

Grzegorz Wąchocki*

Zastosowanie SOA do celów konstrukcji systemu wspomagającego ratownictwo medyczne

1. Wprowadzenie

Service Oriented Architecture (SOA) jest paradygmatem służącym do organizacji oraz użycia rozproszonych usług, które mogą mieć różnych właścicieli [2].

W skład szeroko pojętego SOA wchodzi wiele technologii i protokołów stworzonych do realizacji procesów biznesowych i ich wspierania. Technologie te w połączeniu tworzą sprawne narzędzie do: implementacji procesów biznesowych, udostępniania klientowi różnego rodzaju usług przez sieć, wyszukiwania usług (UDDI – *Universal Description, Discovery and Integration*); użycia usług przez klienta, definiowania procesów biznesowych – za pomocą języków definicji przepływu zadań i tworzenia usług złożonych.

Wymienione możliwości technologii SOA, a w szczególności komponowanie usług w większe procesy wydaje się uzasadniać zastosowanie SOA do budowy systemu wspierającego ratownictwo medyczne, jednakże na rynku brak jest obecnie takich rozwiązań.

Kompozycja usług w SOA polega na złożeniu pojedynczych usług (WS – *Web Service*) w strukturę zwaną procesem, który opisuje dokładnie algorytm wykonania serii usług, instrukcje warunkowe, przesyłane dane itd. Aby tego dokonać, konieczne jest posiadanie dokładnych informacji na temat przebiegu procesu, zanim zostanie on zdefiniowany. W przypadku ratownictwa medycznego nie jest możliwe dokładne określenie wymagań. Przyczyną jest nieprzewidywalność przebiegu wypadku oraz czynniki wpływające na przebieg ewentualnej akcji ratunkowej:

- liczba oraz stan zdrowia poszkodowanych;
- różnorodność usług, które należą do wielu instytucji;
- dynamika zdarzenia – sytuacja może się zmienić w trakcie przeprowadzania akcji;
- warunki pogodowe oraz drogowe.

* Katedra Informatyki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Czynniki te możemy podzielić na dwie grupy:

- 1) Informacja na temat miejsca zdarzenia – są to wszystkie dane, które w momencie wystąpienia zdarzenia powstają, ale nie muszą być znane z punktu widzenia służb ratowniczych, np.: liczba i stan zdrowia poszkodowanych, utrudnienia w dotarciu do poszkodowanych itp.
- 2) Zdarzenia wyjątkowe/zmiana pewnych czynników – są to nagłe zmiany znanych bądź nieznanych dotąd czynników, np.: nowy poszkodowany – strażak, który odniósł obrażenia podczas akcji ratunkowej, gwałtowna zmiana warunków pogodowych, inne – trudne do przewidzenia.

Wszystko to powoduje, że dokładne ustalenie z góry, jak ma wyglądać procedura przeprowadzenia akcji ratunkowej, jest niemożliwe. Co więcej, zazwyczaj nie jest możliwe ustalenie, jak ma być przeprowadzona obsługa sytuacji, gdy ta sytuacja już zaistnieje. Powodem tego jest typowy brak dostatecznych danych podczas rozpoczynania akcji, ponieważ źródłem informacji na temat zdarzenia jest zazwyczaj przypadkowy świadek, który ze względu na emocje, brak umiejętności oceny stanu poszkodowanych czy ograniczony dostęp do poszkodowanych nie jest w stanie dostarczyć odpowiednio precyzyjnych danych.

W artykule przedstawiono potencjalne problemy dotyczące akcji ratowniczej oraz ideę budowy systemu, który w oparciu o paradygmat SOA składa pojedyncze usługi medyczne w jedną skoordynowaną akcję ratowniczą. Proponowane rozwiązanie polega na dynamicznym definiowaniu procesu bez dokładnego określenia z góry całej akcji. Bazując na typowych schematach postępowania, system wykonuje pewne wstępne kroki. Podczas ich przeprowadzania uzyskiwane są dodatkowe dane, na podstawie których system określa dalsze działania. W miarę postępu akcji ratowniczej system uzyskuje coraz dokładniejsze dane na temat samego zdarzenia i potrzebnych działań – proces jest doprecyzowywany w trakcie wykonania.

