HYBRYDOWE SYSTEMY WSPOMAGANIA DECYZJI JAKO NOWA FORMA INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI

Piotr Zadora, Wiesław Wolny

Wprowadzenie

Rozwój technik inteligentnych daje podstawy do poszerzenia koncepcji systemów wspomagania decyzji (SWD) i inteligentnych systemów wspomagania decyzji (ISWD). Tradycyjna definicja ISWD zakładała integrację SWD z systemami ekspertowymi (SE). Hybrydowe systemy wspomagania decyzji mogą łączyć w sobie wiele różnych technik inteligentnych w celu wspomagania podejmowania decyzji.

1. Współczesne uwarunkowania podejmowania decyzji

Menedżerowie funkcjonujący w wymagającym wysokiej sprawności konkurencyjnej, bogatym w wiedzę otoczeniu codziennie napotykają wiele problemów decyzyjnych. Dotyczą one alokowania zasobów, niwelowania zakłóceń w działaniu organizacji, odpowiedniego planowania działań, podejmowania nowych wyzwań oraz współdziałania z partnerami. Każda decyzja polega na sięgnięciu do zasobów wiedzy ustrukturalizowanej i nieustrukturalizowanej, w konsekwencji wielu z nich z chęcią skorzystałoby z dokonań współczesnej informatyki w dziedzinie tworzenia systemów wspomagania decyzji. Nie tylko menedżerowie, ale i konsumenci, bezpośredni odbiorcy są ostatnio coraz bardziej zainteresowani

dostępem do zasobów udostępnianych przez współczesne, systemy wspomagania decyzji wyposażone w interfejsy WWW.

Klasyczny sposób definiowania pojęcia „decyzja” polega na widzeniu jej jako dokonywania wyboru sposobu wykonania określonego działania, określania jego strategii w celu doprowadzenia do pożądanego efektu. Klasyczne rozumienie podejmowania decyzji oznacza działalność szczególnie skupioną na dokonywaniu wyboru spośród wielu ścieżek postępowania. Zakłada ona zatem dokonywanie identyfikacji alternatywnych ścieżek postępowania i traktowanie jednej z nich jako ostatecznej decyzji. Ilość alternatyw decyzyjnych w praktycznych zastosowaniach jest bardzo duża. To oznacza, że nakład pracy potrzebnej do rozpoznania i ocenienia ich wszystkich stanowi często większą część wszystkich kosztów. Działania te obejmują: określenie pochodzenia alternatyw, jak wiele alternatyw jest potrzebnych do skutecznego objęcia wszystkich koniecznych do uwzględnienia możliwości, czy konieczne jest przeznaczenie większych nakładów na poszukiwanie jeszcze nie odkrytych alternatyw, określenie sposobu postępowania z istniejącymi alternatywami występującymi masowo tak aby nie pominąć lub nie zniekształcić istoty żadnej z nich. Jedną z głównych ról systemów wspomagania decyzji jest obsługiwanie wymienionych działań.

Ostatecznie w oparciu o badanie i zrozumienie implikacji wszystkich alternatyw wybierana jest jedna z nich. Dodatkowo konieczne jest poznanie odpowiedzi na następujące zagadnienia: w jakim stopniu alternatywy mają być badane, jaki jest zakres i szczegółowość tych badań, jak pewne są oczekiwania decydentów odnoszące się do wpływu alternatywnych ścieżek postępowania i czy doprowadzają one do celu. Ważną kwestią

jest też określenie wspólnego punktu odniesienia dla analiz porównawczych wybieranych alternatyw. Systemy wspomagania decyzji mają tu do odegrania niebagatelną rolę i wspomagając analizę alternatyw powinny dostarczać uzasadnień dla dostarczanych porad.

Oprócz klasycznego widzenia procesu decyzyjnego istnieje także rozumienie tego procesu jako opartego na wiedzy. To podejście zakłada, że decyzja składa się z fragmentów wiedzy opisujących istotę działania, które jest konieczne do podjęcia. Decyzja może być reprezentowana za pomocą fragmentu wiedzy opisowej, np. tekst „wydaj kwotę 100000 zł na działania reklamowe" opisuje konkretne zadanie do wykonania odnoszące się do reklamy. Decyzja może być również określona za pomocą fragmentu wiedzy proceduralnej wyszczególniającej krok po kroku ciąg czynności do wykonania, np. „wybierz kraj z najkorzystniejszą strukturą podatków, zidentyfikuj regiony dysponujące odpowiednią ilością wykwalifikowanej siły roboczej, oceń regiony pod kątem jakości życia i wybierz lokalizację dla nowej fabryki spośród tych, które mają najlepiej rozwiniętą sieć transportową".

