ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
I ANALIZY SYSTEMOWEJ W ZARZĄDZANIU

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: BADANIA SYSTEMOWE
tom 33

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2003

ZASTOSOWANIA INFORMATYKI I ANALIZY SYSTEMOWEJ W ZARZĄDZANIU

pod redakcją
Jana Studzińskiego, Ludosława Drelichowskiego
i Olgierda Hryniewicza

Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów zarządzania oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki narodowej. Wyodrębnioną grupę stanowią artykuły omawiające aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych KBN.

Recenzenci artykułów:

Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz
Prof. dr hab. inż. Janusz Kacprzyk
Dr inż. Edward Michalewski
Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak
Dr inż. Jan Studzinski
Dr inż. Sławomir Zadrożny

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2003

Wydawca: Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

Dział Informacji Naukowej i Wydawnictw IBS PAN
Tel. 836-68-22

Druk: Zakład Poligraficzny Urzędu Statystycznego w Bydgoszczy
Nakład 200 egz. ark. wyd. 25,2 ark. druk. 20,0

ISNB 83-85847-83-9
ISSN 0208-8028

Rozdział 1

Zarządzanie wiedzą

ANALIZA PROCESÓW W SYSTEMACH BUSINESS INTELLIGENCE

Krzysztof Kania
Katedra Informatyki, Akademia Ekonomiczna w Katowicach
<kkania@ae.katowice.pl>

The paper addresses issues related to a new approach in building Business Intelligence Systems. This approach assumes a better integration of business intelligence and workflow management systems. This connection constitutes a new class of systems – called Business Process Intelligence, and opens a new possibilities in analysing processes and discovering knowledge about behaviours of objects. In the paper, a deeper analysis and further enhancements of these systems is presented. Moreover, the paper presents a concept of a system that exploits - often neglected - sources of data to discover process knowledge in organization.

Keywords: business intelligent system, business process intelligence.

1. Wprowadzenie

Wiedzę o przedsiębiorstwie można zakwalifikować do jednej z czterech kategorii (Olszak 2002, Rokita 2000):

Know-what (wiedzieć co) – wiedza ta odnosi się do faktów. Dostęp do tej wiedzy umożliwia prowadzenie obserwacji i zdobywanie doświadczenia. Umożliwia ona osiągnięcie profesjonalnej biegłości, którą uzyskuje się przez obejmujące szeroki zakres wiedzy, treningi i szkolenia.

Know-why (wiedzieć dlaczego) – wiedza ta ma charakter praw i zasad rządzących dziedziną i określa się ją jako wiedzę teoretyczną, a także jako wiedzę głęboką. Jej posiadanie umożliwia zrozumienie przyczyn występowania faktów i odpowiednie reagowanie na nie, budowanie łańcuchów przyczynowo-skutkowych, wyjaśnianie, diagnozowanie, podejmowanie działań prewencyjnych i naprawczych.

Know-how (wiedzieć jak) – wiedza ta ma charakter wiedzy praktycznej, odnosi się przede wszystkim do umiejętności pracowników i przejawia się w zdolności do stosowania odpowiednich zasad w rozwiązywaniu złożonych problemów. Poszerzanie tej wiedzy rozwija kwalifikacje umożliwiając osiągnięcie wysokiego stopnia umiejętności praktycznych oraz znawstwa.

Know-who (wiedzieć kto) – wiedza ta opisuje przede wszystkim osoby posiadające wiedzę, a także wiedzę którą dysponują, ma więc charakter meta-wiedzy.

Pozyskanie wiedzy dla użytkowników wszystkich szczebli zarządzania z danych pochodzących z różnych źródeł poprzez wyszukiwanie danych i ich przetwarzanie z jest głównym celem systemów inteligencji biznesowej (Business Intelligence – BI). Na system BI składają się cztery elementy:

- narzędzia pozyskiwania, ekstrakcji i oczyszczania danych,
- hurtownia danych (HD),
- narzędzia analityczne,
- warstwa prezentacji.

