



Krzysztof Kania

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Informatyki i Komunikacji
Katedra Inżynierii Wiedzy
krzysztof.kania@ue.katowice.pl

WYKORZYSTANIE ONTOLOGII W LOGISTYCE SIECI MIĘDZYORGANIZACYJNEJ

Streszczenie: Sieci międzyorganizacyjne stają się coraz bardziej rozległe, przekraczając granice krajów i kultur. Tworzenie łańcuchów logistycznych w tych warunkach staje się skomplikowane i trudne, choć oczekuje się, aby logistyka nie tylko nie była barierą rozwoju sieci, ale wręcz jej stymulatorem. Pomocne w konstruowaniu procesów logistycznych są technologie informatyczne, których głównym zadaniem jest ułatwienie komunikacji pomiędzy potencjalnymi uczestnikami sieci i łańcuchów logistycznych. W artykule omówiono znaczenie informatycznych technologii integracyjnych, możliwości i korzyści wprowadzenia ontologii do logistyki sieci oraz przeanalizowano rolę operatorów logistycznych w tym zakresie.

Słowa kluczowe: ICT w logistyce, ontologia, sieci.

Wprowadzenie

Budowanie sieci międzyorganizacyjnych odbywa się na fundamencie zaufania i rozpoznania kluczowych kompetencji, a powstają one w wyniku negocjacji biznesowych, tworzenia aliansów, porozumień, zawieranych umów i gry rynkowej. W ślad za decyzjami strategów i menedżerów powinny się pojawić (szybko i niewielkim kosztem) odpowiednie relacje na poziomie operacyjnym i związana z tym wymiana danych. Coraz częściej zdarza się też sytuacja odwrotna. Powszechny dostęp do Internetu, który jest ogromnym repozytorium informacji biznesowej, oraz coraz lepsze możliwości wyszukiwania ujawniają okazje biznesowe, które mogą się przekształcić w dłuższym okresie w trwałe powiązania sieciowe.

Tworzenie się coraz rozleglejszych i złożonych sieci międzyorganizacyjnych stawia przed systemami logistycznymi coraz trudniejsze zadania. Sieci obejmują różne branże, a partnerzy biznesowi są rozmieszczeni w różnych krajach i kręgach kulturowych. W sieciach pojawiają się firmy, które mają bardzo różne rozwiązania informatyczne, ale trudno sobie wyobrazić, aby stosowanie takich lub innych rozwiązań ICT miało być przeszkodą dla ich uczestnictwa w sieci. Podobnie jak w sieci międzyorganizacyjnej, organizacje, które uczestniczą lub chcą uczestniczyć w łańcuchu logistycznym, z istoty rzeczy muszą się wymieniać informacjami z innymi organizacjami. Systemy logistyczne, które towarzyszą sieciom międzyorganizacyjnym lub nawet pretendują do ich wspierania, muszą być zatem coraz bardziej elastyczne, przygotowane na szybką rekonfigurację oraz bezproblemowe przyjmowanie nowych uczestników biznesu. W tych warunkach rośnie rola operatorów logistycznych, którzy powinni usuwać przeszkody rozwoju sieci, a nawet być czynnikiem zachęcającym i ułatwiającym podtrzymywanie sieci przynajmniej w sferze logistyki.

Logistyka już powszechnie odbywa się za pośrednictwem firm wyspecjalizowanych w transporcie oraz z wykorzystaniem platform internetowych, które kojarzą zamawiających z dostawcami i przewoźnikami. W zarządzaniu takimi łańcuchami głównymi aktorami są ludzie, których zadaniem jest znalezienie i dobór odpowiednich partnerów oraz skonfigurowanie procesów logistycznych. Technologia sprawia, że pojawia się coraz więcej możliwości, aby konstruowanie i zarządzanie tymi procesami w szerszym zakresie przejęły komputery, co sprawi, że konstrukcja tych procesów będzie szybsza i tańsza, a one same będą bardziej elastyczne i dopasowane do aktualnej sytuacji uczestników. Jednak warunkiem uelastycznienia, przyspieszenia i automatyzacji budowania łańcuchów logistycznych jest integracja poszczególnych stron oraz wzajemne poprawne rozumienie artykułowanych potrzeb i możliwości. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości informatycznych technologii integracyjnych w tym zakresie oraz możliwości i korzyści wprowadzenia ontologii do logistyki sieci międzyorganizacyjnej. Przeanalizowano również rolę operatorów logistycznych w realizacji tego zadania oraz w integrowaniu i rozwijaniu takiej sieci.

1. Poziomy i metody integracji organizacji w sieci

Integracja może się odbywać na różnych poziomach [zob. np. Lase, 2001]. **Integracja systemowa** oparta na standaryzacji syntaktycznej dotyczy komunikacji między systemami, tj. połączenia i wymiany danych za pomocą sieci komputerowych i protokołów komunikacyjnych. Obecnie jest ona realizowana po-