2. Koncepcja rozwiązania problemu wspomagania ratownictwa medycznego

Założmy, że na pewnej ulicy w mieście dochodzi do wypadku. W zdarzeniu bierze udział kilkanaście samochodów osobowych. Wielu ludzi doznaje obrażeń i potrzebują natychmiastowej pomocy medycznej. Z punktu widzenia służb ratunkowych problem jest trudny do rozwiązania, gdyż informacje o zdarzeniu są na tym etapie zazwyczaj nieprecyzyjne: nie wiadomo, jak wielu ludzi jest rannych i jak poważne są ich obrażenia, ile karetek potrzeba na miejscu zdarzenia, ani ile miejsc w szpitalu trzeba przygotować, aby udzielić pomocy poszkodowanym.

Wymagana jest szybka i dobrze skoordynowana akcja ratownicza. Czynniki ludzkie przy tego typu zdarzeniach może prowadzić do błędów, które w granicznym przypadku

mogą zaważyć na ratowaniu życia poszkodowanych. Najlepiej w tej sytuacji byłoby dysponować pewnym systemem zdolnym sterować akcją ratowniczą, eliminując jednocześnie błędy związane z emocjami, pracą w stresie i koniecznością szybkiego reagowania.

Nasuwa się tutaj możliwość wsparcia służb ratowniczych przez system komputerowy, który ma dostęp do wszystkich znanych informacji o zdarzeniu, jest zdolny wydajnie zaplanować działania na podstawie wszystkich znanych obecnie danych, potrafi dynamicznie dostosowywać działania do zmieniających się warunków oraz nowych informacji a także koordynować działania elementów świadczących różne usługi będące często własnością wielu podmiotów gospodarczych (pogotowie, szpital, lekarze świadczą różne usługi medyczne i mają zazwyczaj różnych właścicieli).

2.1. Założenia

W idealnym przypadku system, który umożliwiłby rozwiązanie wyżej wymienionych problemów występujących w ratownictwie medycznym powinien:

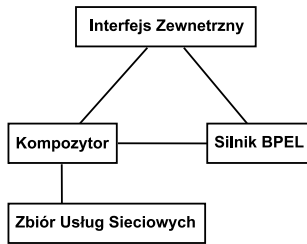
- dawać niezależność różnym elementom, które są jego składowymi;
- działać na zasadach wolnego rynku;
- umożliwiać w miarę swobodne oferowanie swoich usług medycznych w systemie;
- umożliwiać kompozycję usług składowych w większe, bardziej złożone usługi takie jak kompleksowa obsługa poszkodowanego.

Głównym założeniem jest udostępnienie działań służb medycznych jako usług sieciowych WS przy zastosowaniu paradygmatu SOA. Usługi te byłyby wyszukiwane przez system zarządzania kryzysowego i składane w większe, bardziej skomplikowane procesy mające na celu przeprowadzenie skoordynowanej akcji ratunkowej.

Pozostaje do rozwiązania problem nieprzewidywalności zdarzenia oraz potencjalnych działań jakie będzie trzeba podjąć, aby skutecznie przeprowadzić akcje. Wymaga to podjęcia pewnych typowych (lub szablonowych) działań bazujących na bieżących danych. System realizuje to zadanie poprzez konstrukcję szkieletu procesu na etapie początkowym. Następnie w miarę napływu dodatkowych danych proces ten zostanie stopniowo doprecyzowany co pozwoli na odpowiednie dostosowanie działań do wymagań konkretnego zdarzenia.

2.2. Realizacja

Podstawowe elementy proponowanego systemu zarządzania kryzysowego zostały przedstawione na rysunku 1. Interfejs zewnętrzny pośredniczy między światem rzeczywistym a innymi komponentami. Kompozytor tworzy procesy w języku BPEL (*Business Process Execution Language*) [3] na podstawie danych otrzymanych za pośrednictwem interfejsu zewnętrznego, które wykorzystują usługi sieciowe z dostępnego zbioru. Procesy zdefiniowane przez kompozytor są następnie wykonywane przez moduł silnika BPEL.



