Modelowanie i Analiza Systemów informacyjnych (MAS)

dr inż. Mariusz Trzaska
mtrzaska@pjwstk.edu.pl

Wykład 6

Realizacja asocjacji w obiektowych językach programowania (2)

http://www.mtrzaska.com/

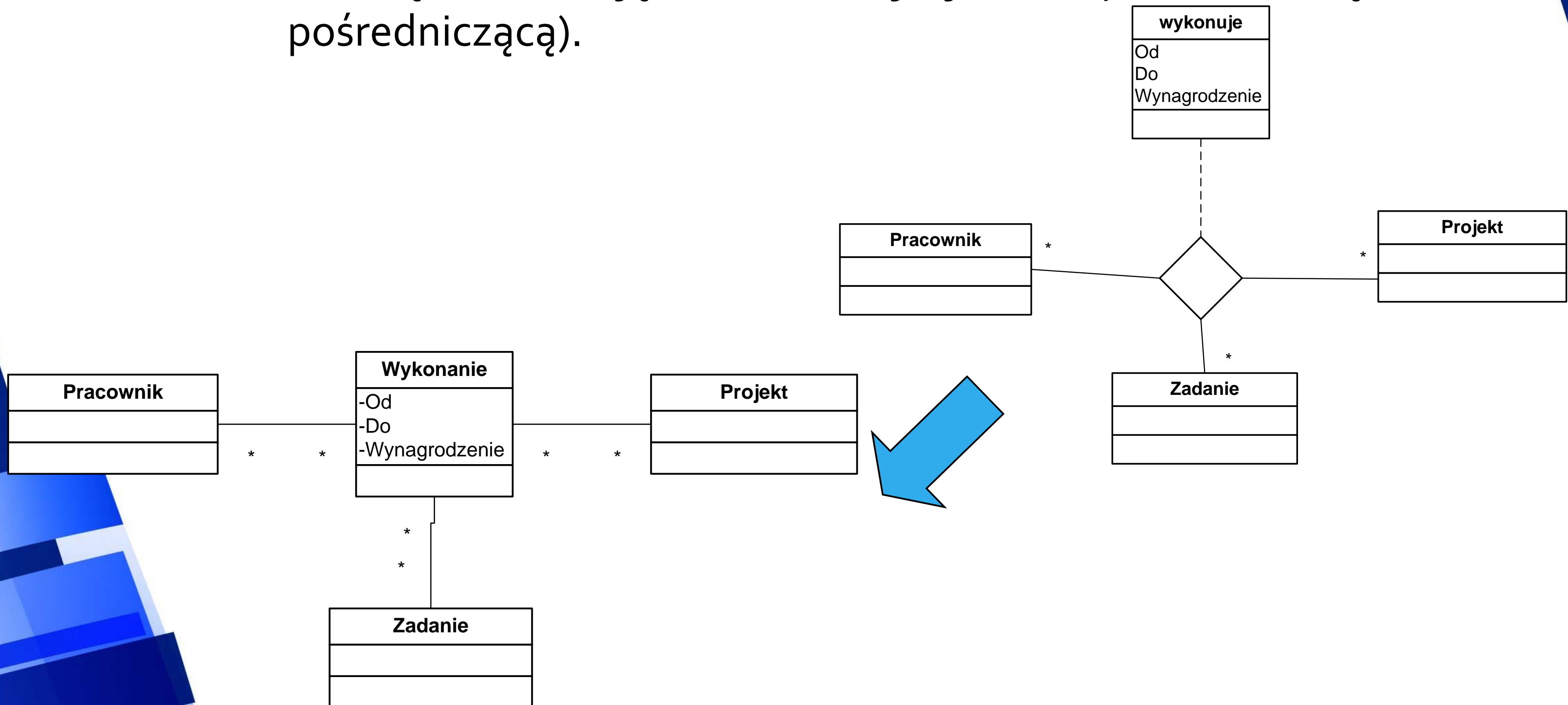
- Ciąg dalszy poprzedniego wykładu

Zagadnienia

- *Wstęp teoretyczny*
- *Implementacja asocjacji:*
  - *Przy pomocy identyfikatorów,*
  - *Korzystając z natywnych referencji.*
- *Implementacja asocjacji:*
  - *ze względu na liczności,*
  - *binarnych,*
  - *z atrybutem,*
  - *kwalifikowanych,*
  - n-arnych,
- Implementacja agregacji,
- Implementacja kompozycji,
- Uniwersalne zarządzanie asocjacjami,
- Podsumowanie

Implementacja asocjacji n-arnej

- Najpierw musimy zamienić:
  - jedną konstrukcję UML (asocjacja n-arną)
  - na inną konstrukcję UML (n asocjacji binarnych oraz klasę pośredniczącą).



