

Andrzej Niesler, Gracja Wydmuch

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

TECHNOLOGIE INTEGRACJI INTERFEJSU UŻYTKOWNIKA W DESKRYPTYWNYM PODEJŚCIU DO SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI

Streszczenie: W dzisiejszych czasach jednym z najbardziej zaawansowanych narzędzi wspomagających realizację strategii przedsiębiorstwa są systemy wspomaganie decyzji. Podejście deskryptywne dotyczy w tym obszarze opisowego przebiegu procesów decyzyjnych. Skoncentrowane jest na ujęciu behawioralnym, obejmując wpływ cech psychicznych, osobowościowych oraz społecznych na sposób podejmowania decyzji. Wykorzystanie tego ujęcia do projektowania systemów informatycznych wspomagających podejmowanie decyzji ma na celu wsparcie użytkownika zarówno od strony informacyjnej, jak i w ramach formy prezentacji danych, która pozwala na właściwą interpretację i zrozumienie problemu decyzyjnego. Celem artykułu jest przedstawienie podejścia deskryptywnego w ramach integracji technologicznej w warstwie interfejsu użytkownika jako obszaru zorientowanego na jego indywidualne potrzeby w procesach podejmowania decyzji.

Słowa kluczowe: technologie deskryptywne, integracja, wspomaganie procesów decyzyjnych.

1. Wstęp

Systemy wspomaganie decyzji stanowią obecnie jedno z najbardziej zaawansowanych narzędzi służących realizacji strategicznych celów przedsiębiorstwa. Systemy tej klasy mogą wspierać podejmowanie decyzji na wielu różnych poziomach organizacji, z uwzględnieniem różnych kryteriów czasowych. Niezależnie od tego w każdym z przypadków podstawą działania jest odpowiednie zaplecze informacyjne. Informacja bowiem stanowi podstawowy substrat procesu podejmowania decyzji i od jej dostępności oraz cech typowo jakościowych wprost zależą możliwość, jakość i trafność podejmowania decyzji.

Niestety, zarówno z perspektywy samych decydentów, jak i algorytmów przetwarzania danych występują poważne trudności w podejmowaniu trafnych decyzji, co spowodowane jest głównie przez przeładowanie i szum informacyjny. Niedeterministyczny charakter rzeczywistości stwarza ponadto niedogodne warunki ryzyka i niepewności decyzyjnej. W takiej sytuacji istotny jest ostateczny wybór działania dokonywany przez człowieka. Rozwiązanie problemu decyzyjnego, mimo wsparcia

ze strony modeli decyzyjnych oraz zautomatyzowanych solverów, uzależnione jest wtedy w dużym stopniu od indywidualnych cech decydenta, jego wiedzy, kontekstu społecznego, a nawet samopoczucia.

Odpowiedzią na wymienione problemy jest skoncentrowanie się na warstwie interfejsu systemu wspomagania decyzji pod kątem zarówno dostępności potrzebnych informacji, jak i ich prezentacji, ukierunkowanych na wspomaganie zrozumienia i ułatwienia ich wykorzystania. Szczególnie istotny jest również stopień zintegrowania w ramach systemu informatycznego przedsiębiorstwa. Zunifikowany interfejs użytkownika powinien umożliwiać dostępność do wszelkich źródeł informacyjnych oraz funkcji systemu z jednego miejsca oraz z wykorzystaniem tych samych narzędzi i środków.

Niniejszy artykuł koncentruje się na podejściu deskryptywnym do problemów decyzyjnych w ramach budowy systemów wspomagania decyzji, a szczególnie integracji technologicznej w warstwie interfejsu użytkownika.

2. Deskryptywne ujęcie problemów w systemach wspomagania decyzji

Specyfika procesu podejmowania decyzji determinuje rodzaj informacji wymaganych do jego komputerowego wspomaganie. Ze względów technologicznych i organizacyjno-zarządczych informacje związane z działalnością przedsiębiorstwa gromadzone są w dedykowanych systemach informatycznych. Najczęściej spotykane w praktyce są systemy o charakterze ewidencyjno-transakcyjnym, rejestrujące poszczególne zdarzenia i operacje gospodarcze. W większości przypadków ich fizyczna lokalizacja związana jest z miejscem powstawania danego typu informacji lub miejscem ich późniejszego wykorzystywania. Dzięki technologiom informacyjnym takie pojedyncze, rozproszone zasoby informacyjne mogą być połączone siecią komputerową i mogą funkcjonować w ramach jednego, zintegrowanego systemu informatycznego przedsiębiorstwa. Systemy transakcyjne, podobnie jak **systemy informowania kierownictwa**, wspomagają procesy związane ze standardowymi sytuacjami decyzyjnymi. Natomiast **systemy wspomaganie decyzji** posiadają wbudowaną bazę modeli pozwalających na przeprowadzanie symulacji dla poszczególnych wariantów decyzyjnych. Dzięki temu możliwa jest analiza przebiegu procedur wyboru rozwiązań oraz generowanie zestawów przewidywanych skutków decyzji. Zaawansowane technologicznie systemy wspomaganie decyzji pozwalają również na przetwarzanie niekompletnych danych wejściowych bądź o przybliżonych wartościach. Natomiast same procesy decyzyjne realizowane są przez systemy informacyjno-decyzyjne wykorzystujące przede wszystkim technologie inteligentne.