Gdzie:

Interfejs zewnętrzny – umożliwia wprowadzanie danych o zdarzeniu, używany jest przez operatora linii 112;

Kompozytor – podsystem realizujący komponowanie procesu ratunkowego na podstawie dostępnych danych. Na wyjściu moduł ten dostarcza proces zdefiniowany w języku BPEL;

Zbiór Usług Sieciowych – reprezentuje usługi medyczne dostępne w sieci;

Silnik BPEL – system realizujący wykonanie zdefiniowanego procesu (przeprowadzenie akcji ratunkowej).

Rys. 1. Architektura systemu wspomagania ratownictwa

Złożony proces przeprowadzenia akcji ratunkowej będzie skomponowany z serii usług podstawowych, muszą one zatem być opisane tak, aby było możliwe sprawne zidentyfikowanie usługi oraz swobodne użycie jej w większym procesie – usłudze złożonej. Usługa i jej opis powinny zatem posiadać następujące cechy:

- atomiczność – każda usługa oferowana przez instytucję medyczną powinna być podstawową, prostą czynnością stanowiącą integralną całość – niemożliwą do dalszego dzielenia na mniejsze składowe usługi;
- jasno określony interfejs – uniwersalny, jednakowy dla wszystkich usług format ich opisu wyrażony w języku WSDL (*Web Services Description Language*) [4].

W celu zorganizowania akcji ratunkowej usługi podstawowe komponowane są w bardziej złożone procesy. SOA przewiduje dwa możliwe podejścia do tego problemu:

- 1) orkiestracja (*orchestration*) – koncentruje się na zachowaniu pojedynczych serwisów i opisuje przepływ sterowania, zmienne, ograniczenia, wyjątki itd.; silnik wymusza wykonanie procesu bazując na jego definicji (na przykład w języku BPEL);
- 2) choreografia (*choreography*) – koncentruje się na długoterminowych, ogólnych interakcjach pomiędzy wieloma uczestnikami.

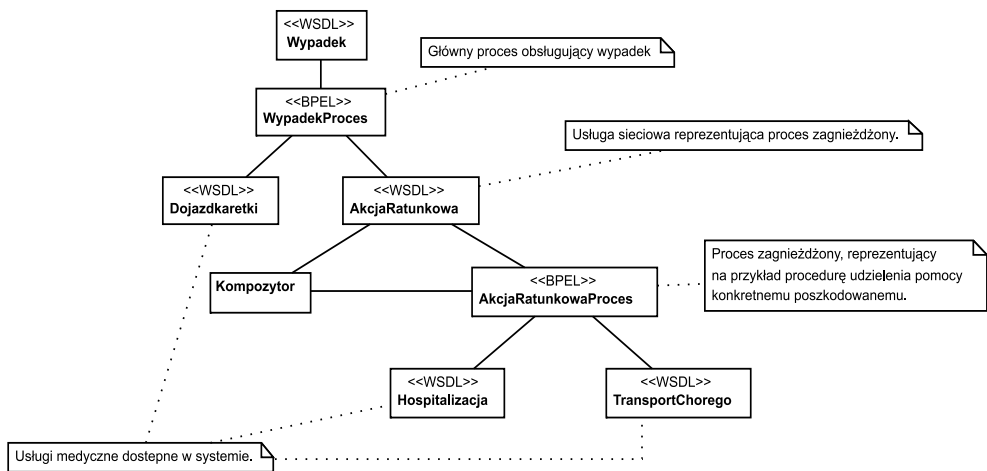
W proponowanym systemie procesy tworzone są dynamicznie na potrzeby danej sytuacji. Zatem BPEL (orkiestracja) wydaje się być wystarczającym narzędziem do kompozycji procesów w systemie zarządzania kryzysowego ponieważ pozwala na zdefiniowanie usługi złożonej z usług prostych, bądź też z innych usług złożonych.

