

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII AGENTOWEJ W OSTATNICH FAZACH CYKLU ŻYCIA WYROBU

Ewa DOSTATNI

Streszczenie: W artykule przedstawiono przykłady zastosowań technologii agentowej do wspomagania prac w ostatnich fazach cyklu życia wyrobu. Dokonano krótkiej charakterystyki właściwości agentów oraz zdefiniowano pojęcie agenta. Opisano przykład zastosowania mobilnych agentów do wspomagania obszarów sprzedaży i dystrybucji towarów, obsługi posprzedażnej, serwisu i wsparcia. Przedstawiono również system, wspomagający planowanie recyklingu wyrobu.

Słowa kluczowe: technologia agentowa, wspomaganie działań, cykl życia wyrobu.

1. Wstęp

Systemy oparte na technologii agentowej posiadają bardzo szerokie zastosowania. Wspomagają one działania w życiu codziennym jak i znajdują zastosowanie w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Ich uniwersalność sprawia, że często użytkownicy systemów nie są świadomi, że do budowy systemu została wykorzystana technologia agentowa.

Ponieważ sztuczna inteligencja jest wciąż w fazie rozwoju, niektóre z opisanych w artykule przykładów zastosowań inteligentnych agentów wciąż pozostają w sferze badań. Przykładem zastosowania technologii agentowej, która wyprzedza dzisiejsze możliwości nauki jest agent – kierowca. Agent taki wyposażony w kamery o wysokiej rozdzielczości pełniące funkcje sensorów z powodzeniem mógłby analizować drogę, po której miałby się poruszać. Odpowiednio zbudowane manipulatory bez trudu pozwolą takiemu agentowi kierować pojazdem. Niestety, obecny stan techniki wciąż nie pozwala na szybkie dostatecznie i przetwarzanie danych dostarczanych przez sensory i podejmowanie decyzji gwarantujących szybką i bezpieczną jazdę samochodem kierowanym przez agenta.

Jazda z agentem kierowcą nie byłaby w dzisiejszych czasach bezpieczna, natomiast użycie agenta np. do monitoringu stanu wód znacząco zmniejsza zagrożenie powodziowe na monitorowanym przez niego terenie. Wyposażenie takiego agenta w czujniki poziomu wody oraz czujniki dostarczające informacje o wytrzymałości wałów przeciwpowodziowych pozwolą agentowi na skuteczną ochronę wyznaczonych terenów przed powodzią [1].

Również w przedsiębiorstwie produkcyjnym można znaleźć przykłady zastosowań systemów agentowych. Każde przedsiębiorstwo musi zarządzać komunikacją i wymianą informacji ze swoimi klientami, ze swoimi dostawcami, musi zarządzać swoimi zasobami i planowaniem, a także zapewnić sobie kontrolę nad przebiegiem wewnętrznej informacji dotyczącej produkowanego wyrobu [2]. W każdym z powyższych działań pomocne mogą okazać się systemy agentowe. Ich zastosowanie umożliwia wspomaganie działań na wszystkich etapach cyklu życia wyrobu. W niniejszym artykule opisano przykłady zastosowań technologii agentowej w ostatnich fazach cyklu życia wyrobu takich jak: dystrybucja, obsługa posprzedażna, serwis, wycofanie produktu z rynku, recykling

i utylizacja lub ponowne użycie. Technologia agentowa znalazła tak szerokie zastosowanie ze względu na dużą ilość różnych właściwości jakie posiadają agenty.

2. Właściwości agentów

W literaturze występuje dużo różnorodnych definicji inteligentnych agentów. Bardzo trudno jest również określić wspólny zbiór ich właściwości. W pracy [3] można znaleźć szereg definicji agenta, które zawierają opisy cech, jakie powinien posiadać inteligentny agent. Autor postanowił zliczyć częstotliwość występowania w wybranych przez siebie definicjach agenta cech, które są najczęściej wymieniane jako pożądane. W tabeli 1 przedstawiono częstotliwość występowania wymienianych cech agentów.

