

Joanna Palonka

Akademia Ekonomiczna w Katowicach

ANALIZA MOŻLIWOŚCI KLAS SYSTEMÓW INTELIGENTNYCH DO WSPOMAGANIA KONTROLINGU BANKU KOMERCYJNEGO

1. Wstęp

Nieustanny rozwój gospodarki zmusza podmioty instytucjonalne, w tym również banki, do elastycznego reagowania na zmiany zachodzące w ich otoczeniu. Taka sytuacja wymusza przekształcenia zarówno w zakresie oferowanych usług, jak i w strukturach organizacyjnych. Sprawne funkcjonowanie w szczególności sposób zależy dziś od sposobu zarządzania.

W bankach komercyjnych obserwuje się zmiany w sposobie zarządzania, spowodowane rozwojem rynków finansowych, wzrostem konkurencji oraz zwiększaniem się liczby klientów, a także asortymentu usług bankowych. Każdy bank, chcąc być konkurencyjny, powinien stosować najlepsze i nowoczesne instrumenty zarządzania, które umożliwią osiągnięcie wzrostu, wysoką rentowność i efektywność działania.

Kontroling traktowany jest jako nowoczesny instrument zarządzania, który zapewnia obniżenie kosztów i ukazuje drogi optymalizacji (nie maksymalizacji) zysku przy stałej kontroli poziomu ryzyka. Urzeczywistnia on funkcje zarządzania w zakresie planowania i kontroli oraz gromadzenia i przetwarzania informacji. Dzięki odpowiednio zorganizowanej działalności, kontroling dysponuje aktualną i rzetelną informacją, generowaną terminowo i w niezbędnym zakresie przedmiotowym. Wspiera menedżerów w procesie podejmowania decyzji, dostarczając wiedzy niezbędnej do opiniowania i wskazywania przyszłych działań banku, aby wykorzystać sprzyjające sytuacje rynkowe.

Realizacja funkcji i zadań kontrolingu banku komercyjnego nie jest łatwa bez zastosowania narzędzi technologii informacyjnej. Wybór odpowiedniego narzędzia informatycznego wspomagającego kontroling banku komercyjnego jest trudny. Kontrolerzy mogą być wspomagani przez systemy informatyczne zarządzania (zwłaszcza finansowo-księgowe), arkusze kalkulacyjne, hurtownie danych, systemy oparte na technologii dynamicznej wielowymiarowej analizy danych OLAP, systemy Business Intelligence oraz systemy oparte na technologii sztucznej inteligencji [Palonka 2004].

Celem artykułu jest przeprowadzenie analizy klas systemów inteligentnych pod kątem ich możliwości do wspomagania kontrolingu w banku komercyjnym.

2. Uwarunkowania informatycznego wspomagania kontrolingu

Współczesny bank komercyjny musi szybko i skutecznie reagować na ciągle zmieniającą się sytuację na rynku usług finansowych. Wymaga to od kierownictwa podejmowania trafnych decyzji strategicznych, bazujących na wiedzy. Jej podstawę stanowią rzetelne i aktualne informacje powstałe w wyniku przetworzenia różnego rodzaju danych, pozyskanych z systemów informatycznych rozproszonych w całym banku. Za wiedzę kierownictwa o banku odpowiada dział kontrolingu. Z tego względu informatyczne wspomaganie kontrolingu stało się poważnym wyzwaniem ostatnich lat. Stwierdzono, że system informacyjny kontrolingu nie będzie efektywny bez wspomaganie ze strony narzędzi i technologii informatycznych. W analizie ich użyteczności wobec kontrolingu przyjęto następujące kryteria [Sierocki 2001]:

- zakres wspomaganych funkcji systemu informacyjnego (ewidencja, składowanie, przetwarzanie, udostępnianie lub prezentacja danych);
- wspomagane poziomy zarządzania (operacyjny, taktyczny, strategiczny);
- uniwersalność zastosowań (obszary merytoryczne, metody i narzędzia kontrolingu);
- efektywność zastosowań.

Jednak wybór odpowiedniego narzędzia nadal jest trudny. Kontrolerom nie wystarczają już tradycyjne systemy informatyczne. Zastosowane w nich interfejsy dostępu do baz danych oraz języki ekstrakcji danych pozwalają generować różnego rodzaju raporty oraz zestawienia w formie zarówno numerycznej, jak i graficznej. Jednakże otrzymywane opracowania nie podwyższają jakości gromadzonej wiedzy i nie wspomagają efektywnie procesu decyzyjnego z dwóch powodów [Dudycz 2001]:

- 1) rozwiązania te nie znajdują zastosowania w procesach wymagających analizy danych oraz w przypadku słabo zdefiniowanych procesów;
- 2) informacje są dostarczane przez narzędzia rozproszone w całym systemie, które nie są ze sobą powiązane i zwykle nie można wyciągnąć za ich pomocą jed-

nolitych, spójnych wniosków oraz otrzymywać wyspecjalizowanych informacji analitycznych. Takie przetwarzanie wymaga dodatkowego nakładu pracy.

Kontrolerzy potrzebują rozwiązań dedykowanych, umożliwiających profesjonalne wykorzystanie źródeł danych, polegających na [Krupa 2001]:

- dostępie do wszystkich koniecznych danych, niezależnie od źródła i miejsca przechowywania;
- wyrafinowanym przetwarzaniu oraz stosowaniu inteligentnych procedur do wnioskowania, symulacji i analizy.

Usprawnienie procesu podejmowania decyzji oraz osiąganie wysokich kompetencji strategicznych wiąże się z zastosowaniem systemów, będących rozwiązaniami realizującymi proces przekształcania danych w wiedzę i inteligencję biznesową.