Implementacja asocjacji n-arnej (2)

- Dzięki zastąpieniu asocjacji n-arnej, asocjacjami binarnymi oraz klasą pośredniczącą otrzymaliśmy n zwykłych asocjacji.
- „Nowe" asocjacje implementujemy na jeden ze znanych sposobów.
- Problemy z semantyką
  - Nazwa nowej klasy,
  - Nazwy ról asocjacji: „starych" oraz „nowych",
  - Liczności asocjacji.
- Utrudniony dostęp do obiektów docelowych (poprzez obiekt klasy pośredniczącej)

Implementacja agregacji

- Czy zastosowanie agregacji niesie jakieś konsekwencje dla zaangażowanych obiektów?
- Nie!
- W związku z powyższym agregacje implementujemy dokładnie tak samo jak klasyczne asocjacje.

Implementacja kompozycji

- Część „asocjacyjna” realizowana na dotychczasowych zasadach.
- Problemy do rozwiązania:
  - Blokowanie samodzielnego tworzenia części,
  - Zakazanie współdzielenia części,
  - Usuwanie części przy usuwaniu całości.
- Możliwe dwa podejścia:
  - Zmodyfikowanie istniejącego rozwiązania,
  - Wykorzystanie klas wewnętrznych.

Implementacja kompozycji (2)

- 1. Blokowanie samodzielnego tworzenia części (istnienia części bez całości),
  - Prywatny konstruktor,
  - Dedykowana metoda (klasowa):
    - pobierająca referencję do całości (i sprawdzająca czy jest ona prawidłowa); potencjalnie możemy użyć adnotacji `@NotNull`, ale ona pełni tylko rolę informacyjną i sama nic nie sprawdza,
    - tworząca obiekt części,
    - dodające informacje o powiązaniu zwrotnym.

Implementacja kompozycji (3)

```
public class Part {
   public String name;    // public for simplicity
   private Whole whole;

   private Part(Whole whole, String name) {
      this.name = name;
      this.whole = whole;
   }

   public static Part createPart(Whole whole, String name) throws Exception {
      if(whole == null) {
         throw new Exception("The given whole does not exist!");
      }

      // Create a new part
      Part part = new Part(whole, name);

      // Add to the whole
      whole.addPart(part);

      return part;
   }
}
```

Implementacja kompozycji (4)

```
public class Whole {
   private List<Part> parts = new ArrayList<>();

   private String name;

   public Whole(String name) {
      this.name = name;
   }

   public void addPart(Part part) throws Exception {
      if(!parts.contains(part)) {
         parts.add(part);
      }
   }

   @Override
   public String toString() {
      String info = "Whole: " + name + "\n";
      for(Part part : parts) {
         info += "    " + part.name + "\n";
      }

      return info;
   }
}
```

Implementacja kompozycji (5)

- 2. Zakazanie współdzielenia części
  - Zmodyfikowana wersja metody dodającej część
    - Sprawdzająca czy dana część nie jest już gdzieś dodana,
    - Oprócz dodawania informacji o powiązaniu z podaną częścią, zapamiętuje (globalnie) fakt, że dana część jest już powiązana z całością.
  - Atrybut klasowy przechowujący informacje o wszystkich częściach powiązanych z całościami.

Implementacja kompozycji (6)

- Specjalna wersja metody dodającej część

```java
public class Whole {
   private List<Part> parts = new ArrayList<>();
   private static Set<Part> allParts = new HashSet<>();
// [...]

   public void addPart(Part part) throws Exception {
      if(!parts.contains(part)) {
         // Check if the part has been already added to any wholes
         if(allParts.contains(part)) {
            throw new Exception("The part is already connected with a whole!");
         }

         parts.add(part);

         // Store on the list of all parts
         allParts.add(part);
      }
   }

   @Override
   public String toString() {
      String info = "Whole: " + name + "\n";
      for(Part part : parts) {
         info += "    " + part.name + "\n";
      }

      return info;
   }
}
```

Implementacja kompozycji (7)

- 3. Usuwanie części przy usuwaniu całości.
  - W językach typu Java oraz C#
    - nie ma możliwości ręcznego usuwania obiektu,
    - obiekt jest usuwany przez VM gdy nie jest osiągalny (nie ma do niego żadnych referencji).
  - W C++ mamy możliwość ręcznego usunięcia obiektu. Polecenia usunięcia części warto umieścić w destruktorze. Dzięki temu całość jest w miarę zautomatyzowana.

