

Piotr Sochaczewski

# CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW WIEDZY ORAZ KRYTERIA ICH DOBORU

---

Piotr Sochaczewski, mgr – student studiów doktoranckich Uniwersytetu w Białymstoku

adres korespondencyjny:

Wydział Ekonomii i Zarządzania

ul. Warszawska 63, 15-062 Białystok

e-mail: p.sochaczewski@wp.pl

## CHARACTERISTICS OF THE KNOWLEDGE SYSTEMS AND THE CRITERIA FOR THEIR SELECTION

**SUMMARY:** The article present current knowledge system which was divided into two categories: symbolic systems and connectionist systems. Then they have been characterized on the basis of the types, features and the potential use. There are presented methods of assembling the hybrid knowledge system. Basing on the analysis of existing systems, there are shown the decision-making areas which should be followed in the event that an adequate system of knowledge to your organization need to be selected.

**KEY WORDS:** knowledge system, hybrid knowledge systems, features knowledge system

---

## Wstęp

Przedsiębiorstwa coraz częściej inwestują w zaawansowane systemy informatyczne. Ułatwiają one przepływ informacji, zarządzanie nią oraz regulowaniu struktury dostępu do niej we wszystkich aspektach działalności gospodarczej: produkcji, dystrybucji, sprzedaży, zarządzaniu i obsłudze posprzedażowej. Do właściwego zarządzania przedsiębiorstwem gromadzenie informacji nie wystarcza, więc systemy są zintegrowane najczęściej z elementami umożliwiającymi ich interpretację. Taki system nazywany jest systemem zarządzania wiedzą (*knowledge management system*), systemem opartym na wiedzy (*knowledge based system*) lub systemem wiedzy (*knowledge system*). Podkreślić należy, że głównym celem systemu wiedzy nie jest zarządzanie całą wiedzą, jaka znajduje się w przedsiębiorstwie, lecz ściśle wyselekcjonowaną (nie oznacza to, że jedynie jawną), łatwo dostępną dla określonej grupy pracowników tak, aby ułatwić im jej tworzenie, przechowywanie i dalsze udostępnianie<sup>1</sup>. W ten sposób wiedza indywidualna i organizacji jest rozwijana.

Wdrożenie systemu wiedzy jest inwestycją długoterminową. Usystematyzowanie posiadanej wiedzy jest jednym z podstawowych korzyści pojawiających się w momencie wdrożenia systemu, ale jest ona w dużej mierze niwelowana poprzez wiele czynników natury psychologicznej (między innymi opór przed zmianami), a sam proces wdrażania jest czasochłonny. Najważniejsze jest jednak, aby wdrożony system jak najlepiej odpowiadał bieżącym i przyszłym potrzebom przedsiębiorstwa. Kluczową decyzją w procesie wdrażania systemu wiedzy jest więc jego forma.

W niniejszym artykule przedstawiono aktualne formy systemów wiedzy, ich cechy szczególne oraz korzyści i potencjalne trudności we wdrożeniu. Artykuł ma charakter przeglądowy i jego celem jest wskazanie na prowadzone współcześnie badania z zakresu nowoczesnych systemów zarządzania wiedzą jako elementów wspierania zarządzania wiedzą w organizacji.

## Kategorie systemów wiedzy

Można wyróżnić dwie główne grupy systemów wiedzy: *symbolic systems* oraz *connectionist systems* zwany również *sub-symbolic system*. Grupę systemów wiedzy zaliczanej do *symbolic system* (upraszczając) cechuje filtrowanie i grupowanie danych w odpowiedniej formie, aby ułatwić interpretację danych, a tym samym wesprzeć proces decyzyjny. Wśród najważniejszych systemów wiedzy w ramach *symbolic system* można wyróżnić: systemy eksperckie, *case-based*

<sup>1</sup> Por. M. Grimaldi, L. Cricelli, *Intangible asset contribution to company performance: The hierarchical assessment index*, "Journal of Information and Knowledge Management Systems" 2009 t. 39, nr 1, s. 40-54.

*reasoning system* oraz *semantic networks*. *Connectionist systems* bazują natomiast na elementach przetwarzania danych, modelowaniu, symulowaniu i tworzeniu wariantów scenariuszy. W ramach *connectionist systems* można wyróżnić *neural networks*, *genetic algorithms* oraz *kohonnen self-organizing maps*.

