Programowanie obiektowe

Grzegorz Jabłoński

Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych (K-25)

Budynek B18

gwj@dmcs.p.lodz.pl

(631) 26-48

Program przedmiotu

- http://neo.dmcs.p.lodz.pl/po
  - Ogólne spojrzenie na język C++
  - Klasy
  - Pola i metody
  - Przeciążenie operatora
  - Dziedziczenie
  - Funkcje wirtualne
  - Wzorce
  - Obsługa wyjątków
  - Hierarchie klas
  - Biblioteka standardowa C++ (STL)

Dzisiejszy wykład

- Cele projektowania
- Paradygmaty programowania
- Proces projektowania obiektowego
- Podstawy projektowania obiektowego
  - Abstrakcja
  - Interfejsy
  - Zadania
  - Współpracownicy
- Przykład
  - Identyfikacja obiektów
  - Identyfikacja relacji

Cele projektowania

- Ponowne użycie
  - Opracowanie przenośnych i niezależnych komponentów, które mogą być ponownie użyte w wielu systemach
- Rozszerzalność
  - Wsparcie dla zewnętrznych modułów rozszerzających (np. Photoshop plug-ins)
- Elastyczność
  - Łatwość zmian przy dodaniu dodatkowych danych/możliwości
  - Małe prawdopodobieństwo totalnego uszkodzenia systemu przy zmianach w projekcie
  - Lokalne efekty zmian

Proces projektowania

- Cel: zbudować system
- Proces projektowania przebiega następująco:
  - Podział/opis systemu jako zespołu komponentów
  - Podział/opis komponentów jako zespołu mniejszych komponentów
- Pojęcie abstrakcji
  - Podstawowe w procesie projektowania, ukrywa szczegóły komponentów nieistotne w bieżącej fazie projektowania
- Identyfikacja komponentów metodą zstępującą
  - Stopniowy podział systemu na coraz mniejsze, prostsze komponenty
- Integracja komponentów metodą wstępującą
  - Budowa systemu przez składanie komponentów na różne sposoby
- Projekt odbywa się zgodnie z paradygmatem: proceduralnym, modularnym, obiektowym

Abstrakcja

- Nazwany zbiór atrybutów i sposobu zachowania konieczny do modelowania obiektu w określonym celu
- Pożądane właściwości
  - Dobrze nazwany — nazwa oddaje cechy abstrakcji
  - Spójny — sensowny
  - Dokładny — zawiera tylko atrybuty modelowanego obiektu
  - Minimalny — zawiera tylko atrybuty niezbędne dla określonego celu
  - Kompletny — zawiera wszystkie atrybuty niezbędne dla określonego celu

Formy abstrakcji

- Funkcje (projektowanie proceduralne)
  - Zdefiniowanie zbioru funkcji w celu wykonania zadania
  - Przekazywanie informacji między funkcjami
  - Wynik: hierarchiczna organizacja funkcji
- Moduły (projektowanie modularne)
  - Zdefiniowanie modułów, w których są dane i procedury
  - Każdy moduł posiada sekcję prywatną i publiczną
  - Moduł grupuje powiązane dane i procedury
  - Moduł działa jako mechanizm zasięgu
- Klasy/obiekty (projektowanie obiektowe)
  - Abstrakcyjne typy danych
  - Podział projektu na zbiór współpracujących klas
  - Każda klasa pełni bardzo szczególne funkcje
  - Klasy mogą być użyte do tworzenie wielu egzemplarzy obiektów

Paradygmat proceduralny

- Zastosowanie dekompozycji proceduralnej
  - Podział problemu na sekwencję prostszych podproblemów rozwiązywanych niezależnie
- Program składa sie z sekwencji wywołań procedur
- Projektant myśli używając pojęć zadań i podzadań, identyfikując co musi być zrobione na jakich danych
- Tradycyjne języki proceduralne: COBOL, FORTRAN, C
- Notacja projektowa: diagramy strukturalne, diagramy przepływu danych