Tab. 1. Częstotliwość występowania poszczególnych cech agentów [3]

Częstość występowania danej cechy	Cecha agenta
9	Reaktywność
9	Autonomiczność
8	Program
7	Wnioskowanie
7	Celowe działanie
6	Zdolność do współpracy
5	Działanie długookresowe
3	Adaptacyjność

Na podstawie danych umieszczonych w tabeli 1 można stwierdzić, że najbardziej pożądanymi cechami agentów są ich reaktywność i autonomiczność. Reaktywność to zdolność agenta do podejmowania działań na skutek zmian w otaczającym go środowisku. Agent musi posiadać obraz otaczającej go rzeczywistości oraz efekторы zdolne do podjęcia reakcji na zmieniającą się rzeczywistość. Obraz rzeczywistości agent może budować dwojako. Po pierwsze dzięki różnym sensorom obserwującym otoczenie agenta, po drugie dzięki zastosowaniu w niektórych agentach modelu środowiska. Model taki służy do opisu tego, w jaki sposób środowisko danego agenta zmienia się (zarówno niezależnie jak i pod wpływem działań agenta). Model taki wyręcza niejako sensory budując obraz całego środowiska, w tym tej jego części, która w danej chwili znajduje się poza polem widzenia sensorów. Efekторы za pomocą których agent oddziałuje na otoczenie są różne w zależności od typu, budowy i przeznaczenia agenta. Mogą nimi być zarówno proste algorytmy uruchamiane w konkretnych sytuacjach jak i np. szczypce robota przenoszące różne obiekty według zaistniałej potrzeby. Autonomiczność agenta, druga z wymienionych wcześniej cech, pozwala mu na wykonywanie powierzonych działań niezależnie od ich zleceńodawcy. Agenci mogą więc osiągać postawione przed nimi cele bez żadnej ingerencji ze strony otoczenia samodzielnie analizując możliwe do podjęcia decyzje i wybierając optymalne według nich rozwiązania. Uważa się, że autonomiczność to jedna z głównych cech odróżniająca agenta od zwykłego programu komputerowego.

Niemal z tą samą częstotliwością co reaktywność i autonomiczność w definicjach inteligentnych agentów pojawia się słowo „program”. Jest to słuszne w wypadku agentów programowych gdyż każdy agent programowy jest programem (jednak nie każdy program jest agentem programowym). Należy przy tym pamiętać, że inteligentni agenci to nie tylko agenci programowi. Definicje agentów są bowiem niezwykle szerokie. „W ich ramach

mieszczą się zarówno ludzie i niektóre zwierzęta ze swoimi wieloma zmysłami, różnorodnymi działaniami oraz skomplikowanymi strukturami kontroli, ale także wyposażone w jeden lub dwa zmysły, pojedyncze działania oraz absurdalnie proste struktury kontroli urządzenia takie jak np. termostat. Termostat spełnia bowiem wszystkie wymogi definicji agenta” [4].

Wnioskowanie agenta jest nierozdzielnie związane z jego inteligencją. Polega ono na podejmowaniu najbardziej racjonalnych decyzji na podstawie analizy i obserwacji aktualnego stanu środowiska agenta oraz na podstawie stanów archiwalnych, bazy wiedzy i zdolności agenta do przewidywania skutków przyszłych działań. „Agent jest postrzegany jako pośrednik, przedstawiciel, osoba działająca z czyjeś upoważnienia, na czyją rzecz” [5]. Wiele definicji inteligentnego agenta zawiera więc właściwość określającą jego działania jako celowe. Właściwość ta stanowi jedną z podstaw do podziału inteligentnych agentów, a same cele ich działania są bardzo zróżnicowane, od eliminacji spamu z kont pocztowych, przez tworzenie optymalnych harmonogramów w przedsiębiorstwie na działaniach marketingowych kończąc. Zebrane przez Stana Franklina i Arta Graessera, typowe właściwości agentów, przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Typowe właściwości agentów [4]