2.3. Szablon procesu

Problem stopniowego doprecyzowywania procesu opisującego akcję można zrealizować za pomocą usługi sieciowej będącej pewnego rodzaju uchwytym reprezentującym je-

den z kolejnych etapów akcji, którego algorytm nie jest znany na etapie konstrukcji procesu nadrzędnego. Usługa ta, w przeciwieństwie do innych, nie powoduje żadnej realnej akcji, ale zleca kompozytorowi zdefiniowanie kolejnego procesu przekazując mu zestaw danych, które udało się zebrać do tego momentu.

Na rysunku 2 przedstawiono przykład przeprowadzenia prostej akcji ratunkowej. Akcja składa się z dwóch procesów BPEL: główny proces akcji oraz proces zagnieżdżony. Procesy te są złożone z trzech podstawowych usług reprezentowanych przez interfejsy WSDL. W pierwszym etapie definiowany jest główny proces akcji *WypadekProces*. Jego kompletna kompozycja nie jest możliwa na etapie początkowym. Naturalna jest natomiast konieczność wysłania karetki na miejsce zdarzenia, co zrealizowano poprzez wywołanie usługi *DojazdKaretki*. Kolejne kroki będą silnie zależały od sytuacji na miejscu zdarzenia i zostaną określone później. Dlatego też kompozytor, jako kolejny krok w procesie, wstawia pewną usługę abstrakcyjną *AkcjaRatunkowa*, która w odpowiednim momencie zostanie rozwinięta za pomocą procesu zagnieżdżonego. Należy zauważyć, że na tym etapie proces *AkcjaRatunkowaProces* nie istnieje. Zaistnieje on podczas wywołania *AkcjiRatunkowej* jak tylko usługa *DojazdKaretki* dostarczy danych dotyczących zdarzenia.



Rys. 2. Struktura akcji ratunkowej w systemie wspomagania ratownictwa

2.4. Podstawowe usługi medyczne

W celu stworzenia systemu, niezbędne jest zdefiniowanie podstawowego zestawu usług medycznych, które będą mogły posłużyć do skomponowania dowolnej akcji ratowniczej. Wydaje się, że określenie kompletnego zestawu jest niemożliwe ze względu na fakt, że wraz z rozwojem medycyny pojawiać się będą nowe usługi, które muszą być uwzględnione podczas kompozycji. Zatem rozsądne jest zdefiniowanie pewnego standardu opisu usług, co umożliwi dowolne tworzenie nowych w przyszłości zamiast prób zdefiniowania kompletnej

bazy potrzebnej do działania systemu. Przykłady usług, które będą brane pod uwagę podczas kompozycji akcji ratunkowej to:

- Dojazd karetki na miejsce wypadku (*DojazdNaMiejsceWypadku*) – prosta usługa polegająca na wysłaniu karetki do zadanego miejsca. W skład tej usługi wchodzi: dojazd na miejsce wypadku; dokonanie oględzin uszkodzonego (uszkodzonych); udzielenie doraźnej pomocy; sporządzenie raportu zawierającego szczegółowe dane dotyczących uszkodzonych.
- Hospitalizacja uszkodzonego (*HospitalizacjaChorego*) – usługa polegająca na przyjęciu chorego do szpitala i udzieleniu mu odpowiedniej pomocy.
- Przewóz uszkodzonego (*TransportChorego*) – usługa ta polega na przewiezieniu uszkodzonego do szpitala.

3. Przykład rozwiązania problemu

W tej części artykułu przedstawione zostanie przykładowe rozwiązanie problemu akcji ratowniczej opisanej w rozdziale 2 przy użyciu podstawowego zestawu usług zdefiniowanego w podrozdziale 2.4. Załóżmy zatem, że wystąpił wypadek drogowy i przypadkowy świadek dzwoni na linię 112. Operator linii wprowadza do systemu dane na temat wypadku, po czym system natychmiast rozpoczyna obsługę zdarzenia.

3.1. Pierwszy etap

W pierwszym kroku na miejsce zdarzenia wysyłana będzie karetka pogotowia w celu rozpoznania zdarzenia. Kluczową sprawą jest tutaj znalezienie odpowiedniej usługi w sieci, w naszym przypadku będzie to usługa *DojazdKaretki* oferowana przez pogotowie ratunkowe. W ogólnym przypadku może to być dowolny usługodawca świadczący tego typu usługi.