przez metajęzyk XML oraz zbudowane za jego pomocą języki opisu danych w różnych dziedzinach. Umożliwia ona przesyłanie komunikatów, ale ich interpretacja i przetworzenie wymaga działania użytkownika. Praktyka pokazała, że integracja na poziomie systemowym pozwoliła na osiągnięcie tylko ograniczonego poziomu scalenia. Wyższy poziom zapewnia **integracja aplikacji**, która dotyczy współdziałania programów realizowanych na różnych platformach sprzętowych, jak również wspólnego użytkowania danych przez różne aplikacje. Do przetworzenia przesyłanych danych są wykorzystywane ustalone algorytmy, więc udział człowieka nie jest konieczny, ale zasięg takiej integracji jest ograniczony do konkretnych systemów. Natomiast **integracja biznesowa** oznacza scale nie i koordynację na poziomie procesów biznesowych i jest najbardziej pożądana z punktu widzenia zarówno sieci międzyorganizacyjnych, jak i towarzyszących im łańcuchów logistycznych. Jej celem jest tworzenie struktury obejmującej swym zakresem funkcjonalnym różnorodne procesy gospodarcze występujące zarówno w firmie, jak i jej otoczeniu. Z integracją biznesową ściśle wiążą się zagadnienia pracy grupowej, kooperacji oraz wirtualizacji procesów biznesowych. Jednak osiągnięcie takiego poziomu integracji jest możliwe tylko w sytuacji pełnego zrozumienia nie tylko danych, ale i zasad biznesu. Jednocześnie oczekuje się, aby osiągnięcie takiej integracji było szybkie, tanie i łatwe. W przeciwnym bowiem przypadku byłaby ona zbyt wysoką barierą wejścia do sieci współpracy.

Budowanie elastycznych procesów i łańcuchów logistycznych na podstawie tylko integracji systemowej i aplikacyjnej jest trudne ze względu na specyficzność oraz dużą bezwładność i tendencje do kosztowności raz przyjętych rozwiązań ICT. Technologia, która umożliwiła przekroczenie granic zintegrowanych systemów informatycznych oraz stworzyła podstawy integracji biznesowej, jest technologia agentowa. Agent programowy to niewielki, autonomiczny program wykonywany zdalnie na innym komputerze w sieci lub lokalnie, który aby osiągnąć zadany cel, potrafi przeszukiwać i analizować zasoby Sieci oraz kontaktować się z innymi agentami. Z punktu widzenia logistyki technologia agentowa jest bardzo obiecująca za sprawą możliwości autonomicznego pozyskiwania informacji w rozproszonym środowisku. W e-logistyce można wyróżnić trzy zastosowania technologii agentowej [zob. szerzej Kudelska, Radecki, 2012]:

- agenty wyszukujące, których zadaniem jest znajdowanie w Sieci ofert określonych usług lub produktów (w zależności od posiadanych uprawnień również samodzielne rangowanie znalezionych ofert) i zwrot informacji o nich delegującemu go użytkownikowi lub agentowi,
- agenty monitorujące, których głównym zadaniem jest śledzenie stanu określonych obiektów (np. stanu magazynowego towaru, lokalizacji przesyłki,

wielkości ustalonych wskaźników) i przekazywanie informacji o stanie bieżącym oraz o ewentualnych przekroczeniach zdefiniowanych granic (przebiegów bezpieczeństwa),

- agenty zarządzające, które mają uprawnienia do podejmowania określonych działań (np. złożenia zamówienia lub wskazania wykonawcy usługi) na podstawie dostarczonych (przez użytkownika lub inne agenty) informacji.

Rozpowszechnienie technologii agentowej umożliwiło wprowadzenie architektury systemów informatycznych opartej na założeniu, że całe procesy biznesowe (lub ich znaczne fragmenty) są realizowane z wykorzystaniem niewielkich komponentów programowych (agentów usługowych zwanych również usługami sieciowymi – Web Services) odpowiedzialnych za poszczególne zadania. Jest ona określana jako architektura usługowa (Service Oriented Architecture – SOA). Jest ona próbą rozwiązania problemów związanych z integracją aplikacji poprzez uproszczenie struktury powiązań pomiędzy nimi oraz zapewnienie większej autonomii systemom informatycznym poprzez wyeliminowanie konieczności budowania indywidualnych i bezpośrednich powiązań pomiędzy nimi. Rolę integratora pełni dedykowane oprogramowanie (tzw. broker informacyjny), które nadzoruje przesyłanie komunikatów, będąc jednocześnie pośrednikiem pomiędzy poszczególnymi aplikacjami.

Bardzo silnym warunkiem zastosowania technologii agentowych i SOA jest poprawne „rozumienie” przez agenty (usługi) informacji pozyskanej w Sieci, tak aby wyszukana informacja mogła zostać porównana z wyznaczonymi przez użytkownika parametrami. Istnieją dwie możliwości. Pierwsza polega na wyposażeniu agenta w obszerną i szczegółową wiedzę na temat miejsc przechowywania informacji i sposobów ich interpretacji (np. adresy giełd logistycznych i algorytmy odczytywania danych z ofert na nich umieszczonych). Wiadomo wtedy, skąd pozyskiwać informację i jaka jest jej interpretacja. Rozwiązanie takie ma tę zaletę, że uzyskane dane (o ile istnieją) są zawsze poprawne, natomiast wadą jest bardzo ograniczone działanie agenta (do konkretnych miejsc w Sieci) i brak możliwości automatycznego rozszerzenia zasięgu jego pracy.