Właściwość	Inna nazwa	Znaczenie
Reaktywność	Czucie i działanie	Reagowanie na zmiany w otoczeniu
Autonomiczność		Kontrola nad własnymi działaniami
Orientacja na cel	Celowa proaktywność	Nie odpowiadanie prostymi działaniami na zmiany środowiska
Ciągłość		Ciągle działający proces
Komunikatywność	Zdolności społeczne	Komunikowanie się z innymi agentami w tym także z ludźmi
Uczenie się, mobilność, elastyczność	Adaptacyjność	Adaptacyjne zmiany zachowania w oparciu o wcześniej nabyte doświadczenia, możliwość przemieszczania się, działania w oparciu o osobowość i emocje a nie o skrypty

W kolejnych rozdziałach artykułu przedstawiono zastosowanie technologii agentowej do wspomaganiania działań w przedsiębiorstwie, które prowadzone są w ostatnich fazach cyklu życia wyrobu.

3. Sprzedaż i dostawa

Sprzedaż wyrobów i usług stanowi podstawę przychodów przedsiębiorstwa. W zależności od charakteru przedsiębiorstwa systemy agentowe potrafią w znaczącym stopniu usprawnić ten proces. Jeśli przedsiębiorstwo produkuje „na magazyn” szukając klientów dla swoich dóbr po ich wyprodukowaniu odpowiedni system agentowy pomoże w wyszukaniu klientów. Jeśli natomiast sprzedaż jest efektem złożonego uprzednio zamówienia agent zarchiwizuje informacje na temat zamówienia i klienta. Pozwoli to na lepsze przygotowanie przyszłych ofert, które będą lepiej dostosowane do konkretnego odbiorcy.

Dostawa często stanowi znaczący procent kosztów całego zamówienia klienta. Z jednej strony niski koszt dostawy, zwiększa szanse przedsiębiorstwa na pozyskanie klienta, z drugiej zaś gorsze warunki dostawy towarzyszące niższemu kosztowi mogą zniechęcić

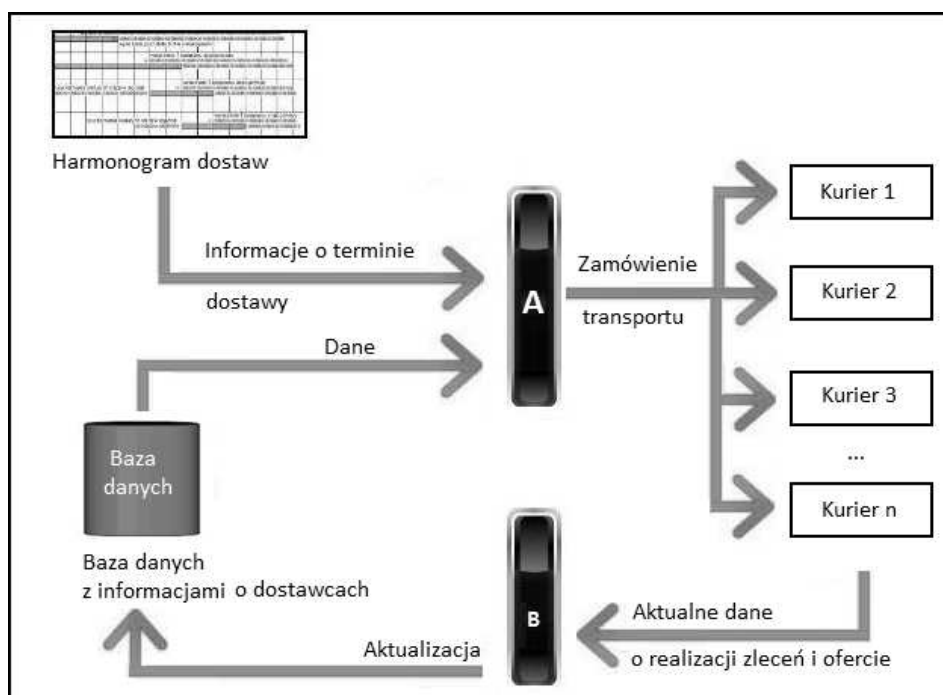
danego odbiorcę do korzystania z usług firmy. Potrzebne jest więc uzyskanie kompromisu pomiędzy tymi aspektami.