Istnieje możliwość integracji poszczególnych elementów systemów wiedzy, które będą tworzyć systemy hybrydowe wiedzy (z ang. *hybrid knowledge systems*). Istnieją trzy metody tworzenia systemu hybrydowego:

- przez adaptację modułów systemu wiedzy z kategorii *symbolic systems*;
- integrację komponentów *symbolic system* z *connectionist systems*;
- ujednocianie, transformacja lub modułowanie (czyli tworzenie pakietów) reguł przetwarzania danych w ramach *connectionist systems*<sup>2</sup>.

W przypadku łączenia modułów systemu wiedzy w ramach kategorii *symbolic systems* największa trudność jest związana ze zintegrowaniem dużych baz danych oraz metod ich przeszukiwania. W trakcie integracji zdarza się, że niektóre dane są zbędne, gdyż nie mogą być skutecznie przefiltrowane przez zintegrowany moduł analizujący. W takim wypadku dochodzi do usuwania informacji zbędnych dla nowo powstałej bazy danych. Utrata dostępu do części informacji jest efektem dbałości o wykluczenie potencjalnych błędów nowo utworzonego systemu oraz jego „odchudzeniu”.

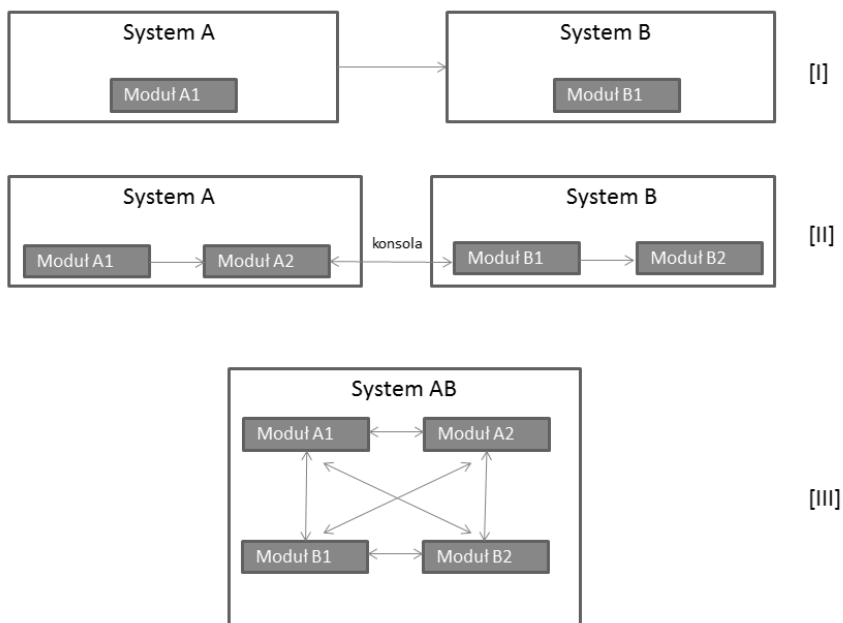
Integracja komponentów *symbolic system* z *connectionist systems* wykorzystuje zarówno zalety analizowania dużej liczby danych oraz ich interpretację jakościową. Kluczowe znaczenie ma tutaj sposób integracji tych systemów. Możliwe ich warianty zostały przedstawione na rysunku 1.

*Symbolic system* może być luźno połączony z *connectionist systems* w taki sposób, aby wyniki analizy danych ilościowych podlegały symulacjom i budowie scenariuszy jakościowych (rysunek 1.I). W tym przypadku proces analizy danych ilościowych musi ulec zakończeniu, zanim poddany zostanie analizie scenariuszowej. Przepływ informacji między poszczególnymi modułami jest sekwencyjny i jednokierunkowy. Możliwa jest również częściowa integracja systemów poprzez zintegrowanie dwóch lub większej liczby modułów (rysunek 1.II). W takim wypadku pomiędzy zintegrowanymi modułami są przetwarzane informacje równolegle i przesyłane są dwukierunkowo, jednakże jedynie pomiędzy zintegrowanymi modułami. Podkreślić należy jednak, że systemy wiedzy funkcjonują oddzielnie. Trudność takiego rozwiązania bazuje przede wszystkim na bardzo skomplikowanym interfejsie systemu (wynika z oddzielnych architektur systemów), który został przystosowany do dynamicznego sterowania modułami. Możliwa jest również pełna integracja systemów (rysunek 1.III), w którym istnieje wspólny interfejs, wszystkie moduły są ze sobą zintegrowane a komunikacja może się odbywać między wszystkimi modułami (choć nie we wszystkich kierunkach komunikacja powinna zachodzić).