W dalszej części artykułu zostaną scharakteryzowane systemy informatyczne wykorzystujące techniki sztucznej inteligencji, które mogą wspomagać pracę kontrolerów.

3. Systemy oparte na technologii sztucznej inteligencji

Dynamiczne środowisko, w którym banki funkcjonują, wymaga podejmowania błyskawicznych decyzji, poprzedzonych sprawną oraz wnikliwą analizą dostępnych danych dotyczących przedmiotu ich działania. Wobec zalewu ogromnej ilości ciągle aktualizowanej informacji kontroler, bez wsparcia ze strony narzędzi informatycznych, nie jest w stanie przygotować właściwej informacji zarządczej. Klasyczne metody przetwarzania danych umożliwiają dosyć skromne wykorzystanie posiadanych informacji do zarządzania bankiem. Wydaje się, że prawdziwą rewolucją w tej dziedzinie są systemy oparte na technologii sztucznej inteligencji – **systemy inteligentne** [Palonka 2004].

Pojęcie systemu inteligentnego jako nowej generacji aplikacji programowych nie jest interpretowane jednoznacznie. Przyjmuje się zwykle, że zarówno zawartość systemu, jak i sposób jego funkcjonowania wymaga zastosowania technologii sztucznej inteligencji. Sztuczną inteligencję określa się jako umiejętność nadawania komputerowi zdolności do manifestowania i rozwijania zachowań, które ściśle naśladują sposoby myślenia i działania specjalistów danej branży.

Za wykorzystaniem systemów tej klasy do wspomagania kontroingu banku komercyjnego przemawiają ich specyficzne właściwości dotyczące [Jakubczyc, Matouk, Owoc 2002]:

- 1) cech strukturalnych, czyli obecności modułów zawierających jawną lub ukrytą wiedzę oraz umożliwiających automatyczne wyciąganie wniosków;
- 2) cech funkcjonalnych, czyli możliwości dostosowywania się do warunków, w jakich przyjdzie im działać (oznacza to konieczność uczenia się systemu), oraz wyjaśniania generowanych rozwiązań.

W zastosowaniach bankowych pożądaną są ponadto inne własności (charakterystyczne dla konwencjonalnych aplikacji, np. niezawodność, wydajność itd.) bądź

odnoszące się do interfejsu z użytkownikiem, tj. związane z komunikowaniem się w języku naturalnym.

Do wspomagania kontrolingu banku komercyjnego mogą być wykorzystane: systemy ekspertowe, systemy „neuronowe”, systemy hybrydowe, inteligentni asystenci.

Systemy ekspertowe

Celem systemów ekspertowych (SE) jest generowanie ekspertyz mających za zadanie wspomaganie procesów decyzyjnych w słabo ustrukturalizowanych problemach, w dość charakterystyczny sposób. Proces generowania ekspertyzy polega na poszukiwaniu rozwiązania problemu (lub nawet dostarczeniu gotowego rozwiązania) z wykorzystaniem wiedzy pierwotnej pozyskanej od eksperta, która w trakcie przetwarzania ulega systematycznemu poszerzaniu na skutek aktywizacji procedur umożliwiających maszynowe wnioskowanie. Systemy ekspertowe mają na celu zastąpienie eksperta w ocenie zjawisk gospodarczych. Mogą wspierać zarówno etap planowania, ułatwiając np. interpretację informacji pochodzących z otoczenia organizacji, jak i etap kontroli, ułatwiając np. ocenę działalności organizacji.

Do cech SE przemawiających za możliwością ich wykorzystania do wspomagania kontrolingu banku komercyjnego zaliczyć należy [Chrafas, Steinmann 1991; Stefanowicz 1993]:

- 1) zdolność do rozwiązywania zadań słabo ustrukturalizowanych, zawierających w swej definicji określenia nieostre, rozmyte;
- 2) zdolność do rozwiązywania zadań z wykorzystaniem wiedzy zarówno ogólnej (teoretycznej), jak i specyficznej, zgromadzonej w drodze doświadczeń w danym zakresie, tj. wiedzy empirycznej (heurystycznej);
- 3) zdolność do podejmowania próby poszukiwania rozwiązania zadania w warunkach niepełnej i/lub niepewnej informacji wejściowej, obciążonej błędami i wzajemnymi sprzecznościami;
- 4) przystosowanie systemu do ciągłego doskonalenia procedur, rozwiązywania zadań i ciągłego uczenia się w celu wzbogacenia swoich zasobów wiedzy;
- 5) przystosowanie do wyjaśniania użytkownikowi podstaw proponowanych przez siebie rozwiązań i decyzji, douczania klienta w zakresie dotyczącym rozwiązywanego zadania;
- 6) gotowość do pracy na poziomie eksperta, w sposób naśladujący jego proces myślowy;
- 7) zdolność do rozwiązywania zadań szybciej i sprawniej, niż potrafi uczynić to człowiek specjalizujący się w danej dziedzinie;
- 8) większa tolerancja w stosunku do pomyłek popełnianych przez użytkownika niż w „tradycyjnych” produktach informatycznych;
- 9) możliwość współpracy użytkownika z SE w języku zbliżonym do języka naturalnego, opartego na słownictwie i terminologii z danej dziedziny problemowej;

10) przystosowanie do rozwiązywania zadań wymagających intensywnego wnioskowania na podstawie wiedzy asocjacyjnej, zamiast zadań, które można rozwiązać, opierając się na działaniach warunkowych, jedynie wymagających złożonych obliczeń arytmetycznych.

Wymienione cechy akcentują funkcjonalną stronę SE, ukazując ten specyficzny rodzaj funkcji i zadań, które może realizować na rzecz użytkownika/decydenta.