Problemy podejścia proceduralnego

- Otrzymujemy duży program złożony z wielu małych procedur
- Brak naturalnej hierarchii organizującej te procedury
- Często nie jest jasne, która procedura co wykonuje na których danych
- Słaba kontrola potencjalnego dostępu procedur do danych
- Powyższe cechy powodują, że usuwanie błędów, modyfikacja i pielęgnacja są trudne
- Naturalna wzajemna zależność procedur spowodowana przekazywaniem danych (albo, co gorsza, danymi globalnymi) powoduje, że trudno jest je ponownie użyć w innych systemach

Przykład podejścia proceduralnego

- Rozważmy dziedzinę zastosowań geometrycznych (kształty, kąty, dodawanie punktów i wektorów)

```
void distance(int x1, int y2, int x2, int y2, float& distance);
void angle2radian(float degree, float& radian);
void radian2angle(float radian, float& degree);
void circlearea(int centerx, int centery, int radius, float& area);
void squarearea(int x1, int x2, int width, int height, float &area);
void squareperimeter(int x1, int x2, int width, int height, float &prm);
...
```

- Centralnym aspektem projektu jest procedura, nie dane
  - W rzeczywistości brak oddzielnej reprezentacji danych

Programowanie modularne

- Względnie proste rozszerzenie czystego podejścia proceduralnego
- Dane i związane z nimi procedury są zebrane w modułach
- Moduł zapewnia jakąś metodę ukrycia jego zawartości
- W szczególności, dane mogą być modyfikowane tylko przez procedury w tym samym module
- Proces projektowania uwypukla dane w stosunku do procedur. Najpierw identyfikujemy niezbędne elementy danych, a potem dopisujemy procedury, które na nich operują
- Typowe języki programowania: Ada 83, Modula

Problemy w projektowaniu modularnym

- Moduły rozwiązują większość problemów z programowaniem proceduralnym wymienionych uprzednio.
- Moduły pozwalają na jedynie częściowe ukrywanie informacji w porównaniu z podejściem obiektowym
- Nie można mieć kilku kopii jednego modułu, co ogranicza projektanta

Przykład projektowania modularnego

```
// Geometry Module
struct Circle { int centerx, centery; int radius; };
struct Square { int x1, x2, width, height; };
Circle *NewCircle(int center, int radius);
Square *NewSquare(int x1, int x2, int width, int height);
float CircleArea(Circle& c);
float SquareArea(Square& s);
float SquarePerimeter(Square& s);
void distance(int x1, int y2, int x2, int y2, float& distance);
void angle2radian(float degree, float& radian);
void radian2angle(float radian, float& degree);
...
```

- Centralnym aspektem projektu jest procedura, ale występuje również reprezentacja danych
  - Pojęcie punktu nie wprowadzone, bo nie jest potrzebne w projekcie i nie byłoby z tego żadnych korzyści

Paradygmat obiektowy

- Analogia do konstruowania maszyny z części składowych
- Każda część jest obiektem, który posiada swoje atrybuty i właściwości oraz współdziała z innymi częściami w celu rozwiązania problemu
- Identyfikacja klas obiektów, które mogą być ponownie użyte
- Myślenie używając pojęć obiektów i ich wzajemnego oddziaływania
- Na wysokim poziomie abstrakcji, myślenie o obiektach jako bytach samych w sobie, nie wewnętrznych strukturach potrzebnych do działania obiektu
- Typowe języki obiektowe: Smalltalk, C++, Java, Eiffel

Dlaczego podejście obiektowe?

