Koncepcja systemu wieloagentowego do wsparcia decyzyjnego

Jak już wspomniano, od początku istnienia ZZTI celem zespołu jest zaprojektowanie takiego środowiska, które pozwoli wspomagać procesy decyzyjne kierowników firm IT co do doboru lub zmiany technologii informatycznych dla potrzeb danego przedsięwzięcia. Z technicznego punktu widzenia konstrukcja systemu opiera się na integracji agentów, ontologii oraz baz wiedzy systemu ekspertowego. Dysponując wiedzą ekspertów (specjalistów od zarządzania technologiami) oraz danymi pochodzącymi z badań własnych, system wieloagentowy (określany akronimem IT_MAS) powinien być w stanie wybrać odpowiednią technologię do wytwarzania systemów informatycznych. Odpowiedź ta może zawierać zarówno sugestię co do doboru, ale także ocenę technologii IT wygenerowaną na bazie odpowiednich, zaprojektowanych w tym celu, algorytmów ewaluacyjnych.

Analizę struktury systemu należy rozpocząć od stwierdzenia, iż podstawową i logicznie niepodzielną jego jednostką są agenci programowi. Liczba i rodzaj agentów uwarunkowane zostały przez funkcjonalności szczegółowe związane z działaniem procesów wewnątrz systemu. Wyróżnionym zadaniom przypisano dedykowanych agentów, w taki sposób by jeden agent (lub agenci jednej klasy) realizował jedną funkcjonalność. Oczywiście w ten sposób przyczyniono się do zwiększenia liczby agentów. Należy zwrócić uwagę, iż tak mnożone byty dają bardzo klarowną strukturę, w której w razie potrzeby można bardzo łatwo identyfikować zasoby i je lokalizować. Budując system agentowy zgodnie z zasadą *wyodrębniona funkcjonalność = dedykowany agent* istnieje także możliwość klonowania poszczególnych agentów, w sytuacji replikowania zasobów odpowiedzialnych za daną funkcjonalność. W ten sposób już na etapie założeń skalowalność systemu nie będzie sztucznie ograniczana i pozwoli np. wygenerowanie takiej liczby agentów, która pozwoli obsłużyć równolegle (bez kolejkwania) wszystkie sesje z

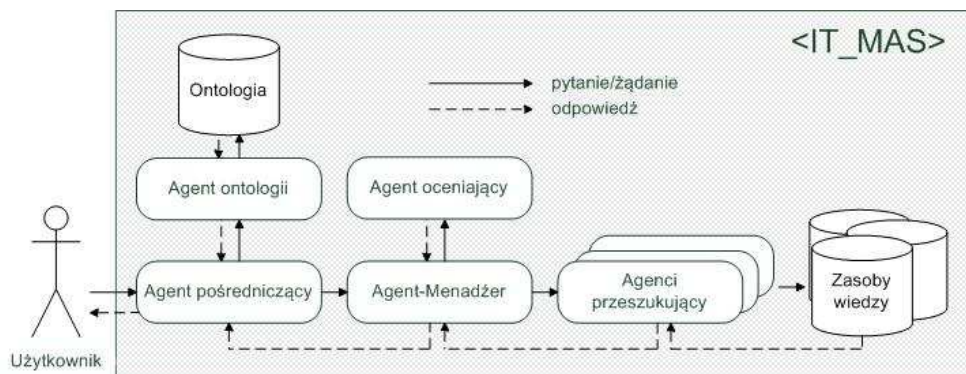
klientami [3].

Ontologia stanowi kolejny podmiot w omawianym systemie. Jest ona wykorzystywana jako repozytorium - słownik danej dziedziny zawierający wszystkie pojęcia oraz relacje zachodzące między nimi. Zawiera opis semantyczny przygotowany na potrzeby bazy wiedzy i pytań kompetencyjnych (tj. takich, na jakie ma odpowiadać system IT_MAS). Oprócz pojęć, w ontologii gromadzone mają być również wartości brzegowe dla parametrów środowiskowych, z wykorzystaniem których system może weryfikować wprowadzaną wiedzę. Może także eliminować napływające fakty, których kwantyfikowane wartości przekraczają dopuszczalne normy. Zadaniem ontologii jest także weryfikacja poprawności zapytań napływających od użytkownika – z jej wykorzystaniem odpowiedni agent tłumaczy zapytanie w języku naturalnym (lub quasi-naturalnym) na postać właściwą do dalszego przetwarzania [4].

