

Wiesław Wolny, Piotr Zadora

Systemy hybrydowe jako nowa generacja systemów wspomagania decyzji

Ekonomiczne Problemy Usług nr 57, 725-731

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

WIESŁAW WOLNY, PIOTR ZADORA

Akademia Ekonomiczna w Katowicach

wolny@ae.katowice.pl, zadora@ae.katowice.pl

SYSTEMY HYBRYDOWE

JAKO NOWA GENERACJA SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI

Wprowadzenie

Systemy wspomaganie decyzji (SWD) to bardzo pojemny definicyjnie termin. Został on spopularyzowany przez Keena i Scotta Mortona¹, chociaż pierwsze prace o tej tematyce powstały przeszło dziesięć lat wcześniej. Zwykle definiuje się je bardzo ogólnie. Przykładowo: system wspomaganie decyzji to system informatyczny, który dostarcza informacje w danej dziedzinie przy wykorzystaniu analitycznych modeli decyzyjnych z dostępem do baz danych w celu wspomaganie skutecznego działania decydentów w kompleksowym i źle ustrukturalizowanym środowisku². Z kolei Sprague i Carlson³ zdefiniowali systemy wspomaganie decyzji jako interaktywne, oparte na komputerach systemy pomagające decydentom wykorzystać dane i modele dla rozwiązania źle ustrukturalizowanych problemów.

Duże szanse realizacji celów stawianych przed systemami wspomaganie decyzji, a także poszerzenia ich zakresu leżą w badaniach naukowych w dziedzinie sztucznej inteligencji. Technologia sztucznej inteligencji w dziedzinie zarządzania służyć powinna usprawnieniu pracy kadry menedżerskiej poprzez dostarczanie informacji ułatwiających proces podejmowania decyzji. Wykorzystanie wiedzy

¹ P. G. Keen, M.S. Scott Morton, *Decision Support Systems: An Organizational Perspective*. Addison-Wesley, Reading, MA 1978.

² M. Klein, L.B. Methlie, *Expert Systems. A Decision Support Approach with Applications in Management and Finance*. Addison-Wesley Publishing Company 1992.

³ R.H. Sprague, E.D. Carlson, *Building Effective Decision Support Systems*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 1982.

w postaci baz wiedzy pozwoliło rozszerzyć możliwości klasycznych systemów wspomagania decyzji. Tym samym wydzielono nową klasę SWD nazwaną systemami hybrydowymi.

Istnieje wiele definicji pojęcia „system hybrydowy”. Definicje te należy podzielić na dwie kategorie: pierwsza, klasyczna – opisuje złożone systemy przeznaczone do przetwarzania sygnałów analogowych i cyfrowych; druga, semantyczna – określa strukturę budowy systemu wykorzystującego wiele metod. W drugim ujęciu zatem systemem hybrydowym nazywamy taki system, który integruje dowolną liczbę współdziałających ze sobą, heterogenicznych podejść do przetwarzania danych (w szczególności wiedzy)⁴.

Systemy wspomagania decyzji umożliwiają tworzenie modeli, budowanie scenariuszy, wykorzystanie algorytmów numerycznych. Poprzez połączenie ich z typowymi dla systemów sztucznej inteligencji rodzajami decyzji, klasyczny model SWD można rozszerzyć w następujących kierunkach:

- porada ekspercka w specyficznym obszarze problemu,
- wyjaśnianie wyników wnioskowania,
- inteligentne wspomaganie decyzji,
- pomoc przy formułowaniu zapytań,
- inteligentne wspomaganie w procesie budowy modelu.

Celem systemów hybrydowych w obszarze wspomagania decyzji jest zrealizowanie synergii pomiędzy klasycznymi SWD i metodami sztucznej inteligencji. System taki powinien łączyć możliwości modelowania, typowe dla SWD, z przetwarzaniem symbolicznym, właściwym dla sztucznej inteligencji.

