

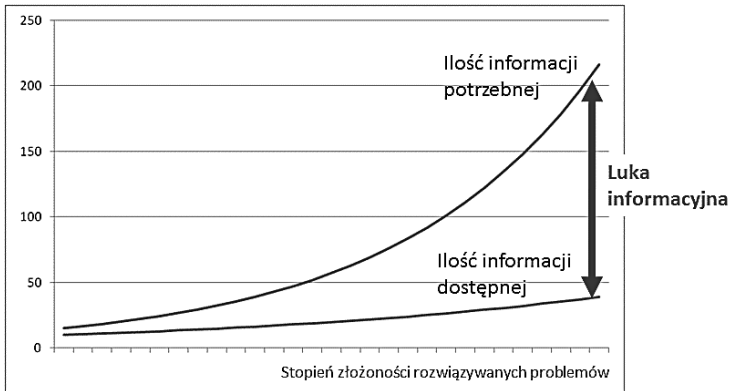
prof. zw. dr hab. inż., dr h.c., Ryszard Tadeusiewicz¹

Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej
AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza

Systemy kognitywne jako nowy wymiar informatyki ekonomicznej

WSTĘP

Zadania, jakie współczesne życie gospodarcze stawia przed kierownictwem firm i przedsiębiorstw są coraz trudniejsze. W miarę, jak sytuacje, z którymi trzeba się zmierzyć w procesie zarządzania, stają się coraz bardziej złożone, rośnie efekt *luki informacyjnej*, to znaczy różnicy pomiędzy ilością informacji potrzebnej do tego, by podejmować racjonalne decyzje (a w ambitniejszym wymiarze – decyzje optymalne) a ilością informacji dostępnej (rysunek 1).

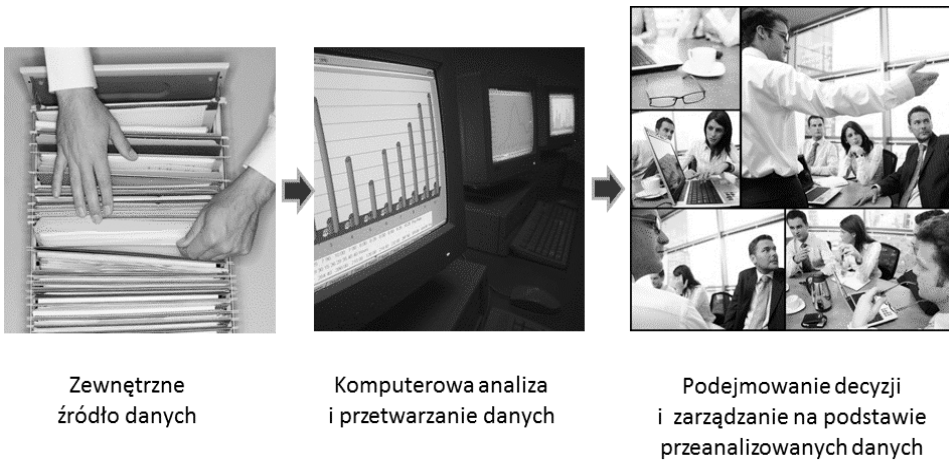


Rysunek 1. Problem luki informacyjnej

Źródło: opracowanie własne.

¹ Profesor i doktor *honoris causa* Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, profesor i były rektor Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Członek rzeczywisty PAN i prezes Oddziału Akademii Nauk w Krakowie. Adres korespondencyjny: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: rtad@agh.edu.pl.

Na niskim szczeblu zarządzania, na przykład przy realizacji zadań wchodzących w skład zarządzania operacyjnego i taktycznego, potrzeby informacyjne z tym związane są obecnie zaspokajane przez technikę komputerową. Dostępne są liczne systemy informacyjne, wspomagające bieżącą obsługę transakcji, a jednocześnie realizujące zadania ewidencyjno-rozliczeniowe, dzięki czemu osoby podejmujące decyzje dysponują kompletną i stale aktualną wiedzą na temat tego, jak wygląda zbiór przesłanek, na których muszą się oprzeć przy znajdowaniu rozwiązania w danym momencie najkorzystniejszego z punktu widzenia przyjętych (założonych) kryteriów. Schemat postępowania, jaki jest w tym przypadku zwykle przyjmowany, przedstawiono na rysunku 2.



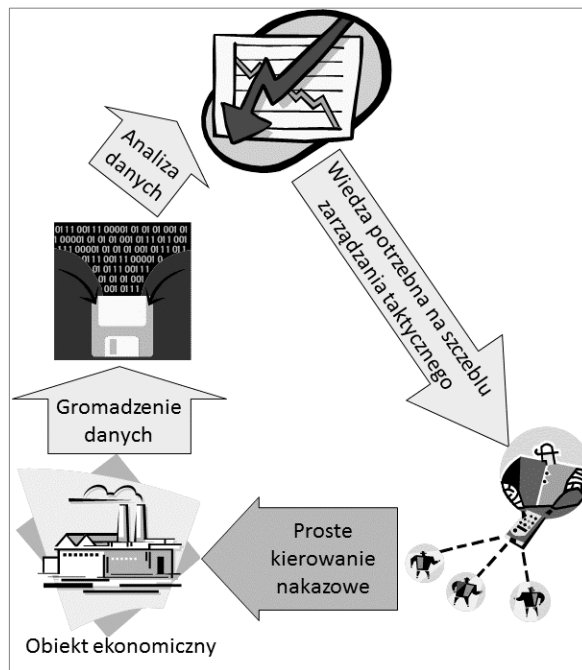
Rysunek 2. Schemat prostego wykorzystania techniki komputerowej we wspomaganii procesu zarządzania na niskich poziomach hierarchii

Źródło: opracowanie własne.

Oglądając ten rysunek trzeba mieć na względzie fakt, że zewnętrzne źródło danych, przedstawione na rysunku 2 jako papierowa kartoteka, w nowoczesnych systemach tego typu może także mieć charakter bardziej technologiczny, na przykład jako źródła danych mogą występować elektroniczne kasy w supermarketach, automatyczne wagi w magazynach, informacje pochodzące od automatycznych urządzeń produkcyjnych w fabrykach lub informacje pochodzące z systemów śledzenia ruchu i zachowań ludzi w przedsiębiorstwach usługowych. Co więcej, zewnętrzne źródła danych mogą być także związane systemami informatycznymi innych podmiotów gospodarczych, na przykład kontrahentów, klientów, dostawców, usługodawców (np. banki), urzędów (np. urząd celny czy urząd finansowy) itd. W związku z tym, mimo prostej zasady działania, przedstawionej na rysunku 3, systemy wspomagające zarządzanie także na poziomie bardzo niskich szczebli hierarchii w rozważanej firmie – mogą być relatywnie dość skomplikowane.

Stopień złożoności tych systemów dodatkowo wzrasta na skutek powszechnego wdrażania obecnie zasady kompatybilności i interoperacyjności systemów informacyjnych wszystkich poziomów, które w związku z tym muszą być tak zbudowane, by mogły z sobą swobodnie współpracować i wymieniać dane. Zapobiega to między innymi redundancji danych, ale też nakłada na poszczególne komponenty i na cały system określone wymagania.

Najdoskonalsze są w tym zakresie systemy zintegrowane (zwłaszcza klasy ERP), ale inne typy systemów także muszą zapewniać harmonijną współpracę i ukierunkowanie działania na procesy i projekty realizowane w firmie, a nie na struktury narzucone (między innymi) jej organizacją i formalną hierarchią. Generalny schemat budowy i wykorzystania omawianych tu (skrótowo) typowych systemów informacyjnych wspomagających zarządzanie pokazany jest na rysunku 3.



Rysunek 3. Schemat działania prostego systemu informacyjnego wspomagającego zarządzanie na niskim poziomie hierarchii

Źródło: opracowanie własne.

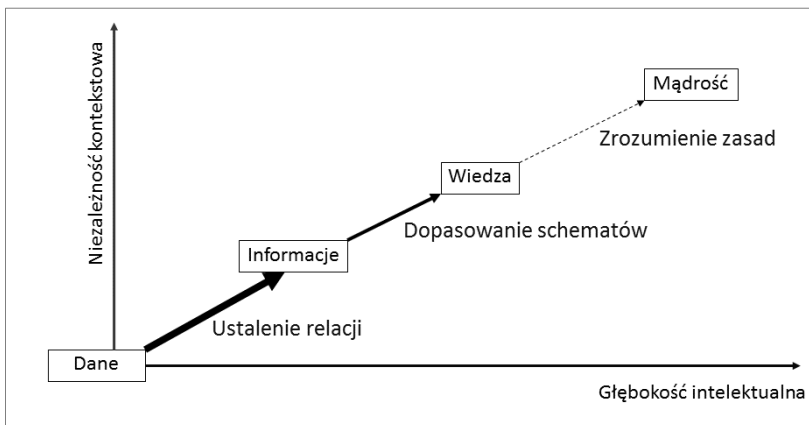
Jakkolwiek w tym opracowaniu będziemy się od takich systemów dystansować, proponując coś istotnie lepszego i nowego, nie da się zaprzeczyć, że systemy informacyjne rozważanego tu typu są na ogół dobrej jakości, dzięki czemu zarządzanie taktyczne i operacyjne jest na ogół znacząco ułatwiane przez technikę komputerową, a cyfrowe gromadzenie danych i ich automatyczne prze-

tworzenie zdecydowanie ułatwia pracę na szczeblu na przykład kierowników działów. Z kolei hurtownie danych oraz oprogramowanie typu DSS i OLAP, służące do bieżącego wspomaganie procesów podejmowania decyzji i do bardzo wnikliwej analizy ważnych informacji, są ogromnie pomocne przy wspomaganiu zarządzania na szczeblu taktycznym.