- To po prostu kolejny paradygmat ... (i zapewne będą kolejne)
- Każdy system zaprojektowany i zaimplementowany obiektowo może być zbudowany używając czystego podejścia proceduralnego
- Podejście obiektowe jednakże ułatwia pewne rzeczy
- Podczas projektowania na wysokim poziomie, często bardziej naturalne jest myślenie o problemie używając pojęć zespołu oddziałujących na siebie rzeczy (obiektów), niż pojęć danych i procedur
- Podejście obiektowe często ułatwia zrozumienie i kontrolę nad dostępem do danych
- Podejście obiektowe promuje ponowne użycie

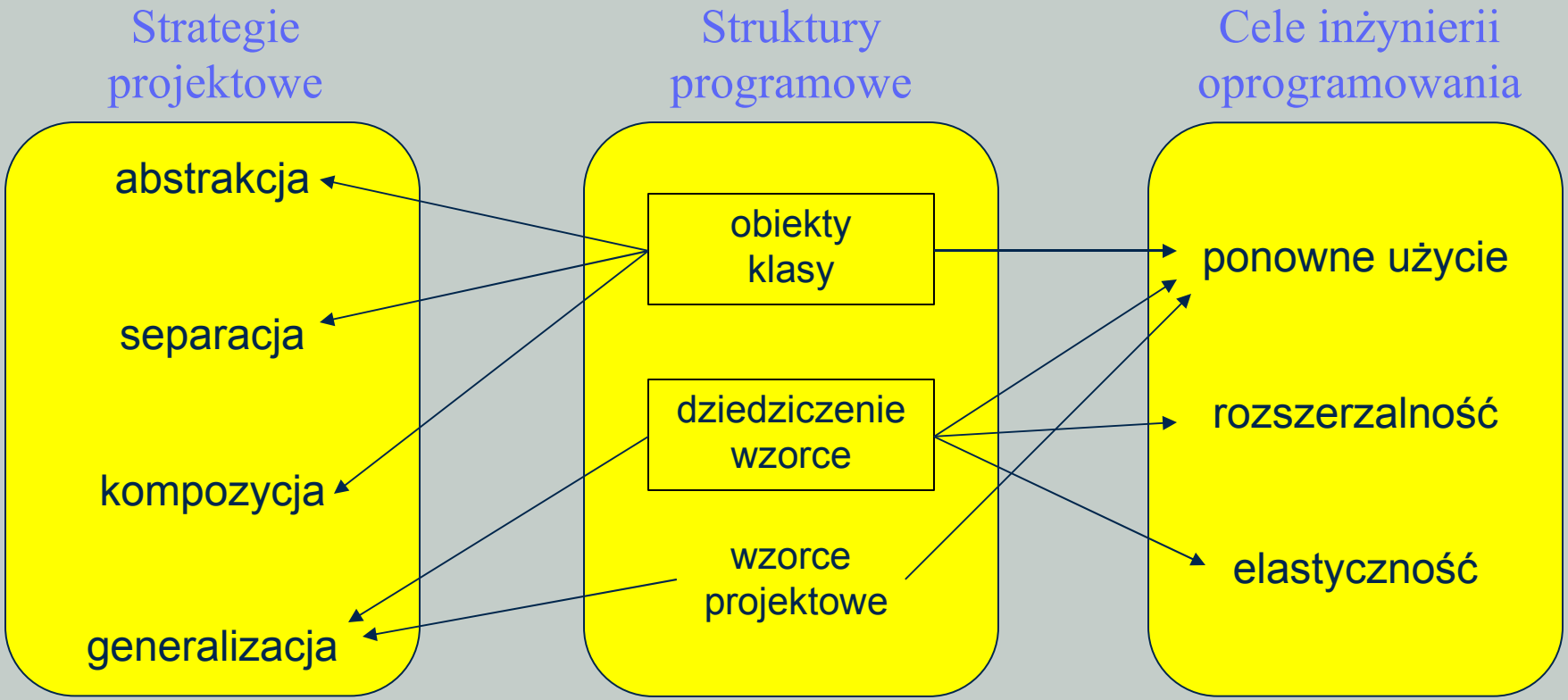
Przykład projektu obiektowego

```
class Point { ...
float distance(Point &pt);
};
class Shape { float Area(); float Perimeter(); Point center(); }
class Circle : Shape {
private: Point center; int radius;
public: // constructors, assignment operators, etc...
float Area(); // calc my area
float Perimeter();
};
class Square : Shape {
private: Point anchor; int width, height;
public: // constructors, assignment operators, etc...
float Area();
float Perimeter();
};
...
```