<sup>2</sup> Por. K. McGarry, S. Wermter, J. MacIntyre, *Hybrid neural systems: from simple coupling to fully integrated neural networks*, "Neural Computing Surveys" 1997 t. 2, s. 62-94.

Rysunek 1

Schemat funkcjonowania hybrydowych systemów wiedzy w zależności od stopnia integracji



Źródło: opracowanie własne.

## Funkcje i rodzaje systemów wiedzy

System wiedzy powinien umożliwiać rozwijanie wiedzy specjalistycznej-eksperskiej. System ekspercki, którego zadaniem jest wspieranie, a nawet modelowanie procesu decyzyjnego ekspertów umożliwia pełnienie funkcji systemu diagnostycznego, planistycznego lub też umożliwia tworzenie optymalnych (ze względu na priorytetowe czynniki) harmonogramów. Podstawą funkcjonowania systemu eksperckiego są dane statystyczne oraz otwarte algorytmy, które umożliwiają przedstawienie raportów uzasadniających proponowane rozwiązania – co ułatwia podejmowanie świadomych decyzji.

System ekspercki jest szczególnie efektywny w zakresie diagnostyki systemowej, identyfikowaniu systemów oraz wspieraniu organizacji przedsiębiorstwa. Jednym z pierwszych systemów eksperckich był DENDRAL<sup>3</sup> wykorzystany w przemyśle chemii organicznej. Obecnie odchodzi się od systemów eksperckich na rzecz *fuzzy expert system*, czyli bazującej na logice rozmytej, uwzględniającej w procesie eksperckim pojęcie częściowej prawdy, a nie tylko prawdy i fałszu<sup>4</sup>. Przykładami takich systemów są Mamdani i Sugeno.

<sup>3</sup> Por. E. A. Feigenbaum, B. G. Buchanan, *DENDRAL and Meta-DENDRAL: root of knowledge systems expert system applications*, "Artificial Intelligence" 1993 t. 59, s. 233-240.

<sup>4</sup> Por. T. J. Ross, *Fuzzy logic with engineering applications*, New Mexico 2010.

Systemy eksperckie mogą być wykorzystane na przykład do zarządzania zasobami wodnymi.<sup>5</sup>

Drugą podstawową funkcją systemu wiedzy jest tak zwane „douczenie” lub też dodawanie wyjątków od przyjętych reguł postępowania. Systemem umożliwiającym takie działania jest sieć neuronowa (*neural networks*). Skojarzenie z mózgiem jest celowe, gdyż system wiedzy może odpowiadać za rozpoznawanie obrazów, mowy oraz obserwację danego zjawiska. *Neural networks* umożliwia analizę danych, oszacowanie relacji między nimi, ich klasyfikację oraz dokonanie symulacji i prognozowania. Wśród najważniejszych zalet *neural networks* wyliczyć można zdolność „uczenia się”, własną organizację pracy, tolerancję na potencjalne błędy danych (uwzględnienie przedziałów ufności), działanie w czasie rzeczywistym w trakcie przetwarzania wielu zadań. Największym ograniczeniem tego systemu jest wymagana duża baza danych wykorzystywana do „uczenia się” systemu i do generowania rozwiązania. W przeciwieństwie do systemów eksperckich nie powstaje raport z uzasadnieniem proponowanego rozwiązania.

W ramach *neural networks* najbardziej znanym systemem jest *self-organizing map*<sup>6</sup>, zwany również *Kohonen self-organizing network*. Obecnie systemy te nie są rozwijane w czystej formie. Algorytmy typu *neural networks* najczęściej wykorzystywane są do budowy hybrydowych systemów wiedzy<sup>7</sup>.