Jednak te wygodne i przydatne narzędzia informatyczne przestają wystarczać na wyższych szczeblach zarządzania.

WYMAGANIA I UWARUNKOWANIA WYNIKAJĄCE Z POTRZEBY WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIA STRATEGICZNEGO

Dyrektorom i prezesom realizującym określoną **politykę ekonomiczną** poprzez zarządzanie firmą na poziomie **strategicznym** systemy informacyjne wyżej omówionego typu także mogą się przydać. Jednak nie zaspokajają one wszystkich potrzeb decydentów tego właśnie szczebla, ponieważ im potrzebne są narzędzia dostarczające **wiedzy**, a nie danych czy informacji. Na tym etapie samo gromadzenie faktów ekonomicznych i ich analiza nie wystarczają. Niewystarczające są też oferowane przez współczesne komputery typowe narzędzia analityczne, pozwalające śledzić związki między danymi i obserwować trendy. Te wszystkie usługi nowoczesnej informatyki gospodarczej, będące źródłem użytecznych informacji, są oczywiście wykorzystywane **także** przez menedżerów z najwyższego szczebla zarządzania, ale ich przydatność jest tam ograniczona. Ograniczenie to wynika z faktu, że w typowych zastosowaniach informatyki komputer może badać i analizować **formę** informacji (na przykład konkretne wartości wskaźników, ich wzajemne relacje i zmiany), nie potrafi natomiast **zrozumieć znaczenia** tych informacji.

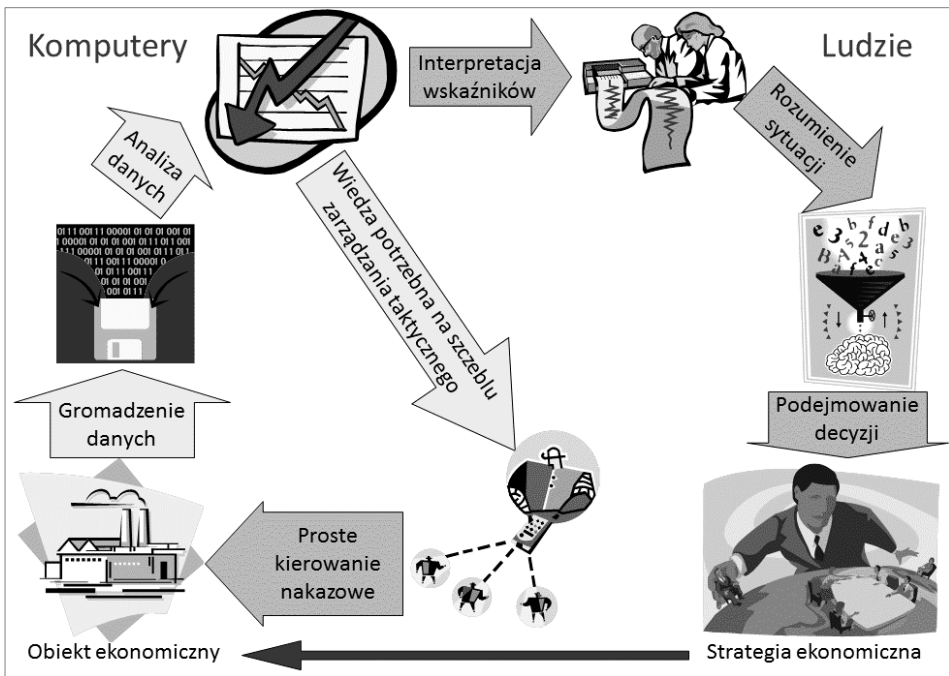


Rysunek 4. Sekwencja działań, przekształcających dostępne dane w potrzebną mądrość

Źródło: opracowanie własne.

Stąd przyjęło się sądzić (patrz rysunek 4), że systemy informatyczne służą głównie do tego, żeby przekształcać gromadzone **dane** (na ogół początkowo nieuporządkowane i nieustrukturyzowane) na **informacje** – użyteczne, czytelne i łatwo interpretowalne, a więc bardziej przydatne. Jednak do kolejnej konwersji tych informacji w **wiedzę** konieczny jest już umysł ludzki, zaś zamiana wiedzy na **mądrość** (konieczną do wyboru trafnej strategii). Wymaga to bowiem już nie tylko ludzkiego intelektu, ale wręcz ludzkiego geniuszu, który jak wiadomo nie zdarza się co dzień.

Oczywiście decydet może się w tym przypadku posłużyć gronem ekspertów, którzy na podstawie **informacji** wypracowanych na bazie zgromadzonych **danych** – przygotowują mu niezbędną **wiedzę** (rysunek 5).



Rysunek 5. Przygotowanie decyzji strategicznych na podstawie opinii ekspertów

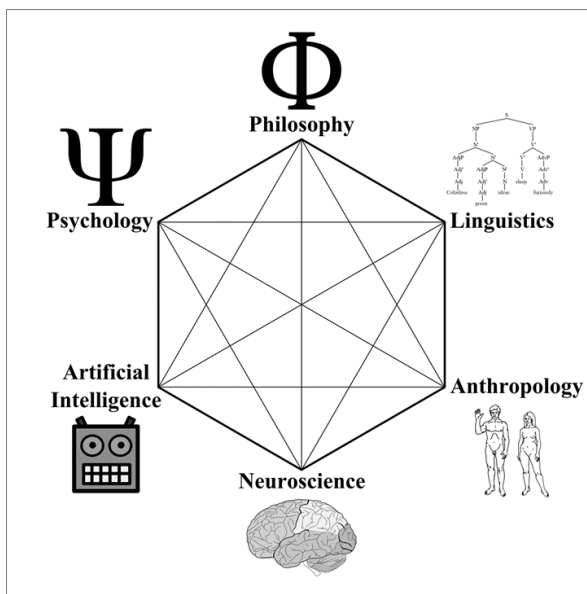
Źródło: opracowanie własne.

Nie jest to jednak rozwiązanie najkorzystniejsze. Po pierwsze – decydet wysokiego szczebla jest w tym przypadku krytycznie uzależniony od **kompetencji** oraz (co bywa trudniejsze) od **lojalności** ekspertów, którzy mu dostarczają wyników pozwalających na rozumienie sytuacji. Eksperti mogą (przynajmniej teoretycznie) przedstawiać interpretacje ekonomicznych wskaźników i informacji w taki sposób, by wynikające z tych ocen i opinii decyzje osoby realizującej strategiczne zarządzanie zmierzały w jakimś kierunku, wybranym w istocie

przez ekspertów, a nie przez decydenta (który jednak jako jedyny ponosi za te decyzje odpowiedzialność). Co więcej, eksperci – żeby mogli skutecznie realizować stawiane im zadania – muszą być dopuszczeni do wszystkich informacji, między innymi także tajnych lub poufnych. Daje to podmiotom zewnętrznym możliwość podjęcia starań dla wydobycia tych informacji od ekspertów różnymi sposobami, od przekupstwa do szantażu. Nie jest to sytuacja korzystna ani bezpieczna dla decydenta. O wiele lepiej byłoby, gdyby rolę doradcy wysokiego szczebla mógł przyjąć na siebie system informatyczny. Tylko, że takich systemów nie ma...

SYSTEMY KOGNITYWNE JAKO ROZWIĄZANIE PROBLEMU

Sytuacja jest trudna, ale nie beznadziejna. W badaniach prowadzonych przez autora i współpracowników [Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2008; Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2008a; Tadeusiewicz, L. Ogiela, M. Ogiela, 2006; Tadeusiewicz, L. Ogiela, M. Ogiela, 2008; Tadeusiewicz, M. Ogiela, 2003; Tadeusiewicz, M. Ogiela, L. Ogiela, 2007] próbujemy bowiem pokonać to ograniczenie. Staramy się dostarczyć narzędzi informatycznych adekwatnych do zadań także decydom najwyższego szczebla (z premierem rządu włącznie). Podstawą do budowy tej nowej generacji systemów wspomagających zarządzanie musi być jednak nie tradycyjna informatyka, ale **kognitywistyka** [Anderson, 2005] (rysunek 6).

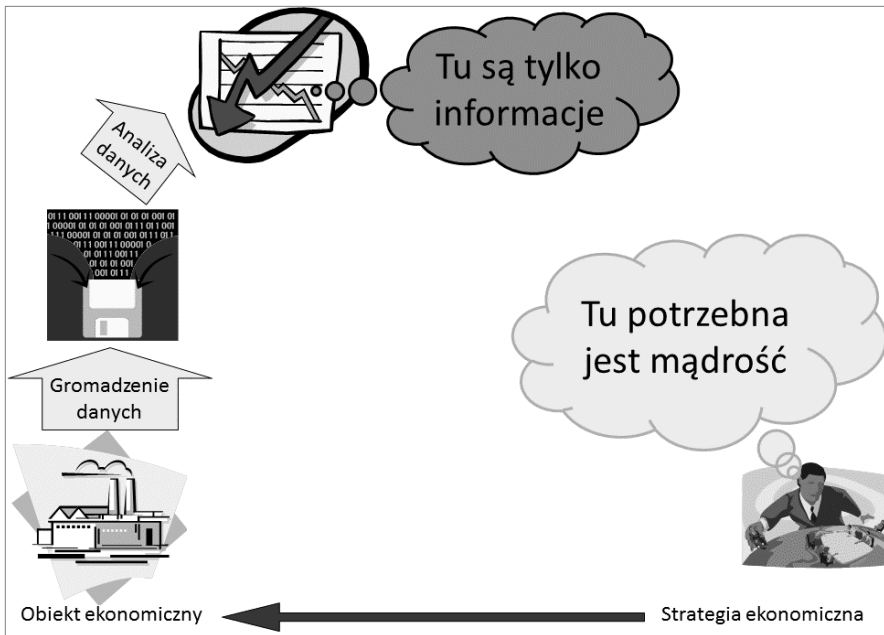


Rysunek 6. Różne szczegółowe dziedziny naukowe składające się na kognitywistykę

Źródło: opracowanie własne.