Klasyczne systemy wspomagania decyzji posiadały bezpośredni dostęp do baz danych w firmie oraz często zakładały własne zbiory danych niezbędne dla ich funkcjonowania. Współczesne systemy hybrydowe stosują nie tylko dostęp do danych i modeli. Wykorzystują one również najnowsze osiągnięcia w dziedzinie przetwarzania analitycznego danych (*Online Analytical Processing – OLAP*), hurtowni danych oraz wspomaganego metodami sztucznej inteligencji odkrywania wiedzy w bazach danych (*Data Mining*).

1. Proces decyzyjny wspomagany wiedzą

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.

⁴ C.A. Iglesias, J.C. Gonzalez, J.R. Velasco, *The role of hybrid systems in intelligent data management: the case of fuzzy/neural hybrids*. In Proceedings of the Seminar on Intelligent Data Management, pages 90-104, London, UK, April 1996.

Decyzja może być reprezentowana za pomocą fragmentu wiedzy opisowej. W tym ujęciu podejmowanie decyzji identyfikuje się jako proces tworzenia nowego, wcześniej nieistniejącego fragmentu wiedzy. Powstaje nowa wiedza poprzez przekształcenie i łączenie ze sobą fragmentów istniejącej wiedzy. W tym znaczeniu system wspomagania decyzji ułatwia przeprowadzanie takich przekształceń, podobnie jak maszyna ułatwia produkowanie dóbr materialnych. Takie ujęcie bliskie jest sztucznej inteligencji, a w szczególności dziedzinie systemów ekspertowych.

W latach osiemdziesiątych liczne grono autorów podejmowało problem łączenia systemów ekspertowych z systemami wspomagania decyzji. Między innymi były to prace Sroki⁵, Stanka⁶, Klein i Methlie⁷. Integracja ta opisywana była z użyciem różnych nazw, między innymi: SE-SWD czy inteligentny SWD. Jej celem było rozszerzenie skuteczności systemów wspomagania decyzji oraz wykorzystanie SWD do rozwiązywania złożonych problemów. Integracja ta miała umożliwić połączenie systemów ekspertowych z bazą modeli lub z całym SWD.

System hybrydowy definiujemy zatem jako narzędzie informatyczne wspomagające proces podejmowania decyzji złożonych i słabo ustrukturalizowanych w ramach określonej klasy, umożliwiające:

- wspomaganie analizy procesu decyzyjnego,
- projektowanie doskonalszych narzędzi uczenia się podejmowania decyzji,
- rozwój łatwego dialogu,
- wspomaganie doboru elementów systemu do kreowania rozwiązań,
- gromadzenie i rozszerzanie wiedzy dostarczanej z modeli i metod symbolicznych w bazie wiedzy, bazie danych, hurtowni danych i WWW⁸.

Wiedzę dotyczącą danej dziedziny i wiedzę o charakterze metodologii podejmowania decyzji z tej dziedziny można gromadzić za pomocą takich form, jak modele oraz bazy wiedzy lub łącząc obie te formy.

System hybrydowy może doradzać, w jaki sposób strukturyzować sytuację decyzyjną, rozwiązać problem i jak zastosować rozwiązanie. W ujęciu hybrydowym możliwości klasycznego SWD zostały rozszerzone dzięki nowym elementom, takim jak: baza wiedzy, system zarządzania bazą wiedzy, mechanizm wnioskowania, mechanizm wyjaśniania oraz dodatkowe narzędzia systemowe.

Prace nad taką koncepcją systemów hybrydowych w obszarze wspomagania decyzji zaowocowały m.in. podejściem opartym na paradygmacie wyraźnego od-

⁵ H. Sroka, *Systemy ekspertowe – komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach*. AE Katowice, Katowice 1994.

⁶ S. Stanek, *Systemy bazujące na wiedzy w formułowaniu strategii organizacji*, AE Katowice, Katowice 1994.

⁷ M. Klein, L.B. Methlie, *Expert Systems. A Decision Support Approach with Applications in Management and Finance*. Addison-Wesley Publishing Company 1992.

⁸ J. Kisielnicki, H. Sroka, *Systemy informatyczne biznesu*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2001.

dzielenia metod rozwiązywania problemu od wiedzy o problemie – paradygmatu szeroko stosowanego w konstrukcji systemów ekspertowych. Kluczowa zasada procesu rozwiązywania problemów opiera się bowiem na mentalnej reprezentacji zewnętrznego problemu decyzyjnego. Model sytuacji decyzyjnej konstruowany jest w umyśle decydenta, a następnie poprzez przetwarzanie symboli, operując na tak skonstruowanym modelu, otrzymywane jest rozwiązanie problemu.

