

WZORCE ANALITYCZNE W PROJEKTOWANIU SYSTEMÓW INFORMACJI PRZESTRZENNEJ

ANALYSIS PATTERNS IN SPATIAL INFORMATION SYSTEMS DESIGN

Edward Kołodziński, Mariusz Ożarowski

Zespół Badawczo-Projektowy Specjalizowanych Systemów Informatycznych
Wydziału Techniki Wojskowej WAT

Słowa kluczowe: systemy informacji przestrzennej, wzorce projektowe, wzorce analityczne, GIS

Keywords: spatial information systems, design patterns, analysis patterns, GIS.

Wstęp

System informacji przestrzennej można rozpatrywać jako specyficzny rodzaj systemu informatycznego. Jego specyfika polega na możliwości łącznego przetwarzania oraz analizowania danych przestrzennych i opisowych oraz wizualizacji (zarówno danych jak i wyników analiz). Systemy te są coraz bardziej zintegrowane z innymi systemami informatycznymi wspomagającymi działalność przedsiębiorstwa, administracji etc. Coraz częściej pojawiają się rozwiązania systemowe, w których jednym z wielu (ale istotnym) elementów jest przetwarzanie danych przestrzennych (Lech, Ożarowski, 2001). Zaobserwować można również tendencję do przedstawiania typowych aplikacji SIP jako miejsca integracji systemów transakcyjnych danej organizacji.

Przy takim założeniu i przedstawionych obserwacjach niezwykle istotnym zagadnieniem jest sformalizowanie procesu *Wytwarzania Systemu Informacji Przestrzennej* (WSIP). W praktyce dostawca środowiska narzędziowego (np. MapInfo, GeoMedia itp.) dostarcza gotowe rozwiązania dedykowane, określonej dziedziny działalności pozostawiając użytkownikom i projektantom jedynie możliwość ich uszczegóławiania i modyfikacji. Zwykle dostarcza także specjalizowane narzędzia pozwalające definiować dane i ich powiązania – jednakże użytkownik-projektant z nich korzystający ma w praktyce jedynie szansę raczej popsucia dostarczonych szablonowych rozwiązań niż urzeczywistnienia od podstaw swoich koncepcji. Bardzo często rozwiązania opracowane od podstaw na bazie danego środowiska dalekie są od finezji i szybkości prezentowanej na komercyjnych pokazach konkretnych aplikacji. Narzędzia służące do modelowania danych (systemów) dedykowane dla konkretnych pakietów komercyjnych mają tą jeszcze wadę, iż zmuszają ich użytkownika (projektanta) do

skupiania się na wybranych, specyficznych aspektach danego środowiska oddalając go od istoty problemów, które zamierzał rozwiązać (zamodelować) oraz sprawiają, iż wynik pracy projektowej jest zupełnie nie przenaszalny na inne platformy aplikacyjne. Zaznaczyć należy również, iż narzędzia te są ściśle ukierunkowane na wspomaganie procesu projektowania struktur danych przestrzennych całkowicie ignorując wspomaganie projektanta na wcześniejszych etapach procesu WSIP (specyfikacja wymagań i projekt koncepcyjny).

Bez wątplenia pierwszym krokiem do sformalizowania WSIP jest określenie sposobów i reguł *modelowania systemu SIP*.

W nauce model jest rozumiany jako *celowo uproszczona reprezentacja rzeczywistości*. Można też jako model określić reprezentację badanego obiektu w postaci innej niż ta, w której występuje (Gutenbaum, 2003). W szczególności, jako model systemu (także informatycznego) możemy przyjmować ilościową i jakościową reprezentację systemu na innej bazie materialnej niż występuje on w rzeczywistości, ujmującą podstawowe cechy systemu, istotne ze względu na zamierzony cel badań (Kołodziński, 2002).

Modelowanie natomiast jest określane zazwyczaj jako proces opracowywania modelu. Odwzorowywanie systemu, zjawiska lub procesu fizycznego na innej bazie materialnej, które pozwoli przedstawić jego podstawowe cechy, a także istotnie uprościć i przyspieszyć badania, bądź też zmniejszyć ich koszt (Kołodziński, 2002). O modelach systemu informatycznego możemy powiedzieć, że są to abstrakcje, które docelowo staną się kombinacją sprzętu i oprogramowania. Są one konstruowane w taki sposób, aby uwypuklone zostały istotne cechy budowanego systemu, przy świadomym pominięciu niektórych jego aspektów (Wilczek, 1998).

Modelowanie systemu informatycznego jest nieodzownym elementem procesu tworzenia oprogramowania. W inżynierii oprogramowania proces modelowania jest zwykle postrzegany jako środek pomocniczy do uzyskania stabilności, przenaszalności, skalowalności systemu oraz zapewnienia możliwości powtórnego wykorzystania jego projektu. Zagadnienie to jest doskonale rozpoznane – co nie oznacza, iż znaleziono taki sposób konstruowania oprogramowania, który pozwala na każdorazowe doprowadzanie projektów informatycznych do szczęśliwego końca (Kołodziński, Betliński, Ożarowski, Popławski, Kapłański, 2002).

