

Przegląd metod, środków formalnych i narzędzi programowych wspomagających modelowanie pojęciowe informacji geograficznej, cz. I

MODELOWANIE POJĘCIOWE

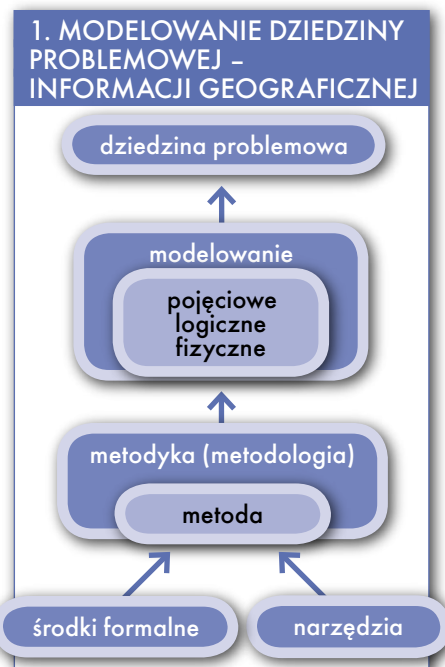
Słowo pisane jest nieocenionym narzędziem komunikowania się, ale niekoniecznie najwłaściwszą formą do prezentowania wymagań stawianych oprogramowaniu. Modelowanie pojęciowe (analityczne) polega na wykorzystaniu kombinacji diagramów i tekstu do opisywania danych, funkcji i zachowania systemów informacyjnych.

AGNIESZKA CHOJKA

Taka forma jest bardziej przejrzysta i zrozumiała niż opisy słowne. Można również sprawdzić ich poprawność, kompletność i spójność za pomocą odpowiednich narzędzi [Pressman 2004]. Modelowanie pojęciowe jest więc nie tylko „czysto teoretycznym tworem” wymyślonym na potrzeby normalizacji informacji geograficznej, ale i „inżynierskim procesem” (jednym z ważniejszych) profesjonalnie tworzonego oprogramowania.

• ZACZNIJMY OD POCZĄTKU

Wspomaganie procesu modelowania danej dziedziny problemowej przez metody, środki formalne i narzędzia programowe można ogólnie przedstawić za pomocą schematu (rys. 1). Analizując go „od dołu do góry”, możemy stwierdzić, że środki formalne i narzędzia wykorzystywane są przez określoną metodę, która z kolei jest składnikiem wybranej metodyki (metodologii). Natomiast metodyka służy do modelowania (pojęciowego, logicznego i/lub fizycznego) pewnej dziedziny problemowej. W rozważanym przypadku zajmujemy



się modelowaniem pojęciowym informacji geograficznej.

• SŁOWO O INŻYNIERII OPROGRAMOWANIA

Inżynieria oprogramowania to empiryczna dziedzina informatyki (synteza

PODSTAWOWA TERMINOLOGIA

- **Informacja** – to wiedza dotycząca obiektów, takich jak fakty, zdarzenia, rzeczy, procesy, pojęcia, koncepcje, która w określonym kontekście ma konkretne znaczenie [ISO 19104].
 - **Informacja geograficzna** – to informacja dotycząca zjawisk jawnie bądź niejawnie powiązanych z położeniem odniesionym do Ziemi [ISO 19104, CEN CR 13436].
 - **Modelować** – to inaczej formować coś z materiału plastycznego; wykonywać model czegoś; kształtować coś, nadawać czemuś odpowiednią formę [Mały Słownik Języka Polskiego 2000].
- Na podstawie powyższych definicji można stwierdzić, że **modelowanie pojęciowe informacji geograficznej** to nic innego, jak tworzenie modelu złożonego z pojęć, które odnoszą się do informacji geograficznej. Można więc na przykład stworzyć model pojęciowy katastru, komunikacji miejskiej czy też sieci wodociągowej.
- Modelowanie pojęciowe to jeden z etapów pracy nad tworzeniem oprogramowania, w tym systemu informacyjnego, a w naszym przypadku systemu informacji geograficznej (GIS). Jest to również jedno z zagadnień, jakimi zajmuje się inżynieria oprogramowania. Modelowanie pojęciowe jest także jednym z najważniejszych przedmiotów normalizacji w skali międzynarodowej, europejskiej i krajowej w dziedzinie informacji geograficznej.