Procesy kogntywne, czyli procesy poznawcze zachodzące w mózgu człowieka, są tematem analiz teoretycznych i badań empirycznych od bardzo wielu lat. Jednak chociaż coraz częściej wydaje nam się, iż prawie wszystko, co dzieje się w mózgu człowieka, jesteśmy w stanie poznać i wyjaśnić, to zawsze po bliższym zbadaniu pojawia się coś, co sprawia, że ta nasza pewność zostaje zachwiana. Spośród wszelkich procesów zachodzących w mózgu człowieka niewątpliwie do najważniejszych należą procesy myślowe, poznawcze, interpretacyjne, a także procesy wnioskowania oraz procesy różnorodnej, złożonej i wnikliwej analizy informacji. W przypadku typowego funkcjonowania ludzkiego intelektu przedmiotem tych procesów są informacje dostarczane przez zmysły albo pobierane z pamięci. Natomiast ludzie obdarzeni wzmiankowanym wyżej geniuszem gospodarczym potrafią dokonywać podobnych głębokich semantycznych analiz dotyczących sytuacji makro- i mikroekonomicznej. To właśnie jest podstawą ich sukcesów i warunkiem trafności podejmowanych przez nich decyzji strategicznych.

Właśnie w oparciu o obserwację tego jak powstają i jak przebiegają ludzkie procesy poznawcze i decyzyjne – autor niniejszej pracy dokonał próby połączenia ludzkiej inteligentnej oceny i interpretacji informacji z automatyczną, komputerową analizą danych. Chodziło o wypełnienie luki informacyjnej, jaka uwidoczniona jest na rysunku 7.



Rysunek 7. Luka, jaka istnieje pomiędzy tym, co mogą dostarczyć współczesne systemy komputerowe a tym, czego potrzebuje decydent tworzący strategię ekonomiczną

Źródło: opracowanie własne.

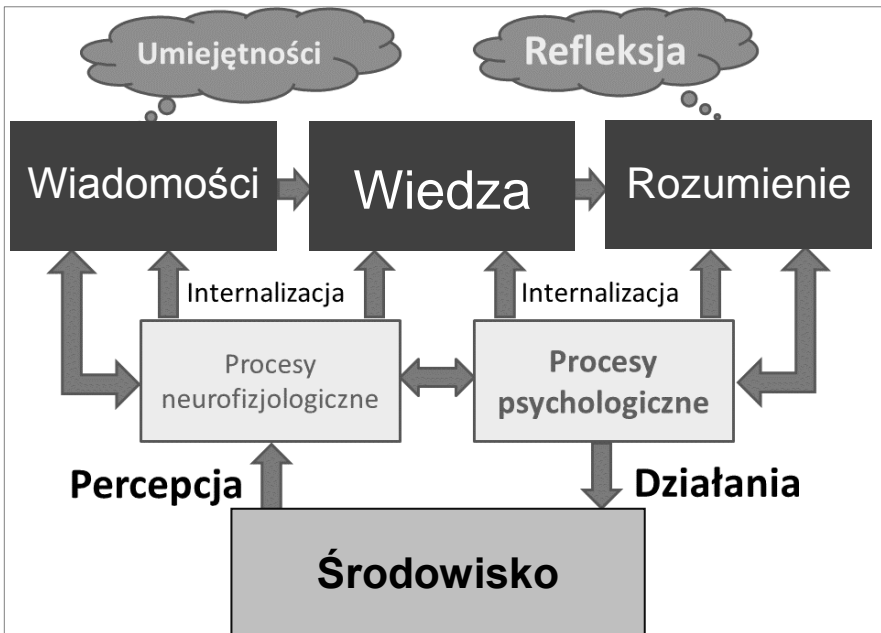
W wyniku dołączenia odpowiednich składników kognitywnych do tradycyjnych systemów komputerowego wspomaganie zarządzania – stworzona została nowa klasa systemów informatycznych, których działanie oparte jest na **znaczeniowej** interpretacji danych i na kognitywnym (poznawczym) procesie ich analizy. Istotą takiego podejścia jest to, iż system taki jest w stanie **zrozumieć** znaczenie analizowanych danych, dzięki czemu może trafniej dokonać ich klasyfikacji i interpretacji. Z badań autora wynika, że ten rodzaj pogłębionej semantycznej analizy danych jest możliwy, a uzyskiwany w nich efekt automatycznego rozumienia jest zbliżony do rozumienia naturalnego (przez odpowiednio utalentowanego człowieka). Badania, jakie były do tej pory prowadzone w obrębie tego tematu, dotyczyły głównie procesów diagnostycznych w medycynie, gdzie uzyskano bardzo ciekawe wyniki naukowe, publikowane w najlepszych światowych czasopismach naukowych i często cytowane przez badaczy z różnych krajów [L. Ogiela, Tadeusiewicz, M.R. Ogiela, 2007; L. Ogiela, Tadeusiewicz, M.R. Ogiela, 2008; M.R. Ogiela, Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2006]. Jednak w serii nowszych prac autor udowodnił, że zaproponowane semantyczne podejście może być zastosowane także do budowy systemów wspomagających zarządzanie [Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2008; Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2008a; Tadeusiewicz, L. Ogiela, M. Ogiela, 2006; Tadeusiewicz, L. Ogiela, M. Ogiela, 2008; Tadeusiewicz, M. Ogiela, 2003; Tadeusiewicz, M. Ogiela, L. Ogiela, 2007]. Wykazano, że efekt ten można uzyskać w komputerach dzięki wykorzystaniu w nich lingwistycznego opisu rzeczywistości gospodarczej i ukierunkowanej znaczeniowo interpretacji danych, opartej na wiedzy ekspertów.

Zaproponowane systemy semantycznej analizy danych ekonomicznych zostały także (podobnie jak wcześniej systemy wspomaganie diagnoz medycznych) zaprezentowane na kilku międzynarodowych konferencjach naukowych i zyskały bardzo pochlebne opinie. Systemy te nazwano UBMSS (*Understanding Based Managing Support Systems*) dla odróżnienia ich od innych klas systemów przetwarzania i analizy danych. Dążono przy tym do stworzenia skrótowego oznaczenia tych komputerowych narzędzi na wzór skrótów używanych dla oznaczania innych systemów komputerowego wspomaganie procesów zarządzania (takich, jak wzmiankowane wyżej DSS i OLAP). Stwierdzono, że zaproponowane przez autora systemy UBMSS bardzo często docierają do rzeczywistego znaczenia obserwowanych zjawisk i procesów gospodarczych. A ponieważ czynią to w sposób automatyczny, przeto odpowiedni rozwój i upowszechnienie tych systemów może nadać nowy wymiar trochę już zrutynizowanej informatyce ekonomicznej.

Lingwistyka komputerowa służy w tych systemach do zapewnienia właściwej reprezentacji semantycznej warstwy opisywanych danych (informacji), dzięki czemu automatyczne procedury, oparte na właściwych zasobach wiedzy eksperckiej zgromadzonej w systemie są w stanie dokonać właściwej (merytorycznej) klasyfikacji i kategoryzacji tych informacji oraz danych.

SYSTEMY KLASY UBMSS

Na czym więc polega fenomen kognitywnej analizy danych? Żeby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba uświadomić sobie, na czym polega fenomen ludzkiego procesu poznawczo-interpretacyjnego. Otóż procesy zachodzące w mózgu człowieka służące do realizacji różnych zadań, na przykład do analizy wybranego zjawiska albo do oceny znaczenia określonej informacji bazują zawsze na procesach poznawczych. To w oparciu o nie prowadzone są etapy opisu, analizy, interpretacji, wnioskowania oraz klasyfikacji. Trzeba przy tym pamiętać, że w procesach analizy danych istnieje niepisana doktryna dotycząca zgodności poznania, zachowania i doświadczenia ukazująca, iż w procesach poznawczych zauważalna jest bliska i doskonała zgodność pomiędzy tym, co wiemy a tym, jak się zachowujemy i czego doświadczamy (rysunek 8).

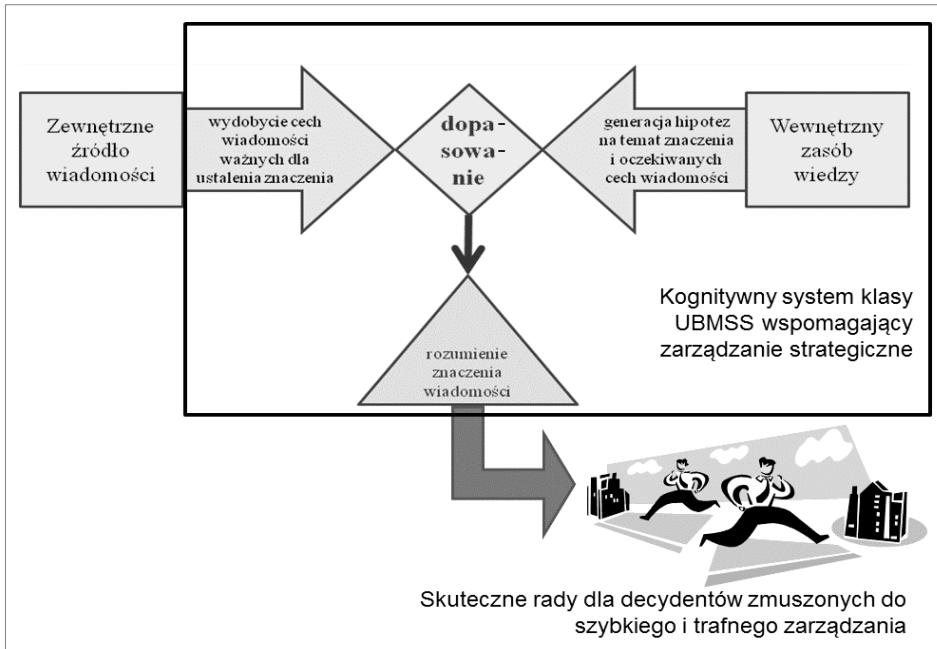


Rysunek 8. Schemat procesów poznawczych zachodzących w umyśle człowieka

Źródło: opracowanie własne.