Cały schemat postępowania składa się z dwóch etapów: po pierwsze wysłanie karetki na miejsce zdarzenia i po uzyskaniu dodatkowych danych przeprowadzenie odpowiedniej akcji ratunkowej, której kształt w tym momencie nie jest znany. Ten nieznaną etap jest reprezentowany tutaj przez usługę *OrganizujAkcjeRatunkowa*, dzięki której w odróżnieniu od typowych procesów biznesowych otrzymujemy pewnego rodzaju niepełny algorytm postępowania.

Po przeprowadzeniu pierwszego kroku, system przejdzie do realizacji procesu wirtualnego *OrganizujAkcjeRatunkowa*, czyli do planowania i realizacji akcji ratunkowej dla uszkodzonego lub uszkodzonych. Rysunek 3 przedstawia fragment procesu (sekwencję) w języku BPEL, który realizuje powyższe badanie (dla przejrzystości pominięto elementy, które nie są istotne dla zrozumienia działania procesu):

```
<sequence>
  <receive name="NowyWypadek" createInstance="yes"
    operation="ObsluzWypadek" variable="ObsluzWypadekWePar" />
  <invoke name="DojazdNaMiejsceWypadkuWywołanieUsługi"
    operation="JedzNaMiejsceWypadku"
    inputVariable="ObsluzWypadekWePar"
    outputVariable="JedzNaMiejsceWypadkuWyPar" />
  <invoke name="OrganizujAkcjeRatunkowaWywołanieUsługi"
    operation="OrganizujAkcjeRatunkowa"
    inputVariable="JedzNaMiejsceWypadkuWyPar"
    outputVariable="OrganizujAkcjeRatunkowaWyPar" />
  <reply name="ZwrocDokumentWy"
    operation="ObsluzWypadek"
    variable="OrganizujAkcjeRatunkowaWyPar" />
</sequence>
```

Rys. 3. Fragment procesu BPEL: Pierwsza faza akcji ratunkowej

Podczas realizacji procesu jako pierwsza realizowana jest usługa *DojazdNaMiejsceWypadku*, której wynikiem jest wysłanie karetki na miejsce zdarzenia i dostarczenie dodatkowych danych. Na wejście usługi przekazany jest dokument zawierający podstawowe informacje na temat miejsca zdarzenia, zebrane podczas zgłoszenia. Po zakończeniu wykonywania usługi, usługodawca zwraca dokument zawierający szczegółowe informacje o zaistniałej sytuacji. Dane te są następnie przekazywane do usługi realizującej drugi etap akcji *OrganizujAkcjeRatunkowa*, która podczas realizacji jest rozwijana za pomocą kompozytora do nowego, zagnieżdżonego procesu BPEL. Taki zagnieżdżony proces może zawierać kolejne rozwijalne usługi co daje możliwość budowania dowolnie złożonej struktury procesu.

Załóżmy na potrzeby tego przykładu, że sytuacja wymaga nieskomplikowanej akcji i proces kryjący się w usłudze *OrganizujAkcjeRatunkowa* nie jest dalej zagnieżdżony, na miejscu jest jeden poszkodowany, który wymaga hospitalizacji.

3.2. Drugi etap

Rozwinięcie *OrganizujAkcjeRatunkowa* dla poszkodowanego wymagającego hospitalizacji będzie składać się z dwóch kroków:

- 1) rezerwacja miejsca w szpitalu,
- 2) przewiezienie poszkodowanego do tego szpitala.

Proces BPEL realizujący ten etap jest analogiczny do przedstawionego na rysunku 3 i jego kod źródłowy nie jest przedstawiony w tym artykule. Natomiast przebieg tego etapu akcji wygląda następująco:

Po pierwsze wymagana jest rezerwacja miejsca w szpitalu (samo znalezienie odpowiedniego szpitala jest zadaniem dla kompozytora, który dostarcza proces gotowy do wykonania) za co odpowiada usługa *HospitalizacjaChorego*. Na wejście tej usługi dostarcza-

my wszystkie zebrane dane na temat chorego – czyli w tym przypadku wyjście usługi *DojazdNaMiejsceWypadku*. Należy zauważyć, że samo przyjęcie następuje później w świecie rzeczywistym. Moment wywołania odpowiedniej usługi rozpoczyna formalnie procedurę przyjęcia pacjenta w szpitalu.