praktycznych doświadczeń tysięcy osób i zespołów projektowych), która zajmuje się różnymi aspektami związanymi z budową dużego systemu informatycznego. Jest to wiedza techniczna, która dotyczy wszystkich faz cyklu życia oprogramowania. Jej celem jest otrzymanie wysokiej jakości produktu – oprogramowania. Jego produkcja to dość złożony proces, składający się z wielu faz – od podjęcia strategicznych decyzji o sposobie realizacji takiego przedsięwzięcia poprzez analizę, projektowanie, implementację, testowanie aż do momentu eksploatacji – wykorzystania gotowego oprogramowania przez użytkownika. Modelowanie (analiza) czy też kodowanie (implementacja) to tylko jedne z etapów budowy oprogramowania.

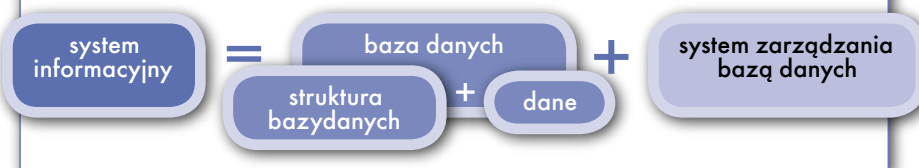
Inżynieria oprogramowania jako wiedza techniczna (a nie tylko nauka teoretyczna) dysponuje metodami, technikami i narzędziami, które powstają i rozwijają się przede wszystkim na podstawie doświadczeń oraz są weryfikowane podczas praktycznego ich stosowania. W ramach inżynierii oprogramowania, od początku jej istnienia, występowały dwa nurty:

- **Nurt formalny** (teoretyczny) – postuluje jak najszersze stosowanie metod formalnych, tzn. formalnych języków specyfikacji, formalnych transformacji, formalnych dowodów poprawności. Nurt ten ma charakter badań podstawowych (poznawczych) i prowadzi do logicznych uogólnień metod generowanych praktycznie.

- **Nurt praktyczny** – opiera się na stosowaniu notacji nie w pełni sformalizowanych, w dużej mierze graficznych, oraz proponuje metody, w których dużą rolę odgrywa wiedza i doświadczenie ludzkie. Nurt praktyczny ma powszechne zastosowanie w dużych firmach programistycznych [Jaszkievicz 1997].

Mechanizm powstawania wiedzy w dziedzinie inżynierii oprogramowania nieco odbiega od stereotypu „od teorii do praktyki”. Sukces przedsięwzięć informatycznych daje syntezę zwaną „dobrą praktyką”, która prowadzi do metodologii tworzenia systemów, standardów obowiązujących przy ich tworzeniu oraz wielu wspomagających metod. Jednak synteza wielu praktyk empirycznych nie prowadzi do jednej uniwersalnej teorii – mamy raczej do czynienia z ogromną liczbą różnorodnych standardów i coraz to nowych metodologii lub sposobów postępowania. Przestrzeń możliwych metod i decyzji w zakresie

2. SCHEMAT STRUKTURY SYSTEMU INFORMACYJNEGO



prowadzenia przedsięwzięcia programistycznego jest ogromna, stąd też nie ma i nigdy nie będzie jednej uniwersalnej metodologii, kompletnego i minimalnego zestawu metod, jak również jednego idealnego modelu systemu czy też jednej uniwersalnej implementacji takiego systemu [Subieta 2002].

Obok tych nurtów w inżynierii oprogramowania istnieją jeszcze dwa odmienne punkty widzenia na jej stosunek do technik programistycznych:

- **Tradycyjny** – uznaje pojawienie się inżynierii oprogramowania za naturalny etap rozwoju technik programowania. Jego zwolennicy uważają, że w pewnej fazie rozwoju informatyki konieczne stało się bardziej ogólne spojrzenie na tworzone systemy, abstrahujące od poziomu kodu w konkretnym języku programowania.