Modelowanie systemu informacji przestrzennej za pomocą metod i notacji inżynierii oprogramowania okazuje się być skomplikowane głównie z powodu specyfiki danych przestrzennych (Ożarowski, 2004). W niniejszym opracowaniu proponuje się wykorzystanie koncepcji wzorców zarówno do opisu systemu SIP jak i wsparcia procesu jego modelowania. W kolejnych rozdziałach przedstawiono:

- ogólną koncepcję wzorców w procesie wytwarzania systemów informatycznych,
- opis wzorców projektowych wykorzystywanych w fazie implementacji
- wykorzystanie wzorców na poziomie specyfikacji wymagań oraz w fazie budowania modelu analitycznego (koncepcyjnego)

Taka kolejność rozważań podyktowana jest historią rozwoju zastosowania wzorców (wzorcy w implementacji zastosowano wcześniej niż w fazie analizy),

- rozszerzenie koncepcji wzorców analitycznych i jej dostosowanie do specyfiki SIP wraz z przykładowym wzorcem analitycznym
- podsumowanie i wnioski z aktualnie prowadzonych badań nad wzorcami w inżynierii oprogramowania

Wzorce

Geneza wykorzystania **wzorców** w procesie WSI bierze swój początek od publikacji *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software* (Gamma i in., 1995). Autorzy, powołując się na doświadczenia architekta Christophera Alexandra (Alexander, 1979), zauważyli analogię w zakresie konstruowania dobrych rozwiązań w budownictwie i w inżynierii oprogramowania.

Alexander w swojej pracy postawił śmiałą tezę, iż jakość rozwiązania inżynierskiego (miała na myśli rozwiązania architektoniczne) jest cechą obiektywną. Oznacza to, iż doskonałość rozwiązania możemy ocenić na podstawie zbioru obiektywnych przesłanek. Do podobnych wniosków doszli naukowcy zajmujący się antropologią kultury. Okazuje się, iż w danej kulturze jednostki zgadzają się w znacznym stopniu co do tego, że dane rozwiązanie jest doskonałe. Wspólna kultura sprawia, iż obiektywny sposób oceny góruje nad indywidualnymi gustami. Jedną z głównych gałęzi antropologii kultury zajmuje się poszukiwaniem wzorców służących do opisu zachowań i wartości wewnątrz poszczególnych kultur (Shalloway, Trott, 2001).

Alexander odkrył, że zawężając pole analizy do rozwiązań tego samego problemu, można dokładniej określić podobieństwa rozwiązań o wysokiej jakości. Podobieństwa te nazwał *wzorcami*. *Każdy wzorzec opisuje problem, który ciągle pojawia się w (określonej) dziedzinie, a następnie określa zasadniczą część jego rozwiązania w taki sposób, aby można było zastosować je nawet milion razy, za każdym razem w nieco inny sposób* [Alexander, 1979].

Koncepcja wzorców projektowych wprowadzona w (Gamma i in., 1995) zakłada, że jakość oprogramowania można zmierzyć w sposób obiektywny. Jeżeli zakładamy możliwość oceny dobrych rozwiązań – to tym samym potrafimy je skonstruować. Autorzy publikacji zostali nazwani w środowisku informatycznym żartobliwie „bandą czworga” ponieważ narzucili w sposób dyktatorski kanon identyfikacji i opisu wzorców. Co więcej wzorce przez nich zidentyfikowane są uważane powszechnie przez programistów za przykłady doskonałych rozwiązań. (jednym z elementów opisu nowego wzorca jest odniesienie do wzorców zidentyfikowanych przez „bandę”).

W Europie podobną problematyką zajmowało się konsorcjum ESPIRIT. Rozwinięto, opartą na wzorcach, metodologię projektowania KADS (Knowledge Analysis and Design System) wykorzystującą wzorce do tworzenia systemów ekspertowych (Gardner, 1998).

Wzorce projektowe

Wzorce projektowe stanowią **model rozwiązania problemu programistycznego w kontekście**. Model rozwiązania jest diagramem UML obrazującym powiązanie klas obiektów. Natomiast stwierdzenie *w kontekście* oznacza, że wraz z szablonem (diagramem) oferującym gotowe rozwiązanie dostarczany jest także zestaw informacji zarówno o problemie, który zainspirował powstanie wzorca jak i o rozwiązaniu, które dzięki niemu można uzyskać.

Opis typowego wzorca programistycznego składa się z:

Nazwa	Identyfikuje wzorzec.
Intencja	Zastosowanie wzorca.
Problem	Problem, który można rozwiązać za pomocą danego wzorca.

Rozwiązanie	Sposób, w jaki wzorec rozwiązuje problem w danym kontekście.
Uczestnicy i współpracownicy	Byty w obrębie wzorca.
Konsekwencje	Dodatkowe efekty wynikające z zastosowania wzorca. Związek przyczynowo-skutkowy.
Implementacja	Sposób w jaki można zaimplementować wzorec.