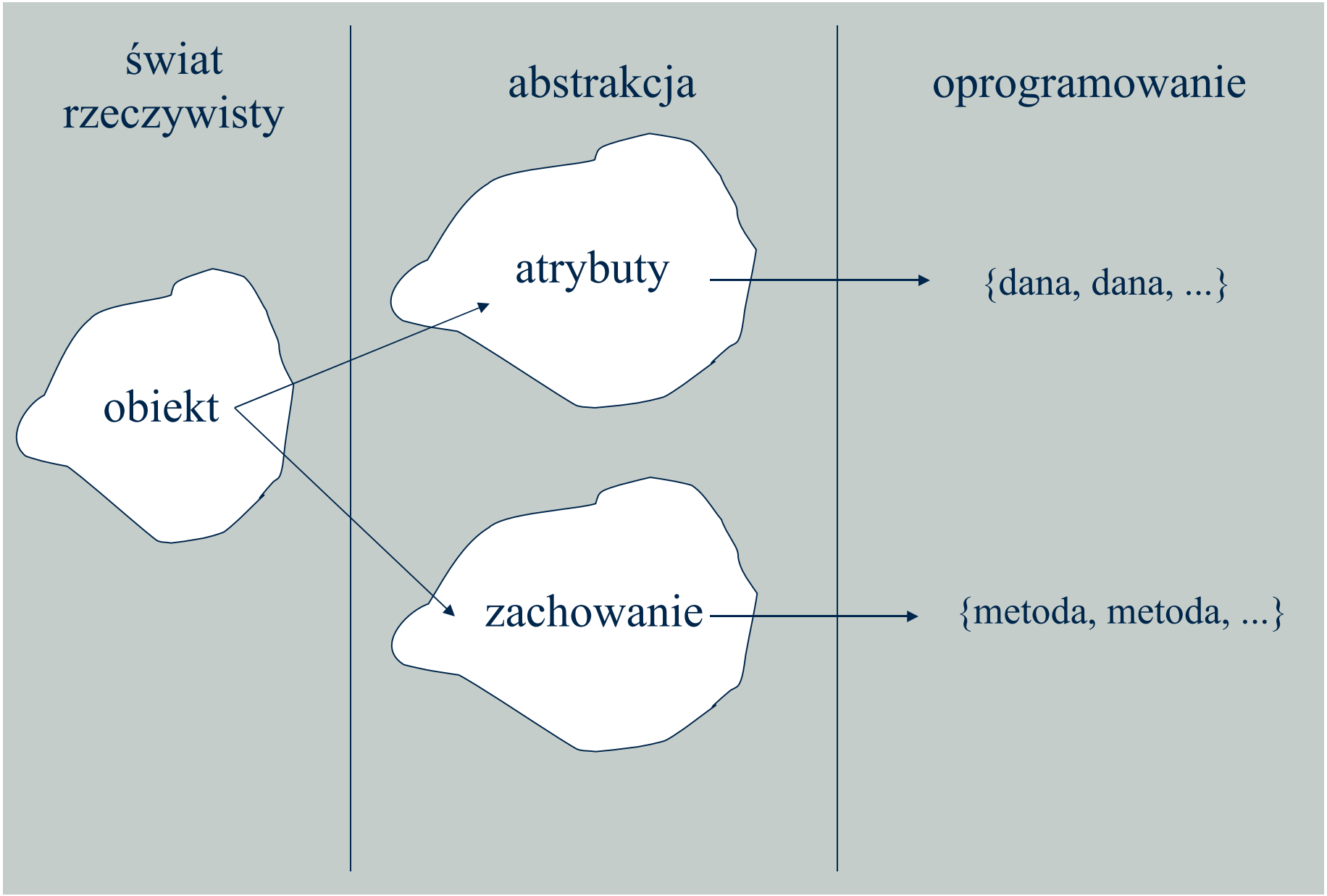
- Centralnym aspektem projektu są teraz dane, operacje są zdefiniowane razem z danymi