Współczesne koncepcje narzędzi klasy BI zakładają wykorzystanie różnorodnych źródeł danych i dokumentów. Są one podstawą budowy HD, która wspomaga analizę danych, podejmowanie decyzji na wszystkich szczeblach funkcjonowania organizacji, oraz umożliwia wykorzystanie narzędzi eksploracji danych i odkrywania wiedzy (Kubiak, 2002). Jednak bliższa analiza funkcjonalności systemów BI skłania do stwierdzenia, że systemy te są jak na razie bliższe pozyskiwaniu wiedzy z kategorii *know-what*, natomiast w niewielkim stopniu wspomagają osiąganie wiedzy z pozostałych kategorii.

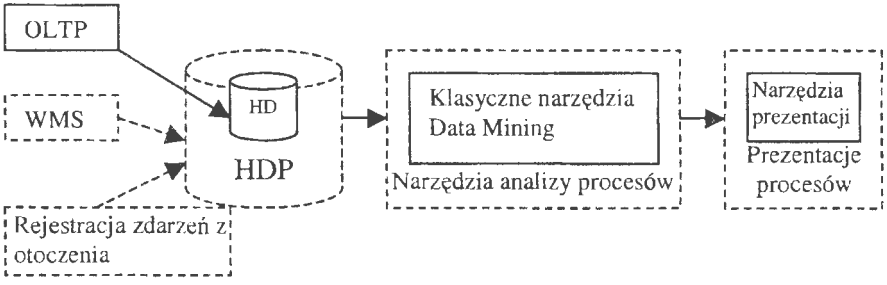
Dużą ilość informacji o procesach zachodzących w organizacji przechowują systemy zarządzania procesami (Workflow Management Systems – WMS). Jednak większość WMS oferuje wykonanie jedynie najprostszych analiz procesów i odpowiedzi na pytania w rodzaju: ile procesów ukończono jakimś okresie czasu, średnie czasy wykonania, kto jest zaangażowany w proces itp. Jednym z nowych podejść, zmierzającym do pozyskania wiedzy przede wszystkim w kategorii *know-how*, *know-who* i w nieco mniejszym stopniu *know-why* jest podejście procesowe. Określane jest ono terminem Business Process Intelligence (BPI). Polega ono na ściślejszej niż dotychczas integracji systemów BI z systemami klasy Business Process Management (BPM) i WMS. Zasadniczym celem tworzenia systemów BPI jest wydobycie wiedzy ukrytej w plikach systemów WMS, sygnalizowanie powstawania sytuacji krytycznych i przewidywania możliwych niezgodności. W dłuższym okresie czasu jest to optymalizacja definicji procesów i ich wykonania. Po raz pierwszy koncepcję tej klasy systemów przedstawiono w pracach Casatiego (Casati, 2001, 2001a). Przedstawiona w nich propozycja zakłada wykorzystanie do analizy procesów plików WMS w tradycyjnym środowisku HD i OLAP. Oznacza to, że są znane i określone definicje procesów, zasady postępowania, uczestnicy, ich zachowania itp.

Poniżej przedstawiono architekturę systemów BPI oraz konieczne rozszerzenia systemów BI w kierunku pozyskiwania wiedzy o procesach. Następnie przedstawiono koncepcję systemu pozyskiwania wiedzy procesowej opartego

o łatwe do wykorzystania źródła danych, działającego przy założeniu, że przynajmniej część wiedzy procesowej jest ukryta, a celowe i możliwe jest jej ujawnienie. Tam też omówiono korzyści możliwe do osiągnięcia przy pomocy tej klasy systemów.

2. Architektura systemu BPI

Rdzeniem systemów BI jest hurtownia danych. To przede wszystkim od jej zawartości oraz związanych z nią narzędzi analitycznych zależy możliwość uzyskania wiedzy z pożądanej kategorii. W klasycznych HD zapisywane są wyłącznie fakty. Nie jest natomiast zapisywana relacja pomiędzy tymi faktami ani kontekst procesów, w ramach których te fakty zaistniały. W konsekwencji analiza ma ograniczony zasięg. Architektura systemu BPI nie różni się zasadniczo od klasycznej architektury systemów BI, rozszerza ją tylko w kierunku lepszego ujęcia procesów zachodzących w organizacji i jej otoczeniu (rysunek 1). Systemy BPI wyposażone są w hurtownię danych procesowych (HDP) zasilaną z systemów rejestrujących zdarzenia. Dane z HDP są analizowane i prezentowane przy pomocy narzędzi adekwatnych do obsługi danych procesowych.



