

Zastosowanie technologii agentowej w logistyce

Jesteśmy świadkami burzliwego rozwoju technologii informatycznych i infrastruktury komunikacyjnej. Logistyka nie pozostaje obojętna wobec rodzących się, nieznanymi wcześniej, możliwości jej wspomagania. Krok po kroku w zarządzaniu łańcuchem dostaw pojawiają się coraz to nowsze technologie informacyjne, które bazują na wykorzystaniu tej rozległej infrastruktury teleinformatycznej.

Przykładem takiej nowej technologii jest tzw. *technologia agentowa* (*agent technology*). Zyskuje ona coraz większą popularność, o czym świadczą może duża liczba międzynarodowych konferencji poświęconych tej problematyce i rosnąca liczba rozwiązań prototypowych i komercyjnych, które wykorzystują tę technologię.

Technologia agentowa jest bardzo obiecująca ze względu na możliwości jej zastosowania w logistyce, głównie za sprawą autonomicznego pozyskiwania informacji w rozproszonym środowisku oraz dużej mobilności oprogramowania. Ponieważ tworzenie się rozległych łańcuchów dostaw jest tożsame z tworzeniem się rozległych sieci wymiany informacji – w naturalny sposób powstaje platforma do bezpośredniego wdrażania technologii agentowej, a w konsekwencji uzyskania nieznanymi dotąd korzyści biznesowych, zwłaszcza w odniesieniu do działań logistycznych.

Istota technologii agentowej

W potocznym rozumieniu słowo *agent* oznacza kogoś oddelegowanego do pracy w określonym miejscu i tam wykonującego określone zadanie zgodnie z wcześniej przyjętymi założeniami. W ujęciu informatycznym mówi się o agencie programowym, to znaczy programie wykonywanym zdalnie, na innym komputerze w sieci lub lokalnie. Program taki działa według życzeń użytkownika lub innego agenta który mógł go uruchomić. Agent programo-

wy posiada następujące cechy, które go wyróżniają na tle innych, klasycznych programów:

- otoczenie – agent działa w określonym otoczeniu, może nim być dedykowane dla niego środowisko, system operacyjny, aplikacja
- cel – który agent stara się go osiągnąć swoim działaniem. Działanie to charakteryzuje się dużą autonomią. Jednak pomimo samodzielności w realizacji celów, agent zawsze działa za przyzwoleniem użytkownika który go delegował do pracy
- trwałość – agent wymaga określonego czasu działania. Powinien działać samodzielnie (tzn. przeżyć w otoczeniu) tak długo jak jest potrzebny, zmierzając do osiągnięcia postawionego mu celu, nawet wówczas gdy delegujący go użytkownik odłączy się od systemu
- adaptacja – agent posiada umiejętność dopasowywania się do zmian zachodzących w środowisku. Przejawia zatem pewne cechy inteligencji. Posiada zdolność uczenia się i wnioskowania
- mobilność – agent może przemieszczać się w ramach otoczenia, bez zmiany misji i sposobu w jaki działa. Może wybierać sobie dynamiczne nowe miejsca wykonywania dla kontynuacji realizacji celów, do których został wyznaczony.

Dwie ostatnie cechy agentów, które mogą występować nawet w bardzo dużej dysproporcji względem siebie, powodują wyróżnienie dwóch podstawowych klas agentów programowych: mobilnych i inteligentnych. W kontekście technologicznym najczęściej spotykamy się z sytuacją, że agenty mobilne nie są inteligentne i odwrotnie – oznacza to, że w praktyce cechy te objawiają się niejako w opozycji względem siebie. Wynika to z faktu, iż duża inteligencja wymaga bardziej rozbudowanego programu (kodu), a ten z kolei trudniej przesłać w inne miejsce w sieci.