Odnosząc się do decyzji jako fragmentu wiedzy, podejmowanie decyzji rozumie się jako proces tworzenia nowego, wcześniej nieistniejącego fragmentu wiedzy. Nowa wiedza wytwarzana jest wskutek przekształcania i łączenia ze sobą fragmentów istniejącej wiedzy. W tym znaczeniu system wspomagania decyzji ułatwia przeprowadzanie takich przekształceń podobnie jak maszyna ułatwia produkowanie dóbr materialnych. Istnieje jeszcze jedno podobieństwo do systemów technicznych. Podejmowanie decyzji wspomagane komputerowo przyczynia się również do wytwarzania nowej wiedzy nie będącej poszukiwaną decyzją lecz traktowa-

nej jako efekt uboczny. Może to być na przykład zbiór faktów lub dowodów pomocnych w ocenie trafności porady decyzyjnej, opisujących odrzucone alternatywy i nasze oczekiwania dotyczące ich możliwych skutków. W szczególności efektem ubocznym może być wiedza pozwalająca usprawnić proces podejmowania decyzji w przyszłości.

Decydent kierujący się wiedzą zazwyczaj dysponuje dostępem do zasobów wiedzy oraz możliwością budowania zapytań i wprowadzania modyfikacji w owych zasobach. Stwierdzenie to jest prawdziwe dla wszystkich typów decydentów: indywidualnych, grup roboczych, zespołów zadaniowych, organizacji. Zasoby wiedzy decydenta korzystającego z systemu wspomagania decyzji są wzbogacone o użytą informatyczną reprezentację wiedzy oraz oprogramowane procedury jej przetwarzania. W perspektywie zorientowanej na podejmowanie decyzji wyróżnia się trzy rodzaje wiedzy:

- opisową (wiedza-co),
- proceduralną (wiedza-jak),
- będącą efektem wnioskowania (wiedza-dlaczego).

Każdy z wymienionych rodzajów może przyjąć dwie formy: dokładnie wyszczególnioną lub istniejącą w postaci zbioru niewerbalizowanych lecz ogólnie rozumianych oczywistości. Wiedza na temat stanu rozpatrywanego obiektu lub jego otoczenia i nazywana wiedzą opisową, informacją lub zbiorem danych zawiera zapis faktów odnoszących się do przeszłości, teraźniejszości, przyszłości oraz sytuacji hipotetycznych.

W literaturze znane są wyniki badań empirycznych przeprowadzonych w celu ustalenia zbioru dominujących czynności intelektualnych przeprowadzanych przez typowego menedżera podejmującego decyzje finan-