- **Rewolucyjny** – uważa inżynierię oprogramowania za całkowite przeciwieństwo tradycyjnych podejść do tworzenia oprogramowania. Punktem wyjścia jest konieczność zaspokojenia potrzeb użytkownika. Praca nad oprogramowaniem rozpoczyna się więc od modelowania i projektowania użytecznego systemu, na dalszym etapie rozważana jest sprawa jego implementacji. Inżynieria oprogramowania wymaga więc myślenia przede wszystkim w kategoriach zastosowania, a nie w kategoriach kodu [Jaszkievicz 1997].

Duża konkurencja na rynku firm zajmujących się tworzeniem profesjonalnego oprogramowania pozwala użytkownikom dokonać wyboru tego producenta, który wyjdzie naprzeciw ich oczekiwaniom. Dlatego tak ważny jest punkt widzenia ukierunkowany na użytkownika, a więc na modelowanie i projektowanie przyszłego systemu.

● SYSTEM INFORMACYJNY, INFORMATYCZNY, GIS

System informacyjny to uporządkowany układ odpowiednich elementów (nadawcy i odbiorcy informacji, zbiory informacji, kanały informacyjne, metody i techniki przetwarzania informacji), charakteryzujący się pewnymi właściwościami i połączonych wzajem-

nie określonymi relacjami. Podstawowe funkcje systemu informacyjnego to: gromadzenie, przetwarzanie, przechowywanie, prezentowanie i przesyłanie informacji. Podstawowym zadaniem systemu informacyjnego jest dostarczenie użytkownikom informacji umożliwiających podejmowanie i wprowadzanie w życie decyzji regulujących funkcjonowanie pewnego obiektu gospodarczego (organizacji) [http://www.econom.pl].

System informatyczny to taki system informacyjny, gdzie procesy przetwarzania danych i procesy komunikacji realizowane są automatycznie (za pomocą technik komputerowych). Dość często, mylnie, termin ten stosuje się jako synonim systemu informacyjnego.

System informacji geograficznej (GIS, Geographic Information System) – system informatyczny służący do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania oraz wizualizacji danych geograficznych, którego jedną z funkcji jest wspomaganie decyzji [Maguire, Goodchild, Rhind 1991, Chou 1997].

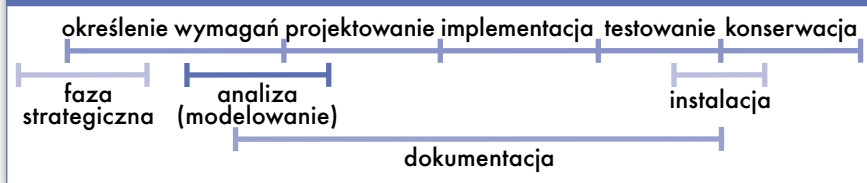
W dużym uproszczeniu można przyjąć, że system informatyczny to po prostu baza danych, na którą składają się dane wypełniające strukturę bazy oraz system zarządzający taką bazą danych (rys. 2).

● BUDOWA SYSTEMU INFORMACYJNEGO

Tworzenie systemu informacyjnego to złożony wieloetapowy proces. Jest to skończony ciąg kroków (czynności) powiązanych ze sobą relacjami, które mają doprowadzić do osiągnięcia zamierzonego celu w postaci systemu spełniającego wymagania użytkowników.

Modelowanie pojęciowe, nazywane również fazą analizy w inżynierii oprogramowania, jest – obok fazy określenia wymagań, projektowania czy implementacji – jednym z kilku etapów tworzenia oprogramowania (systemu informacyjnego), wyróżnionym w tzw. cyklu życia systemu informacyjnego. Etap analizy (modelowania) „zazębia” się z etapem polegającym na określeniu wymagań użytkownika co do tworzonego systemu, jak również z etapem projektowania syste-

3. CYKL ŻYCIA SYSTEMU INFORMACYJNEGO



mu (rys. 3). Aby określić cel fazy modelowania, najlepiej zestawzić go z sąsiednimi fazami (tabela 1). Efektem końcowym każdej z faz jest uzyskanie odpowiedniego modelu.

Przykłady modelu pojęciowego, logicznego i fizycznego zostaną przedstawione na rysunkach zamieszczonych w części trzeciej niniejszego cyklu zatytułowanej „Ścieżki technologiczne” [patrz GEODETA 7/2006 – red.].

oprogramowania wymienia się tylko jedną fazę, nazywaną fazą określenia wymagań lub analizy obejmującą określenie wymagań i budowę modelu. Warto też dodać, że mianem analityków określa się osoby realizujące zarówno fazę określenia wymagań, jak i fazę analizy.