Każdy agent, bez względu na jego charakterystykę, wymaga określonego, specjalistycznego środowiska, w którym może funkcjonować. Środowiskiem tym nie może być po prostu czysty system operacyjny, np. Windows XP. Typowa architektura takiego środowiska (tj. systemu agentowego) składa się z aplikacji klienta (użytkownika), aplikacji serwera, dwóch warstw pośrednich: podsystemu uruchomieniowego agentów i podsystemu komunikacji między agentami oraz infrastruktury komunikacyjnej (sieci komputerowej). Warstwy pośrednie występują po obu stronach: tak aplikacji serwera jak i aplikacji klienta.

Funkcjonujący w przyjaznym sobie środowisku agent często zmienia swój stan w ramach tzw. „cyklu życiowego”: zaczynając od narodzin, po okresy aktywności i uśpienia, a skończywszy na zakończeniu pracy agenta. W trakcie cyklu życiowego agent może oczywiście wielokrotnie migrować. Zmiana stanu agenta odbywa się na życzenie aplikacji użytkownika, samego agenta, innych agentów, środowiska uruchomieniowego lub systemu operacyjnego.

Komunikacja w technologii agentowej występuje pomiędzy samymi agentami, agentami a aplikacją użytkownika, agentami a systemem operacyjnym. Jest ona podstawowym sposobem pozyskiwania danych ze środowiska oraz jedynym sposobem wysyłania danych – przez co agent wpływa na to środowisko. W przypadku, gdy mamy do czynienia ze środowiskiem, w którym wiele agentów komunikuje się ze sobą – mówimy o systemie wieloagentowym.

Zalety i wady technologii agentowej

Wykorzystanie technologii agentowej nie ogranicza się do komputerów stacjonarnych, „na sztywno” dołączonych do sieci. Jest ono możliwe, co nawet ważniejsze z punktu widzenia po-

tencjalnych zastosowań, również przy użyciu urządzeń mobilnych, takich jak notebooki, palmtopy, telefony komórkowe. Urządzenia te mogą pracować w trybie przyłączenia i odłączenia ich od sieci. Po przyłączeniu do sieci agent może zostać przesłany do środowiska i uruchomiony. Kontynuuje on swoją pracę nawet po odłączeniu urządzenia inicjującego od sieci. Podczas kolejnych podłączeń możliwe jest odebranie wyników pracy agenta oraz ewentualne zlecenie mu następnych zadań. Nie trzeba wyjaśniać, iż taki tryb pracy agentów znacznie obniża koszty uzyskania informacji – co jest istotną zaletą technologii agentowej. W praktyce wykorzystuje się ten tryb choćby ze względu na dość wysoki koszt połączenia stałego z wykorzystaniem telefonii bezprzewodowej.

Drugą ważną zaletą technologii agentowej jest to, że nie wymaga ona efektywnych, droższych komunikacyjnie kanałów transmisyjnych. Agent może autonomicznie gromadzić i przetwarzać dane na serwerze natomiast do klienta (użytkownika) przesłany zostanie tylko ostateczny wynik – rezultat pracy agenta. Zauważmy również, że w związku z tym, iż agent wykonuje swoje operacje na serwerze – nie jest wymagane aby urządzenie, z którego agent został uruchomiony (przesłany), potrzebowało dużych zasobów tak procesora jak i pamięci (operacyjnej, dyskowej).

Istotną wadą zastosowań technologii agentowej jest konieczność stworzenia rozbudowanego systemu zabezpieczeń środowiska pracy agenta. Poważnym zagrożeniem mogą być wirusy przesłane w kodzie agenta. Istnieją również obawy, że w przyszłości będą pobierane opłaty za możliwość uruchamiania agentów po stronie serwera. W skrajnym przypadku może to doprowadzić do sytuacji, w której korzystniej będzie przesłać całą niezbędną informację z serwera do użytkownika i tam ją obrabiać, niż zlecać to zadanie agentowi, zapłaciwszy wcześniej za możliwość jego zdalnej pracy.