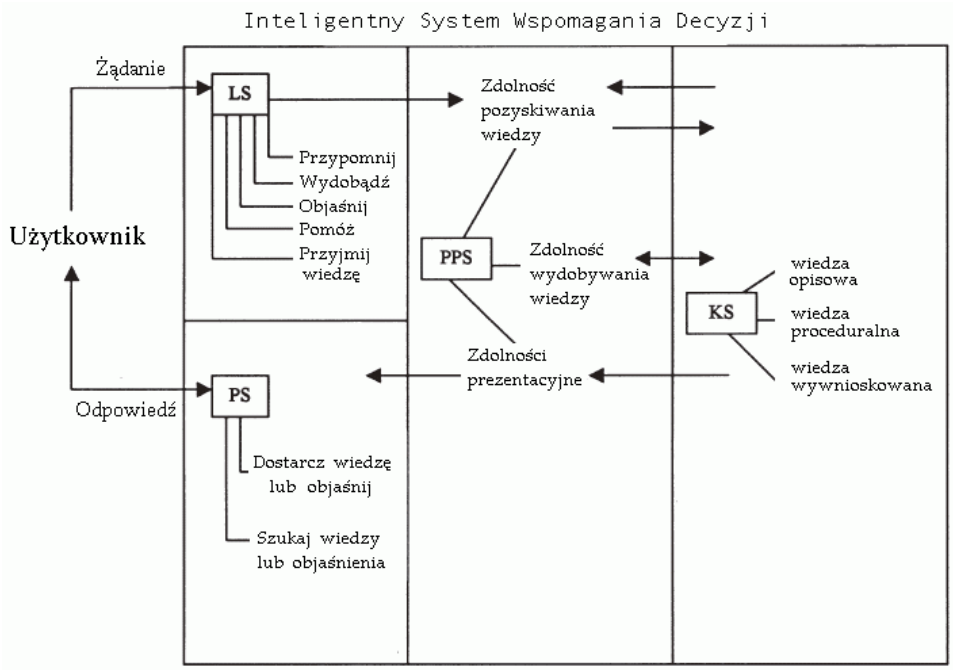
sowe. Badania te dowiodły, że najważniejszym problemem dla eksperta jest skompletowanie właściwego zbioru informacji o analizowanej organizacji. Ekspert, zazwyczaj ma do czynienia z nadmiarem informacji ilościowych, przy jednocześnie ograniczonym dostępie do danych jakościowych (np. dotyczących rzeczywistego poziomu umiejętności kadry zarządzającej). Proces obróbki właściwych danych jest zdaniem menedżerów stosunkowo prosty, podobnie wyciąganie wniosków. Autorzy badań piszą, że *„…nie wydaje się, aby analitycy finansowi zbytnio angażowali się w to, co jest istotą systemów ekspertowych – czyli wykonywanie rozbudowanych procedur wnioskowania”* [BiMcAKi93, s. 191 za Rado2001]. Zazwyczaj jedynymi problemami dla menedżerów są złożone obliczenia dotyczące np. przekształcania dokumentacji sprawozdawczej do postaci analitycznej oraz graficzna wizualizacja danych. Dla menedżerów wystarczającym ułatwieniem są arkusze kalkulacyjne. Procedury wspomagające wnioskowanie będące elementem systemów wspomagania decyzji nie budzą ich zaufania ponieważ uważają, że dają sobie radę z procesem wnioskowania.

Inteligentne systemy wspomagania (ISWD) decyzji należy definiować w czterech aspektach:

- języka,
- możliwości prezentacyjnych,
- przetwarzania wiedzy,
- rozwiązywania problemów [Hols2004, s. 557].

W aspekcie językowym rozpatrujemy komunikaty jakie ISWD może przyjąć i przetworzyć. Aspekt prezentacyjny opisuje te komunikaty, które system może wygenerować na zewnątrz. W aspekcie przetwarzania wie-

dzy opisujemy zasoby wiedzy systemu. Cechą wspólną wymienionych trzech pierwszych aspektów jest odnoszenie się do reprezentacji gromadzonej informacji. Dopiero rozpatrywanie systemów wspomagania decyzji jako narzędzia rozwiązywania problemów doprowadza do traktowania ich w sposób całościowy. Przekładając to na system pojęć stosowanych podczas projektowania systemów informatycznych, czwarty aspekt sprowadza się do tworzenia modułu nadzorującego pracę pozostałych. Taki moduł bywa często nazywany silnikiem ISWD. Rysunek 1 przedstawia wzajemne relacje najważniejszych modułów inteligentnego systemu wspomagania decyzji. Silnik ISWD wykorzystuje metody pozyskiwania wiedzy do poznania potrzeb użytkownika i zdarzeń zachodzących w otoczeniu. Wiedza przyjmuje formę komunikatów przesyłanych między modułami systemu i gromadzonych w bazach wiedzy. Zasoby podsystemu przetwarzania wiedzy są wykorzystywane zarówno podczas pozyskiwania nowej wiedzy jak i podczas wnioskowania na podstawie wiedzy już zgromadzonej. Pozyskany element nowej wiedzy lub zinterpretowany komunikat przesyłany w systemie powodują uruchomienie kolejnych funkcji modułu sterującego, np. w odpowiedzi na zapytanie użytkownika moduł sterujący wydobywa wiedzę stanowiącą rozwiązanie. Podobnie, gdy użytkownik żąda dodatkowych wyjaśnień na temat wcześniejszej propozycji decyzyjnej, moduł sterujący sięgnie do bazy wiedzy i dostarczy je o ile jest to możliwe lub odpowie prośbą o doprecyzowanie sposobu objaśnienia, a następnie uruchomi moduł prezentacyjny by zrealizował jedną ze swoich funkcji.