W sytuacji, w której decydent ma do wyboru przynajmniej dwa warianty rozwiązań, mamy do czynienia z **problemem decyzyjnym**. Może być on opisywany według dwóch podejść: **normatywnego**, w którym sytuacja wymaga wykorzystania przez racjonalnie działającego decydenta wszelkich dostępnych informacji do znale-

zienia optymalnego rozwiązania (uzyskania największych korzyści, minimalizowania straty), oraz **deskryptywnego** [Robbins 2005]. Podejście deskryptywne dotyczy opisowego, z perspektywy samego decydenta, przebiegu procesów decyzyjnych. Skoncentrowane na ujęciu behawioralnym, obejmuje wpływ cech psychicznych, osobowościowych oraz społecznych na sposób podejmowania decyzji. Obszarami związanymi z tym ujęciem są takie dyscypliny, jak: psychologia, socjologia, kognitywistyka. Szereg ograniczeń występujących w podejściu normatywnym wynika z niedeterministycznego charakteru rzeczywistości oraz zachodzących w niej zdarzeń. Uzupełnieniem dla zautomatyzowanego, racjonalnego podejmowania decyzji stały się uwarunkowania psychologiczne, pozwalające na sformułowanie **psychologicznej teorii decyzji** [Kozielecki 2000]. Stanowi ona system twierdzeń dotyczących rozwiązywania przez ludzi problemów decyzyjnych. Ma na celu głównie wyjaśnianie i przewidywanie zachowań w tym zakresie. Przedmiot badań stanowią czynności podejmowane przez decydenta, które są determinowane przez zbiór alternatyw możliwych decyzji. Natomiast każdy z wariantów rozwiązania problemu decyzyjnego prowadzi do zbioru możliwych konsekwencji, z których każda cechuje się pewną użytecznością dla konkretnego decydenta.

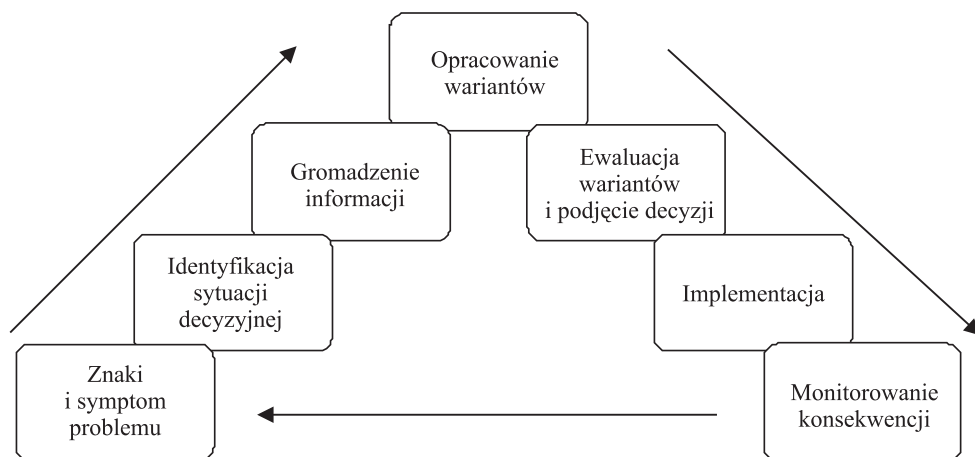
W tym kontekście istotną rolę w podejmowaniu decyzji odgrywają warunki, w jakich powstają problemy decyzyjne. Idealną (modelową) sytuacją, która praktycznie nie znajduje odzwierciedlenia w rzeczywistości, jest sytuacja **pewności decyzyjnej**, gdzie każdy z wariantów przynosi znane decydentowi rezultaty. W **warunkach ryzyka** mamy do czynienia z sytuacją, w której każda z podjętych decyzji może przynieść więcej niż jeden możliwy rezultat, a prawdopodobieństwa ich wystąpienia można oszacować oraz znany jest zbiór konsekwencji. **Warunki niepewności** gwarantują znajomość możliwych konsekwencji podjętych decyzji, natomiast nie są znane prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Podejście deskryptywne odgrywa największą rolę w warunkach niepewności, gdyż decydent musi polegać na własnym doświadczeniu i nierzadko intuicji, uzyskując natomiast najmniejsze wsparcie ze strony modeli matematycznych i prognostyki.