2. Koncepcje hybrydowego wspomaganie decyzji

Pierwsza generacja systemów ekspertowych korzystała z jednolitej struktury wiedzy – heurystycznej wiedzy ekspertów. Proces pozyskiwania wiedzy oparty był na stosunkowo prostych zasadach współpracy pomiędzy ekspertem a tzw. inżynierem wiedzy⁹. Zadaniem inżyniera wiedzy było zakodowanie (najczęściej w postaci reguł działania) informacji o sposobie rozwiązywania problemów przez eksperta¹⁰. Druga generacja systemów ekspertowych koncentruje się na identyfikacji wielu różnych typów wiedzy i wykorzystaniu jej do budowy efektywnego procesu rozwiązywania problemów¹¹. Przykładowo na uwagę zasługuje tu oddzielenie wiedzy sterującej procesem (*control knowledge*) od wiedzy o istocie dziedziny (*domain knowledge*) oraz organizacja wiedzy w wielopoziomowe struktury.

Współcześnie systemy hybrydowe w obszarze wspomaganie decyzji definiuje się w czterech aspektach:

- języka,
- możliwości prezentacyjnych,
- przetwarzania wiedzy,
- rozwiązywania problemów¹².

W aspekcie językowym rozpatruje się komunikaty, jakie system może przyjąć i przetworzyć. Aspekt prezentacyjny opisuje te komunikaty, które system może wygenerować na zewnątrz. W aspekcie przetwarzania wiedzy opisuje się zasoby wiedzy systemu. Cechą wspólną wymienionych trzech pierwszych aspektów jest odnośnienie się do reprezentacji gromadzonej informacji. Dopiero rozpatrywanie systemów wspomaganie decyzji jako narzędzia rozwiązywania problemów doprowadza do traktowania ich w sposób całościowy. Przekładając to na system pojęć stosowanych podczas projektowania systemów informatycznych, czwarty aspekt

⁹ J.J. Mulawka, *Systemy ekspertowe*. WNT, Warszawa 1996.

¹⁰ Gołuchowski J., *Intelligentne systemy diagnoz ekonomicznych*, AE Katowice, Katowice 1997.

¹¹ M. Klein, L.B. Methlie, *Expert Systems. A Decision Support Approach with Applications in Management and Finance*. Addison-Wesley Publishing Company 1992.

¹² C.W. Holsapple, *Decision Support Systems*, w: *Encyclopedia of Information Systems*. Elsevier Inc 2004.

sprowadza się do tworzenia modułu nadzorującego pracę pozostałych. Taki moduł bywa często nazywany silnikiem systemu hybrydowego.

Jednym z kierunków rozwoju wzmacniającym rolę systemów hybrydowych 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 Computing¹³. 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 i dodatkowo wykazuje się na zewnątrz zdolnością do dostosowywania się, odpornością na błędy obliczeniowe, szybkością w zbliżonym do ludzkiego sposobie reagowania oraz 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 na tworzeniu systemów przetwarzających wiedzę i poza klasycznymi metodami występującymi już w podejściu CI wykorzystuje elementy teorii uczenia maszynowego, teorii chaosu i wnioskowania probabilistycznego.

Naturalnym kierunkiem rozwoju systemów hybrydowych jest również integracja z konwencjonalnymi technikami przetwarzania danych (języki programowania obiektowego) oraz systemami baz i hurtowni danych. Najczęściej wymieniane podstawowe techniki sztucznej inteligencji, stanowiące komponenty w aplikacjach inteligentnych, obejmują: systemy ekspertowe, sieci neuronowe, systemy odkrywania wiedzy, logikę rozmytą, algorytmy genetyczne oraz systemy wnioskujące na podstawie przypadków (CBR). Z kolei w dziedzinie technologii baz danych najistotniejsze znaczenie mają hurtownie danych, analityczne przetwarzanie danych (OLAP) oraz wspomagane metodami sztucznej inteligencji odkrywanie wiedzy w bazach danych (Data Mining).