Trzecim – po agentach i ontologii - omawianym komponentem systemu wieloagentowego do oceny technologii informatycznych jest system ekspertowy. Na wstępie trzeba zauważyć, iż w artykule autorzy używają niejednokrotnie także pojęcia *bazy wiedzy*, lub *zasoby wiedzy*. Mimo iż nie są to synonimy i pojęcie systemu jest szersze (w klasycznym ujęciu system ekspercki korzysta z baz) to jednak w realiach niniejszego projektu system agentowy korzysta z baz wiedzy, ale także ze związanych z nimi mechanizmów wnioskowania. Stąd dla uproszczenia pojęcia te potraktujemy jako zamienne. Podstawowymi zadaniami, które stawia się przed tym komponentem jest gromadzenie wiedzy, przechowywanie jej, udostępnianie na żądania agentów przeszukujących (np. podczas sesji z użytkownikiem) oraz przetwarzanie przy pomocy maszyny wnioskującej. Jak już wspomniano za ten właśnie element bezpośrednio odpowiedzialny jest jeden z autorów niniejszego opracowania. Dlatego też w dalszych rozdziałach zostanie położony nacisk wyłącznie na aspekty związane z projektowaniem, implementacją oraz wykorzystaniem zasobów wiedzy.

Dysponując wiedzą na temat zakładanych funkcjonalności oraz wiedzą na temat wewnętrznej architektury rozwiązania można prześledzić algorytm jego działania, a tym samym przeanalizować współdziałanie opisanych komponentów. Uproszczony schemat współpracy agentów, ontologii i zasobów wiedzy został przedstawiony na rysunku 1. W oparciu o ten schemat można jednocześnie zaprezentować zadania, które ten system realizuje.

Działanie systemu sprowadza się do przeprowadzenia sesji z użytkownikiem zainteresowanym odpowiedzią na jedno z predefiniowanych pytań kompetencyjnych. Pytania takie pozwalają przykładowo uzyskać odpowiedź co do doboru konkretnego narzędzia do zarządzania projektem informatycznym opisanym za pomocą kilku faktów wejściowych, czy też porównać dwie konkurencyjne technologie dla danych warunków ich wykorzystania. Sformułowane przez użytkownika pytanie jest odbierane z GUI systemu przez agenta pośredniczącego i konsultowane z zasadami opracowanymi na podstawie ontologii i następnie, w przypadku braku błędów, przekazywane do agenta-menadżera. Jeśli wymagana jest wyłącznie ocena – menadżer przekazuje je do dedykowanego agenta oceniającego i oczekuje wyniku, który zwraca do jednostki pośredniczącej w celu prezentacji użytkownikowi. Jeżeli jednak konieczne jest wykorzystanie wiedzy eksperckiej zgromadzonej w bazach faktów i reguł, zapytanie przejmuje odpowiedni agent przeszukujący i korzystając z mechanizmów wnioskowania baz wiedzy uzyskuje odpowiedni zakres informacji. Odpowiedź przekazywana jest kolejno każdemu z agentów realizujących daną sesję i ostatecznie zostaje zaprezentowana pytającemu.



Rys. 1. Uproszczony schemat współdziałania komponentów systemu wieloagentowego do oceny technologii informatycznych
Źródło: Opracowanie własne

Trzeba zauważyć iż jest to tylko algorytm związany ze realizowaniem przez system IT_MAS swojej podstawowej roli, czyli serwowania usługi dla wsparcia decyzyjnego decydentów w obszarze IT. Przykładem może być generowanie np. oceny dotyczącej danego narzędzia czy metodologii IT na podstawie zadanych wartości wejściowych. Nie uwzględnia się w tych warunkach działań administracyjnych, takich jak akwizycja nowej wiedzy, jej weryfikacja, organizacja itp. – tych funkcjonalności projekt systemu nie obejmuje.