Kluczowe dla procesu podejmowania decyzji są przede wszystkim sformułowanie, analiza i zrozumienie natury problemu, a nie samo podjęcie właściwej, z punktu widzenia postawionego celu, decyzji. Sama procedura definiowania problemu, zarówno według deskryptywnego, jak i normatywnego podejścia, odnosi się do przetwarzania danych w ramach modeli decyzyjnych, które realizowane jest m.in. za pomocą baz danych, modelowania i heurystyki, wielokryterialnego wspomaganie decyzji oraz eksploracji zasobów internetowych. W tym celu wykorzystywane są następujące schematy przetwarzania danych [Kwiatkowska 2007]:

- granularne (*granular computing*), polegające na przetwarzaniu złożonych jednostek informacyjnych zwanych granulkami, powstających w procesie pozyskiwania danych, i powstawaniu wiedzy ze źródeł informacyjnych,
- elastyczne (*soft computing*), wykorzystujące techniki przetwarzania komputerowego, sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego oraz innych obszarów inży-

- nierii do badań, analizy i modelowania złożonych problemów w sposób kompleksowy i dopasowany do bieżących potrzeb i założeń,
- symboliczne (*computing with words*), wykorzystujące znaczenie słów, percepcję oraz uwzględniające założenia języka naturalnego,
 - ewolucyjne (*evolutionary computing*), odwołujące się do poddziedziny sztucznej inteligencji, wykorzystującej złożone problemy optymalizacyjne,
 - naturalne (*natural computing*), obejmujące dziedzinę wzorującą się na zasadach funkcjonowania natury przy rozwiązywaniu problemów (organizmy żywe i ich zachowania).

Procedura rozwiązywania problemów decyzyjnych odbywa się według klasycznej triady: w pierwszej kolejności następuje sformułowanie problemu, potem analiza dostępnych możliwych rozwiązań, a następnie podjęcie decyzji. W ramach tych wytycznych możemy wyróżnić szczegółowe etapy procesu podejmowania decyzji, co zostało przedstawione na rys. 1. Strategia osiągania celów decyzyjnych w systemie jest ustalana przez użytkowników. Natomiast do modelowania procesów decyzyjnych mogą być wykorzystywane metody symulacyjne.



Rys. 1. Model podejmowania decyzji

Źródło: [Adair 2007].

Podejście deskryptywne koncentruje się zwłaszcza na zrozumieniu problemu, sposobie jego formułowania przez decydenta, jak i przebiegu procesu jego rozwiązania. Pozwala na analizę sytuacji decyzyjnej pod kątem przyszłych problemów, uwarunkowań i działań decyzyjnych. Wykorzystanie systemów informatycznych do podejmowania decyzji wiąże się głównie z trybem interakcyjnym między modulem decyzyjnym a użytkownikiem.

Wykorzystanie deskryptywnego podejścia do projektowania systemów informatycznych wspomagających podejmowanie decyzji ma na celu wsparcie użytkownika od strony zarówno informacyjnej, jak i prezentacji danych, która pozwala na właściwą interpretację i zrozumienie problemu decyzyjnego.

3. Rola interfejsu użytkownika w systemie wspomagania decyzji

Problematyka budowy interfejsów użytkownika obejmuje działania związane ze stałym doskonaleniem dialogu między człowiekiem a maszyną. Dąży się do tego, aby zarówno system, jak i wykorzystywane do jego obsługi oprogramowanie oraz urządzenia sprzętowe były ukierunkowane receptywnie na zaspokajanie potrzeb użytkownika w ramach procesów podejmowania decyzji. Okazuje się bowiem, że indywidualne postrzeganie użyteczności poszczególnych wariantów wyboru ma dominujący wpływ na rodzaj podejmowanych decyzji. Ponadto decydent nie zawsze działa racjonalnie. Często dochodzi do upraszczania problemów decyzyjnych, np. przy pomijaniu analizy konsekwencji podjętych działań bądź nieuwzględnianiu prawdopodobieństw ich wystąpienia. W tym kontekście istotny jest sposób, w jaki człowiek odbiera i interpretuje pewne sygnały bądź informacje, których dostarcza mu system. Postrzeganie tych informacji, a następnie ich właściwe wykorzystanie jest zatem ściśle uzależnione od formy, w jakiej zostaną mu przedstawione.