W systemach kognitywnej analizy danych zasada ta jest niezwykle ważna dla prawidłowego funkcjonowania systemu. Bowiem w przypadku analizy danych obligatoryjnie musi występować zasada zgodności pomiędzy wiedzą (w systemie jest ona wpisana w postaci bazy wiedzy pozyskanej od ekspertów), zachowaniem (w systemie są to rady udzielane użytkownikowi w następstwie prowadzonej wnikliwej analizy aktualnej sytuacji ekonomiczno-społecznej, oce-

nianej automatycznie na podstawie zawartości semantyczno-znaczeniowej analizowanych danych) a doświadczeniem (w systemach kognitywnej analizy danych jest ono utożsamiane z procesami gromadzenia wiedzy na podstawie obserwacji wcześniej udzielanych rad oraz ich skutków). Należy dodać, że systemy UBMS są zawsze systemami uczącymi się, z okresami nasilonego uczenia występującymi w sytuacji, gdy analizowane zjawisko jest dla systemu nowe lub zupełnie nieznanne.



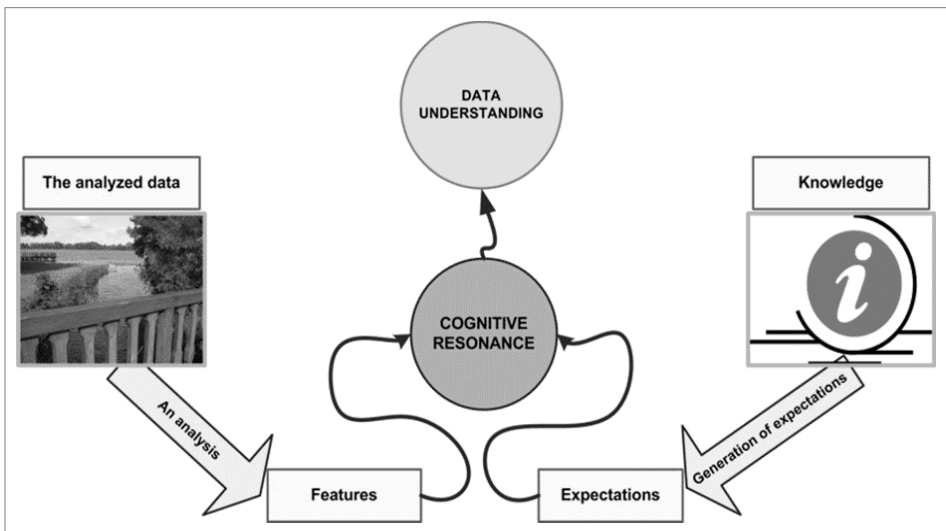
Rysunek 9. Zasadnicza idea kognitywnej analizy wiadomości ekonomicznych

Źródło: opracowanie własne.

Systemy kognitywnej analizy danych bazują zatem na swoistego rodzaju *komputerowej introspekcji*, rozumianej jako proces nabywania (pozyskiwania) wiedzy lub jej wydobywania (na drodze dedukcji albo indukcji) z pamięci systemu. Prezentowane podejście ukazuje, iż możliwe jest wywołanie automatycznego procesu semantycznej refleksji nad konsekwencjami rozważanych danych, polegającego na tym, że w oparciu o zarejestrowaną w systemie wiedzę ludzi (ekspertów) generowane są różne oczekiwania odnośnie do tego, co powinniśmy wykryć w trakcie prowadzonej przez system analizy danych wejściowych (rysunek 9).

Z każdym takim wygenerowanym automatycznie zbiorem oczekiwań związany jest jakiś element znaczeniowej interpretacji aktualnie analizowanych danych. Jeśli analiza danych potwierdzi, że dane te są zgodne z wygenerowanymi oczekiwaniami, wówczas hipoteza co do interpretacji znaczenia wejściowych

danych, na podstawie której wygenerowano oczekiwania co do właściwości wejściowych danych ulega uprawdopodobnieniu. Generowane hipotezy, które opierają się na zgromadzonej w systemie wiedzy mogą dotyczyć zarówno tego, czego w tych danych się spodziewamy lub tego, czego w nich nie powinniśmy wykryć. Hipoteza semantyczna, pozwalająca znaczeniowo interpretować (czyli rozumieć) analizowane dane, pokazuje więc zarówno to, w jakim stopniu można oczekiwać pewnych rozwiązań właściwości rozważanych danych, co do których nie mamy wątpliwości, że przy prawdziwości tej hipotezy wystąpią oraz wskazuje na ewentualne cechy, które nie powinny wystąpić. Weryfikacja tej hipotezy w procesie nazywanym rezonansem kognitywnym polega na sprawdzaniu tych generowanych oczekiwań w konfrontacji z rzeczywistymi cechami analizowanych danych. W ten sposób możliwe jest pozytywne potwierdzenie hipotez prawdziwych, jak i falsyfikacja hipotez nietrafnych na podstawie odstępstwa rzeczywistych danych od przyjętych i zapisanych w systemie wzorców (rysunek 10).



Rysunek 10. Istota automatycznego rozumienia przedstawiona w jednej z pierwszych prac

Źródło: opracowanie własne.

Systemy kognitywnej analizy danych wykorzystujące *doktrynę zgodności* w trakcie prowadzonej przez system analizy znajdują właściwą interpretację i rozpoznanie. Ponadto bazując na zawartości semantyczno-znaczeniowej analizowanych danych systemy tego typu dokonują właściwego ich rozumienia oraz wnioskowania. Systemy te nie powinny jednak natrafiać na sytuację, w której istnieje pewna informacja (pewien rodzaj danych) bez odpowiadającej mu wiedzy w bazie systemu, bowiem w takim przypadku system będzie zdezorientowany i popraw-

nej interpretacji nie dokona (podobnie jak nie potrafi dokonać poprawnej oceny i interpretacji człowiek postawiony w sytuacji całkiem nowej i nieznannej wcześniej). W przypadku pojawienia się takiej nowej sytuacji po raz pierwszy system UBMSS nie zdoła jej poprawnie zinterpretować. Jednak właśnie dlatego sytuacja taka i wszystkie związane z nią okoliczności zostaną w systemie zarejestrowane i odwzorowane, poszerzając i wzbogacając posiadaną bazę wiedzy. Gdy podobna sytuacja pojawi się w przyszłości, to system ponownie dokona analizy skojarzonych z nią danych, ale w oparciu o nowo powstałą bazę wiedzy będzie w stanie wyciągnąć z niej prawidłowe wnioski. W ten sposób wiedza systemu UBMSS będzie w trakcie eksploatacji ustawicznie wzbogacana w wyniku procesu ustawicznego uczenia się na podstawie każdego niesklasyfikowanego dotąd przypadku.

ROLA ANALIZY SEMANTYCZNEJ

Procesy kognitywnej analizy danych bazujące na procesach ich interpretacji, opisu, klasyfikacji oraz wnioskowania opierają się o wykorzystanie etapu analizy semantycznej, w trakcie którego dochodzi do zdefiniowania i właściwego określenia cech każdej jednostki danych, dla której istnieje wcześniej lub zostaje zbudowany w toku uczenia odpowiedni zapis w posiadanej przez system bazie wiedzy. Każda rozważana jednostka (a mogą to być różnego rodzaju dane, informacje) na etapie analizy semantycznej jest określana przez zestaw odpowiednich wymiarów semantycznych, z których każdemu przypisana jest pewna waga, określająca jak ważny jest odpowiedni wymiar i jak jest on istotny w procesie prowadzonej analizy. Każda informacja jest zatem charakteryzowana przez rozkład możliwych wartości na odpowiednim wymiarze odpowiadającym klasyfikacji wartości pozyskanych na podstawie wiedzy eksperckiej odnośnie do istotności i semantycznego znaczenia opisywanej cechy.