Warto równocześnie dodać, iż prowadzone były i są prace których celem jest integracja systemu (budowa rozwiązania hybrydowego) z jednokierunkowymi sieciami neuronowymi. Celem jest przedstawianie użytkownikowi dwóch alternatywnych odpowiedzi (tylko dla pewnej klasy problemów) i pozostawienie ich jego ocenie.

Opisane model funkcjonalny i algorytm działania systemu oparte są na założeniu, iż jest to system do oceny technologii informatycznych. Jak wspomniano we wprowadzeniu opracowany system zaadoptowano do prognozowania poziomu zanieczyszczeń. W dalszej części pracy autorzy prezentują opracowany na potrzeby tego projektu model baz wiedzy w systemie wieloagentowym oraz jego implementację.

3. Środowisko weryfikacji systemu – model rozmyty prognozowania zanieczyszczeń chemicznych w powietrzu

3.1 Domena modelu

Występowanie zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, szczególnie na obszarach zurbanizowanych i uprzemysłowionych w wielu państwach, stanowi impuls do działań w zakresie ochrony powietrza. Rozwój aktywności w tym zakresie doprowadził do utworzenia systemów zarządzania jakością powietrza (AQMS), który ma dostarczyć informacji o poziomie stężeń wybranych zanieczyszczeń. W krajach Unii Europejskiej monitoring jakości powietrza jest podstawą do podejmowania działań na rzecz zmniejszenia jego poziomu. Podstawowym zadaniem monitoringu jakości powietrza jest określenie poziomu stężeń substancji obecnych w powietrzu atmosferycznym,

wykonywane w zależności od potrzeb, w odpowiednio wyposażonych stacjach pomiarowych stacjonarnych lub mobilnych. Dodatkowo w ocenie jakości powietrza atmosferycznego, możliwe jest wykorzystywanie modelowania matematycznego.

Celem wspomnianych badań jest uzyskanie informacji o poziomie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego związkami z grupy BTEX na terenie aglomeracji Trójmiejskiej z wykorzystaniem techniki dozymetrii pasywnej na etapie pobierania próbek analitów.

Próbniki są poddawane ekspozycji na stacjach pomiarowych zarządzanych przez fundację ARMAAG, zlokalizowanych na terenie aglomeracji Trójmiejskiej. Otrzymane informacje analityczne o stężeniach analitów z grupy BTEX zostają wykorzystane do mapowania poziomu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie aglomeracji Trójmiejskiej [3].

Badania dostarczają więc dużą ilość danych z pomiarów, które zostały dostarczone autorom w celu budowy bazy wiedzy. Pierwszy zestaw danych zawierał pomiary wartości stężeń szkodliwych lotnych związków organicznych, a konkretnie:

- benzen,
- toluen,
- etylobenzen,
- o-ksylen,
- p,m-ksylen.

Zmiany prognozowanych wartości tychże związków uzależnione są od następujących czynników atmosferycznych, których wartości pomiarów także zostały dostarczone przez eksperta:

- średnia temperatura [°C],
- średnia wilgotność [%],
- średnia siła wiatru [m/s],
- średnie ciśnienie [hPa].