Rysunek 1: Architektura ISWD

Źródło: [Hols2004, s. 558]

Badacze i twórcy inteligentnych systemów wspomagania decyzji dążą do odwzorowania za pomocą systemu informatycznego zachowania możliwie najbardziej zbliżonego do zachowania człowieka podczas rozwiązywania problemu. Podstawowym kryterium oceny inteligencji kierującej ludzkimi poczynaniami jest zdolność do wnioskowania. Sztuczna inteligencja dąży do stworzenia takich zautomatyzowanych systemów, które zdolne byłyby do rozwiązywania postawionych przed nimi problemów w drodze wnioskowania. Przykładami technik wykorzystywanych przez te systemy są: przetwarzanie języka naturalnego, uczenie maszyn, składanie i rozpoznawanie wzorców, drążenie danych, wnioskowanie na podstawie przypadków (CBR), algorytmy ewolucyjne, wnioskowanie regułowe.

2. Wymogi stawiane współczesnym SWD

Podstawowym, problemem dotyczącym praktycznego wykorzystania inteligentnych systemów wspomagania decyzji budowanych w modelu hybrydowym jest wiarygodność wiedzy dziedzinowej, dostarczanej użytkownikowi przez system z bazą wiedzy (w szczególności z bazą przypadków CBR). Stwierdzono, że użyteczność takiego modułu wspomagającego decyzje zależy przede wszystkim od jakości informacji przechowywanych w jego bazie wiedzy. Dotyczy to zwłaszcza wiedzy proceduralnej, niezbędnej do określania relacji między posiadanymi faktami o sytuacji organizacji, a konkluzjami decyzyjnymi.

Zgromadzenie wiarygodnej wiedzy proceduralnej dla systemów z bazą wiedzy z dziedziny analizy decyzyjnej i ekonomicznej jest utrudnione, ponieważ ekonomia i nauki o zarządzaniu nie wypracowały normatywnych modeli postępowania, czyli procedur działań, które są zalecane w typowych sytuacjach analityczno-decyzyjnych. Przykładowo, brak obowiązującej teorii analizy ekonomicznej ogranicza zastosowanie nawet tak powszechnie używanych narzędzi, jak wskaźniki finansowe. Z tego powodu kwestionowana jest użyteczność dyskryminacyjnych modeli upadłości firm, opartych na funkcjach addytywnych, zawierających wskaźniki finansowe jako zmienne niezależne. Wskaźniki finansowe są jednak stosowane przez analityków ze względu na brak alternatywnego narzędzia, które w sposób równie wszechstronny obejmowałoby swoim zakresem różne aspekty działalności ekonomicznej firmy.

Podczas projektowania systemów wspomagania decyzji inkorporujących znane metody przetwarzania wiedzy, przyjmuje się, że do identyfikacji łańcuchów wnioskowania głównym źródłem informacji jest wiedza

ekspercka, pozyskiwana w drodze bezpośredniego indagowania osób uważanych za ekspertów dziedzinowych. Nie wypracowano dotąd jednak jednoznacznej i powszechnie akceptowanej metodologii akwizycji wiedzy eksperckiej użytecznej do podejmowania decyzji menedżerskich. W konsekwencji baza wiedzy budowana wyłącznie na podstawie informacji uzyskanych od ekspertów, nie jest znormalizowana i zobiektywizowana. Wiedza zawarta w bazie jest silnie spersonifikowana, czyli że reprezentuje erudycję tylko tych specjalistów, którzy zgodzili się na uczestniczenie w sesjach nabywania wiedzy. W efekcie, różne systemy z bazą wiedzy obsługujące tą samą dziedzinę lecz tworzone z udziałem różnych grup ekspertów mogą generować różne rady, ponieważ różni eksperci kreują odmienne bazy wiedzy. Ten subiektywizm i indywidualizm metodologiczny wydają się być główną przyczyną problemów z wykorzystaniem systemów z bazą wiedzy w praktyce gospodarczej.