Implementacja kompozycji (8)

- 3. Usuwanie części przy usuwaniu całości – c. d.
- W przypadku naszej implementacji, warto:
  - Stworzyć metodę (klasową) usuwającą całość z ekstensji,
  - Powyższa metoda powinna również zadbać o usunięcie informacji z globalnej listy części (przeciwdziałającej współdzieleniu).

Implementacja kompozycji przy pomocy klas wewnętrznych

- Obiekt klasy wewnętrznej nie może istnieć bez (otaczającego go) obiektu klasy zewnętrznej.
- Obiekt klasy wewnętrznej ma bezpośredni dostęp do inwariantów obiektu klasy zewnętrznej.
- Poniższy kod nie wywołuje błędu, ale jego efekt nie jest taki jaki byśmy chcieli.
  - Obiekt klasy wewnętrznej (Czesc) ma dostęp do obiektu klasy zewnętrznej (Calosc) – to dobrze,
  - Obiekt klasy zewnętrznej (Calosc) nic nie wie, że utworzono obiekt klasy wewnętrznej (Czesc) – a to już bardzo źle.

```
// Create a new whole
Whole whole = new Whole("Whole 01");
// Create a new part
Whole.Part part = whole.new Part("Part 02");
```

Implementacja kompozycji przy pomocy klas wewnętrznych (2)

- Aby temu przeciwdziałać:
  - klasa wewnętrzna powinna mieć prywatny konstruktor,
  - klasa zewnętrzna musi dostarczać dedykowaną metodą zapewniającą właściwe utworzenie obiektów-części.
- Należy ręcznie zadbać o:
  - Blokowanie współdzielenia części. Część zawsze jest połączona tylko z jednym obiektem-całością. Niemniej, może się zdarzyć, że różne całości byłyby połączone (pokazywałyby na) z tą samą częścią.
  - Usuwanie części przy usuwaniu całości (podobnie jak w przypadku poprzedniego sposobu implementacji kompozycji).

Implementacja kompozycji przy pomocy klas wewnętrznych (3)

```
public class Whole {
   private String wholeName;
   private List<Part> parts = new ArrayList<>();

   public Whole(String wholeName) {
      this.wholeName = wholeName;
   }

   public Part createPart(String partName) {
      Part part = new Part(partName);
      parts.add(part);

      return part;
   }

   @Override
   public String toString() {
      return wholeName;
   }

   public class Part {
      private String partName;
      // Because of Java inner class properties, we do not need a reference pointing at the whole.

      public Part(String partName) {
         this.partName = partName;
      }

      public Whole getWhole() {
         return Whole.this; // Could be useful for accessing the whole
      }

      @Override
      public String toString() {
         return "Part: " + partName;
      }
   }
}
```

Zarządzanie asocjacjami

- Przedstawione sposoby implementacji zarządzania asocjacjami będą (prawie) takie same dla każdej biznesowej klasy w systemie.
- Co więcej, będą (prawie) takie same dla każdej asocjacji nawet w tej samej klasie.
- Czy da się to jakoś zunifikować? Aby nie pisać wiele razy (prawie) tego samego kodu?
- Oczywiście – podobnie jak przy okazji zarządzania ekstensją, wykorzystamy dziedziczenie istniejące w języku Java.

Uniwersalne zarządzanie asocjacjami

- Przy okazji zarządzania ekstensją stworzyliśmy nowa klasę *ObjectPlus*.
- Aby nie stracić zawartej tam funkcjonalności, stworzymy nową klasę *ObjectPlusPlus* dziedziczącą z *ObjectPlus*.
- Dzięki temu, istniejącą funkcjonalność w zakresie ekstensji, uzupełnimy o ułatwienia w zarządzaniu asocjacjami.