Dalszym uzasadnieniem możliwości wykorzystania SE do wspomagania kontrolingu banku komercyjnego są ich zalety rozpatrywane w ujęciach syntetycznym i funkcjonalnym.

W ujęciu syntetycznym SE można przypisać następujące zalety [Palonka 2004]:

1) konsekwencję w działaniu – polegającą na wyprowadzaniu analogicznych wniosków w podobnych sytuacjach, chociaż opartych na rozumowaniu heurystycznym, co nie zapewnia identyczności wyników nawet w tych samych okolicznościach;

2) poprawność i zasadność w wyprowadzaniu wniosków nawet w warunkach niepewności dzięki przyjmowaniu rozwiązań najbardziej prawdopodobnych;

3) użyteczność oznaczającą możliwość korzystania z SE przez użytkowników w celu rozwiązania ich rzeczywistych problemów.

W ujęciu funkcjonalnym SE odgrywa rolę emulatora zdolności człowieka-eksperta w określonej dziedzinie. Dzięki temu SE znacznie przyspiesza realizację wielu prac umysłowych wykonywanych dotąd przez człowieka (kontrolera), ponieważ zaczyna je wykonywać maszyna. SE ułatwiają zapewnienie spójności i powtarzalności procesów w rozproszeniu przestrzennym, co ma duże znaczenie w wielu sytuacjach, kiedy podobne zadania, realizowane w różnych miejscach, muszą zachować spójność i jednolitość rozwiązań.

Z funkcjonalnego punktu widzenia SE jest narzędziem [Palonka 2004]:

1) wspomagającym człowieka w rozwiązywaniu zadań;

2) umożliwiającym udostępnianie wiedzy i doświadczeń specjalistów innym osobom, nie mającym dostatecznych podstaw do samodzielnego rozwiązywania zadania;

3) ułatwiającym korzystanie z różnych dziedzin wiedzy przy rozwiązywaniu zadań, co nie zawsze jest możliwe w kontaktach z ekspertami.

Aby w kontrolingu banku komercyjnego można było efektywnie stosować SE, zapewnić należy [Gospodarowicz, Łękawa 2000]:

– funkcjonowanie połączeń z istniejącymi już systemami informatycznymi i bazami danych,

– ochronę informacji.

Spełnienie pierwszego postulatu umożliwia wykorzystanie przez SE wyników działań innych systemów informatycznych oraz zgromadzonych informacji w ban-

kowych bazach danych. Z reguły SE stanowią nadbudowę nad eksploatowanymi systemami informatycznymi w banku i najczęściej wykonywane są na zamówienie.

Drugi postulat jest szczególnie istotny w bankach. Dotyczy zarówno informacji o klientach banku, jak i informacji dotyczących działalności banku. W SE wspomagającym kontroling banku komercyjnego mamy do czynienia z informacjami, które powinny być chronione przed niepowołanymi osobami czy firmami.

W zasadzie SE wspomagający kontroling banku komercyjnego może realizować różnorodne zadania. Rodzaj tych zadań zależy od zasobów wiedzy i mechanizmów wnioskowania, jakie zostaną zaprojektowane w systemie. Ze względu na praktyczne trudności zebrania obszernej i różnorodnej wiedzy, SE wspomagający kontroling banku komercyjnego powinien być ukierunkowany na realizację zadań, których wykonanie ma szczególne znaczenie dla kadry zarządzającej bankiem [Palonka 2004].

Powstały system może być [Gospodarowicz, Łękawa 2000; Stefanowicz 1993]:

- systemem diagnostycznym – którego zadaniem będzie wspomaganie użytkownika/decydenta w analizie badanego obiektu (zdarzenia, zjawiska, procesu) na podstawie danych wejściowych i formułowanie opinii na temat przyczyn i uwarunkowań zaistnienia zdarzenia lub ukształtowania się struktury obiektu;
- systemem prognostycznym – którego zadaniem będzie analiza dostarczonego opisu badanego obiektu i opracowanie przewidywań w sprawie jego przyszłego zachowania lub innych cech określonych w zadaniu;
- systemem klasyfikacyjnym – wspomagającym procesy rozwiązywania zadań w zakresie klasyfikacji zbioru obiektów według określonych kryteriów, a zwłaszcza rozpoznawania obiektów na podstawie otrzymanego ich opisu;
- systemem regulacyjnym – wspomagającym rozwiązywanie problemów wymagających posiadania określonej wiedzy i doświadczeń w interpretacji informacji normatywnych;
- systemem konsultacyjnym – który umożliwi użytkownikowi/decydentowi zasięgnięcie opinii w sprawie, która go interesuje;
- systemem mieszanym – który realizuje różne zadania spośród wymienionych; zazwyczaj jednak, ze względu na problemy zgromadzenia wiedzy i jej odzorowania, w znacznie ograniczonym zakresie.