Rozwiązanie drugie polega na przyjęciu przez użytkowników określonego standardu opisu swoich żądań i oferowanych usług. Dzięki temu agenty nie muszą już posiadać rozbudowanej wiedzy o znaczeniu danych, ponieważ opierają się na standardzie opisu. W efekcie pojedyncza aplikacja transmitująca komunikat może wysłać go do wielu odbiorców, bez wcześniejszych uzgodnień, a odbiorcy mogą odbierać komunikaty jeśli tylko zechcą. W ten sposób broker integracyjny staje się platformą, w ramach której jest możliwe wywołanie każdej funkcji zawsze w ten sam sposób. Z biznesowego punktu widzenia istotne jest

to, że bazując na tych usługach, można komponować złożone procesy obejmujące wiele systemów. Zaletą tego rozwiązania jest elastyczność i wszechstronność, natomiast wadą potrzeba utworzenia standardu opisu, który wystarczałby do opisu żądań i usług w konkretnej dziedzinie, rozpowszechnienie tego standardu, skłonienie użytkowników i dostawców ICT do jego zaakceptowania oraz przygotowanie infrastruktury ICT. Mimo tych trudności podejście to jest bardziej perspektywiczne i dlatego w ostatnich czasach są podejmowane liczne badania pokazujące korzyści oraz propozycje standardu opisu usług (również logistycznych), które umożliwiałyby wyczerpujący i jednolity opis tego, czego oczekują strony zaangażowane w procesy biznesowe (w przypadku łańcuchów logistycznych – ich uczestnicy).

Usługi są budowane przez ekspertów, którzy znają i rozumieją źródła danych, ich znaczenie i wzajemne powiązania we współpracy z informatykami, którzy zapewniają niezbędną infrastrukturę sprzętową i programową. Użytkownicy końcowi mogą korzystać z tych gotowych elementów bez konieczności wgłębiania się w całą złożoność opisów danych oraz relacji między nimi. Architektura usługowa na poziomie użytkownika końcowego przejawia się w postaci portalu korporacyjnego umożliwiającego komunikację i współpracę. Tak jak język XML uwolnił biznes od szczegółów przekazywania danych i wymiany informacji związanych z wykorzystywaniem różnych platform i oprogramowania, tak architektura usługowa uwalnia z ograniczeń tradycyjnego oprogramowania. Szersze omówienie propozycji wykorzystania architektury usługowej w logistyce można znaleźć w pracy Rusina, Jędrzejka, Szpryngiela [2008].

2. Ontologie i semantyczne usługi sieciowe

Standard opisu – konieczny dla poprawnej integracji usług pochodzących z różnych systemów – nie jest łatwy w percepcji dla człowieka. Problem akceptacji takiego wspólnego standardu wzrasta jeszcze w rozproszonych globalnie sieciach, gdzie często zachodzi konieczność porozumiewania się organizacji działających w różnych krajach i różnych kręgach kulturowych. Rodzi to problemy z właściwym rozumieniem przekazu, czyli problemy natury semantycznej. Jak stwierdza I. Pawełoszek, „Obecnie w systemach e-biznesu coraz większa ilość komunikatów przesyłana jest automatycznie pomiędzy maszynami, jednakże fakt fizycznej łączności – możliwości wymiany danych – nie zawsze prowadzi do komunikacji efektywnej w sensie logicznym. Taki problem określa się jako brak semantycznej interoperacyjności”. Wynika ona z fundamentalnych różnic, jakie dzielą ludzi ukształtowanych przez konkretną kulturę i mówiących w różnych językach [Pawełoszek, 2012].

Problem ten próbuje się pokonać, wykorzystując ontologię. W literaturze przedmiotu najczęściej przytaczaną definicją ontologii jest ta sformułowana przez T. Grubera [1993], według której „ontologia jest formalną, jawną specyfikacją współdzielonej konceptualizacji”. Ontologia może być traktowana jako model pojęciowy dziedziny, który opisuje semantykę struktur wiedzy dziedzinowej, tzn. model opisujący kontekst. W prostszej wersji jest to uzgodniony słownik pojęć, natomiast pełna ontologia dostarcza ponadto relacji pomiędzy pojęciami oraz reguł, które umożliwiają wnioskowanie o samej ontologii (sprawdzanie jej kompletności, spójności) oraz o dziedzinie, którą ona opisuje. W ten sposób ontologia jest nie tylko prostym zbiorem pojęć, ale również zapisem wiedzy, którą można wykorzystać w procesach decyzyjnych. Tworzenie ontologii jest ukierunkowane na osiągnięcie konsensusu w rozumieniu dziedziny akceptowanego przez zainteresowanych użytkowników systemu wiedzy. Tworzy się ją w celu zapewnienia danym, reprezentującym informacje i wiedzę, semantyki zrozumiałej i możliwej do przetwarzania przez komunikujących się agentów (programy i ludzi). W efekcie umożliwia to ludziom formułowanie swoich żądań w sposób zbliżony do naturalnego, a komputerom przetwarzanie tak zapisanej wiedzy (wyszukiwanie, wnioskowanie). Formalna specyfikacja semantyki, pozwalająca na maszynowe przetwarzanie zapisanej wiedzy dziedzinowej, otwiera również nowe możliwości w zakresie zautomatyzowanej integracji systemów informatycznych, które są odpowiednio zróżnicowane z punktu widzenia ludzi i wystarczająco podobne, aby mogły je porównywać komputery [Chandrasekaran, Josephson, Benjamins, 1999]. Do zapisu ontologii zostały skonstruowane stosowne formalizmy. Są do tego wykorzystywane modele i języki, wśród których można wymienić model danych Resource Description Framework – RDF wraz z językiem zapytań SPARQL, język służący dodawaniu opisów semantycznych Web Ontology Language – OWL czy język opisu semantycznych usług sieciowych Web Service Semantics – WSDL-S, które umożliwiają jednolite stosowanie ontologii, a komputerom pracę na nich [Oosterheert i in., 2013].