Funkcja rozpoznawania wzorców ma ważne znaczenie do analizy danych związanych z poznaniem przyczyn danej sytuacji, tak zwanego *case-based reasoning system*. Cechą charakterystyczną tego systemu wiedzy jest bardzo rozbudowana baza danych, która nie jest przetwarzana, lecz stanowi zasób porównawczy<sup>8</sup>. W przypadku powstania zapytania – baza danych jest analizowana w celu wyszukania przypadku spełniającego požądane kryteria. Dzięki temu poprzez filtrację wyszukiwane są gotowe rozwiązania danego przypadku. Systemy te mają szerokie zastosowanie w zabezpieczeniu sieci przedsiębiorstwa (*firewall*) przykładowo w oprogramowaniu Delphi<sup>9</sup>, gdzie nowe treści przeszukiwane są pod kątem potencjalnych wykluczeń. Systemy te szeroko zostały wykorzystane również przy bazach prawniczych zwłaszcza w krajach gdzie występuje prawo precedensowe (Stany Zjednoczone, Australia, Wielka Brytania) przykładowo HYPO CBR.

Największą zaletą tego *case based reasoning* system jest ciągle rozwijane otwartej bazy danych, dlatego też prawdopodobnie jest on jednym z najbardziej

<sup>5</sup> Por. M. Kumar Goyal, B. Bharti, J. Quilty, J. Adamowski, A. Pandey, *Modeling of daily pan evaporation in sub tropical climates using ANN, LS-SVR, Fuzzy Logic, and ANFIS*, „Expert Systems with Applications” 2014 t. 41, s. 5267-5276.

<sup>6</sup> Por. T. Kohonen, *The self-organizing map*, „Neurocomputing” 1998 t. 8, s. 1-6.

<sup>7</sup> Por. E. Hadavandi, H. Shavandi, A. Ghanbari, *Integration of genetic fuzzy systems and artificial neural networks for stock price forecasting*, „Knowledge Based Systems” 2010 t. 23, s. 800-808.

<sup>8</sup> Por. J. Xia, G. Chen, P. Tan, Ch. Zhang, *An online case-based reasoning system for coal blends combustion optimization of thermal power plant*, „International Journal of Electrical Power & Energy Systems” 2014 t. 62, s. 273.

<sup>9</sup> Por. D. X. Gu, C. Liang, I. Bichndaritz, C. R. Zuo, J. Wang, *A case based knowledge system for safety evaluation decision making of thermal power plants*, „Knowledge Based System” 2012 t. 26, s. 185-195.

rozpowszechnionym typów systemów wiedzy<sup>10</sup>. Ponadto, system ten dopuszcza dodawanie wyjątków, a zatem dodaje reguły unikania poszczególnych typów rekordów do danego przypadku – tym samym usprawniając sam proces wyszukiwania rozwiązania. Ponadto, zapytanie do bazy danych musi być dokładnie sparametryzowane, a dane są prezentowane zgodnie z zamieszczoną treścią, przez co rezultat musi zostać dokładnie przeanalizowany przez użytkownika.

Systemy wiedzy wykorzystują również metody optymalizacyjne, można w szczególności wykorzystywać złożone algorytmy genetyczne (*genetic algorithms*), które z punktu metodologicznego opierają się na trzech podstawowych operatorach: reprodukcji, krzyżowaniu i mutacji.<sup>11</sup> Optymalizacja polega na analizie dobrze rozpoznanych czynników wpływających na dany obiekt (faza reprodukcji), a następnie analizie wariantów tego wpływu (krzyżowanie) przy przewidywaniu potencjalnych niewielkich zmian w efekcie końcowym (mutacji). Wykorzystanie algorytmów genetycznych ułatwia podejmowanie decyzji zwłaszcza, gdy nie jest poszukiwane najbardziej optymalne rozwiązanie, gdyż system generuje scenariusze o rezultatach podobnie dobrych, gdzie bardzo trudno określić, czy którykolwiek z nich jest wyraźnie lepszy. *Genetic algorithms systems* są wykorzystywane na szeroką skalę zarówno w finansach, systemach informacyjnych, produkcji oraz bezpieczeństwie komputerowym<sup>12</sup>. Przykładem takiego systemu może być MADM (*Multi-Attribute Decision Making*), lub też FOA (*Forest Optimization Algorithm*)<sup>13</sup>, który może być wykorzystany do optymalizacji gospodarki leśnej.