Systemy „neuronowe”

Systemy „neuronowe” są próbą symulacji logiki ludzkiego poznania poprzez użycie modeli sieci neuronowych¹. Modele te określane są skrótem SSN (sztuczne sieci neuronowe, ANN – *artificial neural networks*). Są realizowane przez sformalizowane metody matematyczno-statystyczne, ale koncepcyjnie wywodzą się z systemów biologicznych. Mają charakter uniwersalny, gdyż za ich pomocą można uchwycić nieliniowe relacje w dowolnych zestawach danych, nawet niekomplet-

¹ Modeli takich jest kilkadziesiąt, przy czym do najpopularniejszych należą wielowarstwowa sieć perceptronowa (MLP), funkcja radialna (RBF), sieć Kohonena, Jordan Elman MLP itp. [Ryznar 1998].

nych lub obarczonych błędami. Mają zdolność uczenia się i pamiętania albo poprzez pomiary „siły” powiązań przy przechodzeniu od warstwy najniższej do najwyższej, albo poprzez poszukiwanie wzorca. W ich działaniu wyraźnie można wyodrębnić dwie fazy: treningową i reakcji na określony bodziec zewnętrzny. Model rozwiązania nie musi być znany *a priori*, lecz jest budowany przez sieć w procesie uczenia, na podstawie dostarczonych tzw. danych treningowych. W odróżnieniu od SE, które identyfikują już znane wzorce, systemy te służą do wykrywania wiedzy, a więc nowych (dotychczas nieznanych) wzorców. Stanowią zatem w stosunku do nich nową jakość.

Ideą stosowania sztucznych sieci neuronowych jest naśladownictwo złożonego i jak dotychczas nie wyjaśnionego procesu zdobywania wiedzy o otaczającym świecie, a następnie uogólnienie tej wiedzy i indukcja nowych zachowań nie mieszczących się w zbiorze zachowań wyuczonych. Jest to zdolność do abstrakcyjnego myślenia przyporządkowana wyłącznie człowiekowi.

Sieci neuronowe mogą znaleźć zastosowanie w kontrolingu banku komercyjnego ze względu na to, że realizują następujące rodzaje przetwarzania [Zieliński 2000]:

1) przypomnienie – polegające na odzyskiwaniu (albo interpretowaniu) zmagazynowanych w SSN informacji, obliczaniu wyjścia dla danego wejścia;

2) skojarzenie – realizowane w następujących wariantach: skojarzenie uszkodzonego wejścia (albo wywołania) z najbliższym przechowywanym wzorcem, skojarzenie między parą wzorców, diagnostyka, analiza;

3) klasyfikacja – realizowana przez podział zbioru wejściowego na klasy lub kategorie i skojarzenie każdego wejścia z kategorią, np. w badaniach marketingowych – segmentacja klientów według typów zachowania się (w aspekcie produktów i transakcji);

4) rozpoznawanie – rozumiane jako klasyfikowanie wejścia, mimo że nie odpowiada ono żadnemu z przechowywanych wzorców;

5) autoasocjacja – tworzenie „obrazu” na podstawie danych wejściowych niekompletnych lub obarczonych zakłóceniami;

6) estymacja – czyli realizacja następujących zadań: aproksymacja, interpolacja, filtrowanie, predykcja, prognozowanie;

7) detekcja regularności – wykrywanie w danych wejściowych statystycznie istotnych cech;

8) optymalizacja – rozwiązywanie liniowych i nieliniowych równań;

9) sterowanie – realizowane inteligentnie bez konieczności opracowania modelu, oparte wyłącznie na doświadczeniu.

Systemy „neuronowe” są narzędziami służącymi do wszechstronnej analizy danych, potencjalne pole ich zastosowań jest nieograniczone.

Ze względu na wymienione cechy systemy „neuronowe” mogą być wykorzystywane przez kontrolerów do wspomagania procesów dotyczących [Michalik 1999]:

- a) taktycznego i strategicznego planowania finansowego,
- b) zarządzania finansami,
- c) podejmowania decyzji strategicznych i operacyjnych,
- d) prognoz strategicznych i operacyjnych,
- e) badań operacyjnych;

oraz we wszystkich zagadnieniach, w których nie jest możliwe utworzenie prostego modelu danego procesu i jego rozwiązanie za pomocą metod klasycznych, lub gdy rozwiązanie można otrzymać w prostszy sposób z wykorzystaniem SSN.

Systemy hybrydowe

Uzupełniające się cechy narzędzi sztucznej inteligencji pozwalają tworzyć nowe rozwiązania o możliwościach znacznie większych niż oferowane przez każde z nich z osobna. W SE brak umiejętności uczenia się w warunkach niepewności i nieznanym otoczeniu może być zastąpiony przez włączenie mechanizmów sieci neuronowych czy algorytmów genetycznych². Z kolei jawność specyfikacji wiedzy o sposobie rozwiązania problemu, występująca w SE, może być przydatna do objaśniania działania systemu lub do zarządzania przypadkami nietypowymi. Algorytmy genetyczne można wykorzystać również w procesie identyfikacji struktury bądź parametrów modelu neuronowego czy rozmytego. Komplementarne właściwości różnych technik powodują, że ich łączenie prowadzi do tworzenia systemów hybrydowych.

Przez inteligentny system hybrydowy rozumie się system zdolny do rozwiązywania złożonych problemów, który wykorzystuje w tym celu różne techniki informatyczne w zakresie reprezentowania i przetwarzania informacji, zwłaszcza zaś technik z zakresu sztucznej inteligencji [Michalik 2001].