Wykorzystanie ontologii umożliwia również porównywanie wcześniej zrealizowanych procesów i wykorzystanie bazy wzorców procesów do wskazania potencjalnie najlepszych rozwiązań konkretnego problemu. Dzięki warstwie semantycznej i interfejsom użytkowników końcowych jest możliwe automatyczne i szybkie odnalezienie wykonawców poszczególnych części procesu, zbadanie parametrów oferowanych usług (czas, koszt, bezpieczeństwo) oraz przedstawienie informacji w sposób dogodny dla użytkowników, którzy operują różnymi językami, stosują różne jednostki i miary lub są przedstawicielami różnych kultur.

3. Korzyści stosowania ontologii w logistyce

Wprowadzenie semantyki w dziedzinę logistyki i połączenie jej z SOA jest potencjalnie bardzo obiecujące. Umożliwi ono wprowadzenie standardów wymiany danych pomiędzy wszystkimi stronami (załadowcami, przewoźnikami, magazynami itd.), a poprzez to automatyczne odkrywanie i komponowanie usług logistycznych spośród tych oferowanych przez zróżnicowanych dostawców. Pomoże zarówno w dynamicznej, jak i optymalnej konfiguracji łańcucha i wspomże podejmowanie decyzji w obszarze logistyki [Hoxha, Scheuerman, Bloehdorn, 2010]. Celem budowy semantycznego łańcucha logistycznego jest pokonanie barier językowych i kulturowych oraz zautomatyzowana kompozycja procesu biznesowego składającego się z podprocesów oferowanych przez operatorów logistycznych, ulokowanych w różnych krajach. Dlatego trwają intensywne prace nad zbudowaniem ontologii na potrzeby logistyki. Proponowane są zarówno ontologie ogólniejsze, rozwijane w ramach dużych projektów [zob. np. *European e-Freight capabilities...*, 2012; Daniele, Ferreira Pires, 2013], jak i ontologie szczegółowe [zob. Hoxha, Scheuerman, Bloehdorn, 2010], których przykładem może być ontologia zbudowana na użytek logistyki żywności [Oosterheert i in., 2013].

Z punktu widzenia sprawności funkcjonowania struktur sieciowych kwestie logistyczne są szalenie ważne, ale z punktu widzenia istoty procesu i powodów łączenia się organizacji w sieć – drugorzędne. Logistyka jest krwiobiegiem biznesu, więc powinna być niezawodna, dostępna, powszechna i nie może sama w sobie stanowić bariery dla powstawania dowolnych struktur sieciowych. Stosowanie współdzielonej ontologii obniża bariery wejścia organizacji do sieci, ponieważ uniezależnia ją od stosowanych rozwiązań ICT. Z punktu widzenia uczestników łańcucha logistycznego można wskazać następujące korzyści zastosowania ontologii:

- dla wszystkich stron – wzajemne zrozumienie, przekroczenie barier językowych, kulturowych, poszerzenie rynku, automatyzacja wyszukiwania i kompozycji procesów, możliwość zastosowania algorytmów optymalizujących, przyspieszenie obrotu gospodarczego, zmniejszenie zależności jakości i szybkości budowania łańcuchów logistycznych od wiedzy i umiejętności poszczególnych pracowników,
- dla załadowcy/odbiorcy – uzyskanie niższych cen ze względu na poszerzenie rynku, szybsze rozpoznanie rynku i okazji biznesowych oraz podniesienie jakości usługi poprzez wprowadzenie dodatkowych funkcji, np. śledzenie lokalizacji i integralności przesyłki,

- dla przewoźnika – dotarcie i współpraca z szerszym gronem klientów i lepsze wykorzystanie taboru,
- dla integratora – zależnie od stosowanego modelu rozliczeń może to być wyższy poziom optymalizacji i wynikające z niej oszczędności, do których integrator ma prawo w części lub całości, poszerzenie możliwości optymalizacji ze względu na większą dostępną liczbę alternatyw, wprowadzenie nowych usług wynikających z przetwarzania informacji i wiedzy (analizy rynku, raportowanie, prognozowanie),
- dla otoczenia – optymalizacja spowoduje zmniejszenie zbędnego ruchu, a więc mniejsze zużycie paliw i mniejsze zanieczyszczenie środowiska.

Wykorzystanie ontologii jest również katalizatorem działania organizacji wirtualnych, czyli krótkotrwałych struktur skupionych wokół określonego procesu i trwających tylko tyle, ile on sam. Nie mają one czasu na tworzenie trwałych powiązań pomiędzy wykonawcami poszczególnych zadań. Ścisła integracja systemów informatycznych również nie ma sensu ze względu na czas i koszty z nią związane. Z drugiej strony realizacja procesów biznesowych w wirtualnych organizacjach wymaga permanentnego monitorowania zasobów oraz odpowiedniego ich doboru w celu wykonania poszczególnych zadań procesu. Jest to szczególnie istotne w przypadku procesów biznesowych przebiegających w turbulentnym otoczeniu, w którym ilość i dostępność poszczególnych zasobów może się szybko zmieniać.