Strategie projektowe w podejściu obiektowym

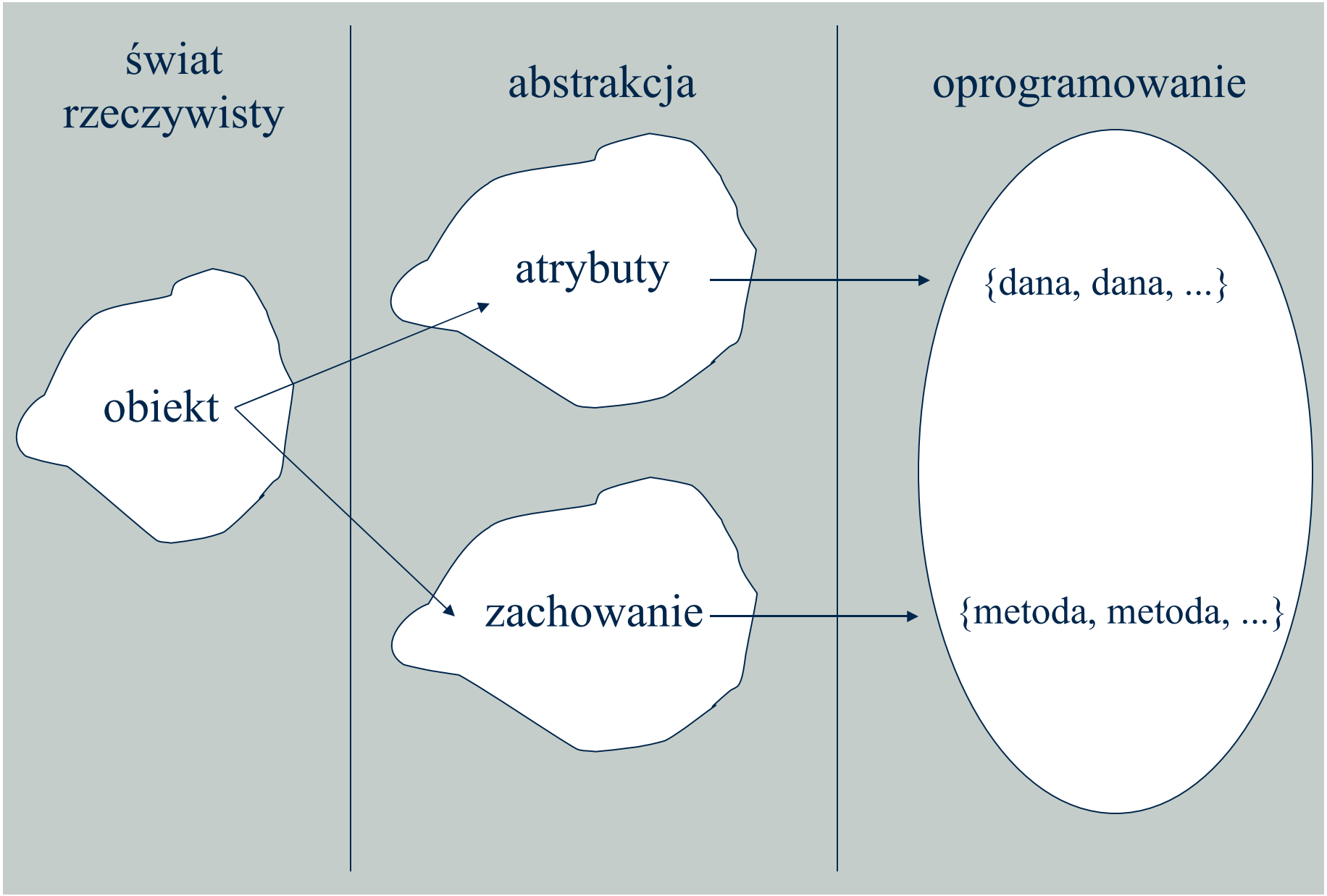
- Abstrakcja — modelowanie niezbędnych właściwości
- Separacja — oddzielenie „co” od „jak”
- Kompozycja — budowanie złożonych struktur z prostszych
- Generalizacja — identyfikacja elementów wspólnych