Wiele systemów wiedzy wyposażonych jest w system inteligentnego agenta (*intelligent agent*), który pracuje w „tle” równolegle z użytkownikiem. Cały system opiera się na rozwoju sztucznej inteligencji, w której to system naśladuje zachowania człowieka w środowisku wirtualnym. System inteligentnego agenta sprawdza się przede wszystkim w powtarzalnych zadaniach, w wyszukiwaniu, filtrowaniu informacji oraz tworzeniu raportów typu ad-hoc z przetworzonych danych<sup>14</sup>. Dzięki funkcji „uczeniu się” oraz obserwacji użytkownika, system sam jest w stanie podejmować liczne decyzje, a o efekcie działań poinformować w stosownym raporcie. Jako że system inteligentnego agenta oparty jest na sztucznej inteligencji, to jego możliwości są ograniczone jedynie do utworzenia pewnych

<sup>10</sup> Por. H. Ince, *Short term stock selection with case-based reasoning technique*, „Applied Soft Computing” 2014 t. 22, s. 205-212.

<sup>11</sup> Por. B. A. Fessi, S. Benabdallah, N. Boudriga, M. Hamdi, *A multi-attribute decision model for intrusion response system*, „Information Sciences” 2014 t. 240, s. 238.

<sup>12</sup> Por. M. Sazzadul Hoque, A. Mukit, A. N. Bikas, *An implementation of intrusion detection system using genetic algorithm*, „International Journal Network Security & Its Applications” 2012 t. 4, nr 2, s. 109-120.

<sup>13</sup> Por. M. Ghaemi, M.R. Feizi-Derakhshi, *Forest Optimization Algorithm*, „Expert Systems with Applications” 2014 t. 41, s. 6676-6687.

<sup>14</sup> Por. M. Moradi, A. Aghaie, M. Hosseini, *Knowledge-collector agents: Applying intelligent agents in marketing decisions with knowledge management approach*, „Knowledge Based System” 2013 t. 52, s. 183; M. A. Shirazi, J. Soroor, *An intelligent agent-based architecture for strategic information system applications*, „Knowledge Based System” 2007 t. 20, s. 726-735.

schematów postępowania. System agenta może być wykorzystywane przykładowo w *business ecosystems*<sup>15</sup>.

System wiedzy stanowić może również kopalnie danych (*data mining*). Nie jest to zwykła baza danych gromadzonych w systemie, lecz zbiór luźnych niezintegrowanych baz danych uwzględniająca (wykrywająca) relacje danych znajdujących się między nimi. System ten nie występuje w czystej postaci (jest zbyt duży), często do jego obsługi wykorzystywany jest zintegrowany system inteligentnego agenta. System oparty na *data mining* opiera się na ogromnych zasobach danych, przetwarzanie informacji wymaga tak zwanych superkomputerów, które posiadają stosownie dużą moc obliczeniową do obliczenia tak zwanych *data mining algorithms*. System ma bardzo szerokie zastosowanie, a wydobyta wiedza ma najczęściej bardzo praktyczne znaczenie przykładowo: przeanalizowana została lokalizacji produktów w supermarkecie ze względu na korelację ilości zakupów różnych typów produktów i na tej podstawie stworzone zostały ścieżki wyprofilowanych grup konsumenckich. Przykładem systemu połączonego zarówno z inteligentnym agentem jak i *data mining* może być *Genric Agent-based Data Mining Architecture* (GAMA), który wspiera podejmowanie decyzji z zakresu rynku elektronicznego. Bada on przepływ informacji między różnymi podmiotami na różnych rynkach elektronicznych, tworzy architekturę środowiska elektronicznego w celu dostosowania do potrzeb inteligentnego agenta oraz wykorzystuje tę strukturę w celu odkrycia nowych zależności na elektronicznym rynku<sup>16</sup>.

## Kryteria doboru systemu zarządzania

Kryteria jakie należy wziąć pod uwagę przy wyborze systemu zarządzania wiedzą to:

- obszary wykorzystania systemów wiedzy w przedsiębiorstwie;
- dostępna i potencjalna infrastruktury informatycznej oraz zdolność jej obsługi;
- posiadane zasoby danych zdolność do ich pozyskania;
- czynniki ekonomiczne.