Zbudowanie i upowszechnienie ontologii nie jest jednak zadaniem łatwym. Analiza literatury wskazuje ponadto, że opracowanie wspólnej ontologii obejmującej całą logistykę jest skrajnie trudne ze względu na złożoność i rozległość dziedziny. Automatyczne budowanie bardziej złożonych łańcuchów logistycznych, np. obejmujących różne środki transportu, wydaje się obecnie poza zasięgiem komputerów. Mogą one służyć pomocą w wyszukiwaniu fragmentów rozwiązań, jednak duża liczba warunków brzegowych, zróżnicowane przepisy prawa oraz konieczne formalności nie dają szans na automatyzację całego procesu. Wydaje się jednak, że działania takie można podjąć w obrębie platform logistycznych, które oferują pomoc w organizacji przewozów lądowych za pomocą jednolitego taboru (samochodowego lub kolejowego).

4. Ontologie a rola operatora logistycznego

Przy okazji rozważań nad wprowadzeniem ontologii do konstrukcji łańcuchów logistycznych konieczne jest podjęcie wątku roli operatorów logistycznych w tym zakresie. Powstaje bowiem pytanie o to, kto miałby zająć się wpro-

wadzeniem rozwiązań usługowych i semantycznych do łańcuchów logistycznych sieci organizacyjnych. Naturalnymi kandydatami wydają się być operatorzy logistyczni 4PL, dysponujący możliwościami użycia zaawansowanej ICT oraz wystarczającą wiedzą logistyczną. Jak wskazuje E. Płaczek [2012, s. 118-119, 177] zasadniczą różnicą pomiędzy operatorami 3PL i 4PL jest posiadany potencjał logistyczny, zakres usług oraz główne kompetencje. Operatorzy 3PL koncentrują się na działalności ściśle logistycznej, natomiast operatorzy 4PL koncentrują swoje zasoby na wysokiej klasy systemach ICT oraz kapitale intelektualnym. Przedsiębiorstwa typu 4PL odgrywają przede wszystkim rolę architekta, koordynatora i integratora procesów logistycznych swoich klientów, są pomysłodawcami innowacji oraz optymalizacji łańcucha logistycznego. Ich główne kompetencje są zatem związane z przetwarzaniem informacji i wiedzy logistycznej, a nie logistyką sensu stricto (przepływy rzeczowe). Tego rodzaju działalność można w skrócie scharakteryzować jako koncepcję, w której przedsiębiorstwo typu 4PL stanowi ogniwo koordynujące pomiędzy klientem a wszystkimi jego potencjalnymi i rzeczywistymi dostawcami usług logistycznych [Rydzkowski, Truskawska-Grzebińska, 2008; zob. też szerzej Kasperek, 2013]. W świetle rozważań nad znaczeniem integracji w tworzeniu łańcuchów logistycznych wydaje się, że działania operatora 4PL można uściślić i zestopniować ze względu na zaawansowanie podejmowanych działań w tym zakresie i wykorzystywaną technologię.

Najprostsza działalność (poziom 1) polega na pośrednictwie i organizowaniu miejsca spotkań załadowców z przewoźnikami poprzez internetowe tablice ogłoszeń czy giełdy transportowe (np. www.timocom.pl/). Ze swej natury działalność ta jest ograniczona do klientów posługujących się tym samym językiem i ma charakter bierny, a jej zasadniczym celem jest połączenie poszukujących z oferującymi usługi. Rozwiązania te ułatwiają zatem skonstruowanie łańcucha logistycznego, ale nie mają wielkiego wpływu na jego postać – ich rola kończy się w momencie spotkania usługobiorcy z usługodawcą. Działalność ta nie wymaga powiązania informatycznego pomiędzy stronami, ponieważ ogranicza się do udostępnienia w Sieci miejsca publikacji informacji i narzędzi sprawnego wyszukiwania, a ewentualne dalsze działanie następuje już bezpośrednio pomiędzy umówionymi partnerami. Chociaż działanie giełd poprzez łatwiejszy dostęp do informacji bardzo poszerzyło możliwości lepszej organizacji łańcuchów logistycznych, to na tym poziomie nie można jeszcze mówić ani o integracji poszczególnych stron, ani o istotnym wspomaganiu technologicznym.

Rozwinięciem giełdy są platformy logistyczne, które łączą w sobie funkcjonalności giełdy, ale oferują dalsze usługi, które strony mogłyby zapewnić sobie same, ale za pomocą platformy robią to lepiej, łatwiej i taniej (poziom 2). Są

to przykładowo możliwość automatycznego kierowania zamówienia do określonej grupy przewoźników, oferta przygotowania harmonogramu załadunku, śledzenie przesyłki, ocena jakości zrealizowanej usługi i dostarczanie zwrotnie analitycznej informacji o rynku (np. www.transporeon.pl). Wymaga to już ściślejszego powiązania systemów informacyjnych operatora i klientów. Operator i partnerzy integrują się na poziomie aplikacji. Takie rozwiązanie – oprócz niewątpliwych korzyści – ma jednak kilka wad. Pierwszą jest konieczność dopasowania się klienta do rozwiązań informatycznych platformy, co stanowi pewną barierę wejścia i zawęża krąg potencjalnych partnerów. Drugą jest uzależnienie się od oferty platformy, która w pewnym momencie może przestać być konkurencyjna. Warto przy tym zauważyć, że ten poziom integracji umożliwia operatorowi (właścicielowi platformy) rozpoczęcie gromadzenia bogatej wiedzy logistycznej, która odpowiednio przetworzona i składowana (bazy i hurtownie danych logistycznych wraz z modułami analitycznymi) może być udostępniana (sprzedawana) uczestnikom łańcucha w celu dokonania dalszych analiz. Na razie obejmuje ona zbiór danych o pojedynczych transakcjach.