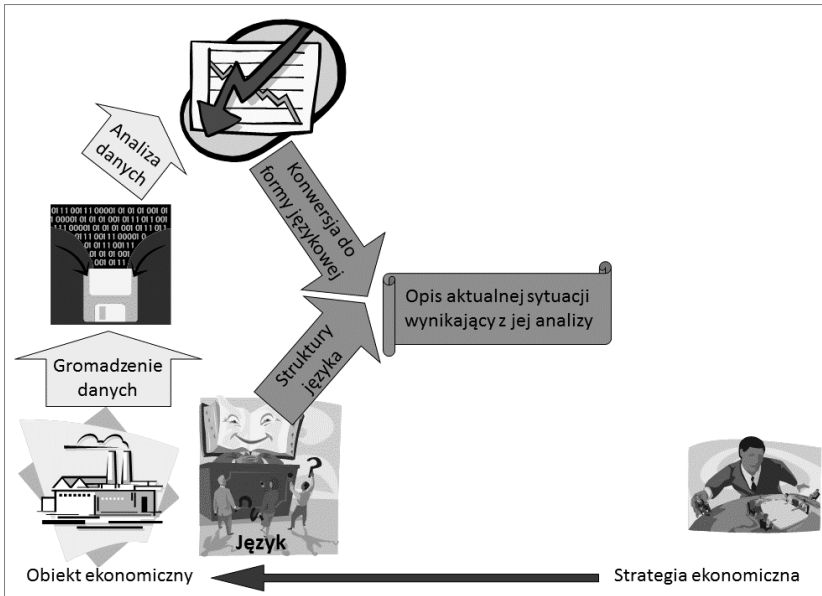
Analiza semantyczna prowadzona w systemach kognitywnej analizy danych odnosi się nie tylko do prostej analizy, ale także bardzo często występuje na etapie przetwarzania informacji, w trakcie którego dochodzi do procesu porównywania cech zawartych w zbiorze analizowanych danych z cechami zapisanymi w bazie wiedzy oraz w postaci zdefiniowanych wzorców odnoszących się do analizowanych danych w celu wczesnego wyselekcjonowania danych niosących (z semantycznego punktu widzenia) istotne informacje wśród ogromnej liczby danych, które są rejestrowane i gromadzone w każdym systemie informatycznym. Konieczność definiowania wzorców wynika z faktu, iż analizowane przez nas dane muszą zostać porównane z pewnym reprezentantem charakterystycznym dla danej grupy danych, który w sposób jednoznaczny będzie prezentował ich cechy, zalety i różnice w odniesieniu do innych, pokrewnych im rodzajów danych. Proces porównywania cech i odnajdywania swoistych podobieństw i pokryć przebiega następująco.

Początkowo definiowana jest lista cech egzemplarza i kategorii określanych dla analizowanych danych, która zawiera wszelkie cechy danej informacji odnoszące się do wymiarów charakterystycznych dla tejże informacji oraz cech porównywanych z wymiarów definicyjnych dla danej kategorii. Lista cech wymiarów charakterystycznych oraz lista cech wymiarów definicyjnych są z sobą porównywane i na tym etapie wskazywane są miary tzw. podobieństwa całkowitego oznaczającego pełną zgodność porównywanych cech. Ten etap pozwala określić pełną zgodność (lub niezgodność) pomiędzy wiedzą zgromadzoną w systemie w postaci eksperckich baz wiedzy, na podstawie której system generuje pewne oczekiwania odnośnie do prowadzonej analizy danych a cechami tychże danych wskazanymi na etapie ich pozyskiwania, definiowania, interpretacji oraz klasyfikowania. Na tym etapie można określić pary cech charakterystycznych dla analizowanych danych, które tworzone są na podstawie cech wymiarów charakterystycznych oraz wymiarów definicyjnych. Uzyskane w ten sposób cechy podobieństwa całkowitego porównywane są do kryterialnych poziomów całkowitego podobieństwa określających niski lub wysoki poziom zgodności porównywanych cech. Wysoki poziom oznacza powodzenie próby porównania cech, niski natomiast oznacza sytuację przeciwną. Etap porównania cech jest niezwykle istotny w procesie analizy semantycznej, bowiem określa, w jakim stopniu zawarte w systemie wzorcowe dane są zgodne z modelami cech wyłanianymi na podstawie prowadzonej analizy danych.

Procesy semantycznej, kognitywnej analizy danych są charakterystyczne dla wszystkich klas systemów kognitywnej analizy danych. W niniejszej pracy ograniczymy się tylko i wyłącznie do prezentacji i omówienia kognitywnych systemów ekonomicznych z uwagi na charakter omawianej i realizowanej tematyki. Jak już wcześniej wspomniano, takie ekonomiczne, kognitywne systemy informacyjne zostały nazwane systemami klasy UBMSS. W dalszej części opracowania pokażemy, jak systemy proponowanej klasy można wykorzystywać dla potrzeb podejmowania decyzji w zakresie sprawnego zarządzania informacją oraz wnikliwego rozumienia sytuacji ekonomicznej.

ALGORYTMY WNIOSKOWANIA LINGWISTYCZNEGO ZMIERZAJĄCE DO ZNACZENIOWEJ ANALIZY DANYCH PRZYDATNYCH W PROCESIE ZARZĄDZANIA

Algorytmy semantycznego wnioskowania, które prowadzą do wnikliwej analizy kognitywnej różnych rodzajów danych, były przez autora tej pracy początkowo stosowane do interpretacji danych typu obrazowego. Wzorem rozwiązań opisanych we wskazanych wcześniejszych pracach, także w systemach kognitywnej analizy danych klasy UBMSS w znacznej mierze wykorzystujemy algorytmy analizy składniowej wynikające z lingwistycznej reprezentacji rozwiązanych informacji (rysunek 11).



Rysunek 11. Rola opisu językowego w tworzeniu zrębów systemu UBMSS

Źródło: opracowanie własne.

Dla rozwiązania zadań związanych z semantyczną analizą danych w pracach autora tego referatu proponowane jest podejście oparte na lingwistyce matematycznej. Dla osób po raz pierwszy stykających się z tą tematyką bywa to zaskakujące. Pozornie trudno jest wskazać, co wspólnego ma analiza semantycznego znaczenia danych przydatnych w zarządzaniu z matematyczną (formalną) definicją jakichś sztucznych języków?

Pełne uzasadnienie jest zawarte w pracach [Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2008; Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2008a; Tadeusiewicz, M. Ogiela, L. Ogiela, 2007] cytowanych na końcu artykułu, natomiast tu podana będzie kwintesencja tej argumentacji, która jest używana do wykazania **nieodzowności** użycia właśnie lingwistyki matematycznej jako narzędzia do kognitywnej analizy danych ekonomicznych przydatnych przy podejmowaniu decyzji – zwłaszcza o charakterze strategicznym. Zaczniemy od wskazania, dlaczego do tego celu nie można użyć wyłącznie szerzej znanych, ale w sumie prymitywniejszych technik informatycznych, w szczególności takich, jak analizy statystyczne, modele ekonometryczne i metody automatycznej klasyfikacji. Nie zamierzamy przy tym wzmiankowanych metod w żaden sposób dyskredytować. W szczególności **przydatność** w procesie podejmowania decyzji szeroko używanych **analiz statystycznych** nie ulega wątpliwości. Jednak dziesiątki przykładów znanych z praktyki oraz opisywanych w literaturze potwierdzają przekonanie, że statystyka może wiele ujawnić, ale też potrafi **ukryć** istotę prezentowanych zjawisk i pro-

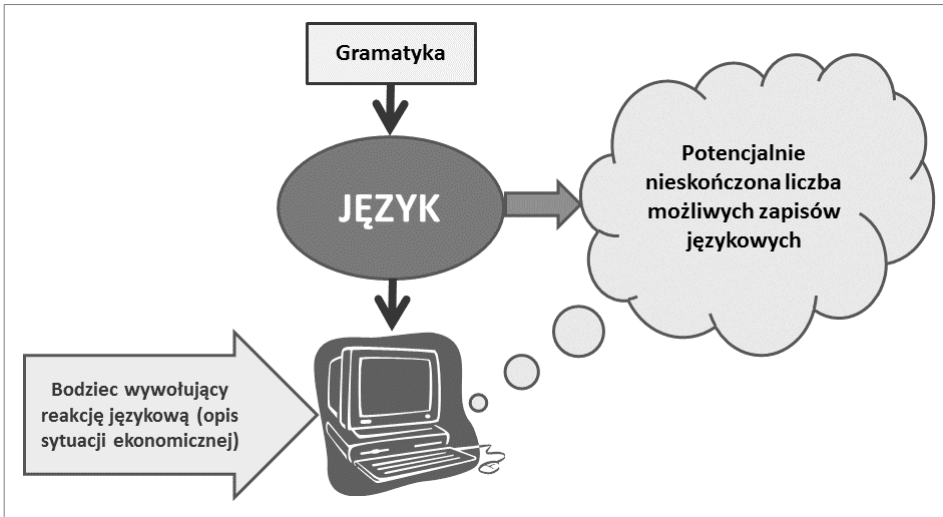
cesów. Mało tego, znane są przykłady skutecznego dowodzenia metodami statystycznymi dokładnie przeciwstawnych tez na podstawie tych samych danych będących podstawą statystycznej analizy! Przyczyna takiej dwuznacznej oceny przydatności metod statystycznych wynika z następującej okoliczności: za pomocą statystyki można uzyskać precyzyjne **odpowiedzi**, ale przydatność tych odpowiedzi zależy od tego, czy potrafiliśmy postawić właściwe pytania. W dodatku nie na każde. Odwołując się do trywialnego przykładu: W oparciu o bazy danych możemy statystycznie odpowiedzieć na pytanie, ile towaru X lub Y udało się wyprodukować, sprzedać, wyeksportować, jaki był procent braków lub reklamacji itp. Statystyka pomoże stwierdzić, w jakim regionie sprzedaż rośnie, a gdzie maleje, pozwala skorelować tę sprzedaż z porą roku albo dniem tygodnia. Na każde takie pytanie otrzymamy natychmiast dokładną statystyczną odpowiedź. Ale jeśli zadamy pytanie, co zrobić, żeby polepszyć rentowność firmy – to przy użyciu samej statystyki i najbardziej nawet wyrafinowanej analizy danych z przeszłości odpowiedzi nie uzyskamy. **Sterowanie strategiczne w oparciu o dane z systemów ewidencyjno-rozliczeniowych i statystycznych przypomina próbę kierowania samochodem w sytuacji, gdy patrzymy jedynie w lusterko wsteczne na wcześniej przebytą drogę!**

Więcej danych prognostycznych i diagnostycznych można uzyskać, gdy odwołamy się do modeli ekonometrycznych, ale modele te zawsze zawierają w sobie założenia co do formy poszukiwanych zależności (na przykład, że są to zależności liniowe albo oparte na funkcji logistycznej) – co ogranicza ich przydatność.