Prezentacja informacji w ramach interfejsu składa się z zaprojektowanych przez człowieka artefaktów, wspierających sposób odpowiedniego postrzegania istotnych elementów systemu. Ułatwia ponadto przetwarzanie przez użytkownika potrzebnych informacji. Dlatego też projektowanie prezentacyjnej warstwy aplikacji powinno przede wszystkim ułatwiać komunikację z użytkownikiem, zwiększać efektywność, redukować występowanie błędów oraz wpływać na wzrost satysfakcji użytkownika ze współpracy z systemem [Bravo, Redondo, Ortega 2008]. Szczególnie istotnymi zagadnieniami są metody i procesy projektowania interfejsów. Możemy zaliczyć do nich tworzenie klas użytkowników oraz ukierunkowaną zadaniowo parametryzację wymogów, takich jak: szybka przyswajalność czy efektywność wykorzystania. Następnie ważną rolę odgrywa ich implementacja i wykorzystanie w ramach narzędzi programowych, bibliotek graficznych oraz algorytmów wydajności. Natomiast w celu doskonalenia interfejsów wykorzystuje się techniki oceny i porównywalności ich funkcjonowania, a także rozwój nowych generacji interfejsów oraz modeli, teorii i technik interakcji.

Projektowanie sposobu prezentacji polega na uprzednim ustaleniu celu oraz zadań realizowanych poprzez interfejs, takich jak: nawigacja, kontrola, komunikacja, uczenie, a przede wszystkim wspomaganie procesu podejmowania decyzji. Podstawowymi elementami prezentacji są **metafory interfejsu**, stanowiące zestawy wizualnych jego elementów oraz akcji i procedur. Wykorzystują one konkretną wiedzę użytkownika z życia codziennego bądź innych dziedzin do szybkiego kojarzenia przeznaczenia i funkcjonalności poszczególnych komponentów. Najważniejszymi

zasadami w projektowaniu interfejsów są akuratność, prostota, odpowiednia wizualizacja danych, adekwatność, przejrzysta struktura oraz przede wszystkim sprzężenie zwrotne [Hassenzahl 2004]. Wizualizacja informacji opiera się na graficznych znaczeniach, które mogą być wykorzystywane do tworzenia oraz przekazywania zrozumiałych, kompletnych wniosków i spostrzeżeń. Angażuje ona doświadczenia, postawy, wartości, oczekiwania, perspektywy oraz opinie, które następnie powinny być właściwie zrozumiane, zapamiętane i wykorzystane do dalszego przetwarzania.

Użytkownik powinien mieć możliwość wykorzystywania każdej informacji przetworzonej przez system oraz przedstawienia jej w sposób wspomagający percepcję, świadomość, postrzeganie oraz zrozumienie sytuacji w celu ułatwienia podejmowania decyzji. Jednak interakcja między człowiekiem a maszyną ma pewne nałożone na nią ograniczenia i warunki. Przykładowo GUI (Graphic User Interface) redukuje poznawcze przeładowanie operacji komputerowych, nie zmniejsza jednak samej liczby tych operacji [Rekimoto, Nagao 1995].

W deskryptywnym podejściu do rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji pojawia się konieczność zwrócenia się w kierunku indywidualnych predyspozycji decyzyjnych, bazujących na rozumieniu, zapamiętywaniu oraz tworzeniu logicznych związków między faktami. Istnieje wiele technik i narzędzi angażujących kreatywne zdolności użytkownika, obejmujących następujące grupy przetwarzania i prezentacji informacji:

- zapytania – wywiady, poszukiwanie informacji;
- kreatywność – burza mózgów, konceptualne powiązania pomysłów;
- nadawanie znaczenia sytuacjom – organizowanie informacji i przemyśleń;
- dokonywanie wyborów – decydowanie o podejmowaniu działań;
- wyniki obserwacji – nagrywanie, prowadzenie obserwacji.

Metody, teorie i modele ludzkiego przetwarzania informacji stanowią kluczowy obszar zainteresowania w ramach tworzenia interfejsów. Aby interakcja z systemem była efektywna, musi być kompatybilna z predyspozycjami użytkownika do przetwarzania informacji, a następnie do podejmowania decyzji. W tym ujęciu prezentacja danych powinna być dopasowana do indywidualnego decydenta. W tym celu można wyróżnić następujące perspektywy wizualizacji informacji:

- Obiekt – jaki typ informacji należy wizualizować?
- Cel – dlaczego należy te informacje wizualizować?
- Metoda – w jaki sposób te informacje mogą być reprezentowane?