Zgromadzone dane o zgłoszeniach oraz zawartych umowach w połączeniu z wiedzą o działalności przewoźników, wykonanych trasach czy rodzaju przewożonego ładunku umożliwiają rozwinięcie oferty platformy w kierunku pomocy w koordynacji i optymalizacji łańcucha logistycznego. Platforma z biernego pośrednika staje się pośrednikiem aktywnym, który pomaga załodowcom w niektórych pracach, np. wyszukiwaniu odpowiednich przewoźników (również poprzez technologie agentowe) czy konstrukcji lepiej zorganizowanych i bardziej zoptymalizowanych łańcuchów logistycznych (poziom 3).

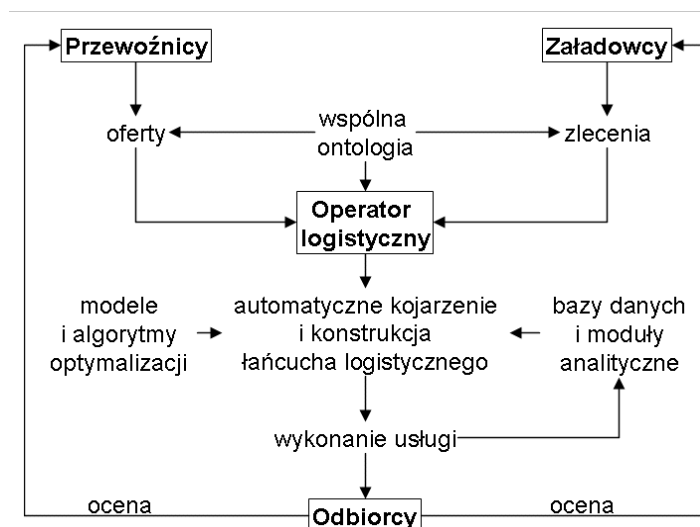
Im większa liczba jednoczesnych zgłoszeń, tym większe pojawiają się możliwości optymalizacji. Operator platformy stara się więc ułatwić korzystanie z niej jak największej liczbie użytkowników. To sprawia, że integracja z platformą staje się możliwa na różnych poziomach: luźna, polegająca na prostej wymianie danych, i ścisła, w której moduły logistyczne systemu informatycznego klienta są połączone z systemem informatycznym platformy. Operator logistyczny realizuje w ten sposób zadania brokera informacji (por. pkt 2.), koordynując komunikację pomiędzy wszystkimi uczestnikami łańcucha. Z połączenia informacji i wiedzy o wielu załodowcach z wiedzą o wielu przewoźnikach wyłania się również kolejny, czwarty poziom usług. Operator jest już w stanie pomóc w organizowaniu optymalnych łańcuchów logistycznych dla wielu klientów jednocześnie. Tym samym operatorzy platformy uzyskują wgląd w funkcjonowanie rynku i działanie całych sieci międzyorganizacyjnych (a nie tylko pojedynczych transakcji, jak było na niższych poziomach). W efekcie operatorzy 4PL wiedzą

więcej o łańcuchach logistycznych niż sami ich uczestnicy, którzy posiadają tylko wiedzę cząstkową. Gromadzenie informacji przez operatorów umożliwia również wykrywanie i usuwanie problemów, które wynikają z braku synchronizacji systemów informacyjnych poszczególnych uczestników i braku prawidłowego przepływu informacji pomiędzy dostawcami/producentami a odbiorcami/klientami (np. optymalizacja zapasów magazynowych i zniwelowanie tzw. efektu byczego bicza), oraz czerpanie z tej usługi dodatkowych korzyści.

Jeśli działania operatora okażą się korzystne dla klientów, a zastosowane przez niego rozwiązania (metody optymalizacji i podział zysków z niej wynikający) zostaną zaakceptowane, to znika potrzeba dokonywania ciągłych uzgodnień z klientami (lub zostają wprowadzone mechanizmy automatycznych negocjacji) oraz zawierania cząstkowych umów. Możliwa staje się automatyzacja operacji związanych z tworzeniem łańcucha logistycznego (poziom 5). Załadowcy w sposób ciągły zgłaszają swoje potrzeby, przewoźnicy oraz magazynierzy swoje możliwości i następuje automatyczna kompozycja optymalnego łańcucha. Logistyka może być traktowana jako stała usługa (Logistics as a Service) [zob. np. Smirnov i in., 2008; Sandkuhl i in., 2013]. Wymaga to jednak ustalenia jednolitego protokołu wymiany informacji pomiędzy wszystkimi klientami a platformą oraz poprawnego rozumienia zasad biznesu przez wszystkich uczestników.