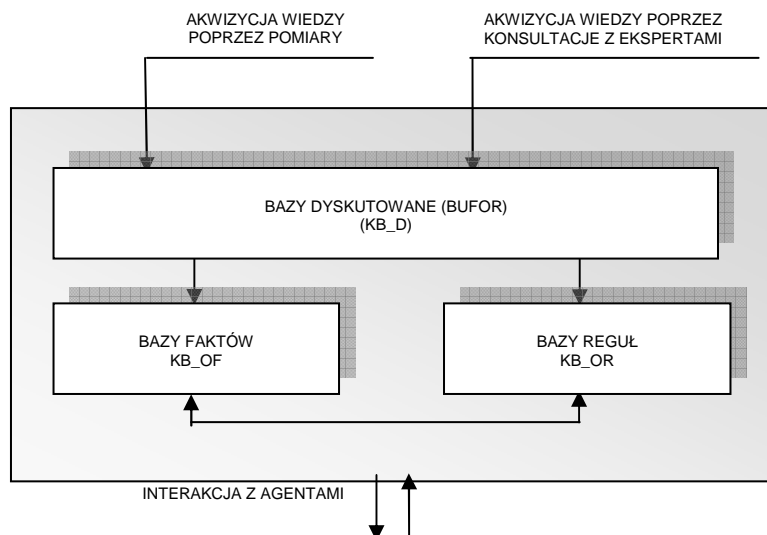
3.2 Założenia do modelu rozmytego

Dostarczone dane zostały zebrane z 10 stacji pomiarowych rozlokowanych w Gdańsku, Gdyni, Sopocie i Tczewie oraz wygenerowane zostały przy pomocy kilku różnych dozymetrów. Należy dodać, że każda wartość, którą dodano do bazy wiedzy wynika z uśrednienia pomiarów dla danego miesiąca.

Na bazie pierwszego zestawu danych autorzy zweryfikowali dotychczasowe założenia właściwe dla systemu przetwarzającego wiedzę z obszaru zarządzania technologiami informatycznymi i opracowali zaadoptowaną koncepcję rozwiązania, a w szczególności modelu baz wiedzy. Uznano, że będzie to model rozmyty, dla którego niezbędne będzie przygotowanie bazy faktów (uporządkowanych danych) oraz budowa bazy reguł zawierających wnioskowania o zależnościach między parametrami wejściowymi do systemu (*temperatura, wilgotność, siła wiatru i ciśnienie*) a zmiennymi wyjściowymi (*benzen, toluen, etylobenzen, o-ksylen i p,m-ksylen*).

Uzasadnieniem wyboru rodzaju modelu (rozmytość zamiast wykorzystania jedynie wartości ostrych) była zidentyfikowana w trakcie pierwszych kontaktów z ekspertem niepewność związana np. z uzyskiwaniem znacznie różniących wartości pomiarów stężeń danego związku przy użyciu różnych dozymetrów. Wykorzystanie logiki rozmytej umożliwiło budowę reguł i wprowadzenie w nich zależności między zmiennymi wejściowymi a wyjściowymi.

Należy w tym miejscu zaprezentować architekturę zasobów wiedzy dla omawianego systemu (Rys. 2).



Rys. 2. Struktura baz wiedzy systemu wieloagentowego do oceny technologii informatycznych

Źródło: Opracowanie własne

System będzie zawierał bazy: faktów wejściowych, faktów wyjściowych i reguł. Na rysunku zaprezentowano bazy dyskutowane. Reprezentują one bazy stanowiące bufor wiedzy (wiedza niespójna, której system nie wykorzystuje w trakcie sesji wnioskowania). Stanowi on mechanizm zabezpieczenia systemu przed napływem wiedzy błędnej lub niepewnej (np. takiej, którą kwestionuje inny ekspert). Nowa wiedza napływająca do systemu jest wstępnie weryfikowana przez eksperta i przez pewien czas jest przechowywana w buforze zanim zostanie skierowana do bazy faktów lub reguł.

Architektura bazy faktów została określona przez format napływających danych. Każdy fakt zbudowany jest zgodnie z poniższym schematem:

Nazwa stacji pomiarowej, nazwa dozymetru, rok, miesiąc, wartość

Przykładowo:

Am5, Radiello, 2007, 2, 83.77651297

Kolejnym krokiem realizacji pracy było wyznaczenie funkcji przynależności w zależności od ziarnistości modelu. Autorzy poczynili następujące założenia:

- Przyjęto koncepcje samoorganizacji modelu; ustalanie liczby reguł, punktów charakterystycznych (wierzchołków) funkcji przynależności dla zmiennych wejściowych oraz wyjściowych jak i wnioskowanie przeprowadzane było automatycznie zgodnie z opracowanym algorytmem.
- Wykorzystywane wartości w procesach samoorganizacji uzależniono od dostarczonych danych z pomiarów.
- Przyjęto trójkątne funkcje przynależności.
- Liczbę ziaren uznano za parametr, który zmieniano zarówno na etapie budowy jak

i strojenia modelu.