Model systemu staje się podstawą tworzenia projektu – stanowi wspólną bazę dla zgodnych implementacji na różnych platformach sprzętowo-programowych.

● Analityk i projektant muszą dokładnie wyobrazić sobie problem oraz metodę jego rozwiązania. Zasadnicze procesy tworzenia oprogramowania zachodzą w ludzkim umyśle i nie są związane z jakimkolwiek językiem programowania.

● Modelowanie pojęciowe jest wspomagane przez środki wzmacniające ludzką pamięć i wyobraźnię (np. notacje graficzne, języki). Służą one do przedstawienia rzeczywistości opisywanej przez dane, procesów zachodzących w rzeczywistości, struktur danych oraz programów składających się na konstrukcję systemu [Subieta 2002].

Charakterystyka modelu pojęciowego (konceptualnego, podstawowego):

● specyfikacja wymagań użytkownika (*user requirements*),

Tab. 1. ETAPY BUDOWY SYSTEMU INFORMACYJNEGO (SI), MODELE I ROLE W PROCESIE PROJEKTOWANIA SI [Traczyk 2004]

Określenie wymagań (użytkownik)	Analiza (analityk)	Projektowanie (projektant/programista)	Implementacja (programista)
model zewnętrzny	model pojęciowy	model logiczny	model fizyczny
<ul style="list-style-type: none"> opisuje świat z punktu widzenia użytkownika systemu, może istnieć wiele modeli zewnętrznych tej samej rzeczywistości, nie musi być związany z konkretną metodyką 	<ul style="list-style-type: none"> tworzony przez analityka na podstawie wywiadów z użytkownikiem, dokumentów itp., opisuje świat w kategoriach konkretnych metodyk, skupia się na zadaniach systemu (wymaganiach użytkownika), abstrahuje od szczegółów implementacji, odpowiada na pytanie „co”, a nie „jak” 	<ul style="list-style-type: none"> tworzony przez projektanta systemu informacyjnego na podstawie specyfikacji wymagań, opisuje projekt w kontekście konkretnej implementacji, odpowiada na pytanie „jak”, struktury projektowane są na poziomie modelu danych (np. relacyjnego), a nie fizycznej reprezentacji, projekt może zawierać pewne parametry dotyczące reprezentacji fizycznej 	<ul style="list-style-type: none"> tworzony przez system zarządzania bazą danych (DBMS), izolowany przez DBMS od programów korzystających z danych, zarządzany przez administratora

Tab. 2. CELE I WYNIKI WYBRANYCH FAZ TWORZENIA SI [Jaszkiewicz 1997, Subieta 2002]

Określenie wymagań	Cel	Udzielenie odpowiedzi na pytanie: co i przy jakich ograniczeniach system ma robić?
	Wynik	Zbiór wymagań – zewnętrzny opis systemu
Analiza	Cel	Udzielenie odpowiedzi na pytanie: jak system ma działać?
	Wynik	Pojęciowy model systemu, opisujący sposób realizacji przez system postawionych wymagań, lecz abstrahujący od szczegółów implementacyjnych. Ponieważ celem fazy analizy jest budowa pojęciowego modelu systemu, stąd jest ona również nazywana fazą modelowania.
Projektowanie	Cel	Udzielenie odpowiedzi na pytanie: jak system ma zostać zaimplementowany?
	Wynik	Projekt oprogramowania – opis sposobu implementacji.

Cele i wyniki wybranych faz budowy systemu informacyjnego przedstawia tabela 2. Projektowaniem systemu informacyjnego można również nazwać łącznie trzy wstępne etapy wyróżnione podczas budowy oprogramowania, a więc fazę określenia wymagań, fazę modelowania pojęciowego i projektowania.

Logiczny model pozwala lepiej zrozumieć postawiony problem i dzięki temu lepiej określić wymagania wobec systemu. Często więc w opisach cyklu życia

Zadania wykonywane w fazie analizy mogą być więc także utożsamiane z wyróżnianym tradycyjnie projektowaniem wysokiego poziomu, niebiorącym pod uwagę większości szczegółów implementacyjnych [Jaszkiewicz 1997].