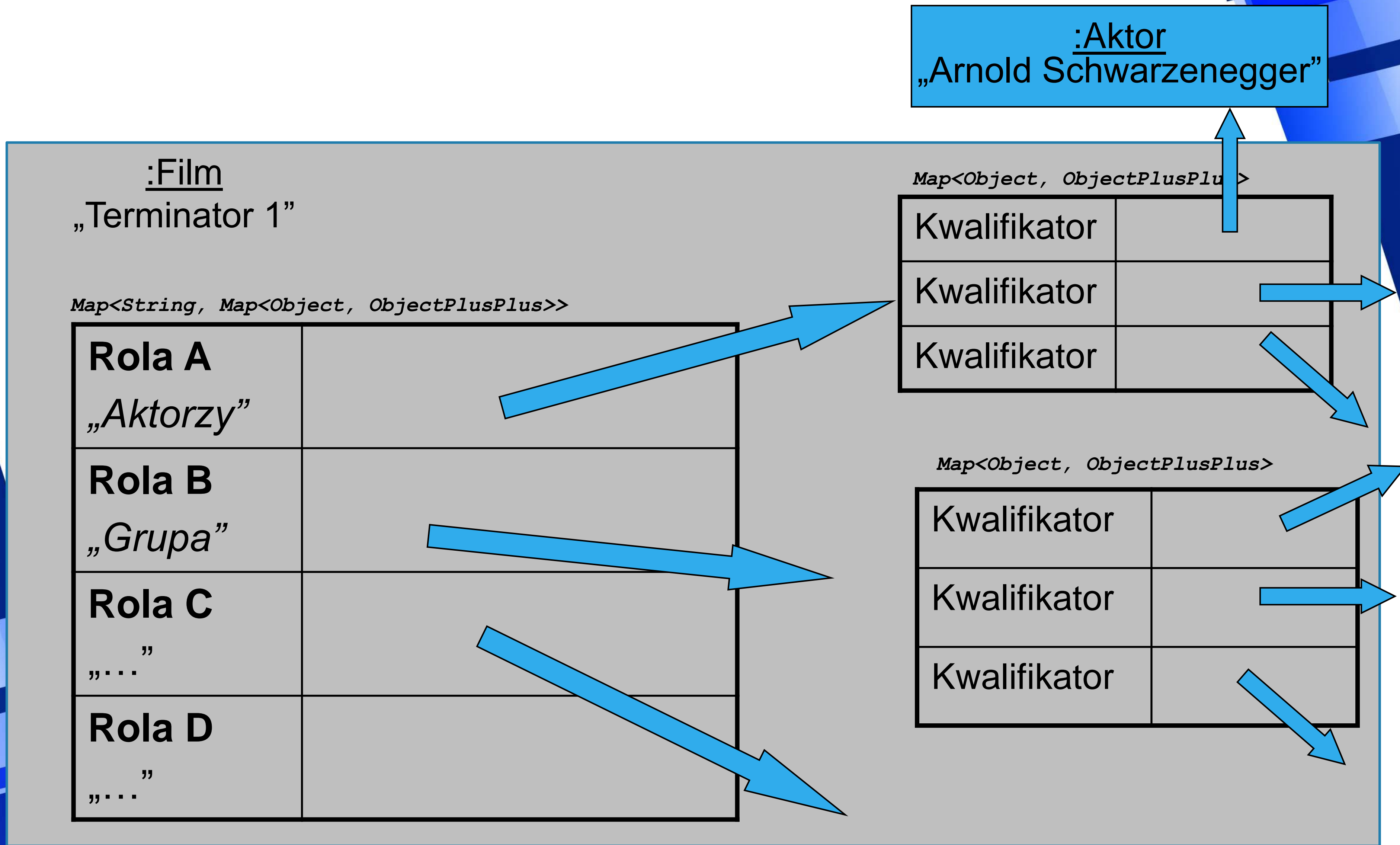
Uniwersalne zarządzanie asocjacjami (2)

- Stworzymy klasę z której będą dziedziczyć wszystkie biznesowe klasy w naszej aplikacji.
- Nazwijmy ją *ObjectPlusPlus* i wyposażmy w funkcjonalność ułatwiającą zarządzanie:
  - zwykłymi asocjacjami binarnymi,
  - asocjacjami kwalifikowanymi,
  - kompozycjami (częściowo – tylko warunek nr 2).
- Zastosujemy drugie z omawianych podejść do implementacji asocjacji: w oparciu o referencje.