Przykładem formatów wizualizacji informacji są szkice heurystyczne (obrazowanie *ad hoc* koncepcji i pomysłów), diagramy koncepcyjne, wizualne metafory, animacje i mapy wiedzy, struktury dziedzinowe itd. Wyróżnione formaty nie tylko dotyczą deskryptywnych odniesień do faktów czy wartości, lecz niosą ze sobą pewne perspektywy, prognozy, zasady i relacje istotne w procesach decyzyjnych. Wytyczne wizualizacji danych i informacji pokrywają się w głównej mierze z celami podejmowania decyzji. Dlatego też modele oparte na wyróżnionych perspektywach

będą uzależnione od strategii przyjętych w ramach procesów decyzyjnych, a następnie przez projektantów interfejsów.

Wizualizacja informacji jest bardzo istotnym elementem projektowania systemów wspomaganie decyzji. Ułatwia kreowanie i przekazywanie istotnej dla procesów decyzyjnych wiedzy, odwołując się do psychologicznych, społecznych i kognitywnych uwarunkowań różnych odbiorców. Ponadto odpowiada za skupienie uwagi, co naturalnie zwiększa poziom zainteresowania czynnościami i zadaniami realizowanymi za pomocą systemu. Wizualna reprezentacja informacji intensyfikuje procesy zapamiętywania, co wpływa na ułatwienie obsługi systemu, pod warunkiem że interfejs zaprojektowany jest intuicyjnie dla użytkownika. Interfejs pełni również funkcje motywacyjne. Możliwości związane ze swobodną wizualizacją procesów myślowych, realizacji zadań itp. wpływają na wzrost kreatywności, inspirują i aktywizują użytkowników.

4. Technologie integracji interfejsu użytkownika w systemach wspomaganie decyzji

Użytkownik systemu oczekuje obecnie możliwości decydowania nie tylko o tym, jaki rodzaj informacji powinien otrzymywać, ale również o tym, w jaki sposób oraz w jakiej kolejności i formie będzie się z nimi zapoznawał. Następuje coraz większe przenikanie się kanałów komunikacji i funkcji urządzeń, które postrzegane były dotąd jako odrębne. Odbiorca wymaga szerokiego wyboru formy: tekstu, hipertekstu, obrazu, dźwięku, a coraz częściej także połączenia wszystkiego we w pełni interaktywny przekaz multimedialny. Aby sprostać tym oczekiwaniom, konieczne stało się oddzielenie danych od sposobu ich prezentacji oraz tworzenie nowych warstw abstrakcji w ramach warstwy prezentacji i interfejsu użytkownika.

Standardy technologiczne związane z warstwą prezentacji danych opracowywane są z uwagi na różne przesłanki integracyjne. Przykładem technologii pozwalającej na zachowanie maksymalnej zgodności prezentacji niezależnie od warunków technicznych środowiska wyświetlania jest standard PDF (Portable Document Format) firmy Adobe. Z kolei kierując się minimalizacją wymagań sprzętowych i maksymalną przenośnością dokumentu, można zastosować standard HTML (Hypertext Markup Language) z formatowaniem za pomocą kaskadowych arkuszy stylów CSS (Cascading Style Sheets). W obszarze grafiki oczekiwaną cechą jest często skalowalność obrazu, którą zapewnia zastosowanie reprezentacji wektorowej wspieranej np. przez standard SVG (Scalable Vector Graphics), bazujący na specyfikacji języka XML (Extensible Markup Language), lub technologię Flash.

W ramach działań integracyjnych w warstwie prezentacji może być wykorzystywanych wiele standardów i technologii dostępnych na rynku. Najbardziej rozpowszechnione są te, które bezproblemowo współpracują w ramach różnorodnego technologicznie środowiska Internetu oraz cechują się otwartością specyfikacji i brakiem ograniczeń licencyjnych.

Oddzielenie danych od sposobu ich prezentacji powoduje, że użyteczną cechą staje się również możliwość automatycznej transformacji danych między różnymi formatami. Pozwala to na przechowywanie informacji w uniwersalnym zapisie standardu XML i przeprowadzanie konwersji w momencie zaistnienia takiej potrzeby na podstawie zdefiniowanych arkuszy transformacji XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations). Dzięki temu raz sporządzony dokument XML może być następnie wielokrotnie automatycznie przekształcany np. do formatu PDF lub HTML, bez konieczności udziału człowieka w tym procesie.