Wzorce projektowe stanowią jedno z najważniejszych osiągnięć programowania obiektowego. Z ich pomocą można szybciej i dokładniej tworzyć niskopoziomowe modele (modele techniczne oprogramowania) systemów informatycznych. Większość wzorców projektowych sprzyja tworzeniu rozwiązań, które łatwo jest później modyfikować. Ponieważ na opracowanie rozwiązań oferowanych przez wzorce składa się suma doświadczeń i wysiłków wielu projektantów, to z reguły są to bardzo przemyślane struktury, które łatwiej radzą sobie ze wszelkimi zmianami niż rozwiązania tworzone ad hoc. Dzięki wzorcom projektowym uzyskuje się możliwość powtórnego wykorzystania (software reuse) rozwiązań projektowych w różnych systemach informatycznych. Podsumowując powyższe rozważania można powiedzieć, iż wzorce projektowe pozwalają na:

- wykorzystanie istniejących, sprawdzonych wcześniej sposobów projektowania – co znacząco przyspiesza pracę nad projektem i pozwala uniknąć błędów na etapie projektowania
- stosując wzorce projektowe wykorzystuje się sumę doświadczeń innych projektantów (bez konieczności ponownego, samodzielnego wymyślenia rozwiązań typowych problemów).
- podniesienie jakości pracy w zespole projektowym poprzez dostarczenie podstawowego, wspólnego zasobu terminologii oraz wspólnej perspektywy oglądu problemu wykorzystywanego do komunikacji między jego członkami
- Zapewniają wspólny punkt odniesienia w fazie analizy i projektowania procesu WSIP.
- podniesienie jakości pracy analitycznej (modelu systemu) poprzez wymuszenie posługiwania się ogólną perspektywą widzenia problemów, a także projektowania obiektowego, co uwalnia projektanta od konieczności zbyt wczesnego zgłębiania szczegółów
- stworzenie rozwiązania skomplikowanych problemów bez nadmiernej hierarchii dziedziczenia.

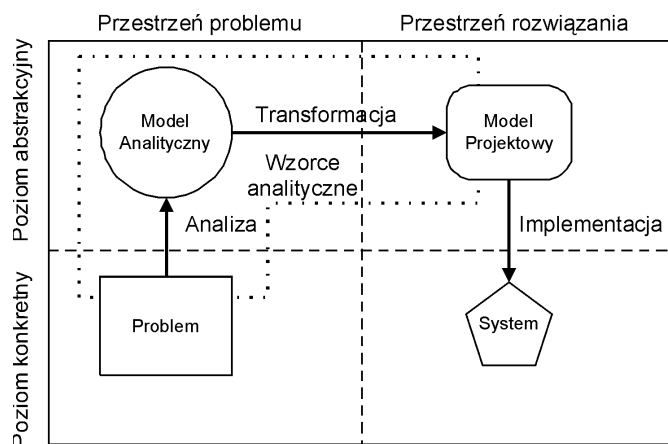
Wzorce analityczne

Wzorce analityczne są to specyfikacje wymagań zdefiniowane w projekcie, które mogą zostać powielone w innych systemach (Fowler, 1997). Opisują one zbiór obiektów rzeczowych (lub systemowych), ich wzajemnych powiązań oraz reguł określających ich zachowanie na dowolnie określonym poziomie abstrakcji (Johannesson, Wohed,). Mogą być traktowane jako powielalne narzędzia do analizy wymagań i projektowania koncepcyjnego. Podstawowe różnice między wzorcami projektowymi a wzorcami analitycznymi są następujące:

1. wzorce projektowe są wykorzystywane w fazie implementacji gdyż koncentrują się głównie na typowych aspektach projektowych (interakcja użytkownika z systemem, tworzenie obiektów, podstawowe struktury danych)
- Wzorce analityczne są wykorzystywane w początkowych fazach procesu WSI.
2. wzorce projektowe mogą być wykorzystywane w wielu, różnych dziedzinach (problemach) – na przykład większość aplikacji posiada mechanizmy interakcji użytkownika z systemem
- Wzorce analityczne są „przypisane” do danego problemu.

Na rysunku 1 przedstawiono zakres czynności procesu WSI, który może być wspierany za pomocą wzorców analitycznych. Mogą one znaleźć zastosowanie przede wszystkim w fazie budowania modelu analitycznego systemu, poprzez ułatwianie interpretacji wymagań. Wykorzystanie wzorców analitycznych polega na dopasowywaniu poszczególnych sformułowań języka naturalnego do konkretnych wzorców. Dzięki temu otrzymuje się wstępną wersję modelu analitycznego, która może podlegać dalszej modyfikacji. Największym bodaj problemem praktycznym w tej części procesu WSI jest, lapidarnie mówiąc, odpowiedź na pytanie od czego zacząć? Te fragmenty specyfikacji, które nie zostaną dopasowane do żadnego z wzorców podlegać muszą szczególnej analizie, gdyż mogą opisywać albo specyficzne właściwości budowanego systemu albo być źle sformułowane. Niezależnie co jest przyczyną tego stanu rzeczy, projektant (analityk) zamiast modelować dobrze zdefiniowane i już kiedyś przeanalizowane właściwości skupia się na tym co jest nowe i być może wymagać to będzie od niego znacznej pracy koncepcyjnej.