Istotnie nowe światło na interpretację danych mikro- i makroekonomicznych rzucają techniki automatycznej klasyfikacji, grupowania, klasteryzacji, taksonomii, analizy dyskryminacyjnej itd. Jednak one mają także ograniczenia związane głównie z tym, że przykładowo rozpoznawanie możliwe jest tylko na zasadzie wyboru jednej z *a priori* zadanych możliwości (nazwy rozpoznawanych klas muszą być zdefiniowane przed rozpoznawaniem), natomiast z kolei automatyczne grupowanie (klastering) nie daje żadnej informacji o znaczeniu przynależności do takiej lub innej klasy.

Przytoczony wyżej wywód pozwala stwierdzić, że przy poważnie traktowanej analizie kognitywnej danych ekonomicznych potrzebne nam będzie narzędzie, które będzie zdolne do tego, żeby wygenerować **dowolny** opis, będący efektem automatycznego rozumienia badanej sytuacji gospodarczej. Jest to zadanie istotnie trudniejsze, niż klasyfikacja czy klasteryzacja, ponieważ takich „dowolnych” opisów potencjalnie jest nieskończenie wiele! Tymczasem zamierzamy operować komputerem, czyli narzędziem, które z samej swojej natury może operować tylko skończonymi zbiorami elementów.

Rozwiązaniem jest właśnie podejście lingwistyczne, czyli stworzenie odpowiedniego języka. Język jest bowiem narzędziem, które składa się ze skończonej liczby elementów (skończony słownik, ograniczona liczba reguł gramatycznych), a jednak pozwala wyrazić nieskończenie wiele różnych znaczeń (rysunek 12).



Rysunek 12. Język jako generator nieskończonej liczby potencjalnie możliwych znaczeń

Źródło: opracowanie własne.

Dotyczy to także języków sztucznych, takich jak języki programowania. Na przykład język C zawiera niewielką liczbę słów kluczowych i reguł składni – a można w nim napisać nieskończenie wiele programów.

W badaniach prowadzonych od ponad 10 lat przez autora tej pracy próbowano budować różne języki, które pozwalały wyrażać semantyczne aspekty badanych opisywanych fragmentów rzeczywistości. Udało się to zrobić dla stosunkowo wielu typów obrazów medycznych, których znaczenie było analizowane pod kątem skutecznego wspomaganie procesu diagnostycznego, prowadzonego przez lekarza. Teraz prowadzone są badania, których celem jest zastosowanie wzmiankowanego podejścia do analizy danych gospodarczych i wspomaganie zarządzania.

PROBLEM DOBORU PARSERA

Po odwzorowaniu badanych danych ekonomicznych do postaci formuł specjalnie zbudowanego języka poddajemy je analizie z wykorzystaniem procedur semantycznych parsingu stosowanych w trakcie analizy syntaktycznej bazującej na zastosowaniu np. gramatyk bezkontekstowych.

Algorytm parsera opracowany przez profesora M. R. Ogielę i stosowany potem we wszystkich naszych pracach [L. Ogiela, Tadeusiewicz, M.R. Ogiela, 2007a; L. Ogiela, Tadeusiewicz, M.R. Ogiela, 2007; L. Ogiela, Tadeusiewicz, M.R. Ogiela, 2008; M.R. Ogiela, Tadeusiewicz, L. Ogiela, 2006] oparty jest o zasa-

dy działania automatów ze stosem. W tej metodyce parser najpierw dokonuje wczytania kolejnych symboli opisu strukturalnego (tzw. tokenów) z wejścia. Owe symbole umieszczane są na szczycie stosu parsera, gdzie przypisywane są odpowiadające im wartości zmiennych semantycznych odgrywających istotną rolę w całej analizie semantycznej (znaczeniowej) prowadzonego wnioskowania. Proces ten jest określany jako akcja przesunięcia kolejnego tokena na szczyt stosu (operacja *shift*). W sytuacji, kiedy na szczycie stosu tworzy się tzw. uchwyt (tj. prawa strona jednej z produkcji) z grupy kilku ostatnio wczytanych symboli terminalnych, dochodzi do wykonania redukcji (operacja *reduce*), w wyniku której zgrupowane są wszystkie elementy i następuje jednoczesne zastąpienie ich na szczycie stosu pojedynczym symbolem nieterminalnym pochodzącym z lewej strony owej produkcji.

Opisana wyżej (w skrócie) zasada parsingu jest stosowana dla różnych celów, na przykład przy kompilacji języków programowania. Nowym i niezwykle istotnym elementem, niezbędnym z punktu widzenia semantycznego wnioskowania i analizy kognitywnej w systemach UBMSS, jest występowanie przy parsingu akcji semantycznej zdefiniowanej dla danej produkcji podczas wykonywania operacji redukcji. Działanie parsera zmierza w takim przypadku do redukcji całego ciągu wejściowego poszczególnych symboli implementacji programowej analizatora składniowego do pojedynczego symbolu nieterminalnego – symbolu startowego gramatyki – w wyniku dokonania operacji *shift* i *reduce*. Parsery oparte o wyżej wspomniany sposób działania noszą nazwę parserów redukcyjnych – *bottom-upparser*. Parsery tego typu są reprezentowane np. przez klasy parserów dla gramatyk typu LR(1) lub ich podklasy gramatyk typu LALR(1).

ASPEKTY SEMANTYCZNE

W związku z tym, że przy budowie systemów UBMSS konotacja semantyczna bywa ważniejsza niż zgodność syntaktyczna symboli, na których wykonuje się operacje, nowym elementem, wprowadzonym przez autora tej pracy, jest czynność „podglądania” przyszłych elementów analizy. W rezultacie tej innowacji zdarza się często, że omawiane analizatory nie wykonują operacji redukcji w sytuacji, gdy na szczycie stosu znajduje się prawa strona jednej z produkcji, gdyż pojawia się konieczność uwzględnienia („podglądnięcia”) do dalszej analizy kolejnych symboli pojawiających się na wejściu analizatora. W sytuacji takiej dochodzi do procesu analizy kolejnego symbolu na wejściu, po wykonaniu której realizowane są dalsze operacje. Postępowanie takie jest niezbędne w celu przeprowadzenia prawidłowej analizy syntaktycznej i semantycznego wnioskowania np. dla pewnych sekwencji językowych występujących w językach opisu systemów i procesów ekonomicznych. Zabieg taki znany był wcześniej w kontekście kompilacji niektórych języków programowania,

ale w systemach UBMSS nabrał nowego znaczenia. W sytuacji, gdy na wejściu pojawia się kolejny symbol implementacji programowej analizatora składowego, parser nie wykonuje przesunięcia owego symbolu na szczyt stosu, lecz zostawia go w celu tzw. podpatrzenia, w wyniku czego parser swobodnie może wykonać niezbędną liczbę redukcji na szczycie stosu konieczną do wykonania akcji *shift* na wspomnianym elemencie.

Zjawisko takie nie stanowi reguły w działaniu parsera, lecz tylko stanowi przewidzianą w nim akcję dodatkową, wykonywaną w zależności od rodzaju podglądanego tokenu i prowadzącą do opóźnienia w zastosowaniu kilku reguł. Sytuacja taka będzie mieć miejsce w przypadku pojawienia się konfliktu występujących akcji *shift/reduce*, w wyniku którego parser (zależnie od sytuacji) wykonuje redukcję wyrażenia będącego na szczycie stosu lub też przesunięcie kolejnego tokenu z wejścia na szczyt. Rozwiązanie takiego konfliktu jest wykonywane rutynowo na korzyść operacji *shift*, jeśli twórca gramatyki nie zastosował odpowiednich operatorów precedencji.

PROBLEMY WYSTĘPUJĄCE PRZY BUDOWIE GRAMATYK DLA SYSTEMÓW UBMSS

Wielu problemów specyficznych dla gramatyk stosowanych w systemach UBMSS dotyczy konfliktu typu *reduce/reduce* mający miejsce w sytuacjach, gdy nie ma przeszkód do zastosowania dwóch lub większej liczby produkcji gramatyki w celu dokonania redukcji wyrażenia, które właśnie znajduje się na szczycie stosu i zachodzi potrzeba wyboru tej właściwej operacji na podstawie analizy uwarunkowań semantycznych, a nie syntaktycznych.

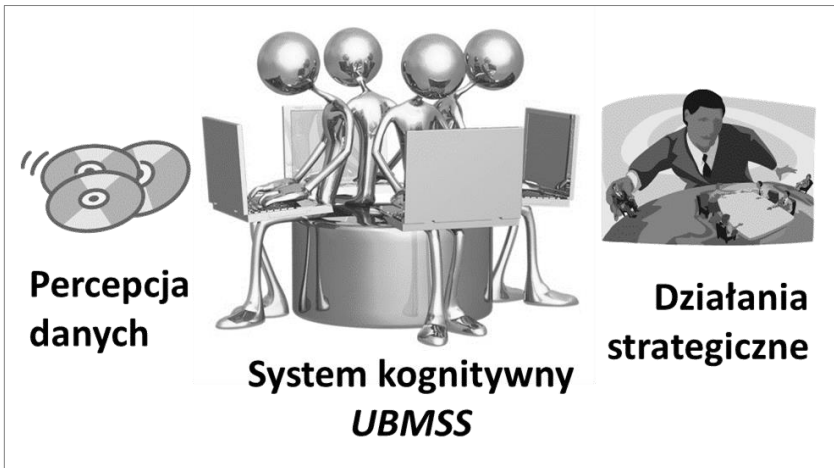
Algorytmy semantycznego wnioskowania i analizy kognitywnej w znacznej mierze zawdzięczają swe poprawne funkcjonowanie opisanemu wyżej (oczywiście w uproszczeniu i ze skrótami) działaniu algorytmu parsera. Z uwagi na to istotne wydaje się zapewnienie jak najmniejszej liczby występujących konfliktów (niezależnie od ich rodzaju) oraz wskazanie prawidłowej klasy analizatorów wykorzystanych w trakcie prowadzenia całego procesu analizy kognitywnej. Ma to związek z wyborem formy języka przeznaczonego do opisu właściwości rozpatrywanych danych ekonomicznych, ważnych z punktu widzenia oceny ich znaczenia.