Odwzorowanie abstrakcji i oprogramowania

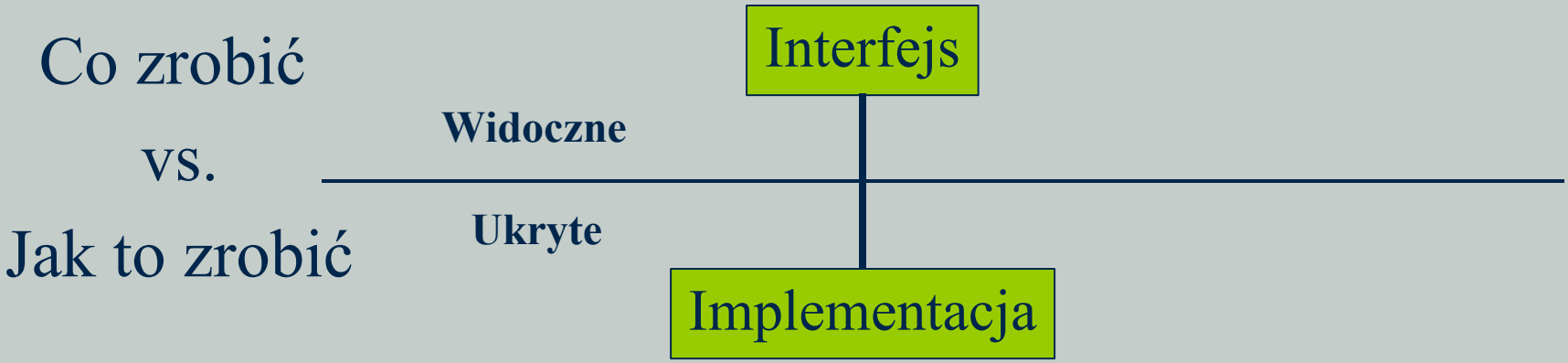


Odwzorowanie abstrakcji i oprogramowania (OO)



Oddzielenie interfejsu od implementacji

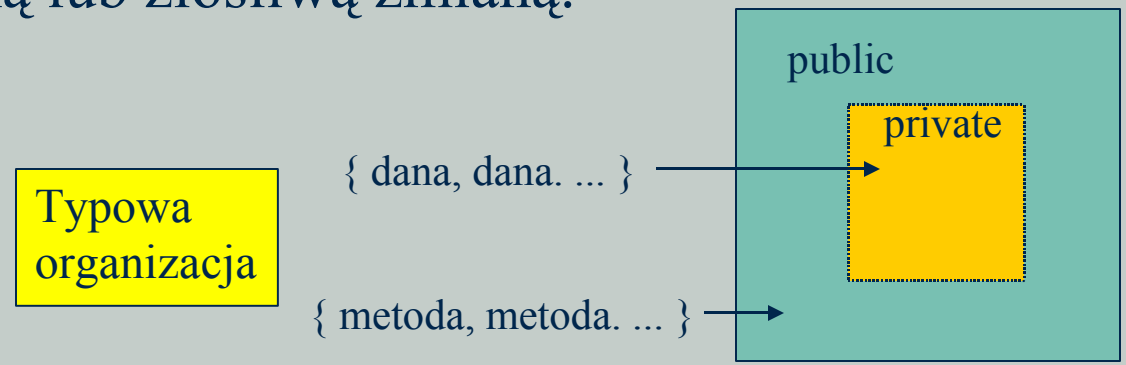
- W programowaniu: niezależna specyfikacja interfejsu i jednej lub wielu implementacji tego interfejsu.