Przymierzając się do implikacji w przedsiębiorstwie systemu wiedzy należy przede wszystkim podjąć decyzję jaki jest cel jego przeznaczenia. Dużym atutem grupy z kategorii *symbolic systems* jest jasność prezentacji danych zarówno ilościowych, jak i procesów mających miejsce z pełną charakterystyką poszczególnych jego elementów. Dane wynikające z *symbolic systems* najczęściej są łatwo interpretowane dzięki czemu rozwiązania mogą wskazywać na najbardziej optymalne rozwiązanie problemu. Z drugiej strony w ramach grupy *connectionist*

<sup>15</sup> Ch. Lu, K. Rong, J. You, Y. Shi, *Business ecosystem and stakeholders' role transformation: Evidence from Chinese emerging electric vehicle industry*, "Expert Systems with Applications" 2014 t. 41, s. 4579-4595.

<sup>16</sup> M. Warkentin, V. Sugumaran, R. Sainsbury, *The role of intelligent agents and data mining in electronic partnership management*, "Expert Systems with Application" 2012 t. 39, nr 18, s. 13277-13288.

*systems* należy wskazać na korzyści z możliwości „douczenia” systemu, dużą tolerancję na brakujące dane (ułatwione modelowanie miękkie) i badanie relacji między posiadanymi danymi. Zauważyć należy, że rozwiązania w przypadku *sub-symbolic systems* nie będą optymalne, lecz najprawdopodobniej równoważnie dobre, przez co relatywnie większy ciężar podejmowania decyzji spoczywa na użytkowniku systemu.

Należy rozważyć integrację niektórych elementów poszczególnych systemów wiedzy. Zindywidualizowanie rozwiązań systemowych, oprócz korzyści wynikających z dostosowanych funkcjonalności systemu, wiąże się również z negatywnymi jego skutkami. Przede wszystkim należy liczyć się z dużymi kosztami wdrożenia rozwiązania hybrydowego. Zindywidualizowanie systemów równoznaczne jest z koniecznością przeprowadzenia kosztochłonnych i czasochłonnych testów dotyczących weryfikacji integralności zaaplikowanych rozwiązań. Ponadto, niektóre rozwiązania hybrydowe ze względu na daleko idącą integrację w strukturę systemu odrzucają możliwość uzyskania wsparcia od dostawcy systemu wiedzy.

Przy wyborze systemu wiedzy ważna jest struktura dostępnych danych i potencjalnych danych, które będą mogły zostać wykorzystane. Należy odpowiedzieć na pytania, czy dane skoncentrowane zostaną w zasobach wewnętrznych czy zewnętrznych przedsiębiorstwa. Jeżeli zewnętrznych, to czy płatnych jednoznacznie, na zasadzie subskrypcji czy też darmowych, a także, w jaki sposób i czy w ogóle będą aktualizowane. W jakiej formie będą gromadzone te dane, czy będą one posiadały formę skondensowaną w postaci statystyk, czy też będą opisowe w formie studium przypadku?

Kolejnym, równie ważnym elementem są możliwości implikacyjne danego systemu wiedzy w strukturę przedsiębiorstwa. Czy przedsiębiorstwo posiada wystarczające zasoby wiedzy informatycznej, aby wykorzystać w pełni dany system wiedzy? Jeżeli zasoby informatyczne są niewystarczające, czy przedsiębiorstwo będzie stać na ich rozbudowę?

## Podsumowanie

Obecnie trudno znaleźć usystematyzowane informacje z zakresu systemów wiedzy. Wszelkie dostępne prace mają charakter przede wszystkim implikacyjny do danej organizacji, lub typu działalności. Cechują się one wysokim stopniem z informatyzowania, co utrudnia ocenę interpretacji przydatności danego systemu w procesie zarządzania wiedzą.

Systemy wiedzy mimo, że dynamicznie rozwijane, paradoksalnie nie są rozwijane systemowo, a wręcz przeciwnie, są wysoce spersonalizowane z potrzebami danego przedsiębiorstwa. Największą dynamikę w rozwoju systemów wiedzy należy więc upatrywać w rozwiązaniach hybrydowych. Szczególnym przypadkiem tego typu rozwoju będą działania największych korporacji, które najprawdopodobniej rozwijać będą rozwiązania zintegrowanych systemów typu *data mining* i *intelligent agents*.