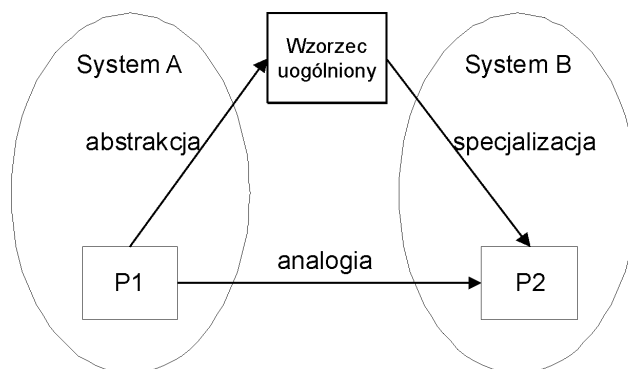
Zaznaczyć tutaj należy, iż w trakcie tego etapu zidentyfikowanych może być kilka wzorców (zwykle rozdzielnych), które w różnym stopniu „wypełniają” model analityczny. Kolejną fazą procesu WSI, znacząco wspomaganą przez wzorce analityczne, to moment konwersji modelu analitycznego na model konkretnego rozwiązania technicznego. W tym przypadku projektant (analityk) dopasowuje wzorec analityczny do wzorca projektowego bądź następuje, odpowiednie dla danej platformy aplikacyjnej, techniczne uszczegółowienie wzorca.



Rys. 1. Zakres wykorzystania wzorców analitycznych w procesie wytwarzania systemu informatycznego Źródło: Gever-Schulz, Hahsler, 2002

Zaznaczyć należy, iż postuluje się umieszczanie sekcji **projekt** w opisie wzorca analitycznego, w której zawarte powinny być sugestie autorów wzorca co do możliwych jego realizacji lub przykłady takich realizacji (Gever-Schulz, Hahsler, 2002) (rys. 1).

Proces tworzenia wzorca polega na znalezieniu analogii w rozwiązaniu pokrewnych problemów w dwóch różnych systemach informatycznych (rys. 2). Następnym krokiem jest takie uogólnienie opisu wzorca (abstrakcja) aby mógł być uszczegółowiony (specjalizacja) w kontekście innego systemu. Jest to proces skomplikowany i wymagający od projektanta (analityka) dużej wiedzy o problemie, a także zdolności do poprawnej analizy i syntezy informacji. Jakość tak wytworzonych wzorców analitycznych można oceniać na podstawie jednoczesnego stopnia spełnienia przez nie dwóch kryteriów (Johannesson, Wohed):



Rys. 2. Procedura identyfikacji wzorca analitycznego

Źródło: Fernandez, 2000

- wzorzec analityczny musi być dostatecznie ogólny aby mógł być wykorzystany w innym systemie (projekcie);
- wzorzec analityczny musi być łatwiejszy do zrozumienia i modelowania w danym kontekście (systemie) niż opracowanie danego rozwiązania od początku.

Jednoczesne spełnienie tych dwóch kryteriów jest trudne, gdyż im wyższy poziom ogólności tym większe są problemy ze zrozumieniem i poprawnym uszczegółowieniem w innym środowisku.

Wzorce analityczne SIP

Z uwagi na znaczące problemy z modelowaniem systemów SIP (Ożarowski, 2004) wzorce analityczne mogą znacząco wspierać sformalizowanie procesu WSIP, a także umożliwiać powtórne wykorzystanie opracowanych koncepcji. Sposób ich opisu i zakres informacji przez nie dostarczanej powinien być jednak dostosowany do potrzeb i specyfiki systemów SIP. Powody dla których projektanci systemów SIP pracujący na różnych platformach aplikacyjnych (GIS) nie mogą wymieniać między sobą swoich projektów (modeli) sprowadzają się do dwóch zasadniczych:

1. brak powszechnie akceptowanego standardu notacji graficznej pozwalającej modelować system SIP w fazie koncepcyjnej (analitycznej);
2. duża zależność projektowanych rozwiązań od docelowej platformy aplikacyjnej GIS.

Wzorce analityczne opisujące systemy klasy SIP powinny zatem zawierać dodatkowo pewien zasób informacji technicznych opisujących w jaki sposób wzorzec może być zastosowany w danej platformie aplikacyjnej. Umożliwi to zarówno łatwą implementację wzorca jak i da możliwość szybkiego porównywania potencjalnych kosztów jego implementacji na różnych platformach. Dzięki temu projektanci (analitycy) będą mogli wymieniać się wiedzą bez konieczności szczegółowej znajomości aspektów technologicznych. W dzisiejszej praktyce projektanci, z uwagi na dużą złożoność i specyfikę środowiska projektowego (programowego) danej platformy aplikacyjnej GIS, większość czasu poświęcają na projektowanie techniczne, a nie na analizę problemu i znajdowanie najlepszego rozwiązania. Wzorce analityczne SIP powinny umożliwić przeniesienie ciężaru projektowania na wczesny (analityczny) etap procesu WSIP.