Zastosowanie technologii agentowej w logistyce

Technologia agentowa, ze względu na przedstawione powyżej cechy agentów, jest bardzo atrakcyjną i ciągle roz-

wijaną dyscypliną informacyjną. Ze względu na możliwość jej zastosowania w przypadku mobilnych urządzeń cyfrowych (komputerów) – technologia ta staje się bardzo obiecująca, zwłaszcza w przypadku zarządzania łańcuchami dostaw. Trzeba jednak tu uczciwie powiedzieć, że nie jest to technologia całkowicie nowa. Pośrednio z agentami mamy do czynienia korzystając z pakietu Microsoft Office. Zastosowano tam bowiem, w sposób nie do końca jawny, elementy technologii agentowej w formie najrozmaitszych asystentów i pomocników, które automatyzują rutynowe działania w edytorze tekstu czy arkuszu kalkulacyjnym (np. kreator wykresów w programie MS Excel).

Poniżej, w sposób intuicyjny, przedstawiono przykłady zastosowania technologii agentowej w logistyce. Szerzej scharakteryzowano zastosowanie tej technologii w kolejnej sekcji artykułu, odwołując się do elektronicznego rynku transportowego.

Agenty wyszukujące

Specyfiką tych agentów jest to, że wyszukują one informacje według ściśle zadanych kryteriów. Mogą podejmować autonomiczne decyzje o zmianie swojej lokalizacji, jeśli cel nie został dotąd w pełni osiągnięty. Najczęściej są to agenty wysoce mobilne.

Potencjalne zastosowania takich agentów są następujące:

- Wyszukiwanie informacji o najtańszych surowcach, półproduktach, usługach w ofertach potencjalnych dostawców na elektronicznych giełdach towarowo-usługowych. Agent odwiedzając kilka takich giełd w sieci, wybiera ofertę najbardziej atrakcyjną i zwraca o niej informację delegującemu go użytkownikowi. Agent może zakończyć działanie, jeśli w pierwszej lokalizacji odnajdzie ofertę spełniającą warunki wyboru. Może też podjąć decyzję o zakupie towaru, usługi, jeśli jego stopień autonomii na to pozwala. Warto zwrócić uwagę na to, że agent migrując do kolejnej lokalizacji (środowiska uruchomieniowego), przenosi się wraz z zapamiętaną informacją z lokalizacji poprzedniej.

Pamiętając o typowym cyklu życia agenta, agent po przesłaniu go na ser-

wer może przejść w stan uśpienia. Jego aktywacja możliwa jest o zdefiniowanej godzinie i dacie. Przykładowo, agent może wznowić wyszukiwanie towarów w każdy poniedziałek. W skrajnych sytuacjach agent może przebywać na serwerze kilka tygodni, cały czas monitorując ceny towarów. Jeśli ceny spadną poniżej zadanych progów, dopiero wówczas komunikuje się z aplikacją użytkownika.

Jak widać, proponowane tu rozwiązanie jest naturalnym rozszerzeniem elektronicznego handlu (*e-commerce*) w kontekście działań logistycznych o technologię agentową (pełniejszy przykład takiego połączenia zaproponowano w kolejnej sekcji artykułu, dotyczącej elektronicznego rynku ofert transportowych).

- Określanie liczebności określonych produktów (w szczególności poniżej przyjętego minimum) w magazynach, sklepach – tak w obrocie hurtowym jak i w detalicznym. Przy założeniu, że sklep czy magazyn korzysta tylko i wyłącznie z jednego dostawcy w danym asortymencie, agent może automatycznie komunikować się z dostawcą i zamawiać towar. Jego kryterium wyboru może być przykładowo ilość towaru, jaka ubyła w ostatnim czasie z badanego magazynu.
- Wyszukiwanie środków transportowych geograficznie najbliższych miejsca realizacji zlecenia transportowego – agenty mogą przecież wybierać wśród dostępnego taboru jaki posiada pewna firma przewozowa. Jak wiadomo, na rynku istnieją już aplikacje, które wspomagają dokładną lokalizację środka transportu na mapie przy wykorzystaniu technologii GPS. Integrując tego typu rozwiązania z technologią agentową można dynamicznie zarządzać zgłaszanymi potrzebami przewozowymi. Zauważmy, że takie rozwiązania mogą zostać wdrożone również w komunikacji miejskiej – w usługach kurierskich czy w sieciach taksówkowych.