Uniwersalne asocjacje

- Ponieważ wszystkie asocjacje w ramach jednego obiektu będą przechowywane w jednej kolekcji, nie możemy zastosować zwykłego pojemnika typu *Vector* czy *ArrayList*.
- Użyjemy kontenera przechowującego klucze i wartości:
  - Kluczem będzie nazwa roli asocjacji,
  - Wartością mapa zawierająca:
    - Klucz będący kwalifikatorem. Gdy nie chcemy użyć asocjacji kwalifikowanej, kwalifikator będzie tożsamy z obiektem docelowym.
    - Wartość - referencje do konkretnego powiązania.
- Atrybut klasowy przechowujący referencje do wszystkich obiektów dodanych jako części, umożliwi pilnowanie warunku nr 2 dotyczącego kompozycji (brak współdzielenia),
- Innymi słowy, ten nowy kontener będzie zawierał powiązania istniejące w ramach wielu asocjacji.

Uniwersalne asocjacje (2)



Klasa ObjectPlusPlus

```
public abstract class ObjectPlusPlus extends ObjectPlus implements Serializable {
   /**
    * Stores information about all connections of this object.
    */
   private Map<String, Map<Object, ObjectPlusPlus>> links = new Hashtable<>();

   /**
    * Stores information about all parts connected with any objects.
    */
   private static Set<ObjectPlusPlus> allParts = new HashSet<>();

   /**
    * The constructor.
    *
    */
   public ObjectPlusPlus() {
      super();
   }

   // [...]
```

Klasa ObjectPlusPlus (2)

```
public abstract class ObjectPlusPlus extends ObjectPlus implements Serializable {
   private Map<String, Map<Object, ObjectPlusPlus>> links = new Hashtable<>();
   // [...]

   private void addLink(String roleName, String reverseRoleName, ObjectPlusPlus targetObject, Object qualifier, int counter) {
      Map<Object, ObjectPlusPlus> objectLinks;

      // Protection for the reverse connection
      if(counter < 1) {
         return;
      }

      // Find a collection of links for the role
      if(links.containsKey(roleName)) {
         // Get the links
         objectLinks = links.get(roleName);
      }
      else {
         // No links ==> create them
         objectLinks = new HashMap<>();
         links.put(roleName, objectLinks);
      }

      // Check if there is already the connection
      // If yes, then ignore the creation
      if(!objectLinks.containsKey(qualifier)) {
         // Add a link for the target object
         objectLinks.put(qualifier, targetObject);

         // Add the reverse connection
         targetObject.addLink(reverseRoleName, roleName, this, this, counter - 1);
      }
   }
   // [...]
```

Klasa ObjectPlusPlus (3)

```
public abstract class ObjectPlusPlus extends ObjectPlus implements Serializable {
   /**
    * Stores information about all connections of this object.
    */
   private Map<String, Map<Object, ObjectPlusPlus>> links = new Hashtable<>();

   /**
    * Stores information about all parts connected with any objects.
    */
   private static Set<ObjectPlusPlus> allParts = new HashSet<>();

   public void addLink(String roleName, String reverseRoleName, ObjectPlusPlus targetObject, Object 
qualifier) {
      addLink(roleName, reverseRoleName, targetObject, qualifier, 2);
   }

   public void addLink(String roleName, String reverseRoleName, ObjectPlusPlus targetObject) {
      addLink(roleName, reverseRoleName, targetObject, targetObject);
   }

   public void addPart(String roleName, String reverseRoleName, ObjectPlusPlus partObject) throws 
Exception {
      // Check if the part exist somewhere
      if(allParts.contains(partObject)) {
         throw new Exception("The part is already connected to a whole!");
      }

      addLink(roleName, reverseRoleName, partObject);

      // Store adding the object as a part
      allParts.add(partObject);
   }
   // [...]
```