Rysunek 1. Architektura systemu BPI.

Rozszerzenie systemów BI do systemów BPI wymaga zmian, co najmniej w zakresie:

- źródeł danych,
- zapisu informacji temporalnej w HD,
- narzędzi analizy,
- narzędzi wizualizacji,
- możliwości odkrywania wiedzy.

Źródła danych. Najczęściej wykorzystywanymi źródłami danych dla HD są bazy danych systemów transakcyjnych. Są one ustrukturalizowane, a przez to wygodne i proste w transformacji. Obecnie możliwe jest już sięganie po dane zawarte w źródłach semistrukturalnych (teksty o zgrubnie ustalonym układzie,

strony HTML, biuletyny, fragmenty prasy), a nawet w źródłach bez jakiejkolwiek określonej struktury (dokumenty, obrazy, dźwięki, filmy). Istotne wydaje się również śledzenie i rejestrowanie wydarzeń incydentalnych, które mogą mieć wpływ na ogólną sytuację i zmianę warunków otoczenia, w którym funkcjonuje organizacja (wypadki, odkrycia, wyroki sądowe, bankructwa itp.). Z wykorzystaniem tych – poszerzonych – źródeł wiążą się zagadnienia m.in.:

- identyfikacji, odbioru i rejestracji sygnałów ze źródeł danych,
- transformacji danych do postaci umożliwiającej dalszą analizę,
- interpretacji tych sygnałów i ich podziału na sygnały i sekwencje pozytywne, negatywne, obojętne oraz grupowania i klasyfikacji pojawiających się sygnałów.

Zapis informacji temporalnej. Podstawowym założeniem budowy systemów BPI jest rozszerzenie zawartości HD o rejestrację i przechowywanie sekwencji zdarzeń. Obecnie każdy fakt jest rejestrowany jako niezależny byt tzn. bez związku przyczynowo-skutkowego z innymi faktami. W podejściu procesowym poszczególne fakty składają się na działania różnego rzędu. Konieczne jest, zatem powiązanie faktów z procesami, w ramach których występują i pogrupowanie ich zgodnie z hierarchią działań. Wymaga to odpowiedniego ujęcia kontekstu temporalnego w zapisywanej informacji.

Na pierwszy rzut oka rozpatrywanie możliwości HD w tym zakresie może wydawać się mało uzasadnione, ponieważ w samych swych założeniach technologia ta miała uporać się z wszystkimi problemami operowania, analizy i wizualizacji danych temporalnych. Jednak istnieją sytuacje, w których proponowane podejścia do ujmowania czasu okazuje się niewygodne. Jednym z problemów jest zapisywanie w HD informacji o zjawiskach trwających w czasie, przynależności lub nie jakiegoś zdarzenia do określonego procesu lub czasu trwania przynależności obiektu do jakiejś klasy. Specjalnych zabiegów wymaga także opisywanie w HD sytuacji, w których nie wystąpiły określone fakty. Przykładem trudności z rejestracją informacji temporalnej może być zapis informacji o sprzedaży towaru. Jedną z rejestrowanych składowych opisu tego faktu jest rejestracja pracownika, który dokonał sprzedaży. Co jednak należy zrobić, aby w analizie sprzedaży uwzględniony został fakt, że pracownik X przez pewien czas był nieobecny w pracy? Jak odróżnić nieobecność od niedokonania żadnej transakcji z innych powodów? Częściowym rozwiązaniem tego problemu jest dodawanie specjalnego rodzaju tablic zawierających informacje o czasowej przynależności określonych obiektów do określonej klasy (Kimball, 1996).