Agenty monitorujące

Grupa agentów o dużej inteligencji ale małej mobilności. Agenty te mogą badać:

- aktualny stan techniczny urządzeń (ciśnienia, temperatury, obroty itp.)

środka transportowego. W sytuacjach skrajnych agent komunikuje się z użytkownikiem (aplikacją) sygnalizując stan wyjątkowy

- stany magazynowe (hurtowni) i zgłaszać ewentualne niedobory lub braki
- bieżące obroty współpracujących hurtowni i sklepów.

Agenty zarządzające

Agenty takie posiadają cechy zarówno agentów inteligentnych jak i mobilnych. Przykładowe zastosowania tej grupy agentów mogą być następujące:

- zarządzanie przepływem towarów (usług) przez kolejne ogniwa łańcuchów dostaw. W niektórych systemach zarządzających łańcuchem dostaw (SCM) już teraz wykorzystuje się technologię agentową. Przykładem może być mySAP SCM
- zarządzanie kompleksową realizacją zamówień hurtowników (detalistów).

Zauważmy też, że połączenie metod ilościowych w logistyce z technologią agentów zarządzających, umożliwia płynne sterowanie dynamicznym doбором tras środków transportowych.

Zastosowanie technologii agentowej na przykładzie elektronicznych giełd ofert transportowych

Elektroniczne giełdy transportowe są bardzo popularnymi rozwiązaniami elektronicznego handlu typu B2B (*business to business*). Wiążą ze sobą dwie strony: firmy spedycyjne i firmy przewoźnicze. Serwis, który świadczy tego typu usługi pośrednictwa czerpie zysk z dostępu do ofert, np. o wolnych przestrzeniach ładunkowych czy ładunkach. W ten sposób strony korzystające z takiego serwisu wpływają na optymalizację transportu. Obecnie na rynku europejskim istnieje wiele tego typu ofert usług. Wyróżnić można tutaj kilka podstawowych grup rozwiązań.

Pierwszą, a zarazem najliczniejszą, są oczywiście witryny internetowe, które po zarejestrowaniu użytkownika oferują dostęp do swoich baz danych w formie przeglądania ofert jak i dopisywania swoich własnych.

Drugą grupą są tzw. bazy typu *off-line*. Użytkownik, korzystając z aplikacji na swoim komputerze, jaką oczywiście oferuje mu firma świadcząca tego typu usługi, ma możliwość przeglądania ofert i wprowadzania nowych. Aplikacja ta służy również jako medium komunikacyjne. Po połączeniu się z serwerem giełdy transportowej, następuje przesłanie danych z ofertami i uaktualnienie

lokalnej bazy danych. Najczęściej uaktualnienie dotyczy tylko ofert które leżą w centrum zainteresowania użytkownika. W tym celu użytkownik definiuje kryteria wyboru. Nie zawsze jest to możliwe, czasami trzeba pobrać cały zakres ofert z serwera. Po aktualizacji następuje zakończenie połączenia. Zaletą tego rozwiązania jest oszczędność wynikająca z ograniczenia sieciowej komunikacji. Rozwiązanie to może być wykorzystane przez małe firmy, dysponujące wyłącznie połączeniem modemowym.