Kolejnym, specyficznym dla systemów klasy SIP, rozszerzeniem wzorców analitycznych powinna być informacja o dostępności danych mogących posłużyć do zasilenia zaimplementowanego wzorca. W skrajnych przypadkach dostęp (czy informacja o możliwości do-

stępu) do danych będzie niewielki (np. w przypadku specyficznych rozwiązań branżowych). Jednakże dla ogólnych wzorców (np. definiujących sposób modelowania administracyjnego pokrycia kraju) informacja o możliwości pozyskania danych do wzorca może zdecydować o jego zastosowaniu (lub potencjalnych kosztach zastosowania).

Podsumowując powyższe rozważania proponuje się opisywanie wzorców analitycznych SIP w następującej konwencji:

Nazwa	Nazwa wzorca.
Problem	Opis problemu w kontekście (otoczeniu).
Rozwiązanie	Szczegółowy opis (z uzasadnieniami) rozwiązania problemu.
Diagram	Wizualizacja wzorca w postaci graficznej (diagram UML).
Implementacja	Informacje specyficzne dla danych platform aplikacyjnych GIS pozwalające na zaimplementowanie wzorca w danym środowisku.
Dane	Informacje o miejscu i sposobach pozyskiwania danych do typów obiektów implementowanych we wzorcu.
Zastosowanie	Systemy informatyczne w których zaimplementowano wzorzec.

Poniżej przedstawiono przykłady dwóch wzorców analitycznych SIP.

Wzorzec *Sieć ulic*

Nazwa Sieć ulic

Problem

Rozszerzenie funkcjonalności systemów transakcyjnych przedsiębiorstwa (lub specjalizowanych, branżowych systemów SIP) o możliwość przetwarzania i wizualizacji sieci ulic. Rozszerzenie to ma na celu np. wizualizację rozmieszczenia klientów (tzw. geomarketing). Zakłada się możliwość łatwego rozszerzenia funkcjonalności o analizy grafowe (przejezdność).

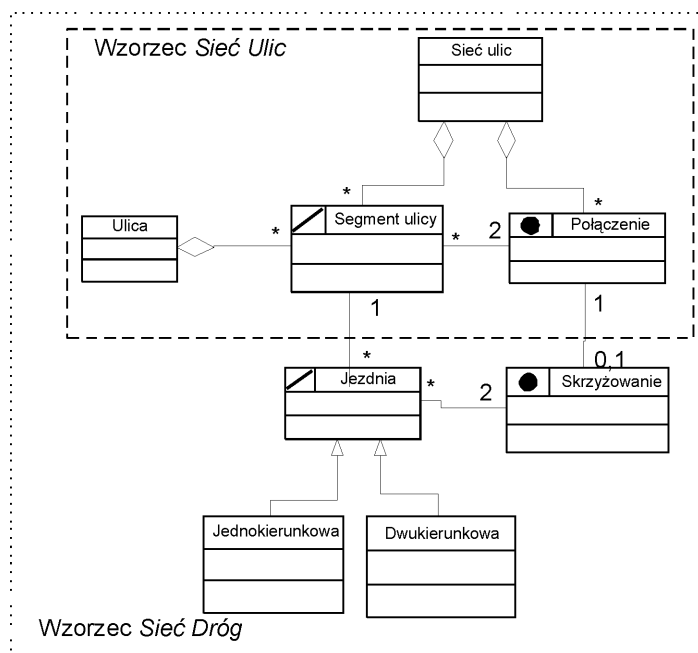
Rozwiązanie

Obiekt *Ulica* (obiekt niegraficzny) jest kolekcją obiektów ***Segment ulicy***, posiadających reprezentację graficzną (a także np. przypisane zakresy numeracji budynków). Każdy obiekt ***Segment ulicy*** ma relację topologiczną (połączenia) z dokładnie dwoma obiektami ***Połączenie***. W przypadku konieczności zapewnienia możliwości analiz grafowych na sieci rozszerzamy omawiany wzorzec o klasy ***Jezdnia*** i ***Skrzyżowanie***. Obiekt klasy ***Segment ulicy*** może być połączony z wieloma obiektami ***Jezdnia***. W skrajnym przypadku nie będzie takiego połączenia – co oznacza, że ***Segment ulicy*** jest nieprzejezdny (np. ulica tylko dla ruchu pieszego itp.). Istota rozwiązania polega na umożliwieniu traktowania sieci ulic jako elementu wizualizacji lokalizacji adresów z jednoczesnym zachowaniem możliwości analiz grafowych (określania dróg dojazdu itp.)