Kolejnym problemem jest określenie sposobu zapisu czasu dla rejestracji działań. Najczęściej opisując fakty przyjmuje się, że mają one wyłącznie wystąpienia punktowe. Jest to duże uproszczenie, ponieważ w opisach rzeczywistości bardzo często pojawiają się określenia zjawisk trwających w czasie (np. negocjacje lub promocja). Na razie trudno w ramach istniejących systemów

zapisywać informacje o czymś, co trwa w czasie i analizować wzajemne relacje czasowe takich zjawisk oraz relacje pomiędzy zdarzeniami i zjawiskami trwającymi w czasie. Wszystkie systemy klasy OLAP oferują sprawne operowanie na wartościach temporalnych pod warunkiem zdefiniowania wymiaru czasu. Co jednak robić, gdy jakieś zjawisko opisywane jest nie jedną, lecz dwoma wartościami czasowymi (początek i koniec)? Istniejące konstrukcje sugerują rozłożenie tych wartości na dwie osie czasowe, jednak trudno jest obecnie ustalić powiązania pomiędzy nimi. Brak jest również możliwości bezpośredniego zastosowania w zapytaniach i analizach operatorów temporalnych (before, after, during itp.).

Narzędzia analizy. W klasycznym modelu w opisie faktu występuje, co najmniej jedna cecha numeryczna, która mogłaby stać się miarą (najlepiej addytywną). Podstawowe narzędzia analiz to grupowanie, analizy koszykowe, agregacje (sumy, średnie), analiza szeregów czasowych, poszukiwanie reguł z określonym poziomie ufności i wsparcia. Rozszerzenie zakresu przechowywanej informacji daje możliwość rozszerzenia zakresu prowadzonych analiz. Implementacja systemu analizy zdarzeń i sekwencji wymaga jednak zaangażowania niemal wszystkich rozwiązań w zakresie analizy sekwencji zdarzeń m.in.:

- zastosowania efektywnych algorytmów wyszukiwania powtarzających się sekwencji zdarzeń,
- określania podobieństwa sekwencji i znajdowania sekwencji podobnych,
- znajdowania sekwencji z określonymi ograniczeniami czasowymi i/lub przestrzennymi,
- jednoczesnej analizy zdarzeń i procesów,
- wykorzystania algorytmu badania sekwencji zdarzeń równoległych (np. bazy zdarzeń politycznych i zdarzeń na giełdzie),
- metod grupowania i klasyfikacji sekwencji.

W ostatnich latach zostało opracowanych wiele metod i narzędzi związanych z analizą sekwencji m.in.:

- algorytmy Apriori oraz GSP, służące wyszukiwaniu częstych sekwencji zdarzeń i generowaniu na podstawie znalezionych zbiorów reguł przy założonym poziomie wsparcia i ufności (Agraval 1994, Mannila 1994),
- miara umożliwiająca obliczanie podobieństwa/odległości między sekwencjami (Mannila, 1997; Moen, 2000),
- algorytm, w którym istnieje możliwość jednoczesnej analizy informacji o zdarzeniach i zjawiskach trwających w czasie oraz generowania reguł zawierających określenia temporalne i uwzględnienie relacji temporalnych między interwałami (Po-shan Kam, 2000),
- rozszerzenie algorytmu Apriori oraz pojęcie wsparcia temporalnego, które umożliwia znajdowanie okresów, w których wsparcie dla reguły przekracza

zadaną wartość oraz analizę zmian istotności reguł w czasie i odkrywanie reguł cyklicznych (Ale 2000),

- algorytm FeatureMine (Lesh, 1999), oraz algorytm wykorzystujący opis sekwencji zdarzeń i procesów za pomocą tzw. wyrażeń regularnych (Sanfilippo, 1997) umożliwiający klasyfikację sekwencji.

Oprócz tych narzędzi należy wziąć pod uwagę również możliwość zastosowania rachunku sytuacyjnego oraz metod CBR w oparciu o sekwencje zdarzeń.