Ze względu na budowę i stopień integracji systemu do wspomagania kontrolingu, wyróżnić można następujące klasy systemów hybrydowych [Michalik 1999; Zieliński 2000]:

² Algorytmy genetyczne (*genetic algorithms*) – algorytmy przeszukiwania oparte na mechanizmach doboru naturalnego oraz dziedziczności. Pojęcia w teorii algorytmów genetycznych mają nazwy zaczerpnięte z genetyki, tj. element dziedziny rozwiązań nazywany jest chromosomem (lub osobnikiem, reprezentantem); chromosom to zakodowana binarnie wartość, a więc ciąg bitów zwanych genami. W każdym cyklu wybierana jest grupa chromosomów zwana populacją (lub pokoleniem, generacją). Funkcja oceniająca nazywana jest przystosowaniem lub dopasowaniem chromosomu. Typowy algorytm genetyczny sprowadza się do realizacji następujących kroków [Papińska-Kacper 1998; Zieliński 2000]: ustalenie populacji inicjującej algorytm $P(t)$; ocena populacji, tj. ocena dopasowania każdego osobnika poprzez obliczenie wartości funkcji przystosowania dla każdego osobnika w populacji; dopóki nie jest spełniony warunek zakończenia algorytmu powtarzane są następujące czynności: wybór nowej populacji $P(t+1)$ z populacji $P(t)$ i jej ocena. Na wyjściu algorytmu otrzymujemy rozwiązanie optymalne z populacji. Warunkiem wyjścia może być to, iż po pewnej liczbie pokoleń nie obserwujemy poprawy. Algorytmy genetyczne mogą być więc wykorzystywane jako metoda optymalizacji. Ich zaletą jest to, iż w przeciwieństwie do tradycyjnych metod prowadzą przeszukiwania jednocześnie w wielu punktach dziedziny; punkty te są wybierane losowo, a nie deterministycznie, a do obliczeń wykorzystywana jest jedynie funkcja celu.

- Osobne aplikacje (*stand-alone models*) – poszczególne podsystemy stanowią niezależne moduły, które nie oddziałują na siebie. Mogą służyć do porównania możliwości obu technik lub mogą być używane równolegle; mogą tworzyć celową redundancję informacji, zapewniając większe bezpieczeństwo działania całego systemu.

- Modele transformacyjne (*transformational models*) – dzięki swej budowie mogą być również wykorzystane jako niezależnie działające moduły. Różnica polega na tym, że projektowanie rozpoczyna się od pierwszego typu systemu (np. sieci neuronowej), a kończy się na drugim (np. SE), w wyniku przekształcenia jednego modelu w drugi. Przykładem może być generowanie bazy wiedzy na podstawie zgromadzonych danych. Do analizy trendów i zależności danych wykorzystana może być sieć neuronowa. Następnie na podstawie wiedzy przez nią zgromadzonej może zostać zbudowany SE.

- Modele luźno powiązane (*loosely-coupled models*) – stanowią prawdziwą formę integracji. Aplikacje w tym wypadku zwykle podzielone są na osobne komponenty komunikujące się ze sobą za pomocą zbiorów danych. Istnieje kilka kombinacji takich modeli, np. preprocesory (sieć neuronowa może być wykorzystywana do przygotowania danych, które przekazane do SE służą do rozwiązania problemu klasyfikacji czy identyfikacji), postprocesory (informacje wychodzące z SE są przekazywane do sieci neuronowej; SE jest używany np. do przygotowania klasyfikowania danych wejściowych do sieci i podejmowania decyzji, a sieć neuronowa może sprawować funkcje np. prognozowania, analizy danych i śledzenia błędów), koprocessory i interfejsy użytkownika.

- Modele ściśle powiązane (*tightly-coupled models*) – informacje przepływają w nich raczej przez struktury danych rezydujące w pamięci niż przez zewnętrzne zbiory. Znacznie to poprawia współpracę między poszczególnymi komponentami. Na przykład sieć neuronowa może być osadzona w SE w celu kontroli procesu wnioskowania.

- Modele całkowicie zintegrowane (*fully integrated models*) – współdzielą struktury danych i reprezentowaną wiedzę. Przykładem tego typu systemów mogą być systemy SE lub rozmyte.

Uwzględniając powiązania funkcjonalne między modułami systemów hybrydowych, można dokonać następującego podziału [Michalik 1999; Zieliński 2000]:

- Systemy hybrydowe z wymianą funkcji (*function replacing hybrids*) – w których jedna z podstawowych funkcji danej techniki jest zastępowana przez inną inteligentną technikę przetwarzania, na ogół stanowiącą słabość całego rozwiązania. Wymienić można na przykład sieci neuronowe do pozyskiwania wiedzy dla SE, algorytmy genetyczne do uczenia sieci neuronowych.

- Systemy współkomunikujące się (*intercommunicating hybrids*) – w których inteligentne moduły wymieniają informacje i przetwarzają osobne funkcje w celu wygenerowania inteligentnego rozwiązania. W złożonych systemach decyzyjnych

sieć neuronowa wykonywać może zadania prognostyczne, algorytm genetyczny zaś – optymalizacyjne.

- Polimorficzne systemy hybrydowe (*polymorphic hybrids*) – które używają jednej architektury przetwarzającej w celu najlepszego wykorzystania właściwości inteligentnych technik.

Podsumowując rozważania na temat zastosowania systemów hybrydowych do wspomagania kontrolingu banku komercyjnego, można posłużyć się następującym przykładem. Pełna ocena finansowa banku ograniczona do analizy wskaźnikowej za dany okres odzwierciedla *status quo*, nie dając pełnego obrazu w dłuższym czasie. Uzupełnienie diagnozy, którą w gruncie rzeczy jest tego typu analiza, o prognozę – daje pełniejszy obraz sytuacji. Prognoza może być ponadto cennym uzupełnieniem systemu wczesnego ostrzegania o zagrożeniach w odniesieniu do wybranych czynników ekonomicznych, stanowiąc jednocześnie lepszą podstawę podejmowania decyzji finansowo-ekonomicznych. Dostarczenie tak zróżnicowanej wiedzy wymaga zastosowania bardzo różnych metod przetwarzania informacji, co stanowi przesłankę do budowy systemów hybrydowych.

Inteligentni asystenci

Grupa aplikacji określana mianem inteligentnych asystentów (*intelligent agents*)³ wykorzystuje elementy sztucznej inteligencji oraz metodologię budowy systemów informatycznych do tworzenia nowej generacji oprogramowania, które na podstawie preferencji użytkownika wykonuje dla niego pewne zadania.