Interfejs użytkownika jest jedną z podstawowych części każdej aplikacji lub systemu informatycznego komunikującego się z człowiekiem. Obsługuje procesy wprowadzania informacji, formułowania zapytań i wyświetlania wyników – umożliwia zatem interakcję między użytkownikiem a systemem. W zależności od obszaru zastosowań do realizacji interfejsu użytkownika wykorzystane mogą być odmienne technologie informatyczne. W różny sposób można również umiejscawiać go względem pozostałych składowych systemu. W klasycznych aplikacjach monolitycznych interfejs jest nierozłączną częścią kodu, w systemach o architekturze wielowarstwowej występuje niezależnie, w postaci wydzielonej logicznie i fizycznie warstwy przetwarzania. Wyodrębnienie tej właśnie części architektury wydaje się być szczególnie przydatne z punktu widzenia tworzenia otwartej architektury na potrzeby integrowania danych dla systemów wspomagania procesów podejmowania decyzji.

Jedną z podstawowych cech nowoczesnego systemu wspomagania decyzji jest wysoki stopień zintegrowania z pozostałymi systemami informatycznymi przedsiębiorstwa. Przejawem tego jest zunifikowany interfejs użytkownika, pozwalający na jednolity dostęp do wszystkich funkcji systemu z jednego miejsca i za pomocą tych samych środków. Użytkownik tylko raz loguje się do systemu i otrzymuje pełny dostęp do wszystkich przydzielonych mu modułów funkcjonalnych. Interfejs użytkownika stanowi zatem warstwę, w której możliwe jest dokonywanie integracji funkcji realizowanych przez poszczególne moduły dziedzinowe lub inne systemy zewnętrzne, zgodnie z potrzebami wynikającymi z obsługi konkretnych procesów decyzyjnych. Nie ma w tym wypadku znaczenia sposób rozmieszczenia poszczególnych elementów systemu przetwarzania. Mogą być ulokowane w różnych fizycznie miejscach środowiska przetwarzania rozproszonego. Integracja na poziomie interfejsu daje bowiem złudzenie pracy z jednolitym, lokalnym systemem informatycznym i pozwala na operowanie różnymi danymi w spójny sposób.

Rozwój architektury klient-serwer i upowszechnienie się komputerów osobistych spowodowało rozdzielenie przetwarzania związanego z obsługą interfejsu użytkownika na dwa obszary: obsługiwany przez klienta i realizowany na serwerze. Z racji rosnących możliwości stacji klienckich z czasem coraz większa część przetwarzania przejmowana była przez oprogramowanie klienckie, na serwerze pozostawały jedynie podstawowe funkcje związane np. z gromadzeniem danych i zarządzaniem dostępem do nich. Nastąpiło rozdzielenie na dwie kategorie klientów: tych klasycznych, ukierunkowanych głównie na zdalną obsługę interfejsu użytkownika

– jest to tzw. cienki klient (*thin client*), oraz rozbudowanych aplikacji przejmujących znaczną część przetwarzania danych, określanych terminami *fat client*, *thick client* lub *rich client application*.

Doświadczenia z technologią *thin client* oraz dynamiczny rozwój Internetu dały początek kolejnej generacji interfejsu użytkownika – interfejsowi webowemu. Podstawą działania tej technologii jest wykorzystanie standardowej przeglądarki stron internetowych www w roli środowiska uruchomieniowego. Interfejs jest tworzony z zastosowaniem typowych standardów do tworzenia stron internetowych, tj. HTML, CSS, JavaScript itp. Użytkownik pobiera z serwera www lub serwera aplikacji pliki, na podstawie których przeglądarka generuje interfejs. Interakcja odbywa się synchronicznie, według modelu zapytanie-odpowiedź, i wymaga każdorazowo ponownego pobrania strony z serwera.

Taki tryb interakcji spełnia wymagania związane z realizacją podstawowych funkcji w ramach systemów wspomagania decyzji. Użytkownik wyznacza podstawowe dane potrzebne do realizacji sparametryzowanego zapytania, następnie jest ono wysyłane do wykonania na serwerze, który z kolei po uzyskaniu wyniku zwraca dane do wyświetlenia po stronie aplikacji klienckiej. Mimo podobieństw w stosunku do koncepcji cienkiego klienta interfejs webowy wykazuje dodatkowe zalety, które nie występowały w takiej kombinacji we wcześniejszych generacjach. Należy wymienić w tym wypadku następujące jego cechy:

- Duży potencjał w zakresie dostosowywania cech interfejsu do indywidualnych potrzeb, włącznie z możliwością wykorzystania i łączenia różnych form multimedialnych: tekstu, obrazu, dźwięku, animacji i rozbudowanej interakcji.
- Szeroka dostępność – system z interfejsem webowym, podłączony do Internetu staje się dostępny praktycznie z każdego miejsca na świecie, gdzie występuje dostęp do sieci. Daje to niespotykane dotąd możliwości pracy z systemem dla szerokiej grupy użytkowników, niezależnie od lokalizacji i posiadanego sprzętu.
- Duża uniwersalność i skalowalność – technologie webowe mogą być stosowane zarówno w przypadku systemów lokalnych, jak i udostępnianych w sieci. Można łatwo tworzyć za ich pomocą proste interfejsy dla pojedynczych aplikacji lub konstruować rozbudowane systemy obsługujące wielu użytkowników.