Narzędzia wizualizacji. Podstawowym narzędziem wizualizacji w systemach OLAP są obecnie tabele 2 i 3 wymiarowe, odpowiednie dla nich raporty i zestawienia oraz wykresy różnego rodzaju. Do analizy sekwencji należałoby zastosować wykresy podobne do wykresów Gantta tak, aby możliwe byłoby śledzenie zależności pomiędzy procesami i zdarzeniami. Narzędzia te powinny również wspomagać operacje grupowania i rozkładu na hierarchiach zdarzeń, procesów oraz umożliwiać swobodne poruszanie się po osi czasu. Nową propozycją w tej dziedzinie jest zastosowanie wykresów spiralnych do analizy okresowości zjawisk (Weber, 2001).

Możliwości odkrywania wiedzy. Obecnie stosowane algorytmy pozwalają na odkrywanie reguł statycznych i reguł uwzględniających czas tylko w sposób „prosty" tzn. występuje on właściwie tylko jako atrybut w przesłance lub następniku reguły (opisując związki temporalne). Rozszerzenie zakresu analiz może skutkować poszerzeniem możliwości pozyskiwania wiedzy przede wszystkim o zbiory reguł zachowań i ewolucji.

3. Koncepcja systemu pozyskiwania wiedzy procesowej

W ramach podejścia BPI mieści się również niniejsza propozycja koncepcji systemu gromadzenia i analizy informacji. Jego konstrukcja opiera się na założeniu, że we współczesnej organizacji możliwe jest względnie tanie i łatwe zgromadzenie takich sekwencji zdarzeń, które dają stosunkowo pełny opis przebiegów kluczowych procesów i w ten sposób mogą stać się podstawą analizy zachowań sprawców osobowych i nieosobowych w organizacji. Podstawowymi źródłami informacji o zdarzeniach, możliwymi do wykorzystania w niemal każdej organizacji są obecnie:

- pliki inspekcji rejestrujące dostępy do plików i rodzaj wykonywanej na nich operacji zapewniają informację o dostępie do zasobów organizacji,
- dzienniki transakcji serwerów baz danych informujące o dostępie do firmowych (wewnętrznych) źródeł danych,
- dzienniki internetowych serwerów Proxy informujące o dostępie do zewnętrznych źródeł danych,

- archiwa systemów wspomagających pracę grupową rejestrujące kontakty i wymianę danych wewnątrz i na zewnątrz organizacji.

Warunkiem wykorzystania tych wszystkich zapisów jest:

1. możliwość identyfikacji użytkownika, który wykonywał działania,
2. rejestrowanie zdarzeń pojawiających się w organizacji w sposób ciągły,
3. możliwość przypisania wystąpienia zdarzenia konkretnemu sprawcy,
4. identyfikacja poszczególnych wystąpień procesów,
5. możliwość przypisania zdarzeń wystąpieniom procesów.

Podstawową zaletą proponowanego rozwiązania jest wykorzystanie istniejących, chociaż często ignorowanych źródeł danych. Wyłącznie poprzez integrację tych źródeł możliwe wydaje się uzyskanie nowej jakości – wiedzy o zachowaniach się członków organizacji oraz o zachowaniach się organizacji jako całości.

Dane pozyskane z tych źródeł wymagają przygotowania. Długość sekwencji tylko dla pojedynczego stanowiska pracy w ciągu dnia roboczego rejestrowanych z dużą szczegółowości może wynosić nawet kilkaset do kilku tysięcy zdarzeń. Konieczne jest zbudowanie hierarchii porządkującej elementy składające się zarówno na ciągi zdarzeń i działań w organizacji oraz obiekty, z którymi są one związane. W niektórych przypadkach hierarchie określić można względnie łatwo opierając się na strukturze organizacyjnej i wskazaniu działów, sekcji i konkretnych pracowników realizujących odpowiednie zadania. Jednak w wielu przypadkach podanie hierarchii nie jest już tak proste. Trudno jest bowiem odpowiedzieć na pytania: Jak hierarchizować działania, serwisy WWW, żądania dostępu do informacji sprawy, klientów czy osoby kontaktowe? W wielu przypadkach hierarchizacja jest zadaniem samym w sobie i raczej nie ma mowy o podaniu jednego akceptowanego przez wszystkich podziału. Możliwe są różne podejścia, które mogą prowadzić do odkrycia różnej wiedzy.

