Modelowanie i Analiza Systemów informacyjnych (MAS)

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

Wykład 10

Wykorzystanie modelu relacyjnego w obiektowych językach programowania (2)

http://www.mtrzaska.com/

Zagadnienia

- Niezgodność impedancji i jej konsekwencje
- Różne sposoby rozwiązania problemu
- Microsoft LINQ
- Hibernate
  - Wprowadzenie,
  - Mapowanie klas/obiektów oraz atrybutów,
  - Mapowanie asocjacji,
  - Mapowanie dziedziczenia,
  - Mapowanie atrybutów powtarzalnych.
- Podsumowanie

Niezgodność impedancji

- Łączenie:
  - modelu obiektowego z języka programowania,
  - modelu relacyjnego ze składu danych

  skutkuje zjawiskiem zwanym niezgodnością impedancji.

```
// [...]

// Wykonaj zapytanie
ResultSet result = db_statement.executeQuery("select * from employee");

// Przetwarzanie wynikow
while (result.next() )
{
        System.out.println ("ID : " + result.getInt("ID"));
        System.out.println ("Name : " + result.getString("Name"));
}
```

- W efekcie zamiast operować na obiektach (np. *Pracownik*) działamy w oparciu o ich elementy, np. *String* z nazwiskiem.

Niezgodność impedancji (2)

- Rozwiązania problemu
  - Stosowanie tego samego modelu w języku programowania oraz źródle danych.
    - Mało kto zdecyduje się na programowanie w modelu relacyjnym (programowanie strukturalne).
    - Można wprowadzić istotne udogodnienia z zakresu baz danych do języka programowania m. in. język zapytań.
      - Microsoft C# i LINQ i ewentualnie warstwa trwałości, np. Trzaska M.: Data Migration and Validation Using the Smart Persistence Layer 2.0. Acta Press. ISBN: 978-0-88986-951-6. November 12 ñ 14, 2012.
  - Wykorzystanie dedykowanych bibliotek, np. Hibernate.

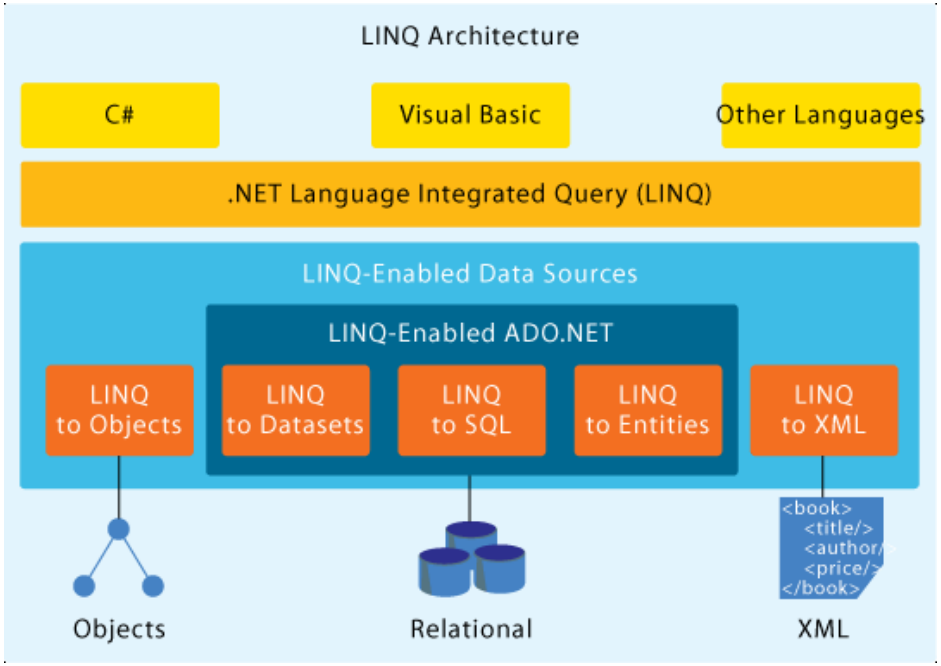
LINQ

- *Language Integrated Query*
- Autorem tej technologii jest Anders Hejlsberg, który:
  - jako pierwszy stworzył IDE (Borland Turbo Pascal).
  - jest również autorem TypeScript.