Inteligentny asystent to program komputerowy uruchamiany „w tle” systemu operacyjnego, który w sposób autonomiczny realizuje zadania powierzone przez użytkownika lub innego agenta. Według T. Selkera, agentami nazywamy oprogramowanie, które „wie”, jak robić rzeczy, które użytkownik mógłby wykonać sam, gdyby tylko znalazł na to czas [Sroka, Rusiecki 2002].

Do cech, które odróżniają inteligentnego asystenta od tradycyjnego programu komputerowego, zalicza się [Sroka 1997]:

- autonomię – możliwość wykonywania (dokończenia) zadań bez interakcji z użytkownikiem (tzn. po wprowadzeniu danych początkowych do programu agent rozpoczyna samodzielną realizację zadania);
- zdolność komunikacji – aby osiągnąć określone cele, agent wymienia oraz pozyskuje informacje z różnych systemów informatycznych;
- umiejętność kooperacji – zdolność do współpracy z innymi programami lub użytkownikami podczas wymiany informacji;
- zdolność samodzielnego wnioskowania – umiejętność podejmowania decyzji (na podstawie bazy wiedzy) oraz uczenia się;

³ W literaturze można spotkać różne nazwy stosowane do określenia koncepcji inteligentnych asystentów, np. *intelligent software*, *software agents*, *wizards*, *knowbots* czy *softbots*. Zazwyczaj nazwa odzwierciedla przeznaczenie agenta.

– mobilność – zdolność do przemieszczania się w sieci między różnymi systemami.

Koncepcje inteligentnych asystentów można wdrożyć praktycznie w każdej dziedzinie życia. Poniżej przedstawiono potencjalne obszary ich zastosowań [Sroka, Rusiecki 2002]:

1) zarządzanie systemami (*systems and network management*) – asystenci upraszczają zarządzanie systemami informatycznymi i rozszerzają standardowe możliwości programów administracyjnych;

2) mobilny dostęp (*mobile access/management*) – umożliwiają nie tylko dostęp do danych praktycznie z każdego miejsca, ale przede wszystkim eliminują problemy wynikające z ograniczeń sieci lub urządzeń dostępowych;

3) korespondencja elektroniczna (*mail and messaging*) – usprawniają zarządzanie korespondencją oraz optymalizują proces przepływu informacji;

4) zarządzanie informacją (*information access and management*) – pomagają użytkownikom nie tylko w dostępie do informacji lub ich wyszukiwaniu, lecz także w filtrowaniu, kategoryzacji i pozyskiwaniu wiedzy;

5) współpraca (*collaboration*) – optymalizują pracę grupową;

6) zarządzanie administracją (*workflow and administrative management*) – usprawniają zarządzanie oraz ograniczają koszty pracy;

7) handel elektroniczny (*electronic commerce*) – wyręczają kupujących, którzy chcą odszukać sprzedawców, informacje o produktach, usługach, i sprzedawców, którzy chcą dotrzeć do klientów;

8) dobór interfejsów (*adaptive user interfaces*) – dostosowują interfejsy pochodzące z różnych systemów do wyglądu ekranu, do którego przyzwyczajony jest użytkownik.

Ze względu na swoje cechy i potencjalne obszary wykorzystania, inteligentni asystenci mogą znaleźć zastosowanie we wspomaganiu kontrolingu banku komercyjnego. Mogą odgrywać rolę dostawcy informacji, filtra informacyjnego czy interpretatora informacji; przybierać postać analizatora problemu, rozwiązywacza problemu, agenta wdrożenia, agenta monitoringu albo agenta negocjacji i rozwiązywania konfliktów [Palonka 2004].

Schemat działania asystenta wspomagającego kontroling w banku komercyjnym można przedstawić na następującym przykładzie. Kontroler łączy się z serwerem, na którym znajduje się system informatyczny banku. Po zalogowaniu, na serwerze uruchamiany jest agent, który ustala zakres merytoryczny informacji potrzebnych kontrolerowi. Kontroler kontaktuje się z agentem przez interfejs, który umożliwia właściwe zdefiniowanie potrzeb kontrolera oraz przekazanie informacji zwrotnej (zgromadzonej wiedzy przez agenta) w postaci przyjaznej dla kontrolera. Po zdefiniowaniu preferencji, kontroler kończy chwilowo połączenie, a agent przechodzi do realizacji zadań. Agent działa, opierając się na ramach, stanowiących umiejętności agenta, oraz łączniku, będącym mapą „drogową” określającą powia-

zania między informacjami w systemie informatycznym banku. Następnie agent realizuje stosowne procedury (mechanizm przetwarzania), wykorzystując do tego dane pochodzące z różnych źródeł (tzw. składnice). Składnica zawiera również fakty i reguły umożliwiające agentowi prowadzenie procesów wnioskowania i uczenia się. Fakty uzyskuje się ze zdarzeń, baz danych lub rozumowania. Po zakończeniu przetwarzania agent informuje kontrolera o zakończonym procesie poszukiwania i prezentuje wyniki.

Zintegrowany pakiet sztucznej inteligencji SPHINX

Pakiet SPHINX jest systemem silnie zintegrowanym pod względem wykorzystanych technologii z zakresu sztucznej inteligencji, który może być wykorzystany do budowy kompleksowego systemu wspomagającego kontroling banku komercyjnego.

Oto charakterystyka głównych systemów pakietu SPHINX.