Użycie przeglądarki internetowej i standardowych protokołów komunikacyjnych pozwoliło na uzyskanie interfejsu o niespotykanej dotąd elastyczności. Początkowo opracowywane były specjalne odmiany technologii webowej na potrzeby urządzeń mobilnych, takie jak WAP (Wireless Application Protocol). Szybki rozwój możliwości technicznych spowodował jednak, że urządzenia te coraz częściej równie sprawnie obsługują wersje przeznaczone dla komputerów stacjonarnych. Pozwala to na tworzenie wspólnego interfejsu, który może być wykorzystywany w wielu różnych urządzeniach końcowych – od komputerów stacjonarnych, przez notebooki, aż po urządzenia przenośne typu *smartphone* lub organizery PDA (Personal Digital Assistant), coraz bardziej popularne wśród kadry menedżerskiej.

Elastyczność objawia się też w łatwości, z jaką możliwe jest dokonywanie zmian, łączenie w większe struktury i dostosowywanie do bieżących potrzeb. Konstruowa-

nie interfejsów webowych zwiększa również możliwość personalizacji oraz ułatwia równoczesny dostęp do funkcji systemu wielu użytkownikom z dowolnego miejsca połączonego z siecią Internet.

Duża popularność interfejsu webowego, objawiająca się w rosnącej liczbie implementacji, obnażyła jednak pewne wady klasycznego wariantu tej technologii. Głównym problemem był model komunikacji synchronicznej oraz ograniczone możliwości wprowadzania elementów interaktywnych po stronie klienta. Próby opracowania nowych technologii umożliwiających tworzenie zaawansowanych i w pełni funkcjonalnych interfejsów na miarę tych znanych już z aplikacji biurowych zaowocowały powstaniem takich technologii, jak: Java Applets firmy Sun Microsystems, Silverlight firmy Microsoft lub Flash/Flex firmy Adobe. Doprowadziło to do wytworzenia się nowej kategorii aplikacji z rozbudowanym interfejsem webowym, określanych skrótem RIA (Rich Internet Application).

Osobnym kierunkiem rozwijania aplikacji typu RIA stało się także opracowywanie technologii o charakterze otwartym, bazujących na możliwościach, jakie oferuje powszechnie dostępna, typowa przeglądarka internetowa. Realizacją tej idei jest coraz powszechniej używana technologia AJAX (Asynchronous Javascript and XML) wykorzystująca model asynchroniczny w komunikacji między klientem a serwerem oraz wymianę danych za pomocą standardu XML [Keith 2007, s. 5-7]. Wprowadzona została również kontrola stanu połączenia oraz zarządzanie sesjami. W aplikacjach AJAX mogą być stosowane zasady sformułowane w ramach architektury REST (Representational State Transfer) [Higgins 2006, s. 2], definiującej, jak w efektywny sposób budować skalowalne aplikacje w heterogenicznym środowisku rozproszonym, takim jak globalna sieć telekomunikacyjna typu Internet.

Zakres zintegrowania i możliwości omawianych dotąd technologii pozwalają w przypadku systemów wspomaganie decyzji na realizację najbardziej zaawansowanych symulacji i prognozowania opartego na uzyskiwanych w czasie rzeczywistym dowolnych zestawieniach danych. Funkcje te, występujące dotąd głównie w specjalizowanych aplikacjach wymagających odpowiednio dużej mocy obliczeniowej i przestrzeni dyskowej, zaczynają być udostępniane przez interfejs webowy wyświetlany na szerokiej gamie urządzeń przenośnych. Zmiany na poziomie architektury integracyjnej systemów informatycznych przedsiębiorstwa, jak i możliwości technologiczne w zakresie wizualizacji i interakcji pozwalają na wsparcie decydentów w podejmowaniu decyzji praktycznie w dowolnym miejscu i o dowolnej porze. System oferuje w ten sposób najbardziej aktualne informacje i modele decyzyjne przy zachowaniu pełni możliwości aparatu analitycznego. Przetwarzanie odbywa się na dedykowanych serwerach w firmie, a urządzenie klienckie odpowiada jedynie za interakcję z użytkownikiem oraz prezentowanie jej wyników w pożądanej formie.