W koncepcji Casatiego dane są wtórne do już istniejących i zdefiniowanych w organizacji procesów. W niniejszej propozycji jest odwrotnie i dlatego jedną z najtrudniejszych operacji jest przyporządkowanie zdarzeń do poszczególnych spraw, ponieważ rzadko dostępna jest informacja bezpośrednio wiążąca zaistniałe zdarzenie z konkretną sprawą. Najbardziej pożądane byłoby automatyczne pozyskanie tego typu informacji. Wprowadzenie takiego mechanizmu wymaga jednak użycia pewnej wiedzy wstępnej i/lub implementacji jakiegoś mechanizmu uczącego się przypisywania zdarzeń do określonych spraw. Niektóre reguły i elementy wiedzy wstępnej o organizacji można podać stosunkowo łatwo na przykład, jakimi typami spraw zajmować się mogą konkretne osoby w firmie (opis kompetencji), na to można nałożyć uprawnienia do wykonania niektórych działań systemowych (dostęp do urządzeń i uprawnienia do baz danych) itd. Ponadto można wskazać kilka ogólnych reguł ograniczających, na przykład ścisłe ograniczenie

analizowanych działań do momentów rozpoczęcia i zakończenia danej sprawy. Wynikiem tych działań jest ograniczenie do minimum ilości zdarzeń w organizacji, których nie można przypisać do konkretnej sprawy (przebiegu procesu). Tak przygotowane dane mogą już zasilić hurtownię i stać się przedmiotem działania opisanych wyżej narzędzi analizy procesów.

4. Potencjalne korzyści wprowadzenia systemu BPI

Korzyści z wprowadzenia systemu BPI można rozpatrywać w dwu kategoriach: pozyskania wiedzy użytecznej na szczeblu operacyjnym oraz na szczeblu budowaniu struktur i kultury organizacji. Na podstawie uzyskanych wzorców działań można prowadzić bieżącą optymalizację procesów. W dalszym etapie możliwa jest także budowa systemu ekspertowego stosującego reguły oparte o wzorce działań, nadzorującego poprawność poszczególnych przebiegów. Elementy wiedzy, jakie – jak się wydaje – można pozyskać z systemów BPI należą do kategorii *know-who* i *know-how* i dotyczą:

- informacji o umiejętnościach pracowników oraz ich grup,
- zasobów krytycznych w organizacji i ośrodków wiedzy – osób posiadających wiedzę istotną dla wykonania określonego typu procesu,
- kolejności wykonywanych działań oraz okresów czasu w których są one podejmowane (zarówno w sensie kalendarzowym, jak i w sensie czasu, który upłynął od wykonania poprzednich działań),
- możliwości katalogowania kolejnych pojawiających się przypadków,
- modelowania zachowań w trakcie realizacji konkretnych zadań,
- znajdowania wzorców procesów zachodzących w organizacji,
- wykrywania nieprawidłowości w wykonywaniu zadań i przyczynach niewykonania zadań lub ich opóźnieniach.

Analiza przebiegów w dłuższym okresie czasu może mieć wpływ na zmianę funkcjonowania całej organizacji między innymi poprzez:

- odkrywanie i identyfikację wzorców zachowań poszczególnych sprawców i powielanie w organizacji wzorców pozytywnych oraz eliminowanie uznanych za negatywne,
- właściwe organizowanie procesów ad hoc koniecznych do podjęcia w reakcji na sytuacje niespodziewane poprzez analizę przypadków podobnych,
- ustalanie przyczyn niepowodzeń planów i eliminację tych czynników,
- optymalizację dostępów do zasobów organizacji,
- usprawnienie systemów monitorowania wykonywania procesów oraz wykrywania przyczyn nieprawidłowości w trakcie ich realizacji,
- wspomagania uczenia się organizacji i szybszego dostosowania do wykonywania różnorodnych zadań itp.

W toku budowy pojedynczego systemu pozyskujemy przede wszystkim wiedzę specyficzną dla danej organizacji, jednak porównanie zasobów wielu firm może wnieść pewną wiedzę do teorii organizacji w ogóle.