Implementacja

Środowisko GEOBA (Kołodziński, Betliński, Chmielewski, Ożarowski, 2002):

1. ***Obiekty Ulica*** i ***Sieć Ulic*** implementowane jako obiekty logiczne (nie posiadające reprezentacji geometrycznej);
2. powiązanie będące agregacją obiektów klas ***Ulica*** i ***Segment Ulicy*** realizowane komponent typu dokument będący zbiorem selekcyjnym obiektów ***Segment ulicy***;
3. powiązania obiektów ***Segment ulicy*** i ***Połączenie*** implementowane za pomocą komponentu relacji przynależności;
4. uszczegółowienie obiektu ***Jezdnia*** na obiekty ***Jednokierunkowa***, ***Dwukierunkowa*** realizowane poprzez zdefiniowanie stanów. Przypisanie stanom odpowiednich komponentów opisowych i różnych komponentów graficznych. W praktyce użytkownik będzie tworzył obiekt ***Jezdnia*** w wybranym stanie : ***Jednokierunkowa*** lub ***Dwukierunkowa***. Środowisko zapewni utworzenie obiektu z przypisanym do danego stanu zestawem komponentów.

Diagram

Rys. 3. Diagram klas wzorca Sieć ulic

Dane**Zastosowanie**

Systemy zaimplementowane w środowisku GEOBA:

1. EwDrOm (Komputerowy system wspomagania zarządzania eksploatacją sieci drogowej);
2. WODKAN (Komputerowy system wspomagania zarządzania eksploatacją sieci wodociągowej i kanalizacyjnej);
3. eMPO (Komputerowy system wspomagania pracy Przedsiębiorstwa Oczyszczania Miasta).

Wzorec Sieć przesyłowa mediów fizycznych**Nazwa**

Sieć przesyłowa mediów fizycznych

Problem

Zarządzanie eksploatacją sieci przesyłowej mediów fizycznych (np. woda, gaz, ścieki itp.) wymaga utrzymywania danych o elementach sieci w dwóch postaciach:

1. struktura spójna topologicznie (elementy połączone stanowiące graf), która pozwala na wykonywanie zarówno prostych analiz grafowych jak i skomplikowanych symulacji statycznych;
2. rozbudowana struktura przestrzenno-opisowa służąca do paszportyzacji elementów sieci. Jest ona zazwyczaj mocno rozbudowana (różne typy obiektów) i służy do opisów parametrów technicznych urządzeń, terminów konserwacji a także lokalizacji. Obiekty tego typu nie muszą być w relacjach topologicznych. Zazwyczaj są one powiązane między sobą standardowymi relacjami podległości lub przynależności.

Wszystkie obiekty posiadają atrybut *Stan eksploatacji* – którego wartość warunkuje parametry wizualizacji obiektu (kolor, typ linii itp).

Rozwiązanie

Sieć zbudowana jest przede wszystkim z odcinków transportujących media fizyczne (*Odcinek sieci*). Z obiektami tymi w topologicznej relacji połączenia znajdują się elementy sieci z trzech kategorii:

1. elementy sterujące – urządzenia pozwalające na fizyczne odcięcie (zamknięcie) przepływu medium w danym odcinku sieci. Elementy te są montowane na odcinkach sieci stąd liczność powiązania „Element sterujący” z *Odcinek sieci* wynosi dokładnie. Z kolei *Odcinek sieci* może być połączony z elementami sterującymi na obu swoich krańcach (liczność 2), na jednym (liczność 1) lub nie posiadać takowych elementów (liczność 0).
2. elementy aktywne – urządzenia dostarczające medium do sieci (zasilające sieć). Jedno urządzenie montowane na odcinku (nie może być dwóch źródeł na tym samym odcinku – na przeciwnych końcach).
3. elementy pasywne – urządzenia udostępniające medium odbiorcom, kontrolne, wspomagające itp. Mogą być włączane do sieci za pomocą relacji topologicznej połączenia lub za pomocą zwykłych relacji (podległości, przynależności). Służą do modelowania obciążenia danego odcinka sieci (ilość medium uwalnianego z sieci) oraz do lokalizowania urządzeń pomiarowych, urządzeń zainstalowanych u klienta itp. Z uwagi na liczność wystąpień instancji obiektów tego typu należy starać się nie wiązać ich ze strukturą sieci relacjami topologicznym co powinno zmniejszać koszty obliczeniowe algorytmów analiz grafowych i symulacji.

Konkretyzacja przykładowych obiektów trzech wyszczególnionych grup dla sieci wodociągowej przedstawiona diagramie.

Implementacja

Środowisko GEOBA (Kołodziński, Betliński, Ożarowski, Chmielewski, 2003):

1. wszystkie obiekty sieci implementowane jako obiekty graficzne.
 2. powiązania topologiczne obiektów *Element sterujący* oraz *Element aktywny* z obiektem *Odcinek sieci* za pomocą komponentów relacji połączenia;
 3. konkretyzacje obiektów typu *Element pasywny* zawierające komponent relacji *połączenia* wskazujący na obiekt *Odcinek sieci* (w przypadku obiektów punktowych), zawierające komponent relacji *przynależności* (w przypadku obiektów liniowych);
- Środowisko ARCINFO: ...