3.1. Agent do wyszukiwania klientów

Rozwój technologii internetowych sprawił, że obecnie Internet stał się głównym źródłem pozyskiwania klientów oraz głównym narzędziem do komunikacji z klientami. W zależności od charakteru przedsiębiorstwa, od tego czy produkuje ono wyroby uniwersalne, które mogą znaleźć różnych dostawców, czy też jego produkcja jest efektem złożonych wcześniej zamówień może ono w różny sposób wykorzystać technologię agentową.

Jeśli firma poszukuje klientów na swoje produkty dopiero po ich wyprodukowaniu, agent może czuwać nad informowaniem potencjalnych klientów o wyrobach firmy za pośrednictwem Internetu. Jeśli dana firma prezentuje swoją ofertę na łamach własnej strony internetowej (np. prowadząc sklep internetowy) inteligentny agent może:

- dbać o aktualność informacji zawartych na stronach przedsiębiorstwa, monitorując w czasie rzeczywistym posiadane zapasy i aktualną sprzedaż,
- przysyłać informacje o ofercie firmy do wybranych porównywarek cenowych,
- wyszukiwać w sieci potencjalnych klientów i przedstawiać im ofertę firmy.



Rys. 1. Wykorzystanie agentów do podejmowania decyzji dotyczących sposobu dostawy [6]

3.2. Agent wspomagający planowanie dostawy

Jednym z zadań przedsiębiorstwa jest zapewnienie klientowi szybkiej dostawy przy jednoczesnym zachowaniu niskich kosztów transportu. Szybkość dostawy i jej niska cena to cele będące względem siebie sprzeczne. W takim wypadku zastosowanie znajdują agenci z tzw. funkcją przydatności. To najbardziej zaawansowani spośród inteligentnych agentów programowych. Przed podjęciem każdego działania agenci tego typu analizują jak wpłynie ono na stopień ich zadowolenia, biorąc pod uwagę wszystkie możliwe warianty. Wskaźnik zadowolenia pozwala na uzyskanie kompromisu pomiędzy kosztem dostawy a czasem jej realizacji.

Rysunek 1 przedstawia współpracę dwóch agentów pozwalającą na wybór przez nich optymalnego, według zadanych kryteriów, sposobu dostawy towarów. Agent A pobiera informacje z harmonogramu na temat planowanego terminu wykonania i dostawy danej partii produktów. Jednocześnie pobiera on informacje o możliwych dostawcach z tworzonej przez agenta B bazy danych. Agent B zbiera informacje na temat jakości realizacji zleceń zleconych konkretnym dostawcom przez agenta A oraz informacje na temat ich aktualnych ofert zawierające deklarowany przez nich czas dostawy, ceny i inne warunki istotne przy wyborze konkretnego kuriera.