SYSTEMY UBMSS ELEMENTEM KOGNITYWNEJ INTERPRETACJI DANYCH ORAZ SPRAWNEGO ZARZĄDZANIA

Jak już wspomniano wyżej, systemy klasy UBMSS powstały na bazie inteligentnych systemów zarządzania w przedsiębiorstwach oraz ekonomicznych systemów informacyjno-decyzyjnych. Tego rodzaju systemy mają na celu

usprawnienie pracy wybranych działów przedsiębiorstwa lub też całej firmy. Istotą prawidłowego funkcjonowania systemów UBMSS jest prowadzona przez owe systemy semantyczna analiza danych, które w przedsiębiorstwach analizowane są na wszystkich szczeblach zarządzania i odnoszą się do każdej podejmowanej decyzji. Szczególnie ważne i szczególnie korzystne może się okazać używanie tych systemów przy podejmowaniu decyzji o charakterze strategicznym, specyficznych dla najwyższych szczebli hierarchii decydentów.

Systemy UBMSS mają wskazywać osobom odpowiedzialnym za podejmowanie takich właśnie właściwych (często ostatecznych) decyzji możliwe optymalne rozwiązania prezentowane na podstawie semantycznej analizy danych, czyli uwzględniających znaczenie (często ukryte) rejestrowanych faktów, tendencji i trendów ekonomicznych. Koncepcję funkcjonowania systemów UBMSS, opartą na zasygnalizowanych pryncypiach, przedstawiono na rysunku 13.



Rysunek 13. System UBMSS jako ekwiwalent grupy ekspertów

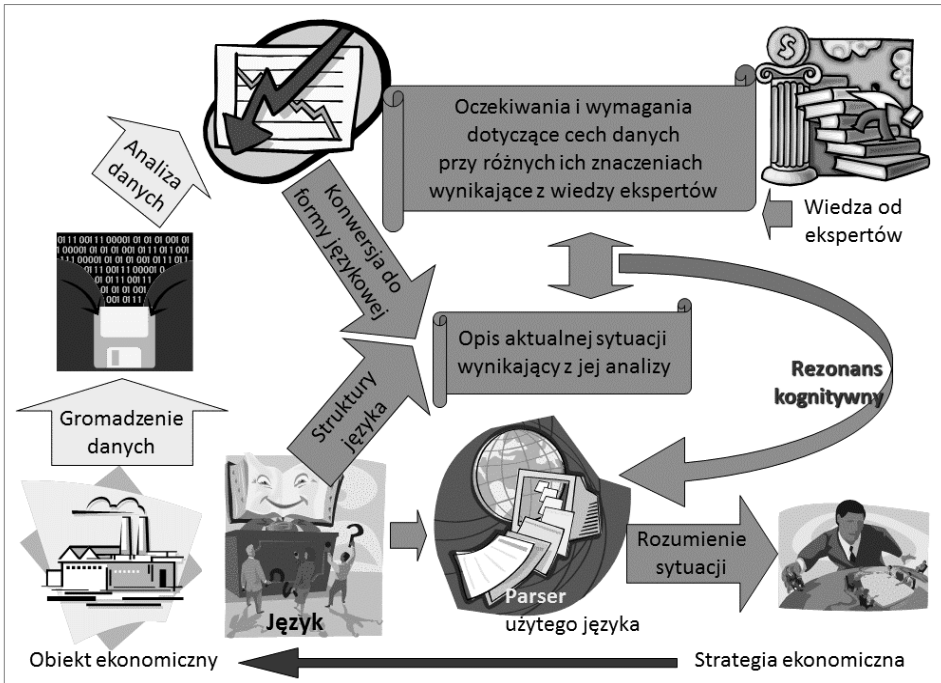
Źródło: opracowanie własne.

Istotą prezentowanego tu podejścia do zadań odwołujących się znaczeniowej analizie danych typu ekonomicznego jest taka interpretacja faktów sygnalizowanych przez dane, ale wymagających poprawnej merytorycznej (a nie tylko formalnej) interpretacji, aby możliwe było podjęcie optymalnej dla danego przedsiębiorstwa strategii. Taki wybór strategii zawsze opiera się o właściwe zrozumienie analizowanych danych, ich interpretację a także wnioskowanie i prognozowanie w oparciu o posiadane (analizowane) dane, jednak w systemach aktualnie stosowanych w praktyce komputery ograniczają się do zbierania, przetwarzania i prezentacji danych, natomiast rzeczą ludzi (osób zarządzających) jest interpretacja i wyciąganie wniosków.

Systemy klasy UBMSS mają szansę korzystnie zmienić ten stresogenny (dla decydentów) podział zadań. Systemy te bowiem na podstawie zgromadzonych danych wyłaniają do procesu analizy tylko te z nich, które w istotny sposób mogą mieć wpływ na obecną lub przyszłą sytuację przedsiębiorstwa oraz przedstawiają je wraz z pewną sugestią interpretacji ich znaczenia. Trzeba pamiętać, iż posiadane w przedsiębiorstwach informacje nie zawsze są przydatne w kontekście decyzji, którą należy podjąć, a tego faktu nie da się ustalić w procesie prostej analizy danych. Większość z tych danych stanowi bowiem swoistego rodzaju szum informacyjny, na podstawie którego niemożliwe jest przeprowadzenie właściwego procesu wnioskowania, a tam samym procesem decyzyjnym. Należy więc z ogromnych baz wiedzy najpierw wyłonić te informacje, które mogą być istotne w procesie zmierzającym do wskazania i podjęcia optymalnych decyzji strategiczno-biznesowych dla danego przedsiębiorstwa. W tym zadaniu semantyczna analiza danych oferowana przez systemy klasy UBMSS jest wręcz nieodzowna, bo żadna analiza formalna, pozwalająca dane ekonomiczne dowolnie przekształcać, nie pokaże tego, że są to po prostu nie te dane, na których w aktualnej sytuacji należałoby się oprzeć.

Po etapie wstępnej selekcji danych następuje etap, w trakcie którego analizowane dane zostają poddane konwersji językowej prowadzącej do zapisu lingwistycznego w oparciu o odpowiednio dobrany język formalny. Na tym etapie niezwykle istotne jest to, by prawidłowo wybrane były te struktury językowe, na podstawie których wskazany dla wybranego języka parser umożliwi prawidłowe przekształcenie danych do zapisu lingwistycznego. Systemy UBMSS muszą więc być wyposażane w takie sposoby reprezentacji lingwistycznej ocenianej rzeczywistości ekonomicznej, które umożliwią analizę danych w oparciu o zgromadzoną w systemie wiedzę.

Kognitywna baza koncepcyjna systemów UBMSS sprawia, że osiowym elementem systemu staje się **wiedza**, która wprowadzona jest w tych systemach w postaci zarówno odpowiednich reguł językowych (dyskutowanych wyżej), jak i baz wiedzy interpretacyjnej, formułowanych na podstawie informacji i wiedzy pozyskiwanej od grup ekspertów. Jak już wspomniano wyżej, właśnie na podstawie zgromadzonej w systemie wiedzy eksperckiej dochodzi do generowania przez system pewnych oczekiwań odnośnie do analizowanych danych, które zostają porównane z wyłoniionymi, semantycznymi cechami aktualnie analizowanych danych. Etap ten wywołuje zjawisko rezonansu kognitywnego, w wyniku którego pewne porównania okazują się istotne, a pozostałe nieistotne. Porównania istotne są podstawą do prowadzenia dalszej analizy, w wyniku której na podstawie odpowiednio zdefiniowanego języka opisu analizowanych danych, parsera oraz zdefiniowanych wymiarów (cech) semantycznych dochodzi do zjawiska rozumienia analizowanych danych. W wyniku działania systemów UBMSS możliwe jest podjęcie właściwej decyzji strategicznej oraz wnioskowania na przyszłość na podstawie obecnej sytuacji.



Rysunek 14. Ogólna struktura systemu UBMSS

Źródło: opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

Prezentowane systemy kognitywnej analizy danych tworzone na potrzeby analizy danych strategicznych dla przedsiębiorstw mogą dokonywać wnikliwej analizy, interpretacji i wnioskowania różnorodnych danych ekonomicznych, a w szczególności wskaźników finansowych i ekonomicznych. Systemy UBMSS prowadzące wnikliwą analizę informacji prezentowanej w postaci różnego rodzaju wskaźników mają za zadanie dokonać ich właściwej klasyfikacji w oparciu o zawartość semantyczną i znaczeniową interpretację tychże danych. Znaczeniowa interpretacja pozwala na określenie złożoności badanego zjawiska, a ponadto daje możliwość podjęcia właściwej decyzji strategiczno-biznesowej. Pozwala także dokonać wnioskowania na podstawie obecnej sytuacji (np. obecnie osiąganego wartości analizowanego wskaźnika ekonomicznego w zależności od sytuacji wewnętrznej przedsiębiorstwa i jego otoczenia) i tworzy możliwości prognostyczne. Wartości analizowanych wskaźników stanowią bowiem podstawę do zadań decyzyjno-prognostycznych w odniesieniu do obecnej sytuacji firmy.

Systemy kognitywnej analizy danych służą zatem ich wnikliwej analizie, interpretacji i wnioskowaniu, więc właśnie dlatego są systemami niezwykle przy-

szłościowymi, bowiem pozwalają mieć nadzieję, iż w oparciu o wydobytą przez systemy komputerowe zawartość semantyczną ze zbiorów analizowanych danych możliwe będzie przeprowadzenie procesów analizy i interpretacji uwzględniających szerokie spektrum różnorodnych (semantycznie zgodnych) informacji.