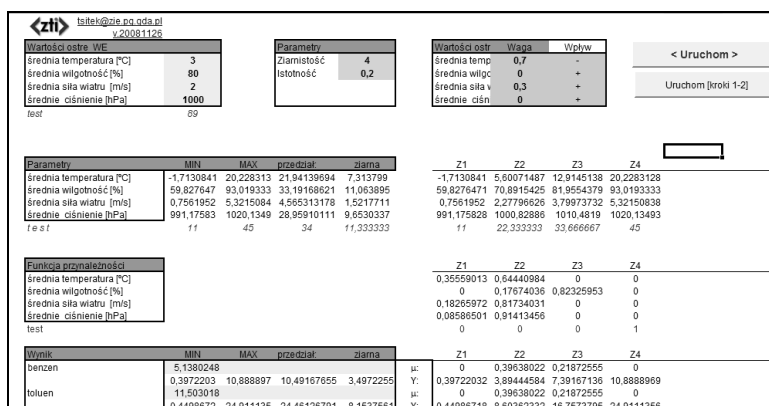
- Środowiskiem implementacji prototypu został arkusz kalkulacyjny MS Excel z wsparciem języka Visual Basic for Applications (VBA). Takie podejście wynikało z możliwości szybkiej implementacji, jak też integracji dostępnych plików pozyskanych z repozytorium projektu (plik z definicjami agentów oraz ontologii).
- Przyczyną niewykorzystania np. języków obiektowych (C#, Java) był w danej chwili brak w zespole osoby odpowiedzialnej za aspekty implementacyjne wszystkich rozwiązań ZZTI.
- Docelowo model zostanie zaimplementowany w jednym ze wspomnianych języków ze wsparciem dedykowanych narzędzi specjalistycznych (Protégé dla ontologii, platformy Jade – dla agentów i języka Prolog dla baz wiedzy).

Rys. 3. Bazy reguł modelu rozmytego do prognozowania zanieczyszczeń powietrza na terenie Trójmiasta

Źródło: Opracowanie własne

Początkowe problemy komunikacyjne na styku ekspert-inżynier wiedzy doprowadziły do pewnych uproszczeń dziedziny przedmiotowej. Założono np. podobny wpływ parametrów wejściowych na stężenia, uznano także te relacje jako proporcjonalną. Wszystkie przyjęte założenia podczas późniejszych sesji z ekspertem zweryfikowano a następnie zaimplementowano w systemie.

Należy również dodać, iż zgodnie z planem przedstawionym na rysunku 2 w systemie zaimplementowano także bufor wiedzy gromadzący nową wiedzę. Możliwe jest to dzięki zastosowaniu odpowiedniego algorytmu przeszukującego system. Algorytm ten umożliwia wykorzystanie nowej wiedzy i np. dla zamiany odpowiednich faktów w bazie wiedzy faktów i reguł w zależności od podanych parametrów.



Rys. 4. Wygląd interfejsu modelu rozmytego do prognozowania zanieczyszczeń powietrza w rejonie Trójmiasta
źródło: Opracowanie własne

4. Weryfikacja struktur baz wiedzy i mechanizmów jej przetwarzania

4.1 Analiza wyników generowanych przez system

Zbudowany model rozmyty do prognozy stężenia związków BTEX w powietrzu atmosferycznym został przekazany ekspertom, dla celu kontroli otrzymywanych (z jego wykorzystaniem) wyników. Głównym zadaniem postawionym przed specjalistami z Wydziału Chemicznego było dostrojenie modelu, a konkretnie dostrojenie wartości prognozowanych dla zmiennych wyjściowych. Istotną też była potrzeba przekazania autorom modelu sugestii co do potrzeby innych ewentualnych zmian.