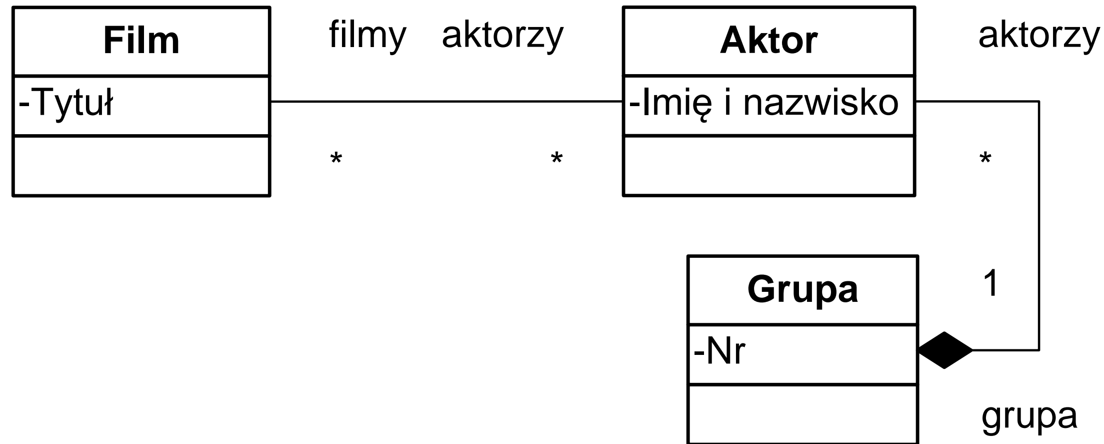
Klasa ObjectPlusPlus (4)

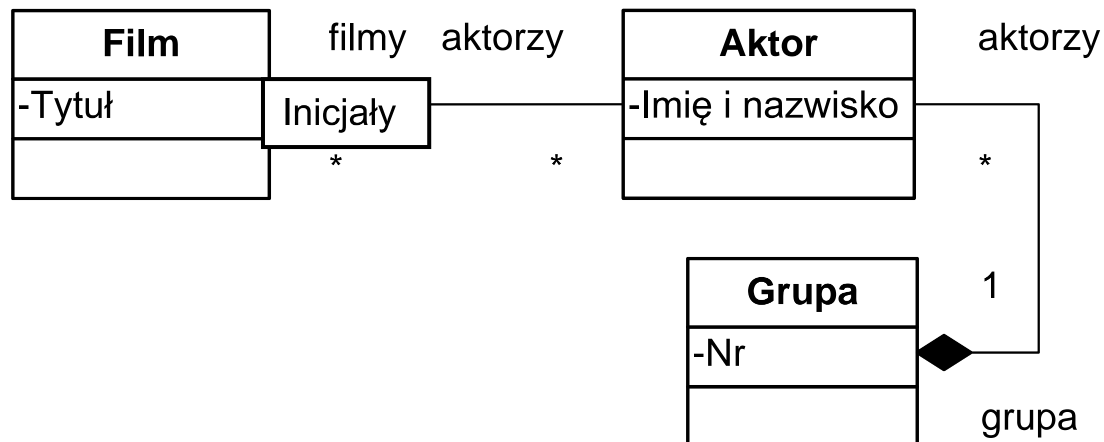
```
public abstract class ObjectPlusPlus extends ObjectPlus implements Serializable {
   private Map<String, Map<Object, ObjectPlusPlus>> links = new Hashtable<>();

   // [...]

   public ObjectPlusPlus[] getLinks(String roleName) throws Exception {
      Map<Object, ObjectPlusPlus> objectLinks;

      if(!links.containsKey(roleName)) {
         // No links for the role
         throw new Exception("No links for the role: " + roleName);
      }

      objectLinks = links.get(roleName);
      return (ObjectPlusPlus[]) objectLinks.values().toArray(new ObjectPlusPlus[0]);
   }

   public void showLinks(String roleName, PrintStream stream) throws Exception {
      Map<Object, ObjectPlusPlus> objectLinks;

      if(!links.containsKey(roleName)) {
         // No links
         throw new Exception("No links for the role: " + roleName);
      }

      objectLinks = links.get(roleName);
      Collection col = objectLinks.values();
      stream.println(this.getClass().getSimpleName() + " links, role '" + roleName + "':");

      for(Object obj : col) {
         stream.println("   " + obj);
      }
   }
```