3.3. Wykorzystanie technologii agentowej do negocjacji cenowych

Wiele obszarów funkcjonowania przedsiębiorstwa wymaga prowadzenia negocjacji. Firma może np. negocjować z pracownikami warunki ich zatrudnienia, z dostawcami warunki dostawy, a z klientami cenę sprzedaży swoich wyrobów i usług. Celem każdej negocjacji jest maksymalizowanie korzyści zdobytych dzięki transakcji, której dotyczyły negocjacje. W celu wykorzystania agenta do negocjacji, niezbędne jest by potrafił on wyciągać wnioski ze swoich działań, stając się coraz bardziej kompetentnym w swoich decyzjach. Jednym z zastosowań systemów agentowych w przedsiębiorstwie może być negocjacja cen z dostawcami i odbiorcami przy zastosowaniu strategii negocjacyjnych. Strategie te definiujemy jako kombinację taktyki zależnej od czasu z taktyką zależną od zachowania [7]. Taktyka zależna od czasu nakłada na agentów obowiązek obserwowania rezultatów własnych działań oraz modyfikowania proponowanej ceny zależnie od pozostałego im czasu i narzuconych ograniczeń typu minimalna cena sprzedaży, bądź maksymalna cena zakupu. Taktyka zależna od zachowania wymaga od agentów działania według kryterium orientacji na cele, przestrzegania kryterium wag satysfakcji oraz rozdrobnienia popytu. Pierwsze dwa kryteria pozwalają na dynamiczne ustalanie cen poprzez ich codzienne korekty w zależności od popytu na rynku. Ostatnie kryterium pomocne jest w pracy agentów kupujących, pozwalając im na minimalizację ceny zakupu.

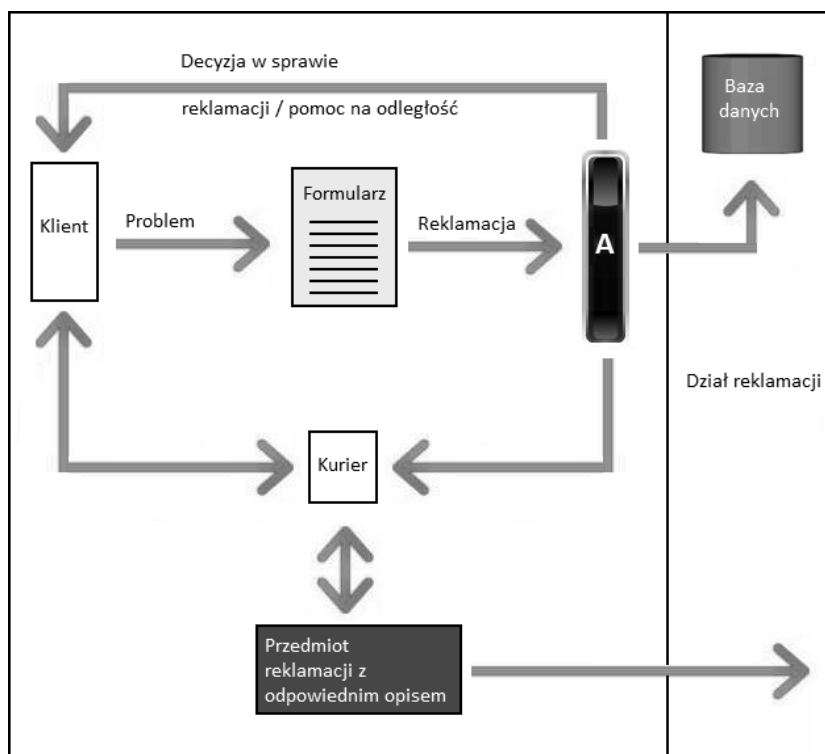
Taktyka zorientowana na cel dostosowuje cenę tak by zakończyć sprzedaż całego posiadanego zapasu towarów określonego dnia (nie wcześniej). Agent osiąga ten cel poprzez obniżanie ceny gdy sprzedaż spada i zwiększanie jej przy dużym popycie. Efektem jego działania mogą być duże wahania ceny zwłaszcza w dniu w którym kończy się wyprzedaż danego dobra. Taktyka działania agenta według kryterium wag zadowolenia, zakłada zmianę ceny na podstawie wielkość dochodów z poprzedniego dnia będącej rezultatem dokonanej zmiany cen. Tak więc jeśli zmiana dokonana wczoraj przyniosła zwiększenie zysków, agent dokona zmiany zgodnej z taktyką z dnia poprzedniego. Gdyby natomiast w wyniku zmiany cen sprzedaż spadła, w dniu następnym agent zastosuje inną taktykę. Taktyka agenta bazująca na rozdrobnieniu popytu polega na jego zmianie każdego

dnia tak by zakupić niezbędną ilość wyrobów do ostatniego wyznaczonego dnia (nie wcześniej). Celem tej strategii jest minimalizacja ceny zakupu [7].