Jedynym ograniczeniem świadczenia tych usług staje się zasięg platformy wyznaczony przez liczbę klientów i liczbę akceptujących stosowane rozwiązania biznesowe oraz przyjęty protokół komunikacji. Usunięcie tej bariery i włączenie klientów stosujących różne rozwiązania informatyczne, klientów z różnych krajów i kultur jest możliwe poprzez wprowadzenie wspólnej ontologii oraz wykorzystanie semantycznych usług logistycznych (poziom 6). Ograniczenia techniczne wynikające z rozwoju platformy można łatwo ominąć, korzystając z technologii Cloud Computing.

Schemat działania na poziomach 4-6 przedstawia rys. 1. Załadowcy wystawiają zlecenia, natomiast przewoźnicy i magazynierzy zgłaszają swoje oferty. Ponieważ jedni i drudzy posługują się tym samym językiem, znanym operatorowi logistycznemu, operator może na podstawie posiadanej wiedzy oraz z wykorzystaniem modeli i algorytmów skonstruować łańcuch logistyczny, optymalny w podanych warunkach. Może on obejmować wiele zleceń i angażować wielu przewoźników. Operator koordynuje wszystkie działania związane z realizacją usługi i kontroluje dostarczanie załadunków odbiorcom. Ci z kolei dokonują oceny realizacji usługi i przekazują ją załadowcom i przewoźnikom. Wszystkie dane związane z realizacją usługi są zapisywane w repozytoriach danych i zostaną wykorzystane w kolejnych konstrukcjach.



Rys. 1. Schemat działania uczestników z ustaloną ontologią

Jak widać, kolejne poziomy charakteryzują się coraz bardziej elastycznym podejściem do integracji i coraz szerszymi możliwościami wyrażania swoich oczekiwań oraz opisu oferty przez poszczególne strony. Osiągnięcie wyższych poziomów rozwoju usług sugeruje już przekształcenie operatora z 4PL w 5PL, gdzie ową piątą stroną jest informatyka jako dostawca infrastruktury zarówno technicznej (serwery, łącza, narzędzia lokalizacji, chmura obliczeniowa), jak i programowej (protokoły komunikacji, bazy i hurtownie danych, algorytmy optymalizacji, moduły analityczne).

5. Ontologia w logistyce wobec wyzwań Internetu rzeczy

Zagadnienia integracji i zbudowania wspólnej ontologii nabierają szczególnego znaczenia wraz ze zbliżającą się rewolucją Internetu rzeczy (Internet of Things). Sieć (przestrzeń), w której pojedyncze przedmioty (a nie, jak dotychczas, komputery) będą mogły być identyfikowane, będą mogły się komunikować ze sobą, rozpoznawać stan własny i swojego otoczenia oraz podejmować samodzielne działania w przypisanym zakresie, otwiera zupełnie nowe perspektywy konstruowania procesów logistycznych. Są to przede wszystkim możliwości [Hribernik, 2011; Baohua, 2012; Saraswathi, Kyunghun, Yongyun, 2014]:

- ciągłego śledzenia w trybie on-line stanu dowolnego elementu włączonego do Internetu rzeczy,
- śledzenia produktów w ich całym cyklu życia i organizowania łańcuchów logistycznych zgodnie z ich aktualnym stanem (dostarczanie, opieka serwisowa, utylizacja),

- automatycznego dynamicznego tworzenia łańcuchów logistycznych,
- optymalizacji łańcuchów logistycznych w skali lokalnej i globalnej,
- decentralizacji podejmowania decyzji operacyjnych i powierzania ich samym rzeczom,
- automatycznego łączenia tradycyjnych łańcuchów logistycznych z innymi systemami (np. finansowym, ubezpieczeniowym, marketingowym).

Rozwój tego rodzaju usług jest jednak uwarunkowany w szczególności możliwościami komunikacji i poprawnej interpretacji wymienianych danych. Aby autonomiczne przedmioty mogły poprawnie przesyłać i interpretować wymieniane komunikaty, konieczne jest ustalenie wspólnego protokołu komunikacji (co już się dzieje w postaci protokołu komunikacji maszyn – Machine2Machine protocol) oraz jednolitego zbioru pojęć, który pozwoli ludziom definiować zadania agentów oraz odbierać od nich wiadomości. Wprowadzenie Internetu rzeczy będzie więc silnym katalizatorem wprowadzenia ontologii.

Podsumowanie

Opracowanie możliwych do zastosowania, prostych i skutecznych ontologii na potrzeby logistyki staje się sprawą pilną. Znikają kolejne przeszkody techniczne w komunikacji pomiędzy ludźmi oraz pomiędzy komputerami a innymi przedmiotami, dostęp do Internetu jest powszechny, możliwości lokalizacji dowolnej rzeczy są praktycznie nieograniczone, znane są algorytmy optymalizacji. Z technicznego punktu widzenia nic nie stoi na przeszkodzie tworzenia optymalnych łańcuchów logistycznych. Na pierwszy plan wysuwają się problemy skonstruowania ogólnie akceptowanego sposobu komunikacji i poprawnego „rozumienia” przekazywanych komunikatów. Rośnie jednocześnie rola operatorów logistycznych, których głównym zadaniem stanie się kompleksowe organizowanie logistyki sieci organizacji. Prace podejmowane w tym zakresie w obszarze logistyki są dopiero na wstępnym etapie, ale rozwijają się dynamicznie.