Dzięki integracji w warstwie interfejsu użytkownika po stronie serwera możliwe stało się również wprowadzenie indywidualnie komponowanego zestawu funkcji, organizacji wyglądu i rozmieszczenia zgodnie z preferencjami każdego użytkownika. Właściwości te określane są zwykle jako personalizacja lub „kustomizacja” systemu (*personalization, customization*) i najczęściej wykonywane są automatycznie

przy każdorazowym logowaniu. Pozwala to na utrzymywanie raz zdefiniowanego, optymalnego środowiska pracy decydenta niezależnie od miejsca, w którym się znajduje, oraz urzędzeń, z których w danym momencie korzysta. Serwer natomiast dokonuje agregacji informacji z różnych odrębnych systemów informatycznych i udostępnia je w odpowiednio zorganizowanej formie za pomocą zunifikowanego interfejsu użytkownika.

5. Zakończenie

Szczególną uwagę należy zwrócić na to, że w procesach podejmowania decyzji zawsze ostatecznym decydem jest człowiek, nie jest nim natomiast nawet najbardziej zaawansowany system informatyczny. Dlatego też przy projektowaniu systemów wspomaganie decyzji oraz ich interfejsów kluczowe staje się uwzględnienie zarówno społecznych, jak i psychologicznych uwarunkowań. Umożliwia to dynamiczny rozwój technologii informacyjnych, który przyczynił się do znacznego wzrostu funkcjonalności systemów informatycznych, w tym również rozwiązań z obszaru wspomaganie procesów decyzyjnych. Duży wpływ na ewolucję systemów wspomaganie decyzji ma coraz szerzej stosowane podejście obiektowe w gromadzeniu i przetwarzaniu danych, a także technologie umożliwiające integrację procesów oraz zasobów, co gwarantuje lepsze dopasowanie do natury problemów decyzyjnych. Nowe rozwiązania charakteryzują się ponadto coraz częstszym stosowaniem języków czwartej generacji oraz technologii multi- i hypermedialnych. Wykorzystywany sprzęt komputerowy i telekomunikacyjny ma wyższe parametry ilościowe i jakościowe. Dostępność informacyjną zapewnia elektroniczna reprezentacja i wymiana informacji biznesowych oraz powszechne stosowanie zintegrowanych systemów informatycznych klasy ERP. Wykorzystanie możliwości wszystkich tych technologii i koncepcji uzależnione jest w dużej mierze od odpowiedniego podejścia do tworzenia interfejsu użytkownika. W przypadku komputerowego wspomaganie procesów decyzyjnych warstwą o bardzo dużym potencjale zwiększenia możliwości funkcjonalnych systemu jest właśnie warstwa interfejsu i prezentacji.

Projektowanie współczesnych systemów informatycznych wymaga coraz częściej wykorzystywania technologii i standardów integracyjnych zarówno po stronie klienta, jak i serwera. Dopiero odpowiednia kombinacja tych dwóch aspektów pozwala na osiągnięcie wysokiego stopnia zintegrowania w wymiarze interfejsu użytkownika.

Literatura

- Adair J., *Decision making and problem solving strategies*, Kogan Page, London 2007.
- Bravo C., Redondo M.A., Ortega M., *Designing the human computer interaction: trends and challenges*, "Journal of Universal Computer Science" 2008, no. 14 (9).
- Hassenzahl M., *The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products*, "Human-Computer Interaction" 2004, no. 19 (4), s. 319-349.

- Higgins B., Ajax and REST, Part 1. *Advantages of the Ajax / REST architectural style for immersive Web applications*, IBM, www.ibm.com (2006).
- Keith J., *Bulletproof Ajax*, New Riders – Berkeley 2007.
- Kozielecki J., *Koncepcje psychologiczne człowieka*, Żak, Warszawa 2000.
- Kwiatkowska A.M., *Systemy wspomaganie decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji systemy wspomaganie decyzji jak korzystać z wiedzy i informacji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Rekimoto J., Nagao K., *The world through the computer: computer augmented interaction with real world environments*, Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'95), ACM Press 1995.
- Robbins S.P., *Skuteczne podejmowanie decyzji*, PWE, Warszawa 2005.

USER'S INTERFACE INTEGRATION TECHNOLOGIES IN A DESCRIPTIVE APPROACH TO DECISION SUPPORT SYSTEMS

Summary: Decision support systems are the most advanced instrument for corporate strategies realization nowadays. That system class can support decision making at many different organizational levels, according to different time criteria. In all of the cases, the basic ground for activity stands for suitable informational repository. The information is the main substrate of decision making process and its availability and qualitative features determinate the possibility and adequacy of a decision being made.

This article focuses on a descriptive approach to decision problems in the field of decision support systems design, especially in user's interface layer technological integration.