PC-Shell – szkieletowy system ekspertowy. PC-Shell jest dziedzinowo niezależnym narzędziem służącym do budowy systemów ekspertowych. Dziedzinowa niezależność systemu oznacza, że nie dziedzina, a raczej klasa problemów decyduje o powodzeniu zastosowania tego systemu. System PC-Shell jest szczególnie predysponowany do rozwiązywania następujących klas problemów: analiza (interpretacja) danych, klasyfikacja, diagnostyka itd. Dzięki otwartej architekturze może być łatwo zintegrowany z innymi aplikacjami. Przede wszystkim może być wykorzystany jako moduł do analizy (interpretacji) danych i wskaźników z systemów typu SIK, arkuszy kalkulacyjnych lub innych systemów pomiarowych. System PC-Shell jest systemem o architekturze hybrydowej, tj. łączy w sobie różne metody rozwiązywania problemów i reprezentacji wiedzy. Interesującą właściwością systemu PC-Shell jest m.in. wbudowany, w pełni zintegrowany symulator sieci neuronowej. Inną istotną cechą systemu PC-Shell jest jego struktura tablicowa, umożliwiająca podzielenie dużej bazy wiedzy na mniejsze moduły – zorientowane tematycznie, tzw. źródła wiedzy. Ponadto PC-Shell jest wyposażony w interfejs do baz danych, np. Oracle. Inżynier wiedzy ma do dyspozycji zestaw instrukcji do komunikacji z bazami danych z użyciem poleceń języka SQL [www... 2006].

Neuronix – symulator sieci neuronowej. Neuronix umożliwia szybkie projektowanie, tworzenie i uruchamianie sieci – modelu procesu lub obiektu w dowolnej dziedzinie. Wiedza potrzebna do rozwiązywania problemów zostaje zgromadzona na etapie uczenia. W systemie Neuronix realizuje się to poprzez cykliczne prezentowanie wzorców uczących. Pojedynczy wzorzec opisuje dane wejściowe oraz odpowiadające im dane wyjściowe. Proces uczenia kończy się najczęściej po osiągnięciu dostatecznie małego błędu w rozpoznawaniu wzorców. Do potencjalnych obszarów zastosowań systemu Neuronix zalicza się: szacowanie ryzyka kredytowego, prognozowanie wyników finansowych, prognozowanie sprzedaży, analizę danych, optymalizację złożonych problemów obliczeniowych, klasyfikację obiektów itd. Najważniejszą cechą modelowania z użyciem systemu Neuronix jest moż-

liwość uwzględnienia na wejściu i wyjściu modelu zmiennych lingwistycznych w postaci tekstowej. Umożliwia to budowanie modeli operujących pojęciami języka używanego przez człowieka. Modele takie są najbardziej zbliżone do rzeczywistych warunków pracy obiektów technicznych, funkcjonowania rynków finansowych oraz praw rządzących ich zachowaniem [www... 2006].

Predyktor – system prognostyczny. Predyktor jest systemem przeznaczonym do budowy kompleksowych modeli prognostycznych na podstawie danych z wcześniejszych okresów. Dzięki zastosowaniu sieci neuronowej w postaci systemu Neuronix, system ma możliwość budowy nieliniowych modeli dynamicznych (autoregresyjnych). System Predyktor ma możliwość sporządzania różnych rodzajów prognoz w odniesieniu do różnych rodzajów rzeczywistych zjawisk. Zakres stosowania Predyktora to m.in. zjawiska ekonomiczne, techniczne, biologiczne, społeczne. Można za jego pomocą sporządzać prognozy monitorujące pracę wielu jednostek podrzędnych oraz prognozy ostrzegawcze informujące o przekroczeniu pewnych progów bezpieczeństwa przebiegu procesu [www... 2006].

DeTreex – indukcyjny system pozyskiwania wiedzy. DeTreex jest narzędziem służącym do wspomagania procesu pozyskiwania wiedzy. Dzięki zastosowanej indukcyjnej metodzie tzw. uczenia maszynowego możliwe jest budowanie drzew decyzyjnych i zapis tych drzew w postaci reguł, które następnie mogą być bezpośrednio użyte do budowy baz wiedzy systemu ekspertowego PC-Shell. System jest niezależny dziedzinowo i może zostać zastosowany do tworzenia baz wiedzy w ekonomii, finansach i bankowości, technice czy medycynie. Ogólnie, system DeTreex może być stosowany wszędzie tam, gdzie pojawia się problem: podejmowania decyzji (klasyfikacji), szybkiego pozyskania reguł decyzyjnych z baz danych, szybkiej weryfikacji pozyskanych reguł [www... 2006].

Do cech pozwalających na wykorzystanie pakietu SPHINX do budowy systemu inteligentnego dla kontrolingu banku komercyjnego zaliczyć należy [Michalik, Twardowski 1999]:

- możliwość tworzenia hybrydowych aplikacji łączących technologię systemów ekspertowych i sieci neuronowych;
- dużą otwartość poszczególnych systemów, osiągniętą dzięki m.in.:
 - rozbudowanemu interfejsowi do komunikacji przez pliki tekstowe,
 - mechanizmowi DDE i możliwości pracy w architekturze klient–serwer,
 - interfejsowi do komunikacji z bazami danych z wykorzystaniem mechanizmu ODBC,
 - udostępnieniu podstawowych procesów poszczególnych systemów jako funkcji DLL dostępnych z innych aplikacji,
- elastyczny i silnie rozbudowany język reprezentacji wiedzy, z blokiem sterowania umożliwiającym programowanie w języku algorytmicznym. Istotne jest to, że translator tego języka jest dostępny zarówno w systemie PC-Shell, jak i w systemie Neuronix.