- Do istniejącego języka programowania (m. in. MS C#) dodano składnię i funkcjonalność umożliwiającą pisanie zapytań podobnych do SQL.
- Podobne rozwiązanie dla Java 8+: strumienie funkcyjne w `java.util.stream`

LINQ (2)

- Dzięki temu problem niezgodności jest znacząco zredukowany.
- Dodatkowe korzyści:
  - Wykorzystanie metadanych czasu wykonania,
  - Kontrola typologiczna w czasie kompilacji,
  - Wykorzystanie IntelliSense®,
- Różne warianty:
  - LINQ to Objects,
  - LINQ to XML,
  - LINQ to ADO.NET,
  - LINQ to JSON (Json.NET),
  - …
- Rewolucja?



LINQ (3)

- Przykłady

```
var locals = from c in customers
             where c.ZipCode == 91822
             select new { FullName = c.FirstName + " " +
                          c.LastName, HomeAddress = c.Address };

IEnumerable<Product> x =
         from p in products
         where p.UnitPrice >= 10
         select p;

IEnumerable<Product> MostExpensive10 =
         products.OrderByDescending(p => p.UnitPrice).Take(10);

var custOrders =
         from c in customers
         join o in orders on c.CustomerID equals o.CustomerID
         select new { c.Name, o.OrderDate, o.Total };

IEnumerable<Product> orderedProducts1 =
         from p in products
         orderby p.Category, p.UnitPrice descending, p.Name
         select p;
```

LINQ (4)

- Przykłady – c. d.

```
var q =
        from c in db.Customers
        where c.City == "London"
        select c;

foreach (Customer c in q)
        Console.WriteLine(c.CompanyName);



var q =
        from o in db.Orders
        where o.ShipVia == 3
        select o;
foreach (Order o in q) {
        if (o.Freight > 200)
                SendCustomerNotification(o.Customer);
        ProcessOrder(o);
}
```

Hibernate

- Kiedyś twórcy Hibernate opisywali go jako:
  - *Hibernate is a powerful, high performance object/relational persistence and query service*
  - Wydajna usługa zapewniająca trwałość danych oraz umożliwiająca zadawanie zapytań.
- Istnieją wersje dla Java oraz MS .NET.
- Projekt rozwijany jako *open source* od roku 2001:
  - 76 000 linii kodu podstawowego,
  - 36 000 linii kodu testów jednostkowych.
- http://www.hibernate.org/

Hibernate (2)

- Teraz piszą o nim: *More than an ORM, discover the Hibernate galaxy.*
- Galaktyka Hibernate, m.in.:
  - **Hibernate ORM**. Domain model persistence for relational databases.
  - **Hibernate Search**. Full-text search for your domain model.
  - **Hibernate Validator**. Annotation based constraints for your domain model.
  - **Hibernate OGM**. Domain model persistence for NoSQL datastores.
  - **Hibernate Tools**. Command line tools and IDE plugins for your Hibernate usages.
- Niestety nie likwiduje całkowicie problemu niezgodności impedancji.

Hibernate - wydajność

- Twórcy twierdzą, że biblioteka jest wydajna i wykorzystuje różne techniki optymalizacji:
  - Cache'owanie obiektów,
  - Cache'owanie wyników zapytań,
  - Polecenia SQL wykonywane dopiero wtedy gdy są naprawdę potrzebne,
  - Brak uaktualniania niezmodyfikowanych obiektów,
  - Efektywne zarządzanie kolekcjami,
  - Łączenie wielu zmian w jedno UPDATE,
  - Leniwa inicjalizacja obiektów i kolekcji.