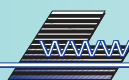
Trzecią grupą rozwiązań są tzw. listy mailingowe. Przy użyciu poczty elek-

Tab. 1. Elektroniczne giełdy transportowe

Elektroniczne giełdy transportowe	
Rozwiązanie tradycyjne	Rozwiązanie z wykorzystaniem technologii agentowej (TA)
Brak dostatecznej automatyzacji procesu pozyskiwania informacji, np. spedytor musi samodzielnie wyszukiwać oferty potrzebne do realizacji zlecenia spedycyjnego.	Autonomiczny agent sam wyszukuje oferty na odpowiednim serwerze. Komunikuje się z użytkownikiem po osiągnięciu celu. Może też podejmować kolejne kroki, np. negocjacje warunków.
Brak natychmiastowej informacji o pojawieniu się nowych ofert na elektronicznym rynku.	Agent monitoruje 24 godziny na dobę pojawianie się nowych ofert (jeżeli środowisko serwera – giełdy transportowej – na to zezwala).
Słabo rozwinięta komunikacja pomiędzy serwerem giełdy a użytkownikiem.	Wykorzystanie do komunikacji z użytkownikiem urządzeń mobilnych (telefon bezprzewodowy wraz z palmtopem czy komputerem pokładowym). Możliwa jest np. komunikacja z przewoźnikiem w trybie komunikatów SMS.
Brak negocjacji warunków pomiędzy stronami.	Agent spedytora może negocjować warunki z agentem przewoźnika. Może dokonywać wstępnej oceny wiarygodności drugiej strony jak i finalizować umowy.
Efektywność poszukiwań informacji jest uzależniona od łącza komunikacyjnego (stałe łącze daje większą swobodę w aktualizacji informacji o zleceniach).	Po przesłaniu agenta na serwer i zakończeniu komunikacji (połączenie modemowe), agent realizuje zadanie. W kolejnej sesji połączenia pobierane są wyniki poszukiwań agenta.
Brak dostatecznej swobody w wyborze usługodawcy. Korzystanie z kilku usługodawców wymaga stosowania różnych rozwiązań technologicznych, np. inny rodzaj giełdy może wymuszać inną aplikację do jej obsługi po stronie klienta.	Agent może się przemieszczać pomiędzy różnymi giełdami transportowymi. Migrując do nowej lokalizacji przemieszcza się wraz z informacją już zdobytą. Ma możliwość porównania kilku ofert z różnych źródeł.

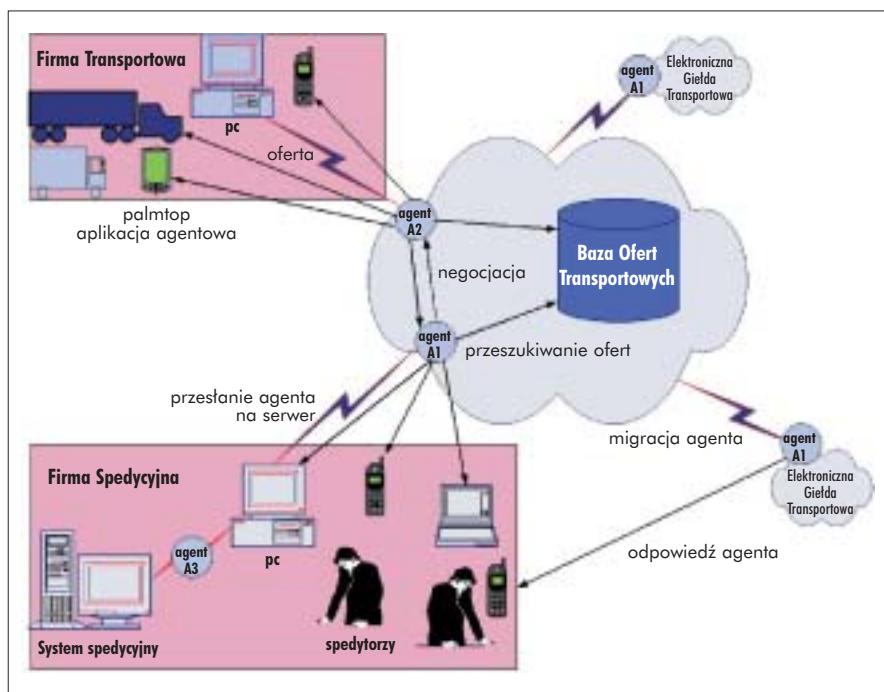
Logistyka skazana na sukces

odwiedź portal



Logistyka.net.pl

CODZIENNY INTERNETOWY SERWIS BRANŻOWY



Rys. 1. Mechanizm działania giełdy towarowej z wykorzystaniem technologii agentowej