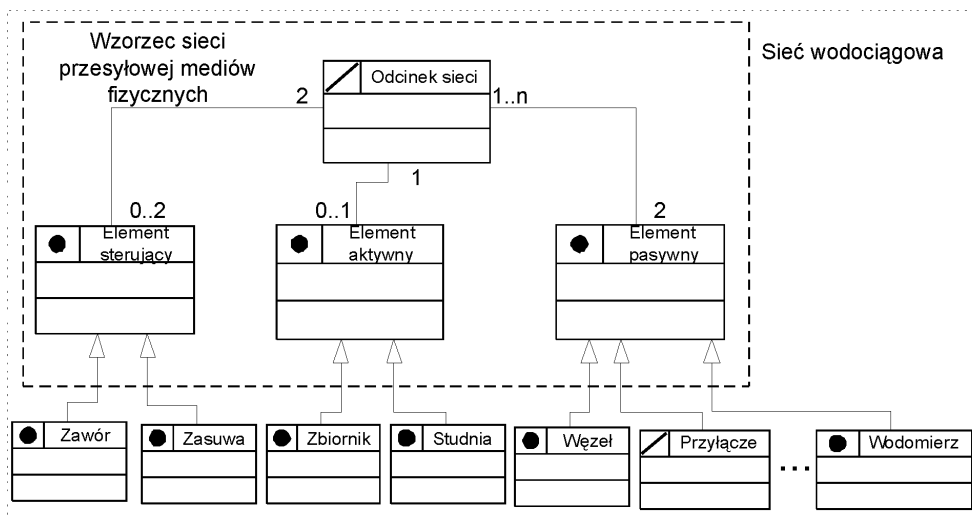
Dane

Zastosowanie

Systemy zaimplementowane w środowisku GEOBA:

1. WODKAN (Komputerowy system wspomagania zarządzania eksploatacją sieci wodociągowej i kanalizacyjnej);
2. SCSYSTEM (Komputerowy system wspomagania zarządzania eksploatacją sieci ciepłowniczej);
3. POLGAZ (Komputerowy system wspomagania zarządzania eksploatacją sieci gazowej).

Diagram



Rys. 4. Diagram klas wzorca sieci przesyłowej mediów fizycznych

Podsumowanie

Obszary zastosowań wzorców analitycznych w projektowaniu systemów SIP:

- opisywanie systemu, jego charakterystycznych i podstawowych właściwości
- uproszczenie i skonkretyzowanie komunikacji w zespole wytwarzającym system informatyczny
- weryfikacja specyfikacji wymagań dla systemu SIP
- zautomatyzowanie procesu budowania modelu koncepcyjnego systemu SIP na podstawie specyfikacji wymagań. (wybór odpowiedniego wzorca i dostosowanie go do wybranych wymagań)
- podniesienie jakości wytwarzanego systemu SIP

Wykorzystując wzorce analityczne posługujemy się „fragmentami” projektów koncepcyjnych opracowanych na rzecz konkretnych, działających systemów. Dzięki temu uzyskujemy większe prawdopodobieństwo, że zastosowane rozwiązanie (w postaci dostosowanego wzorca) będzie najwłaściwsze dla analizowanego problemu.

Szybki rozwój wykorzystania informacji przestrzennej powoduje nie tylko zwiększenie zapotrzebowania na same dane przestrzenne ale także na dostarczanie narzędzi (mechanizmów) pozwalających przyspieszyć proces powstawania systemów SIP. Zarówno analizą (wykorzystaniem) danych przestrzennych jak i projektowaniem systemów SIP zajmuje się coraz szersze grono osób, dla których bogactwo narzędzi i możliwości jakie one dają stanowi skuteczną drogę do osiągnięcia właściwego rozwiązania. Biblioteka wzorców analitycznych SIP mogłaby stać się platformą umożliwiającą:

- gromadzenie wiedzy analitycznej z różnych dziedzin, w których wykorzystuje się informację przestrzenną
- uniezależnienie rozwiązań analitycznych od platform aplikacyjnych GIS, dostarczając jednocześnie mechanizmy pozwalające dobrać platformy do rozwiązań – a nie odwrotnie

- upowszechnienie dorobku analitycznego i wiedzy eksperckiej szerokiemu (i ciągle rosnącemu) gronu użytkowników i projektantów systemów SIP.

Rozważając procesy i uwarunkowania rozwoju infrastruktury danych przestrzennych Gaździcki, 2003) warto mieć na uwadze korzystających z nich tych, którzy wytwarzają systemy. Włączenie uniwersalnej bazy wiedzy (oderwanej od platformy GIS) w postaci biblioteki wzorców analitycznych SIP do powszechnie dostępnej i rozbudowanej infrastruktury danych przestrzennych zdecydowanie zwiększałoby efektywność i elastyczność wykorzystania tejże infrastruktury. Innymi słowy oprócz danych dostarczałaby ona także przykładów ich sensownego użycia, gdyż wzorce analityczne są niczym innym jak fragmentami przemyślanych rozwiązań koncepcyjnych, ściśle zależnych od zdefiniowanych na wejściu wymagań oraz kontekstu.