Otrzymane przy pomocy modelu wyniki okazały się zbliżone z wynikami eksperymentu (danymi pomiarowymi z lat ubiegłych). Mimo to przy pewnych kombinacjach zadawanych wartości wejściowych zauważyć można było znaczne odstępstwa między wartościami uzyskiwanymi z modelu a wynikającymi z pomiarów. Analiza bazy wiedzy przy użyciu ontologii wykazała, iż przyczyną tych błędów były znaczne odchylenia pewnej grupy danych wejściowych. Było to następstwo niewłaściwej kalibracji pewnych dozymetrów. Stąd też zdecydowano się na usunięcie z bazy faktów tej grupy danych, przeniesiono je do bufora faktów dla późniejszej analizy.

W kontekście nabytych na tym etapie doświadczeń należy wykorzystanie struktur baz wiedzy (faktów i reguł) uznać w pełni za zasadne. Kombinacja tych dwóch metod reprezentacji wiedzy okazuje się w pełni wystarczająca, by zapisać w sposób kompletny wiedzę z analizowanej dziedziny i efektywnie ją przetwarzać.

4.2 Zasadność użycia modelu rozmytego

W kolejnym etapie analizy zbudowanego prototypu poddano analizie zastosowane mechanizmy przetwarzania wiedzy. Najważniejszym argumentem potwierdzającym zasadność wybranego sposobu modelowania (rozmytości) jest zdanie eksperta, który uznał koncepcję opisaną danej domeny w sposób ostry za niewykonalną. Tylko relacje między parametrami opisane przy pomocy wartości lingwistycznych gwarantują poprawność

późniejszego wnioskowania.

Mimo iż jest to system techniczny warto przytoczyć przypadek zanotowany w końcowym etapie projektu, który również dowodzi, iż analizowany temat jest nie do końca rozpoznany i wymaga podejścia rozmytego, czyli zakładającego niepewność. Na tym etapie nacisk został położony już w zasadzie wyłącznie na kwestie strojenia modelu - np. ustalano stopnie wpływu poszczególnych parametrów WE na wyniki poprzez dodanie mechanizmu ich wagowania. Podczas prób uzyskania wyników jak najbardziej zbliżonych do rzeczywistości ekspert dostarczył dodatkowe, bardzo istotne informacje, a mianowicie zdefiniowany został nowy, nieuwzględniany parametr wejściowy – kierunek wiatru. Jakkolwiek architektura systemu pozwala na dodawanie nowych parametrów to na tak zaawansowanym etapie takie zdarzenie nie powinno mieć już miejsca.

Okazało się jednak, że nie ma jasności w jaki można ten parametr dodać do modelu rozmytego. Z dostarczonych danych widać, iż przyjmuje on wartości z przedziału 0-360°, skala taka dyskwalifikuje parametr z użycia w modelu rozmytym (zgodnie ze zdaniem eksperta dla żadnej z wartości nie można określić mniejszego lub większego wpływu na stężenie BTEX-ów, nie ma tu prostej relacji możliwej do przedstawienia przy pomocy funkcji). Wobec takich faktów, parametru nie dodano do istniejącej bazy wiedzy (nie wprowadzono do reguł jako dodatkowej przesłanki). Ustalono jednak, iż uda się go wykorzystać w przetwarzaniu w alternatywny sposób - przy pomocy sieci neuronowej.

4.3 Weryfikacja strony organizacyjnej projektu

Jakkolwiek pozytywnie zweryfikowano koncepcję struktur wiedzy i mechanizmów ich przetwarzania to można mieć zastrzeżenia do kwestii nietechnicznych przedsięwzięcia. Chodzi głównie o aspekty organizacyjne, a w szczególności – przyjęty tryb współpracy z ekspertami. Opisany przypadek (zbyt późne zidentyfikowanie kluczowych dla systemu parametrów) przyczynił się do pewnego, niezamierzonego opóźnienia prac i wprowadził pewne zmiany założeń przyjętych przez autorów. Wynika z tego wniosek, iż wobec tego w trakcie realizacji przyszłych projektów większy nacisk musi zostać położony na jak najwcześniejsze rozpoznanie domeny. Jednocześnie uznaje się za zasadne, by zaznajomić ekspertów z podstawowymi aspektami technicznymi planowanego rozwiązania (takimi jak chociażby organizacja pozyskiwanej wiedzy).