Oczywiście negocjacja cen to tylko jedno z możliwych zastosowań agentów w procesach negocjacyjnych. Korzyści z ich wykorzystania są nie do przecenienia, bowiem z jednej strony przedsiębiorstwo zyskuje za ich sprawą bardzo dobrego negocjatora, z drugiej zaś jego koszt jest znacznie niższy niż w przypadku zatrudnienia w miejsce inteligentnego agenta człowieka. Zbudowany na bazie agentów monitorujących stany magazynowe surowców, agentów wyszukujących potencjalnych dostawców oraz agentów negocjujących warunki dostawy system mógłby w dużej mierze zautomatyzować zarządzanie zapasami w każdym przedsiębiorstwie.

4. Obsługa posprzedażna, serwis i wsparcie

Obsługa posprzedażna oznacza wszelkie usługi świadczone przez firmę po sprzedaży przez nią jej produktów. Zalicza się do niej między innymi zapewnienie części zamiennych do produkowanego dobra oraz jego serwis w wypadku awarii. Czasami obsługa serwisowa wyrobów jest zlecana na zewnątrz przedsiębiorstwa, ale i takich przypadkach przedsiębiorstwo musi dostarczyć części zamienne. Wskazaniem jest również prowadzenie dokumentacji nt. występujących awarii.



Rys. 2. Wykorzystanie inteligentnego agenta do obsługi reklamacji [6]

Im więcej dane przedsiębiorstwo produkuje, tym sprawniej musi zostać zorganizowana obsługa posprzedażna. Nie istnieje bowiem metoda na produkcję bezawaryjną. W każdej

serii każdego wyrobu mogą pojawić się usterki. Ważnym jest by ograniczać zarówno liczbę produkowanych braków jak i skracać czas realizacji naprawy. W tym celu wykorzystać można inteligentnych agentów. Przykład takiego rozwiązania przedstawia rysunek 2.

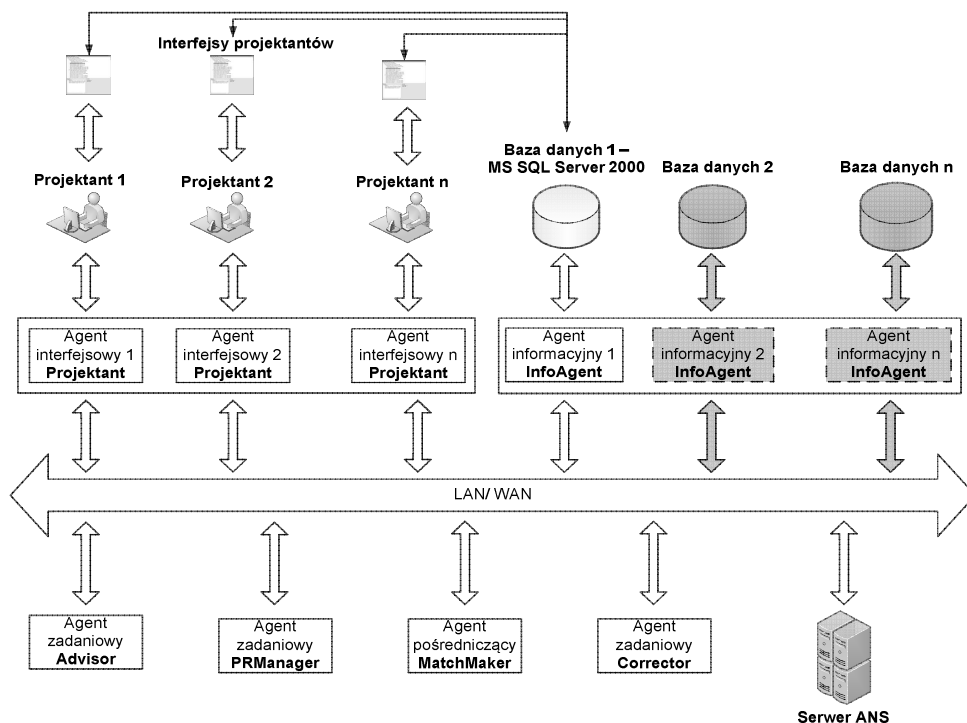
Klient zgłaszając zapytanie dotyczące serwisu wyrobu lub reklamację kontaktuje się z producentem za pośrednictwem specjalnego formularza. Formularz przygotowany jest w taki sposób by był on zrozumiały dla analizującego go agenta. Agent na podstawie dostarczonych informacji poinformuje klienta o możliwości rozwiązania problemu na podstawie posiadanej bazy wiedzy. Jeśli problem wymaga ingerencji pracowników przedsiębiorstwa, agent zleci kurierowi odbiór sprzętu. Klient jest informowany przez agenta o terminie przybycia kuriera. Agent przesyła także do klienta raport z opisem usterki, który klient dołącza do reklamowanego przedmiotu. Raport ten zawiera informacje pomocne w zidentyfikowaniu usterki pracownikom działu reklamacji. Skraca to czas naprawy i zmniejsza do minimum niedogodności, którymi obarczony jest klient z powodu usterki zakupionego przez niego towaru. Ponadto agent może archiwizować informacje o usterekach w bazie danych, która to baza może być wykorzystana przez projektantów, udoskonalających dany wyrób bądź projektujących nowe produkty. Pozwoli to na zmniejszenie występowania podobnych usterek w przyszłości.