Brak jednolitych podstaw teoretycznych konstytuujących analizę decyzji menedżerskich powoduje, że traktowana jest ona jako dziedzina wiedzy zdroworozsądkowej. Wiedza tego typu jest mniej sformalizowana, a zarazem pewna od wiedzy teoretycznej, natomiast dysponuje zestawem metod działania, które wielokrotnie sprawdzono w praktyce. W tej sytuacji zastosowanie metody wnioskowania opartej na przetwarzaniu przypadków (CBR) wydaje się być szczególnie uzasadnione. Prawidłowa identyfikacja sposobów zachowań, wyodrębnienie czynności elementarnych i ich odpowiednie umieszczenie w bazie przypadków przyczynić się powinno do stworzenia skutecznego systemu wspomagania decyzji. W oparciu o doświadczenia praktyczne, badacze i znawcy zajmujący się zarządzaniem organizacjami, szczególnie w aspekcie finansowym sfor-

mułowali reguły i tezy, które mogą obowiązywać powszechnie jako tzw. prawdy zdroworozsądkowe. Z kolei reguły formułowane przez indywidualnych specjalistów, należy traktować wyłącznie jako całkowicie subiektywny sąd eksperta X. Systemu wspomagania decyzji z bazą wiedzy, tworzoną na podstawie wiadomości uzyskanych od pojedynczego eksperta, a nawet od kilku specjalistów, nie powinno się nazywać systemem wspomagania decyzji wykorzystującym powszechnie obowiązującą wiedzę dziedzinową. Zwiększenie liczebności grupy ekspertów również niewiele zmienia i nie powoduje zobiektywizowania procesu akwizycji wiedzy dla zastosowań doradczych. W tego typu sytuacjach najczęściej dochodzi się do konkluzji, że znawcy dziedziny istotnie różnią się w swoich opiniach na temat budowy i zawartości poszczególnych reguł postępowania (wiedza-jak). Jeśli liczna grupa znawców dziedziny wyraża pełną zgodność co do kształtu określonej reguły postępowania, to należy postawić hipotezę, że została ustalona kolejna prawda zdroworozsądkowa. Stwierdzenia ekspertów powinny zostać opublikowane i zweryfikowane. Jeśli weryfikacja wypadnie pomyślnie to zidentyfikowane reguły zostają dołączone do kanonów wiedzy zdroworozsądkowej.

Mając na uwadze problemy z dostępem do źródeł obiektywnej wiedzy eksperckiej, należy ze sceptycyzmem odnieść się do tego kierunku rozwoju inteligentnych systemów wspomagania decyzji, który zmierza do pełnego odwzorowania sposobu rozumowania człowieka/eksperta. Systemy te powinny korzystać z wiedzy eksperckiej, lecz traktowanej jedynie jako punkt wyjścia lub podstawa, na której inżynier wiedzy buduje własny, oryginalny algorytm rozwiązywania problemu za pomocą komputera. Podsumowując, wydaje się uzasadnione twierdzenie, że głównym kierun-

kiem zastosowań inteligentnych systemów wspomagania decyzji powinna być automatyzacja prostych, rutynowych procedur wnioskowania, do których obsługi dotychczas angażowano wysoko kwalifikowanych specjalistów. Jako przykład należy podać: autoryzację transakcji dokonywanych za pomocą kart kredytowych. Istnieją przykłady budowania systemów doradczych wykorzystujących metodę CBR do budowy komputerowych informatorów dla klientów.

3. Hybrydowy SWD jako integracja SWD z technologiami inteligentnymi

Jednym z kierunków rozwoju wzmacniającym rolę ISWD we współczesnej organizacji jest łączenie ze sobą różnych metod przetwarzania, wnioskowania i poszukiwania wiedzy rozwijanych rozłącznie w ramach Sztucznej Inteligencji w jeden spójny hybrydowy system doradczy. Znane są dwa ogólne podejścia do tworzenia takich systemów hybrydowych: CI – Computational Intelligence oraz SC – Soft Computing [Ruda04, s. 564] Można stwierdzić, że system jest zgodny z podejściem CI lub obliczeniowo inteligentny, gdy przetwarza wyłącznie niskopoziomowe dane numeryczne, zawiera elementy rozpoznawania wzorców, nie posługuje się wiedzą w sensie określonym w ramach Sztucznej Inteligencji. Ponadto gdy wykazuje się na zewnątrz zdolnością do dostosowywania się, odpornością na błędy obliczeniowe, szybkością w zbliżonym do ludzkiego sposobie reagowania i ilości popełnianych pomyłek na zbliżonym do ludzkiego poziomie. Te kryteria wypełniane są przez systemy inkorporujące następujące metody: sieci neuronowe, algorytmy genetyczne, logikę rozmytą, programowanie ewolucyjne i symulacje życia.