Reasumując:

● Terminy modelowanie pojęciowe (*conceptual modelling*) oraz model pojęciowy (*conceptual model*) odnoszą się do procesów myślowych i wyobrażeń towarzyszących pracy nad oprogramowaniem.

● precyzyjne określenie zakresu projektu,

● uproszczony opis systemu na wysokim poziomie abstrakcji (● zapis wymagań w postaci sformalizowanej, czytelnej, jednoznacznej i minimalnie nadmiarowej, ● abstrahujący od problemów implementacyjnych, czyli „co”, a nie „jak”, ● wykonany za pomocą notacji zgodnej z

przyjętą metodyką),

● hierarchiczna dekompozycja funkcji systemu,

● zbudowany z wykorzystaniem dobrze rozpoznanych metod i narzędzi,

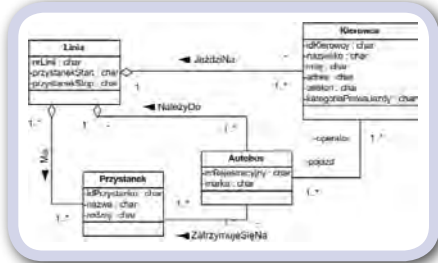
● zawiera modele graficzne oraz tekstowe (ale też sformalizowane) uzupełnienia modeli graficznych,

● ważny (● reprezentuje istotę wymagań, ● nie zależy od zmiennych możliwości implementacji, ● używany do wnioskowania o przyszłym oprogramo-

4. MODEL POJĘCIOWY JAKO UPROSZCZENIE ŚWIATA RZECZYWISTEGO



świat rzeczywisty



model pojęciowy

waniu, jest dobrą podstawą do projektowania systemów mających funkcjonować przez wiele lat) [Traczyk 2004, Subieta 2002].

Modelowanie pojęciowe opiera się również na dwóch zasadach będących podstawą walki ze złożonością produktów informatycznych i procesów ich wytwarzania:

- **Zasada abstrakcji** – unikanie wchodzenia w szczegóły; eliminacja, ukrycie lub pominięcie mniej istotnych szczegółów rozważanego przedmiotu lub mniej istotnej informacji; wyodrębnienie cech wspólnych i niezmiennych dla pewnego zbioru bytów, wprowadzenie pojęć lub symboli oznaczających takie cechy.

- **Zasada dekompozycji** – podział złożonego problemu na „mniejsze” podproblemy, które z kolei można rozpatrywać i rozwiązywać niezależnie od siebie i niezależnie od całości.

● MODELOWANIE, CZYLI UPROSZCZENIE RZECZYWISTOŚCI

Modelowanie pojęciowe to istotny etap projektowania systemu informacji geograficznej, który ma zaowocować wdrożeniem oprogramowania wysokiej jakości. Celem modelowania jest opisanie otaczającej nas rzeczywistości w sposób jak najbardziej ogólny (na wysokim poziomie abstrakcji), a więc po prostu uproszczenie rzeczywistości (rys. 4). Modele opracowuje się, aby zobrazować strukturę i zachowanie pożądanego systemu i aby móc go lepiej zrozumieć.

W dziedzinie informacji geograficznej model pojęciowy opisany za pomocą środka formalnego to schemat pojęciowy, który jest podstawą wdrożenia bazy danych geograficznych. Schemat jest na tyle ogólnym opisem rzeczywistości, że może być wdrożony z użyciem dowolnego oprogramowania i sprzętu.

Wprowadza się również pojęcie schematu aplikacyjnego, który jest schematem pojęciowym dla specyficznego zakresu przedmiotowego w dziedzinie

informacji geograficznej. Schemat aplikacyjny definiuje klasy obiektów i strukturę informacji geograficznej. Posiada on również dwa cele:

- osiągnięcie powszechnego i poprawnego rozumienia danych, umożliwiając w ten sposób jednoznaczne interpretowanie tych danych jako informacji,

- zapewnienie takiej formy opisu danych, która jest akceptowana przez komputer, co umożliwia zastosowanie do zarządzania danymi geograficznymi [Pachelski W. 2003/2004].