tronicznej użytkownicy wymieniają oferty między sobą. Poważną wadą tego podejścia jest fakt, iż niestety wszyscy otrzymują wszystkie oferty, które spłynęły do tego czasu na serwer pocztowy zarządzający tą usługą. Jest to chyba zdecydowanie najmniej efektywny sposób pozyskiwania informacji transportowych. Dla niektórych firm może okazać się jednak znaczące to, że tego typu usługi bywają zwykle darmowe.

Zastosowanie technologii agentowej w funkcjonowaniu elektronicznych giełd transportowych może znacząco wpłynąć na efektywność realizacji tego typu usług. Zakreślone powyżej tradycyjne rozwiązania *e-commerce* nie rozwiązują bowiem kilku istotnych problemów. Omówiono je w poniższej tabeli.

Technologię agentową można stosunkowo łatwo zintegrować z systemami spedycyjnymi. Mechanizm działania giełdy towarowej z wykorzystaniem technologii agentowej zilustrowano na poniższym rysunku. Jeden z agentów – w tym przypadku A3 – może monitorować duże systemy spedycyjne, np.: operatora logistycznego, pod kątem wyszukiwania zleceń spedycyjnych. Przekazuje on następnie zadanie innemu agentowi (A1), odpowiedzialnemu za wyszukiwanie wolnych ładunków (na giełdach transportowych), potrzebnych do realizacji zlecenia. Spedytor, korzy-

stając z aplikacji, komunikuje się z agentem A1, po swojej stronie przekazując mu zadanie T1, np. wyszukania ofert wolnych ładunków. Kod agenta wraz z informacją o zadaniu T1, zostają przesłane na serwer agentowy – elektroniczną giełdę wolnych ładunków. Serwer agentowy dokonuje autentyfikacji agenta A1, a następnie pozwala mu realizować swoje zadanie. Jeśli w tym czasie na rynku nie ma oferty, która spełniałaby kryteria wyboru, agent w dalszym ciągu pozostaje aktywny, monitorując nowe oferty pojawiające się na giełdzie. Może też przemieszczać się do innych środowisk – jakimi są inne giełdy transportowe. Równoległe przewoźnik, za pośrednictwem agenta A2, składa ofertę o wolnym ładunku. Oferta ta spełnia wymagania kryterialne agenta A1,

który komunikuje się z aplikacją spedytora. Może dojść również do negocjacji ceny za usługę między agentami A1 i A2.

Jak wynika z bieżących obserwacji, każde umiejętne zastosowanie technologii informacyjnych w logistyce, powoduje skrócenie łańcuchów dostaw, co jest w głównej mierze konsekwencją umożliwienia bezpośredniego dotarcia do potencjalnych dostawców. Można oczekiwać, że jedna z najbardziej atrakcyjnych i nowoczesnych technologii informacyjnych – technologia agentowa – przejmie w niedalekiej przyszłości niektóre procesy decyzyjne, w pełni je automatyzując, z uwagi na dużą autonomię w działaniu agentów, możliwość uczenia się i wnioskowania. Stwarza to bowiem nieznane dotąd możliwości działań o charakterze logistycznym, a w konsekwencji zdecydowane obniżenie ich kosztów operacyjnych. Jest oczywiste, że w krótkim czasie spowoduje to zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw „przychylnym agentom” i ich kooperantów – na coraz bardziej wymagającym rynku.