4. Podsumowanie

W dzisiejszym świecie, w którym panuje tak duża konkurencja, skuteczne wykorzystywanie nowych technologii komputerowych stało się głównym czynnikiem rozwoju, a niekiedy wręcz podstawowym warunkiem przetrwania, organizacji.

Jak wykazują badania, do podstawowych korzyści płynących z zastosowania klasycznych systemów informatycznych w bankach zalicza się zwiększenie możliwości w zakresie planowania produktów i usług spełniających coraz to nowe oczekiwania klientów oraz znaczne obniżenie kosztów dzięki automatyzacji operacji. Prawdziwie menedżerskie ich wykorzystanie polega na dostarczaniu kierownictwu banku najlepszej jakościowo informacji, terminowo i wyraźnie przedstawionej. Systemy te bardzo dobrze pełnią swoją funkcję w stabilnych warunkach funkcjonowania banku. Obecnie jesteśmy jednak świadkami dynamicznych, różnorodnych zmian. W związku z tym wykorzystywanie tylko tych systemów do wspomagania działu kontrolingu, a tym samym zarządzania, jest mało efektywne. Ogrom informacji i wiedzy wykorzystywanej przez ten dział wymusza więc korzystanie z nowoczesnych narzędzi i technologii informatycznych.

Przeprowadzona analiza klas systemów informatycznych wykorzystujących techniki sztucznej inteligencji – systemów inteligentnych, pod kątem możliwości, które oferują użytkownikom/kontrolerom, pozwala stwierdzić, że zastosowanie tych systemów może wpłynąć na wzrost efektywności działania kontrolerów. To w konsekwencji wpłynie na trafność podejmowanych decyzji menedżerskich i zapewni wzrost konkurencyjności banku.

Literatura

- Chrafas D.N., Steinmann H., *Expert System in Banking*, Macmillan Publishing Company, London 1991.
- Dudycz H., *Rozwój systemów informacyjno-decyzyjnych*, [w:] *Systemy wspomagania organizacji*, red. J. Gołuchowski, H. Sroka, AE, Katowice 2001.
- Gospodarowicz A., Łękawa Z., *Systemy informatyczne w zarządzaniu bankiem*, [w:] *Zarządzanie bankiem komercyjnym*, red. A. Gospodarowicz, PWE, Warszawa 2000.
- Jakubczyc J.A., Matouk K., Owoc M.L., *Sukcesy i porażki systemów inteligentnych w Polsce. Badania wstępne*, [w:] *Nowoczesne technologie informacyjne w zarządzaniu*, red. E. Niedzielska, H. Dudycz, M. Dyczkowski, AE, Wrocław 2002.
- Krupa K., *Kierunki ewolucji systemów informatycznych wspomagania podejmowania decyzji*, [w:] *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, red. R. Knosala, t. 1, WNT, Warszawa 2001.
- Michalik K., *Modelowanie złożonych procesów gospodarczych za pomocą hybrydowych metod sztucznej inteligencji*, [w:] *Modelowanie procesów gospodarczych*, red. S. Stanek, J. Mika, H. Sroka, AE, Katowice 1999.

- Michalik K., *Aitech DSS – przykład rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych z wykorzystaniem hybrydowych metod sztucznej inteligencji*, [w:] *Systemy wspomagania organizacji*, red. J. Gołuchowski, H. Sroka, AE, Katowice 2001.
- Michalik K., Twardowski Z., *Kierunki wykorzystania pakietu Sphinx w ocenie i monitorowaniu ryzyka kredytowania podmiotów gospodarczych*, [w:] *Systemy wspomagania organizacji*, red. J. Gołuchowski, H. Sroka, AE, Katowice 1999.
- Palonka J., *Kontroling banku komercyjnego wspomagany przez systemy ekspertowe*, AE, Kraków 2004, praca doktorska (maszynopis).
- Papińska-Kacperk J., *Zastosowanie algorytmów genetycznych w badaniu zdolności kredytowej*, [w:] *Zastosowania rozwiązań informatycznych w bankowości*, red. A. Gospodarowicz, AE, Wrocław 1998.
- Ryznar Z., *Informatyka bankowa. Próba syntezy*, WSB, Poznań 1998.
- Sierocki R., *Efektywność zastosowań technologii hurtowni danych w realizacji systemu controllingu*, [w:] *Efektywność zastosowań systemów informatycznych*, red. J.K. Grabara, J.S. Nowak, WNT, Warszawa-Szczyrk 2001.
- Sroka H., *Wpływ rozwoju Internetu i „Agenta softwarowego” na SWD*, [w:] *Inteligentne systemy wspomagania decyzji w zarządzaniu. Transformacje systemów*, red. H. Sroka, S. Stanek, AE, Katowice 1997.
- Sroka H., Rusiecki P., *Inteligentni asystenci – nowe możliwości rozwoju systemów informatycznych*, [w:] *Systemy wspomagania organizacji*, red. T. Porębska-Miąc, H. Sroka, AE, Katowice 2002.
- Stefanowicz B., *Metody sztucznej inteligencji i systemy eksperckie*, SGH, Warszawa 1993.
- www.aitech.com.pl, 15 lutego 2006.
- Zieliński J.S., *Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2000.

THE ANALYSIS OF INTELLIGENT SYSTEM CLASSES SUPPORTING COMMERCIAL BANK CONTROLLING

Summary

The article outlines the essence of controlling in a commercial bank and indicates ways in which controlling is supported by IT tools. The second part of the paper includes descriptions of expert systems, neural networks, hybrid systems and “intelligent assistants” which highly support controlling in commercial bank. The paper presents integrated Artificial Intelligence Software Package SPHINX, that can be used to build a controlling information system of a commercial bank.