LITERATURA

- Albus J.S., Meystel A.M., 2001, *Engineering of Mind – An Introduction to the Science of Intelligent Systems*, A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons Inc.
- Anderson J.R., 2005, *ICCI 05 Proc. 7th International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'08)*, IEEE CS 17 Press, Stanford University, CA., Aug. 2005.
- Branquinho J. (eds.), 2001, *The Foundations of Cognitive Science*, Clarendon Press, Oxford.
- Cohen H., Lefebvre C. (eds.), 2005, *Handbook of Categorization in Cognitive Science*, Elsevier, The Netherlands.
- Kinsner W., Zhang D., Wang Y., Tsai J. (eds.), 2005, *Proc. 4th IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'05)* IEEE CS Press, Irvine, California, USA, August.
- Kłopotek M.A., Wierchoń S.T., Trojanowski K. (eds.), 2004, *Intelligent Information Processing and Web Mining*, Proceedings of the International IIS: IIP WM'04 Conference Held in Zakopane, Springer, Poland, May 17–20.
- Kurzyński M., Puchała E., Woźniak M., Żołnierek A. (Eds.), 2007, *Computer Recognition System 2 Advances and Soft Computing*, Springer Verlag-Heidelberg.
- Laudon K.C., Laudon J.P., 2002, *Management Information Systems – Managing the Digital Firm*, Seventh Edition, Prentice-Hall International, Inc.
- Meystel A.M., Albus J.S., 2002, *Intelligent Systems – Architecture, Design, and Control*, A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Ogiela L., Tadeusiewicz R., Ogiela M.R., 2007a, *Cognitive Informatics In Automatic Pattern Understanding*, in: Du Hang, Yingxu Wang, Witold Kinsner (eds.), Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI 2007, Lake Tahoe, CA, USA, August 6–8.
- Ogiela L., Tadeusiewicz R., Ogiela M.R., 2007, *Cognitive Linguistic Categorization for Medical Multi-dimensional Pattern Understanding*, ACCV'07 Workshop on Multi-dimensional and Multi-view Image Processing, Tokyo, Japan, 18–22 November 2007.
- Ogiela L., Tadeusiewicz R., Ogiela M.R., 2008, *Cognitive techniques in medical information systems*, "Computers In Biology and Medicine" No. 38 (2008), Elsevier.
- Ogiela M.R., Tadeusiewicz R., Ogiela L., 2006, *Image languages in intelligent radiological palm diagnostics*, "Pattern Recognition" No. 39 (2006), Elsevier Ltd.
- Reisberg D., 2001, *Cognition, second edition, Exploring the science of the mind*, W.W. Norton & Company, Inc.

- Rutkowski L., 2004, *New Soft Computing Techniques for System Modelling, Pattern Classification and Image Processing*, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Springer Verlag-Heidelberg.
- Rutkowski L., 2008, *Computational Intelligence, Methods and Techniques*, Springer Verlag-Heidelberg.
- Tadeusiewicz R., Ogiela L., 2008, *Selected Cognitive Categorization Systems* [in:] Rutkowski L., Tadeusiewicz R., Zadeh L.A., Zurada J.M. (eds.), *Artificial Intelligence and Soft Computing – ICAISC 2008*, LNAI 5097.
- Tadeusiewicz R., Ogiela L., 2008a, *Modern Methods for the Cognitive Analysis of Economic Data and Text Documents and Their Application in Enterprise Management*, IEEE Proceedings 7th International Conference Computer Information Systems and Industrial Management Applications, Ostrava, The Czech Republic, June 26–28, CISIM 2008.
- Tadeusiewicz R., Ogiela L., Ogiela M., 2006, *Cognitive Analysis Techniques in Business Planning and Decision Support Systems* [in:] L. Rutkowski et al. (eds.), ICAISC 2006, LNAI 4029, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tadeusiewicz R., Ogiela L., Ogiela M.R., 2008, *The automatic understanding approach to systems analysis and design*, Elsevier, “International Journal of Information Management” No. 28 (2008).
- Tadeusiewicz R., Ogiela M.R., 2003, *Artificial intelligence techniques in retrieval of visual data semantic information* [in:] Menasalvas E., Segovia J., Szczepaniak P.S., *Advances in Web Intelligence*, First International Atlantic Web Intelligence Conference AWIC 2003, Madrid, Spain, May 5–6, 2003, Lecture Notes in Computer Science, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 2663.
- Tadeusiewicz R., Ogiela M., Ogiela L., 2007, *A New Approach to the Computer Support of Strategic Decision Making in Enterprises by Means of a New Class of Understanding Based Management Support Systems*, CISIM 2007, IEEE Proceedings 6th International Conference CISIM’07 – Computer Information Systems and Industrial Management Applications, Elk, Poland, 28-30 June 2007.
- Wang Y., 2003, *On Cognitive Informatics, Brain and Mind*, “A Transdisciplinary Journal of Neuroscience and Neurophilosophy”, No. 4(2).
- Wang Y., 2007, *The Theoretical Framework of Cognitive Informatics*, “International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence”, IGI Publishing, USA, No. 1(1), Jan.
- Wang Y., 2007a, *The Cognitive Processes of Formal Inferences*, “International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence”, IGI Publishing, USA, No. 1(4), Dec.
- Wang Y., 2008, *Deductive Semantics of RTPA*, “International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence”, IGI Publishing, USA, No. 2(2), April.
- Wang Y., Kinsner W., 2006, *Recent Advances in Cognitive Informatics*, “IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (Part C)”, No. 36(2), March.
- Wang Y., Zhang D., Latombe J.C., Kinsner W. (eds.), 2008, *Proc. 7th IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI’08)*, IEEE CS Press, Stanford University, CA, USA, July.

- Wilson R.A., Keil F.C., 2001, *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, MIT Press.
- Zadeh L.A., 2008, *Toward human level machine intelligence – Is it achievable?* Proc. 7th International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'08), IEEE CS Press, Stanford University, CA., August.
- Zhong N., Raś Z.W., Tsumoto S., Suzuki E. (eds.), 2003, *Foundations of Intelligent Systems*, 14th International Symposium, ISMIS 2003, Maebashi City, Japan.

Streszczenie

Zadania, jakie współczesne życie gospodarcze stawia przed kierownictwem firm i przedsiębiorstw są coraz trudniejsze. Na szczeblu zarządzania operacyjnego i taktycznego zadania te są obecnie ułatwiane przez technikę komputerową. Cyfrowe gromadzenie danych i ich przetwarzanie zdecydowanie ułatwia pracę kierowników poszczególnych zespołów pracowników albo całych działów. Dostępne są hurtownie danych oraz oprogramowanie typu DSS i OLAP, służące do bieżącego wspomaganie procesów podejmowania decyzji. Dziś nikt sobie nie wyobraża, że mogłoby ich nie być!

Jednak te wygodne i przydatne narzędzia informatyczne przestają wystarczać na wyższych szczeblach zarządzania. Dyrektorom i prezesom realizującym określoną politykę ekonomiczną poprzez zarządzanie firmą na poziomie strategicznym potrzebne są narzędzia dostarczające wiedzy, a nie danych czy informacji. Na tym etapie samo gromadzenie faktów ekonomicznych i ich analiza nie wystarczają. Niewystarczające są też oferowane przez współczesne komputery typowe narzędzia analityczne, pozwalające śledzić związki między danymi i obserwować trendy.

W artykule jest mowa o nowych generacjach systemów informatyki gospodarczej, w których komputer może nie tylko badać i analizować formę informacji (na przykład konkretne wartości wskaźników, ich wzajemne relacje i zmiany), ale potrafi także zrozumieć znaczenie tych informacji. Podstawą do budowy tej nowej generacji systemów wspomagających zarządzanie musi być jednak nie tradycyjna informatyka, ale kognitywistyka. W pracach autora i współpracowników systemy te nazwano UBMS (Understanding Based Managing Support Systems) dla odróżnienia ich od innych klas systemów przetwarzania i analizy danych. W treści opracowania pokazano, jak takie systemy mogą być budowane i jak mogą działać.

Słowa kluczowe: systemy informacyjne zarządzania, komputerowe wspomaganie decyzji, automatyczne rozumienie danych ekonomicznych, kognitywistyka

Cognitive Systems and a New Dimension of Economic Computer Science

Summary

Tasks, which have to be faced by the managers of companies, become more challenging. At the operational level, these tasks become easier because of computer technologies. Digital collection and processing data have facilitated the work of managers of various employee's groups and departments. Available data Warehouses, DSS and OLAP software are aimed at supporting decision process within a company. It is hard to imagine managerial life without them.

However, these convenient and helpful IT tools are insufficient on the highest management levels. Managers and CEOs, responsible for a given economic policy through management of company at a strategic level, need tools that provide knowledge, not only the data and information. At this level, collection and analysis of economic facts are not enough. Moreover, the typical

analytical solutions provided by the modern hardware that monitor the relations between data and observable trends, are inadequate.

The lecture proposes the new generation of economic computer technologies, in which the computer can not only investigate the form of information (for instance: specific indicator values, their relations and changes), but understand the meaning of this information as well. The starting point in developing of these new generation of management supporting systems has to be the cognitivism instead of traditional computer science. In the authors' papers his associates, these systems have been called the UBMSS (Understanding Based Managing Support Systems), to be distinguished from other classes of data processing and analyzing systems. The lecture highlights how these systems can be constructed and operated.

Keywords: information systems for management, computer aided decisions, automatic understanding of economic data, cognitive science

JEL: C67, Y9