W pozostałych obszarach nie stwierdzono nieprawidłowości organizacyjnych. Współpraca między autorami poszczególnych modułów przebiegła bez zakłóceń, podobnie jak sama integracja modelu agentów, ontologii i zasobów wiedzy.

5. Podsumowanie

Jednym z celów niniejszego opracowania była weryfikacja systemu wieloagentowego w środowisku stężeń zanieczyszczeń przy zadanych informacjach o warunkach meteorologicznych. Na podstawie przeprowadzonych badań potwierdzono postawioną uprzednio tezę, iż koncepcja modelu systemu opartego na kooperacji agentów, ontologii i systemu ekspertowego może zostać zaadoptowana także dla innych dziedzin wiedzy. Co najważniejsze, na żadnym tego projektu z etapów nie zaszła konieczność jakichkolwiek znacznych modyfikacji samego modelu, które mogłyby wstrzymać projekt lub zmieniać wcześniejsze ustalenia.

Obecnie model baz wiedzy i ich przetwarzania (komponent, którego weryfikacja jest w bezpośrednim obszarze zainteresowania autorów) działa poprawnie. Przytaczając opinie

eksperta można dodać – co ciekawe - że generuje on dokładniejsze wyniki w stosunku do innych konkurencyjnych rozwiązań komercyjnych. Wymaga on jednak kolejnych prac związanych głównie z implementacją procesów strojenia. Planowana jest także automatyzacja współpracy systemu z siecią neuronową. Sieć taka została stworzona przy pomocy zewnętrznej aplikacji, która daje się jednak stosunkowo łatwo sterować przy pomocy skryptów. Z tego też powodu nie przewiduje się kłopotów z integracją obu środowisk. Ostatecznym krokiem ma być implementacja prototypu w docelowym środowisku programistycznym (np. .NET) co zakończy pierwszy etap działań weryfikacyjnych budowy modelu systemu wieloagentowego do wsparcia decyzyjnego dla menadżerów IT.

Tekst powstał w ramach projektu Zastosowanie metod inteligentnych do oceny technologii informatycznych finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura

1. Orłowski C.: Wprowadzenie. W: Zarządzanie technologiami informatycznymi. Stan i perspektywy rozwoju, monografia, (red.) C. Orłowski, Pomorskie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Gdańsk 2006.
2. Orłowski C., Sitek T.: Ocena technologii informatycznych - koncepcja wykorzystania systemów inteligentnych. [w:] Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, (red.) R. Knosala, Tom II, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2007.
3. Ziółkowski A., Orłowski C.: Concept of the agent system for the information technology evaluation. Information systems architecture and technology: information systems and computer communication networks. (red.) A. Grzech, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.
4. Czarnecki A., Orłowski C.: Możliwości zastosowania ontologii do oceny technologii informatycznych. [w:] Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie. (red.) R. Knosala, Tom II, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2007.
5. Urbanowicz M.: Monitorowanie i mapowanie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego aglomeracji trójmiejskiej przez związki z grupy BTEX z wykorzystaniem techniki dozymetrii pasywnej na etapie pobierania analitów. Sesja Sprawozdawcza Studium Doktoranckiego przy Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej: materiały, (red.) A. Kołodziejczyk, Gdańsk 2007.

Mgr inż. Tomasz SITEK

Dr hab. inż. Cezary ORŁOWSKI, prof. Politechniki Gdańskiej

Zakład Zarządzania Technologiami Informatycznymi

Wydział Zarządzania i Ekonomii

Prof. dr hab. inż. Jacek NAMIEŚNIK

Wydział Chemiczny

Politechnika Gdańska

80-952 Gdańsk, ul. Narutowicza 11/12

tel.: (58) 347 24 55, fax.: (0-58) 348 60 24

e-mail: tsitek@zie.pg.gda.pl

cor@zie.pg.gda.pl