Następnie za pomocą usługi *TransportChorego* realizowany jest transport chorego do wskazanego szpitala. Cała akcja odbywa się naturalnie poza systemem, a jest jedynie przez ten system inicjowana. Do realizacji zadania usługa potrzebuje danych na temat chorego – system używa tutaj tego samego dokumentu co poprzednio, czyli wyjścia usługi *DojazdNaMiejsceWypadku*. Dokumenty otrzymane na wyjściu powyższych akcji trzeba traktować jako potwierdzenie przyjęcia zamówienia na realizację usługi. W przeciwieństwie do usługi *DojazdNaMiejsceWypadku*, która zwraca raport z realizacji, wykonanie następuje asynchronicznie i potrzebne są dodatkowe działania ze strony systemu aby zweryfikować ich rzeczywistą realizację (raporty z wykonania, rachunki, itd), co jest tematem dalszych badań.

4. Wnioski

W artykule przedstawiono nowatorski sposób podejścia do konstrukcji procesu biznesowego. W odróżnieniu od typowych zastosowań, gdzie proces jest kompletny przed jego uruchomieniem, w przypadku proponowanego rozwiązania proces nie jest w pełni zdefiniowany w momencie, gdy rozpoczyna się jego wykonanie. Jest to zrealizowane za pomocą serwisu, który może być traktowany jako uchwyt do innego zagnieżdżonego procesu. Serwis ten komponuje proces zagnieżdżony na podstawie dostarczonych danych i uruchamia go. Dotychczas brak jest doniesień literaturowych na temat gotowych rozwiązań dla przedstawionego problemu. Natomiast samo SOA dostarcza narzędzi, których niekonwencjonalne zastosowanie może doprowadzić do stworzenia systemu wspomagającego ratownictwo medyczne. Dużą zaletą proponowanego systemu stanowi działanie systemu w oparciu o mechanizmy rynkowe. Wszystkie usługi są wyszukiwane w sieci Internet, a przy ich doborze brane są pod uwagę czynniki ekonomiczne. Prowadzi to do powstawania konkurencji – popularne usługi będą droższe, co zachęci inne instytucje do wprowadzenia ich do swojej oferty i zahamuje wzrost cen lub odwrotnie. Ponadto dowolna instytucja może udostępnić nowe usługi i tym samym dołączyć do systemu.

Nie jest jeszcze znany mechanizm komponowania procesów w ratownictwie. Jedną z bardziej obiecujących możliwości jest zastosowanie systemów agentowych. Ich przydatność w systemie zarządzania kryzysowego będzie przedmiotem dalszych badań, podobnie jak metody wyszukiwania w sieci pasujących usług. W tym przypadku rozwiązaniem problemu może być zastosowanie opisów ontologicznych oraz mechanizmów wnioskowania. Kolejne obszary przyszłych badań to: format dokumentów wymienianych przez elementy systemu, identyfikacja usług bazowych oraz mechanizm uwzględnienia czynników ekonomicznych przy wyborze usług przy różnym stopniu zagrożenia życia poszkodowanego.

Literatura

- [1] Cetnarowicz K., Cetnarowicz E., *Multi-Agent Decentralised System of Medical Help. Management and Control of Production and Logistics*. IFIP, IFAC, IEEE Conference, ENSIEG, LAG Grenoble, France 2000. PERGAMON, ed. Z. Binder. An Imprint of Elsevier Science (ISBN 0-08-043621 8), 463–467.
- [2] OASIS Committee Specification, *Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0*. <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf> 2 August 2006.
- [3] OASIS Standard, *Web Services Business Process Execution Language Version 2.0*. <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.pdf> 11 April 2007.
- [4] W3C Recommendation, *Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language*. <http://www.w3.org/TR/wsdl20/26> June 2007.
- [5] Żabińska M., *Crises Management in Multiagent Workflow Systems*. Computational Science – ICCS 2006, Lecture Notes in Computer Science; LNCS3993, 735–742.