5. Wycofanie produktu z rynku, recykling i utylizacja

Wycofanie produktu z rynku może mieć różne przyczyny. Podjęcie takiej decyzji jest zazwyczaj spowodowane sytuacją na zewnątrz firmy. Przedsiębiorstwo może zdecydować się na ten krok by np. ulokować swój kapitał w innym produkcie, którego rozwój jest bardziej perspektywiczny. Decyzję o wycofaniu produktu z rynku, podobnie jak i decyzję o wprowadzeniu nowego produktu na rynek powinny poprzedzić szczegółowe analizy i symulacje. Bardzo pomocne będą tu systemy agentowe wykorzystywane do symulacji pracy przedsiębiorstwa i kreowania jego strategii opisane w pozycji [8].

„Pod pojęciem recyklingu rozumiemy taki odzysk, który polega na powtórnym przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu” [9]. Już na etapie projektowania system agentowy może wyszukać i zaproponować projektantom takie materiały do produkcji projektowanego przez nich wyrobu, by nadawały się one później do recyklingu i ponownego wykorzystania. W tym celu analizuje on wybrane przez projektantów materiały pod kątem posiadanych przez nie właściwości i sprawdza czy nie istnieją materiały lepsze. Najlepszym agentem do tego zadania jest agent z funkcją przydatności gdyż przy wyborze materiałów dąży się zazwyczaj do osiągnięcia sprzecznych celów, takich jak: wysoka jakość i niska cena. Przykład takiego systemu przedstawiono na rys.3.

System składa się interfejsu użytkownika, bazy danych oraz współpracujących ze sobą agentów. W bazie danych gromadzone są informacje niezbędne z punktu widzenia oceny recyklingowej wyrobu, agenty natomiast dokonują oceny wyrobu pod kątem recyklingu i podpowiadają ewentualne zmiany jakie należy wykonać w wyrobie, aby był on bardziej przyjazny dla środowiska i spełniał normy środowiskowe. Zastosowanie w systemie technologii agentowej umożliwia śledzenie zmian dokonywanych w bazie danych przez projektanta i informowanie go o możliwości polepszenia właściwości recyklingowych projektowanego wyrobu [10].