Drugie podejście (SC) jest kolejnym krokiem rozwojowym w teorii budowy systemów hybrydowych wykorzystujących metody Sztucznej Inteligencji. Zakłada ono, że tworzone systemy doradcze przetwarzają dodatkową informację ustrukturalizowaną, a więc o określonej budowie, hierarchii i semantyce. Należy przy tym podkreślić różnicę pomiędzy podejściem SC rozumianym jako „miękkie", a całym spektrum klasycznych metod technik obliczeniowych (programowania matematycznego, analizy numerycznej, analizy funkcyjnej, logiki binarnej) i zaliczanych do Hard Computing – „twardego" przetwarzania. Podejście SC koncentruje się tworzeniu systemów przetwarzających wiedzę i poza klasycznymi metodami występującymi już w podejściu CI wykorzystuje elementy teorii uczenia maszynowego, teorii chaosu i wnioskowania probabilistycznego.

Rozpatrując kwestię tworzenia hybrydowego systemu doradczego łączącego wielorakie technologie symulacyjne, przetwarzania wiedzy i komunikacyjne (związane z interfejsem) należy sformułować następujące dwa postulaty:

- inkorporacja technologii przetwarzania wiedzy nie powinna zmniejszyć skalowalności całego modelu hybrydowego;
- inkorporacja technologii przetwarzania wiedzy nie powinna zmniejszyć elastyczności modelu hybrydowego w dostosowywaniu się do przyszłych zmian sposobu funkcjonowania organizacji.

Podsumowanie

Zmiany technologiczne zachodzące w ostatnim okresie wywarły doniosły wpływ na sposób funkcjonowania organizacji. Należy założyć, że

postęp technologiczny jaki dokonuje się ciągle w niedługim okresie czasu doprowadzi do zmian w sposobie postrzegania organizacji i sposobów pracy przez menedżerów i twórców systemów wspomagania decyzji. Już uświadomione zmiany spowodowały przeniesienie akcentu z działań nastawionych na przetwarzanie strumieni materialnych i wytwarzanie dóbr materialnych w kierunku działań nastawionych na przetwarzanie strumieni informacyjnych i wytwarzanie wiedzy. Praca z udziałem strumieni materialnych będzie coraz częściej postrzegana jako działalność drugorzędna lub wręcz marginalna w odniesieniu do misji organizacji. Ponadto również działania związane z zarządzaniem zasobami finansowymi i ludzkimi organizacji staną się domeną zarządzania wiedzą. Wysiłki zmierzające do usprawnienia zarządzania wiedzą będą w jeszcze większym niż dziś stopniu wspomagane komputerowo. Obecny dorobek metodologiczny mający zastosowanie w konstrukcji ISWD, wypracowany w ramach Sztucznej Inteligencji i fragmentarycznie zarysowany w tym artykule, z pewnością zostanie uzupełniony o nowe, doskonalsze metody wnioskowania. Oczekuje się, że wypracowane zostaną metody automatyzujące nie tylko podejmowanie decyzji rutynowych, czy powtarzalnych. Powinny pojawić się metody wspomagania aktywnego rozpoznawania potrzeb menedżerskich i poszukiwania sposobów ich automatycznego zaspokajania, a także stymulowania odkryć i ułatwiania przepływu wiedzy w organizacji.

Literatura

[BiMcAKi93] Birts A., McAulay L., King M.: Financial analysis and expert systems, Journal of Information Technology, wol. 8, ss. 184-194, 1993

[Hols04] Holsapple C. W.: Decision Support Systems. W: Encyclopedia of Information Systems. Elsevier Inc. 2004

[Rado01] Radosiński E.: Systemy informatyczne w dynamicznej analizie decyzyjnej. PWN Warszawa 2001

[Ruda04] Rudas I. J.: Hybrid Systems, W: Encyclopedia of Information Systems. Elsevier Inc. 2004

Informacje o autorach
Dr piotr Zadora
Dr Wiesław Wolny
Katedra Informatyki
Akademia Ekonomiczna
ul. Bogucicka 3
40-226 Katowice – Polska
Numer telefonu (fax) +48/32/2577277
e-mail: zadora@ae.katowice.pl
wolny@ ae.katowice.pl