¹³ I.J. Rudas, *Hybrid Systems*, w: *Encyclopedia of Information Systems*, Elsevier Inc, 2004.

Podsumowanie

Tradycyjne rozumienie systemów hybrydowych wydaje się obecnie zbyt wąskie. Współcześnie systemy te można i należy rozumieć w znacznie szerszym kontekście, nie tylko jako efekt integracji systemów wspomagania decyzji i systemów ekspertowych, ale jako integrację wielu technik sztucznej inteligencji, baz i hurtowni danych oraz analitycznego przetwarzania danych w celu dostarczenia informacji decyzyjnej. Integracja ta odbywa się nie tylko na poziomie zastosowanej technologii, ale coraz częściej dotyczy kontekstu prowadzonej działalności biznesowej. Twórcy systemów hybrydowych zmuszeni są brać pod uwagę nie tyle bieżące procesy biznesowe, lecz nowo zdefiniowane rodzaje aktywności gospodarczej mające cechę powtarzalności i uwzględniające możliwości maksymalnie szybkiego przesyłania danych o wzrastającym w czasie stopniu komplikacji i zawartości treściowej (od prostych komunikatów alfanumerycznych do strumieni audio/wideo wysokiej jakości). W takich warunkach szczególne trudne staje się dostarczanie warstwie zarządczej informacji przydatnych do szybkiego podejmowania trafnych decyzji. W konsekwencji duże znaczenie powinno być nadawane funkcjonalności udostępnianej przez systemy hybrydowe i łączące wielorakie technologie symulacyjne, przetwarzania wiedzy i komunikacyjne.

Literatura

1. Gołuchowski J., *Inteligentne systemy diagnoz ekonomicznych*, AE Katowice, Katowice 1997.
2. Holsapple C. W., *Decision Support Systems*, w: *Encyclopedia of Information Systems*. Elsevier Inc 2004.
3. Iglesias C. A., Gonzalez J. C., Velasco J. R., *The role of hybrid systems in intelligent data management: the case of fuzzy/neural hybrids*. In Proceedings of the Seminar on Intelligent Data Management, pages 90-104, London, UK, April 1996.
4. Keen P. G., Scott Morton M. S., *Decision Support Systems: An Organizational Perspective*. Addison-Wesley, Reading, MA 1978.
5. Kisielnicki J., & Sroka H., *Systemy informatyczne biznesu*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2001.
6. Klein M., Methlie L. B., *Expert Systems. A Decision Support Approach with Applications in Management and Finance*, Addison-Wesley Publishing Company 1992.
7. Mulawka J. J., *Systemy ekspertowe*. WNT, Warszawa 1996.
8. Rudas I. J., *Hybrid Systems*, w: *Encyclopedia of Information Systems*. Elsevier Inc 2004.
9. Sprague R. H., Carlson E. D., *Building Effective Decision Support Systems*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 1982.

10. Sroka H., *Systemy ekspertowe – komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach*, AE Katowice, Katowice 1994.
11. Stanek S., *Systemy bazujące na wiedzy w formułowaniu strategii organizacji*, AE Katowice, Katowice 1994.

HYBRID SYSTEMS AS THE NEW GENERATION OF DSS

Summary

Traditional viewing of hybrid systems seems to be constrained in many aspects. Hybrid systems are the ones that make use of computer-based mechanisms from the field of artificial intelligence (AI). Researchers in the AI field endeavor to make systems capable of displaying intelligent behavior, or behavior that would reasonably be regarded as intelligent if it were observed in humans. That achievements are combined with techniques born in the areas of database management (DBMS) and On-Line Analytical Processing (OLAP). Integration of aforementioned approaches deals not only with technology but also with context of business activity.

Developers of the decision systems are forced to take into consideration newly defined and perpetual kinds of activities which are conducted in hardening conditions of continuously increasing amount of data to be performed. That renders so much severe difficulties in providing management staff with accurate and up-to-date information as a basis to take proper decisions.

Hybrid systems seems to be that incarnation of Decision Support Systems (DSS) which is capable to handle that challenge effectively.

Translated by Piotr Zadora