Wzorce analityczne są stosunkowo nową (jak na informatykę) koncepcją przeżywającą burzliwy rozwój ukierunkowany na:

- automatyzację wyszukiwania wzorców analitycznych w bazach wiedzy (bibliotekach wzorców) lub w istniejących projektach (inżynieria odwrotna)
Ogólnie – problem identyfikacji wzorców.
- automatyzację interpretacji specyfikacji wymagań na system informatyczny
Wykorzystanie logiki deontycznej (*deontic logic*) do transformacji wymagań określonych językiem naturalnym do zbioru spójnych zdań logicznych. Ciekawym zastosowaniem takiej transformacji może być weryfikacja syntaktyczna, semantyczna i logiczna wymagań.
- zwiększenie efektywności narzędzi CASE.

Literatura

- Alexander C., 1979: *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press.
- Fernandez E. B., 1998: *Building Systems Using Analysis Patterns*, Int. Software Architecture Workshop (ISAW3).
- Fernandez E. B., Yuan X., 2000: **Semantic Analysis Patterns**, ER2000 Conference.
- Filho J. L., 2001: *Analysis Patterns for GIS Data Schema Reuse on Urban Management Application*, CLEI'2001, Merida, Venezuela.
- Filho J. L., Iochpe C., 1999: *Specifying Analysis Patterns for Geographic Databases on the basis of a Conceptual Framework*, ACM-GIS'99, Kansas City, USA.
- Fowler M., 1997: *Analysis Patterns: reusable object models*, Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman.
- Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J., 1995: *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley.
- Gardner K., 1998: *Cognitive Patterns: Problem-Solving Frameworks for Object Tehnology*, Cambridge University Press.
- Gaździcki J., 2003: *Kompendium infrastruktur danych przestrzennych*, polska wersja opracowania D. D. Neberta *The SDI Cookbook*, Geodeta 2-5.
- Gever-Schulz A., Hahsler M., 2002: *Software Reuse with Analysis Patterns*, Proceedings of AMCIS
- Gutenbaum J., 2003: *Modelowanie matematyczne systemów*, Instytut Badań Systemowych PAN, EXIT.
- Johannesson P., Wohed P.: *The Deontic Pattern - A Framework for Analysis Patterns in Information Systems Design*.
- Kołodziński E., 2002: *Symulacyjne metody badania systemów*, PWN.
- Kołodziński E., Betliński G., Ożarowski M., Popławski R., Kapłański P., 2002: *Technologia wytwarzania zintegrowanego systemu informatycznego o architekturze oprogramowania sterowanej modelem danych*, XI Konferencja Naukowo-Techniczna Automatyzacja Dowodzenia, Pieczęyska.
- Kołodziński E., Betliński G., Chmielewski A., Ożarowski M., 2002: *Środowisko programowe GEOBA do wytwarzania systemów SIT: Własności i możliwości*, XII Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Informatyki Przestrzennej, Warszawa .

- Kołodziński E., Betliński G., Fedorowicz R., Ożarowski M., 2003: *Komputerowe wspomaganie zarządzania zespolonymi służbami i branżami podstawowej jednostki samorządu terytorialnego*, XII Konferencja PTIP Geoinformacja w Polsce, Warszawa.
- Lech A., Ożarowski M., 2001: *Informacja przestrzenna jako integralny składnik systemu zarządzania przedsiębiorstwem oczyszczania*, II Sympozjum Naukowe Systemy Informacji o Terenie w Zarządzaniu i Kierowaniu, Białystok.
- Lisboa J. F., Iochpe C., Beard K., 1998: *Applying Analysis Patterns in the GIS Domain*, 10th Colloquium of the Spatial Information Research Centre, University of Otago, New Zealand.
- Ożarowski M., 2004: *Modelowanie Systemów Informacji Przestrzennej*, XII Konferencja Naukowo-Techniczna Automatyzacja dowodzenia, Gdynia (www.ozarowski.prv.pl/p/08.pdf).
- Shalloway A., Trott J. A., 2001: *Projektowanie zorientowane obiektowo. Wzorce projektowe*, Helion.
- Wilczek J., 1998: *Analiza możliwości praktycznego zastosowania narzędzia CASE do projektowania systemów informatycznych*, Praca magisterska, Politechnika Białostocka.

Summary

*The report presents description of analysis patterns usage in spatial information computer systems design. Specific features of GIS computer systems and modeling problems related to these systems are described. Reasons for considering process of GIS software design as specific process of software production are discussed. Report describes sources of patterns used during implementation of computer systems and best practices linked with usage of these models. **Analysis GIS patterns** definition is proposed. Formal description of such a pattern is presented. Several examples of analysis GIS patterns is discussed: **street city network, physical resources transfer network**. Usage of these patterns in systems created in GEOBA environment is shown. Justification of building analysis GIS patterns sets for national infrastructure library containing spatial data is presented. The most important scientific trends of analysis patterns usage in software design process and influence of these patterns on computer systems production is described.*

dr hab. inż Edward Kołodziński
ekolodzinski@poczta.wp.pl

mgr inż. Mariusz Ożarowski
ozarowski@ias.wat.waw.pl

tel.: +4822 683 95 03
fax: +48 22 683 97 92