System oparty o analizę sekwencji zdarzeń może być użyteczny także w monitoringu otoczenia organizacji. Obecnie systemy takie są głównie oparte o różnego rodzaju wskaźniki. Oczywiście nie można negować ich użyteczności, jednak nie można również powiedzieć, że ujęcie wskaźnikowe jest wyczerpujące i jedyne. Proponowane podejście sugeruje możliwość uzupełnienia śledzenia wskaźników o śledzenie sekwencji zdarzeń.

5. Podsumowanie

Większość prac nad systemami BPI jest na bardzo wstępnym etapie. Pojawiają się już wprawdzie pierwsze komercyjne rozszerzenia istniejących systemów w kierunku BPI (np. w systemach Cognos, SAP i Oracle), jednak do ostatecznego rozwiązania jest jeszcze daleko. Systemy BPI oferują możliwości pozyskania wiedzy, której nie można zdobyć przy pomocy obecnie funkcjonujących systemów BI, jednak wymagania i potrzebne narzędzia sugerują potrzebę daleko idącego poszerzania zakresu działania już istniejących systemów. Niektóre z postulowanych zmian nie mają charakteru prostych uzupełnień i wskazują na osiągnięcie trudnych do ominięcia ograniczeń obecnych rozwiązań. Konieczne wydaje się również podjęcie prac metodologicznych zmierzających do opracowania skutecznych sposobów budowania i wykorzystania tej klasy systemów w organizacji.

Literatura

Agraval R., Srikant R. (1994) Fast Algorithms for Mining Association Rules. Proc. Int. Conference Very Large Data Bases, Santiago, Chile.

Ale J.M., Rossi G.H.(2000) An Approach to Discovering Temporal Association Rules. SAC Conference, Como, Italy.

Casati F., Umesh D., Ming-Chien S., Bonifati A. (2001a) Warehousing Workflow Data: Challenges and Opportunities. Proc of the 27th VLDB Conference, Roma.

Casati F., Umesh D., Ming-Chien S., Grigori D. (2001) Improving Business Process Quality through Exception Understanding, Prediction, and Prevention. Proc of the 27th VLDB Conference.

Kimball R.(1996) *The Data Warehouse Toolkit*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Kubiak B., Korowicki A. (2002) Systemy Business Intelligence narzędziem przystosowania informatyzacji dla potrzeb decyzyjnych organizacji. *Badania Systemowe*, **31**, IBS PAN, Warszawa.

Lesh N., Zaki M., Mitsunori Ogihara (1999) Mining Feature for Sequence Classification, 5th ACM SIGKDD Intl. Conf. On Knowledge Discovery and Data Mining.

Mannila H., Ronkainen P. (1997) Similarity of event sequences. Proc. of the 4th Intl. Workshop on Temporal Representation and Reasoning (TIME'97), Daytona Beach.

Mannila H., Toivonen H., Verkamo A. (1994) Efficient Algorithms for Discovering Association Rules, Proc. AAAI'94 Workshop Knowledge Discovery in Databases (KDD'94), Seattle.

Moen P. (2000) Attribute, Event Sequence, and Event Type Similarity Notions for Data Mining. Report A-2000-1, University of Helsinki.

Olszak C. (2002) Cele i założenia systemów inteligencji biznesowej. w Systemy wspomagania organizacji, *Prace naukowe AE w Katowicach.*

Po-shan Kam, Ada Wai-chee Fu (2000) Discovering Temporal Patterns for Interval-Based Events. 2nd Intl. Conf. Data Warehousing and Knowledge Discovery, London.

Rokita J. (2000) Uczenie się indywidualne, a uczenie się organizacji. Zarządzanie wiedzą a procesy restrukturyzacji i rozwoju przedsiębiorstw, pod red R. Borowieckiego, VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa, TNOIK, Krynica, 2000.

Sanfilippo L., Voorhis Van J.(1997) Categorizing Event Sequences Using Regular Expressions. IASSIST Conference, Odense, Denmark.

Weber M., Alexa M., Muller W. (2001) Visualizing Time-series on Spirals. IEEE Symposium on Information Visualization INFOVIS'01.