Literatura

- Baohua T. (2012), *Logistics monitoring application system realization based on internet of things* [w:] W. Zhang (ed.), *Software engineering and knowledge engineering*, AISC 162, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, s. 871-876.
- Billewicz A. (2010), *Integracja systemów informatycznych w firmie 2.0* [w:] K. Kania (red.), *Technologie informatyczne firmy 2.0*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Katowice.

- Chandrasekaran B., Josephson J., Benjamins V. (1999), *What are ontologies, and why do we need them?* "IEEE Intelligent Systems", Jan/Feb, s. 20-26.
- Daniele L., Ferreira Pires L. (2013), *An ontological approach to logistics* [w:] *Enterprise interoperability, research and applications in the service-oriented ecosystem*, IWEI'13 Proceedings, 26 Mar 2013, Enschede, the Netherlands, s. 199-213.
- European e-freight capabilities for co-modal transport*, Project co-funded by the European Commission within the Seventh Framework Programme (2007-2013), www.efreightproject.eu.
- Gruber T. (1993), *A translation approach to portable ontologies*, "Knowledge Acquisition", 5(2).
- Hribernik K., Hans C., Kramer C., Thoben K. (2011), *A Service-oriented, semantic approach to data integration for an internet of things supporting autonomous cooperating logistics processes* [w:] D. Uckelmann, M. Harrison, F. Michahelles (eds.), *Architecting the internet of things*, Springer-Verlag, 2011.
- Hoxha J., Scheuerman A., Bloehdorn S. (2010), *An approach to formal and semantic representation of logistics services*, Proceedings of the Workshop on Artificial Intelligence and Logistics (AILog) at the 19th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI), Lisbon, Portugal.
- Kasperek M. (2013), *Model działania operatora 4PL*, Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Część VII: Logistyka, łańcuchy dostaw, Zakopane.
- Kudelska I., Radecki A. (2012), *Internetowe giełdy transportowe jako narzędzia e-logistyki*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 702, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 87.
- De Nicola A., Missikoff M., Tinini L. (2008), *Process composition in logistics: An ontological approach* [w:] K. Mertins et al. (eds), *Enterprise interoperability III*, New Challenges and Industrial Approaches, s. 571-581.
- Oosterheert L., van Bekkum M., Verhoosel J., Brewster C. (2013), *From syntactic standards to semantic standards in the agri-food logistics domain, sustainable agriculture through ICT innovation*, Conference, Torino, Italy.
- Pawełozek I. (2012), *Semantyczne zarządzanie procesami biznesowymi w organizacjach rozproszonych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 702, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 87.
- Płaczek E. (2012), *Modele rozwoju usługodawców logistycznych*, Uniwersytet Ekonomiczny, Katowice.
- Rusin M., Jędrzejek C., Szpryngiel P. (2008), *Model biznesowy i implementacja w technologii SOA systemu logistycznego wspomagającego transport i obsługę klientów w przemyśle meblarskim*, XIV Konferencja PLOUG, Szczyrk, październik.
- Rydzkowski W., Trzuskawska-Grześnińska A. (2008), *Rozwój logistyki kontraktowej 3PL i 4PL na świecie i w Polsce*, referat na Polskim Kongresie Logistycznym Logistics „Nowe wyzwania – nowe rozwiązania”, Poznań, <http://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/7708-rozwoj-logistyki-kontraktowej-3pl-i-4pl-na-swiecie-i-w-polsce>.

- Sandkuhl K., Lin F., Shilov N., Smirnov A., Tarasov V., Krizhanovsky A. (2013), *Logistics-as-a-service: Ontology-based architecture and approach*, "Revista Investigacion Operacional", Vol. 34, No 3, s. 188-194.
- Saraswathi S., Kyunghun K., Yongyun C. (2014), *A study on intelligent user-centric logistics service model using ontology*, "Journal of Applied Mathematics".
- Scheuermann A., Hoxha J. (2012), *Ontologies for intelligent provision of logistics services*, Proceedings of the 7th International Conference on Internet and Web Applications and Services, Germany, May.
- Schumacher J., Rieder M., Gschweidl M., Masser P. (2011), *Intelligent cargo – using internet of things concepts to provide high interoperability for logistics systems* [w:] D. Uckelmann, M. Harrison, F. Michahelles (eds.), *Architecting the internet of things*, Springer-Verlag.
- Smirnov A., Levashova T., Shilov N., Kashevnik A. (2008), *Service-based architecture for ontology-driven information integration in dynamic logistics* [w:] R. Kutsche, N. Milanovic (eds.), *MBSDI 2008, CCIS 8*, s. 91-101, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

ONTOLOGY IN LOGISTICS OF INTER-ORGANIZATIONAL NETWORK

Summary: Organizational networks are becoming more extensive, crossing borders of countries and cultures. Creating logistics chains under these conditions becomes complicated and difficult, but it is expected that logistics does not create barriers to development network, but even is a network facilitator. In the construction of logistics processes ICT is the main enabler whose main task is to facilitate communication between potential participants in the network and logistics chains. The article discusses the importance of ICT in network integration, capabilities and benefits of ontologies to logistics networks, and investigates the role of logistics service providers in this field.

Keywords: ICT in logistics, ontologies, organizational networks.