Rys.3. Struktura systemu wspomagającego proekologiczne projektowanie wyrobów [10]

6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono tylko niektóre możliwości zastosowania technologii agentowej do wspomagania prac w przedsiębiorstwie produkcyjnym ze szczególnym uwzględnieniem ostatniej fazy cyklu życia wyrobu. Można zauważyć, że pomimo, iż w artykule omawiane są ostatnie fazy cyklu życia wyrobu (np. recykling), to na jakość przeprowadzonych działań w tych fazach mają wpływ działania wykonywane w pierwszych fazach cyklu życia wyrobu (np. projektowanie lub kreowanie produktu). W celu zapewnienia prawidłowego przebiegu ostatnich faz cyklu życia wyrobu pewne czynności należy wykonać już na etapie powstawania jego koncepcji.

Istnieje jeszcze wiele innych możliwości zastosowania technologii agentowej do wspomagania prac w przedsiębiorstwie. Technologia agentowa może znaleźć swoje zastosowanie w systemach wspomagających kontrolę jakości wyrobów, harmonogramowanie produkcji, zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie itp. Systemy agentowe stanowią godnego następcę systemów eksperckich, bowiem potrafią nie tylko odpowiadać na zapytania człowieka, ale też samodzielnie i autonomicznie działać w jego imieniu. Dzięki ich zastosowaniu możliwe jest zautomatyzowanie wielu procesów, które dotąd wymagały ingerencji człowieka jak choćby dbanie o kontakty z klientami. Są niezastąpione w procesach kontrolnych i sterujących. Systemy agentowe są zdolne do zastąpienia człowieka w wielu funkcjach decyzyjnych, podejmując decyzje szybciej

i trafniej niż ludzie. Ich wdrożenie musi być jednak poprzedzone szczegółową analizą. W wielu wypadkach zastosowanie agentów może być bowiem nieefektywne. Przykładem takiej sytuacji jest użycie agenta do zarządzania bazami danych w przypadku, gdy dana firma korzysta tylko z jednej bazy danych. Bezużyteczne będzie także wykorzystanie agentów do np. wyszukiwania klientów dla firmy mającej bardzo wąską specjalizację produkowanych wyrobów (dla wąskiego grona klientów).

Literatura

1. Pechmann P.: *Inteligentni Agenci: fakty i mity*. Wydział Informatyki Politechnika Szczecińska, 2008.
2. Stanisławski M.: W poszukiwaniu pudełka z napisem PLM. *Konstrukcje inżynierskie*, październik 2008, Wydanie 10 (13), Warszawa, 2008.
3. Falkenroth S.: *Intelligent Software Agents*. Graduate Course Seminar, Linköping University, 1998.
4. Franklin S., Graesser A.: *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents*, Springer-Verlag, Berlin, 1996.
5. Galant V., Tyburcy J.: *Inteligentny agent programowy*. Prace naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław, 2001.
6. Fiszer J.: *Rodzaje oraz charakterystyka systemów agentowych i ich zastosowanie w budowie maszyn*. Praca dyplomowa, promotor Ewa Dostatni, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Politechnika Poznańska, 2009.
7. Viamonte M., Ramoc C.: *ISEM – An Intelligent System for Electronic Marketplaces*. IOS Press, 2002.
8. Wilimowska Z., Zalewska M.: *Model procesu produkcyjnego jako system wieloagentowy*. *Zarządzanie przedsiębiorstwem*, Nr. 2 (2004), Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, 2004.
9. Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628)
10. Weiss Z., Dostatni E., Diakun J.: *Sprawozdanie z projektu badawczego: 4 T07C 025 30, Metoda komputerowego wspomagania proekologicznego projektowania wyrobów ukierunkowana na recykling*. Politechnika Poznańska, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Instytut Technologii Mechanicznej, Poznań, 2009.

Dr inż. Ewa DOSTATNI
Zakład Zarządzania Produkcją
Instytut Technologii Mechanicznej
Politechnika Poznańska
60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3
tel.: (0-61) 6652731, fax: (061) 6652774
e-mail: ewa.dostatni@put.poznan.pl