- Dodatkową korzyścią jest możliwość programowania uzależnionego od interfejsu bez zajmowania się jego implementacją
  - Programowanie oparte na kontrakcie
  - Umożliwia abstrakcję w procesie projektowania

Ogólna struktura klasy

- Klasa
  - nazwana reprezentacja programowa abstrakcji która oddziela implementację reprezentacji od interfejsu reprezentacji
- Klasa modeluje abstrakcję, która modeluje obiekt (być może "rzeczywisty")
- Klasa reprezentuje wszystkich członków grupy obiektów ("egzemplarze" klasy)
- Klasa dostarcza publiczny interfejs i prywatną implementację
- Ukrywanie danych i algorytmów przed użytkownikiem jest ważne. Ograniczenia dostępu zabezpieczają (częściowo) przed przypadkową, błędną lub złośliwą zmianą.



Proces projektowania obiektowego

- Ograniczenie obszaru zastosowań: przypadki użycia (scenariusze, opisy użytkowania)
  - Identyfikacja **obiektów** (dane)
  - Identyfikacja zadań (zachowanie)
- Definicja zachowania
  - Identyfikacja współpracowników
    - Czy zachowanie jest osiągnięte przez pojedynczą klasę, czy przez współpracę "spokrewnionych" klas
    - Zachowanie statyczne
      - Zawsze się tak samo zachowuje
    - Zachowanie dynamiczne
      - W zależności od warunków (rodzaj, źródło wywołania) zachowanie jest możliwe lub nie
  - Identyfikacja relacji między obiektami
    - Kompozycja przez asocjację, agregację, inne

Początek

- Na początku... jest specyfikacja

Specyfikacja:
Zaprojektować katalog płyt z muzyką. System musi umożliwiać dodawanie płyt, przechowywanie informacji o wykonawcach, tytułach albumów, tytułach utworów, kompozytorach itp. Użytkownik systemu powinien mieć możliwość wyszukiwania dowolnej informacji w kolekcji. Powinien także umożliwiać przeglądanie kolekcji przez użytkownika.

- Specyfikacja jest zwykle niewystarczająca
- Wiele istotnych rzeczy nie jest powiedziane
- Często zawiera wiele stwierdzeń nieistotnych

Identyfikacja obiektów

- Należy
  - zidentyfikować potencjalne obiekty w specyfikacji
  - wyeliminować fałszywych kandydatów
  - określić interakcje między "prawdziwymi" obiektami
  - stworzyć klasy z obiektów
- Ten proces:
  - wymaga doświadczenia żeby go prawidłowo przeprowadzić
  - istnieją standardowe podejścia do problemu, nie zawsze w pełni dostosowane do konkretnej sytuacji
  - często kilka podejść jest używanych jednocześnie
  - powinien raczej prowadzić do zbyt dużej, a nie zbyt małej liczby obiektów

Kilka podejść do problemu

- Abbott and Booch
  - używać rzeczowników i zaimków do zidentyfikowania obiektów i klas
  - liczba pojedyncza -> obiekt, liczba mnoga -> klasa
  - nie wszystkie rzeczowniki zostaną obiektami
- Coad and Yourdon:
  - identyfikować pojedyncze lub grupowe "rzeczy" w systemie/problemie
- Ross sugeruje kilka powszechnych kategorii obiektów
  - ludzie
  - miejsca
  - rzeczy
  - organizacje
  - pojęcia
  - wydarzenia