AGNIESZKA CHOJKA

jest pracownikiem Katedry Geodezji
Szczegółowej Uniwersytetu Warmińsko-
Mazurskiego w Olsztynie

BIBLIOGRAFIA

- Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I., 2002: UML przewodnik użytkownika - inżynieria oprogramowania. WNT, Warszawa.
- Chou Y.-H., 1997: Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems. OnWordPress, USA.
- Graham I., 2004: Metody obiektowe w teorii i w praktyce - inżynieria oprogramowania. WNT, Warszawa.
- ISO 19104 - terminologia.
- ISO 19104, CEN CR 13436.
- Jaskiewicz A., 1997: Inżynieria oprogramowania. Helion, Gliwice.
- Maguire D. J., Goodchild M. F., Rhind D. W., 1991: Geographical Information Systems, volume 1: Principles. Longman Scientific&Technical.
- Mały Słownik Języka Polskiego, PWN 2000.
- Pachelski W., 2002: Działalność normalizacyjna w dziedzinie informacji geograficznej. GEODETA, Magazyn Geoinformacyjny nr 11 (90).
- Pachelski W., 2003/2004: Materiały dydaktyczne z kursu podyplomowego - Podstawy modelowania informacji geograficznej [Schematy aplikacyjne - reguły budowy], UWM, WGiGP, KGSz, Olsztyn.
- Pachelski W., 2000: Standaryzacja i jakość w systemach informacji przestrzennej, Konferencja Jakość i standaryzacja w geodezji i kartografii, Pogorzela, 28-30 września 2000 r.
- Pressman R. S., 2004: Praktyczne podejście do inżynierii oprogramowania - inżynieria oprogramowania, WNT, Warszawa.
- Somerville I., 2003: Inżynieria oprogramowania - klasyka informatyka, WNT, Warszawa.
- Subieta K., 2002: Wprowadzenie do inżynierii oprogramowania, PJWSTK, Warszawa.
- Traczyk T., 2004: Materiały dydaktyczne - Bazy Danych 2, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej, Politechnika Warszawska.
- http://www.geotrada.com
- http://pl.wikipedia.org
- http://www.econom.pl

TELEDETEKCJA PO POWODZIACH

Do monitorowania sytuacji po ostatnich powodziach w Niemczech wykorzystywane są zdjęcia wykonywane przez europejskiego satelitę radarowego ERS-2. Rzeka Łaba w niektórych miejscach nawet trzykrotnie przekroczyła swój średni poziom, zalewa-



jąc i niszcząc wiele zabytkowych rejonów Dolnej Saksonii.

Centra informacyjne i kryzysowe wykorzystują mapy przygotowane przez Niemiecką Agencję Kosmiczną (DLR) na podstawie aktualnych zdjęć satelitarnych. Obrazy radarowe z satelity ERS-2 były głównym źródłem do określenia na mapach, które tereny zostały zalane. DLR dostarczyło te informacje w ramach Risk-EOS - inicjatywy Europejskiej Agencji Kosmicznej oferującej serwisy do zarządzania w sytuacjach kryzysowych. Jest ona jednocześnie elementem serwisu GMES (Global Monitoring for Environment and Security), będącego inicjatywą ESA i Komisji Europejskiej. Ma ona na celu rozwój metod satelitarnych i naziemnych monitorowania środowiska w Europie. Mapy wykorzystywane były m.in. w Brandenburgii i Dolnej Saksonii, a także przez policję w Dreźnie.

ŹRÓDŁO: ESA

ZNALEŹ I TRAFIĆ

Amerykańska firma YELLOWPAGES.COM uruchomiła nową wersję swojego serwisu kartograficznego. Wraz z adresami wyszukiwanych obiektów wyświetlane są nowe mapy. Serwis powstał na podstawie platformy Virtual Earth przygotowanej przez Microsoft. Mapa może być wyświetlana w postaci graficznej lub zdjęć (kombinacji obrazów lotniczych i satelitarnych). Klienci mają dzięki temu lepsze możliwości wyszukiwania firm i sposobu dotarcia do nich. Serwis kartograficzny YELLOWPAGES.COM obejmuje zasięgiem cały obszar Stanów Zjednoczonych.

ŹRÓDŁO: GIS DEVELOPMENT