Klasa ObjectPlusPlus (5)

```
public abstract class ObjectPlusPlus extends ObjectPlus implements Serializable {

   private Map<String, Map<Object, ObjectPlusPlus>> links = new Hashtable<>();

   // [...]

   public ObjectPlusPlus getLinkedObject(String roleName, Object qualifier) throws Exception {
      Map<Object, ObjectPlusPlus> objectLinks;

      if(!links.containsKey(roleName)) {
         // No links
         throw new Exception("No links for the role: " + roleName);
      }

      objectLinks = links.get(roleName);
      if(!objectLinks.containsKey(qualifier)) {
         // No link for the qualifer
         throw new Exception("No link for the qualifer: " + qualifier);
      }

      return objectLinks.get(qualifier);
   }
```

Klasy biznesowe do zaimplementowania





Implementacja klas biznesowych korzystająca z ObjectPlusPlus

```
public class Actor extends ObjectPlusPlus {
   private String name;

   public Actor(String name) {
      super();   // call the super constructor
      this.name = name;
   }

   @Override
   public String toString() {
      return "Actor: " + name;
   }
}
```

```
public class Movie extends ObjectPlusPlus {
   private String title;

   public Movie(String title) {
      super();   // call the super constructor
      this.title = title;
   }

   @Override
   public String toString() {
      return "Movie: " + title;
   }
}
```

Implementacja klas biznesowych korzystająca z ObjectPlusPlus (2)

```
public class Group extends ObjectPlusPlus {
   private int number;

   public Group(int number) {
      super();    // call the super constructor
      this.number = number;
   }

   @Override
   public String toString() {
      return "Group: " + number;
   }
}
```

Przykład wykorzystania klas biznesowych korzystających z ObjectPlusPlus

```
public static void testAssociationsObjectPlus() throws Exception {
   // Create new objects (no links)
   Actor a1 = new Actor("Arnold Schwarzenegger");
   Actor a2 = new Actor("Michael Biehn");
   Actor a3 = new Actor("Kristanna Loken");

   Movie f1 = new Movie("Terminator 1");
   Movie f3 = new Movie("Terminator 3");

   Group g1 = new Group(1);
   Group g2 = new Group(2);

   // Add info about links
   f1.addLink("actor", "movie", a1);
   // f1.addLink("actor", "movie", a2);
   f1.addLink("actor", "movie", a2, "MB");    // use the qualified association
   f3.addLink("actor", "movie", a1);
   f3.addLink("actor", "movie", a3);

   g1.addPart("part", "whole", a1);
   g1.addPart("part", "whole", a2);
   g2.addPart("part", "whole", a3);
   // g2.addPart("part", "whole", a1); // an exception because the part already belongs to
another whole (group)

   // [...]
}
```

Przykład wykorzystania klas biznesowych korzystających z ObjectPlusPlus (2)

Zadanie

- Co jest potencjalnie złego (niebezpiecznego) w tym podejściu?
- Jak można to poprawić?

```
public static void testAssociationsObjectPlus() throws Excep
    // [...]

    // Show infos
    f1.showLinks("actor", System.out);
    f3.showLinks("actor", System.out);

    a1.showLinks("movie", System.out);

    g1.showLinks("part", System.out);

    // Test the qualified association
    System.out.println(f1.getLinkedObject("actor", "MB"));
}
```

```
Movie links, role 'actor':
    Actor: Arnold Schwarzenegger
    Actor: Michael Biehn
Movie links, role 'actor':
    Actor: Arnold Schwarzenegger
    Actor: Kristanna Loken
Actor links, role 'movie':
    Movie: Terminator 1
    Movie: Terminator 3
Group links, role 'part':
    Actor: Arnold Schwarzenegger
    Actor: Michael Biehn
Actor: Michael Biehn
```

Podsumowanie

- Mamy dwa generalne podejścia do implementacji asocjacji:
  - Identyfikatory,
  - Natywne referencje.
- Niektóre rodzaje asocjacji, przed ich implementacją należy zamienić na konstrukcje równoważne.
- Dzięki temu implementujemy je korzystając ze znanych już sposobów.
- Całą funkcjonalność związaną z zarządzaniem asocjacjami, warto zgromadzić w specjalnej nadklasie (*ObjectPlusPlus*).
- Dzięki temu, że nowa klasa (*ObjectPlusPlus*) dziedziczy z *ObjectPlus*, obsługuje również zarządzanie ekstensjami.

Pliki źródłowe

- Pobierz pliki źródłowe do wszystkich wykładów MAS

http://www.mtrzaska.com/plik/mas/mas-source-files-lectures