Obiekty i dziedzina problemu

- Co jest "potencjalnym obiektem" zależy od dziedziny problemu
- Należy dyskutować z ekspertem w danej dziedzinie - osobą, która pracuje w dziedzinie, w której system będzie pracował
- Należy starać się zidentyfikować obiekty na podstawie sposobu myślenia eksperta o problemie

Specyfikacja:
Zaprojektować katalog płyt z muzyką. System musi umożliwiać dodawanie płyt, przechowywanie informacji o wykonawcach, tytułach albumów, tytułach utworów, kompozytorach itp. Użytkownik systemu powinien mieć możliwość wyszukiwania dowolnej informacji w kolekcji. Powinien także umożliwiać przeglądanie kolekcji przez użytkownika.

Eliminacja "fałszywych" obiektów

- Obiekt powinien:
  - być bytem występującym w świecie rzeczywistym
  - być istotnym elementem wymagań
  - mieć ściśle określoną granicę
  - mieć sens - atrybuty i zachowanie powinny być powiązane
- Złe znaki:
  - nazwa klasy jest czasownikiem
  - klasa jest opisana jako wykonywanie operacji
  - klasa obejmuje wiele abstrakcji
  - klasa ma tylko jedną metodę publiczną
  - klasa nie ma metod

Przykład: katalog płyt

- Wyszukiwanie rzeczowników
- Pierwsza próba:
  - muzyka
  - katalog (kolekcja)
  - system
  - użytkownik
  - utwór
  - tytuł
  - wykonawca
  - album (płyta)
  - kompozytor
  - informacja

Specyfikacja:
Zaprojektować **katalog płyt z muzyką**. **System** musi umożliwiać dodawanie **płyt**, przechowywanie **informacji** o **wykonawcach**, **tytułach albumów**, **tytułach utworów**, **kompozytorach** itp. **Użytkownik systemu** powinien mieć możliwość wyszukiwania dowolnej **informacji** w **kolekcji**. Powinien także umożliwiać przeglądanie **kolekcji** przez **użytkownika**.

Przykład: katalog płyt

- Odrzucamy (na razie):
  - muzyka (odnosi się do rodzaju przechowywanej informacji, ale nie przechowujemy muzyki)
  - katalog (kolekcja, system) - znaczy to samo
  - informacja - ogólna nazwa elementów kolekcji
  - użytkownik - zewnętrzny w stosunku do systemu, gra rolę w systemie
  - utwór, tytuł, wykonawca, kompozytor
- Wymagane struktury danych:
  - katalog zawiera kolekcję nagrań
  - album ma tytuł, wykonawcę, listę utworów
  - utwór ma tytuł, kompozytora, wykonawcę

Czy tytuł jest klasą?
A nazwisko?

Przykład: katalog płyt

- Co z ogólnym sterowaniem całością?
  - Główny sterownik może być procedurą lub obiektem
  - Kolekcja
    - Użytkownik używa katalogu, który zawiera kolekcję, listę obiektów typu płyta.
    - Umożliwia wykonanie każdej z żądanych operacji
  - Kolekcja powinna reagować na zdarzenia, a nie aktywnie ich poszukiwać. W implementacji konieczne jest przetwarzanie pliku wejściowego lub graficzny interfejs użytkownika (GUI). To nie jest część kolekcji, aczkolwiek będzie z nią współpracować.

Ogólna struktura obiektu

- Obiekt:
  - osobny egzemplarz pewnej klasy który ukrywa szczegóły implementacji i jest strukturalnie identyczny z wszystkimi obiektami danej klasy
- Obiekt łączy dane i operacje, które mogą być wykonywane na tych danych
  - składowe = pola + metody
- Dane prywatne obiektu są dostępne **jedynie** za pośrednictwem metod klasy
- Obiekt ukrywa szczegóły implementacyjne przed użytkownikiem