Hibernate - środowisko testowe

- Bazujemy na oficjalnym tutorialu, ale stworzymy własne klasy biznesowe.
- Hibernate z Java domyślnie działa w oparciu o bazę danych poprzez JDBC.
- Jako bazę danych możemy zastosować:
  - Standardowe rozwiązania, np. MariaDB , MySQL.
  - Lekkie systemy napisane w Java, np. H2, HSQL lub Apache Derby.
    - Zwykle wystarczy wykorzystać niewielki plik *jar* zawierający wszystkie niezbędne komponenty.
    - Do celów testowych wygodne jest zastosowanie trybu *in-memory*.

Hibernate - środowisko testowe (2)

- Wykorzystanie bazy danych H2
  - Pobierz archiwum.
  - Rozpakuj je do dowolnego katalogu.
  - Skopiuj plik *bin/*.jar* do katalogu *lib* swojego projektu Java (katalog ten powinien być skonfigurowany w IDE jako źródło dodatkowych bibliotek).
  - Ewentualnie można skonfigurować IDE aby pobrało odpowiednią bibliotekę z repozytorium Maven, np. *com.h2database:h2:1.4.199*

Hibernate - środowisko testowe (3)

- Wykorzystanie bazy danych H2 – kont.
  - Uruchomienie bazy danych:
    - klasycznie w trybie serwera – plik *bin/h2.bat* lub *bin/h2.sh* (dostępna prosta konsola konfiguracyjna przez przeglądarkę).
    - uproszczone – zrobi to automatycznie Hibernate po odpowiednim skonfigurowaniu (patrz dalej). Wymaga to dodania, wcześniej wspomnianego pliku jar, do bibliotek uruchomieniowych projektu w IDE.

Plik konfiguracyjny *hibernate.cfg.xml*

- Lokalizacja: główny katalog z plikami źródłowymi

```
<!DOCTYPE hibernate-configuration PUBLIC
        "-//Hibernate/Hibernate Configuration DTD 3.0//EN"
        "http://www.hibernate.org/dtd/hibernate-configuration-3.0.dtd">
<hibernate-configuration>
    <session-factory>
        <!-- Database connection settings -->
        <property name="connection.driver_class">org.h2.Driver</property>
        <property name="connection.url">jdbc:h2:mem:db1;DB_CLOSE_DELAY=-1;MVCC=TRUE</property>
        <!--<property name="connection.url">jdbc:h2:~/db-test.h2</property>-->
        <property name="connection.username">sa</property>
        <property name="connection.password"></property>

        <!-- JDBC connection pool (use the built-in) -->
        <property name="connection.pool_size">1</property>

        <!-- SQL dialect -->
        <property name="dialect">org.hibernate.dialect.H2Dialect</property>

        <!-- Disable the second-level cache  -->
        <property
name="cache.provider_class">org.hibernate.cache.internal.NoCacheProvider</property>

        <!-- Echo all executed SQL to stdout -->
        <property name="show_sql">true</property>

        <!-- Drop and re-create the database schema on startup -->
        <property name="hbm2ddl.auto">create</property>

        <!-- Enable Hibernate stats in the logs -->
        <property name="hibernate.generate_statistics">true</property>

        <!- Full names of the annotated entity class -->
        <mapping class="mt.mas.hibernate.Movie"/>
        <mapping class="mt.mas.hibernate.Actor"/>
    </session-factory>
</hibernate-configuration>
```

Plik konfiguracyjny *hibernate.cfg.xml* (2)

- W zależności od rodzaju/trybu działania bazy danych H2, np.:
  - tryb *in-memory*. Wygodny do testowania (bez zachowania danych na stałe), system zarządzania BD jest uruchamiany automatycznie.

```
<!-- Database connection settings -->
<property name="connection.driver_class">org.h2.Driver</property>
<property name="connection.url">jdbc:h2:mem:db1;DB_CLOSE_DELAY=-1;MVCC=TRUE</property>
<property name="connection.username">sa</property>
<property name="connection.password"></property>
```

  - tryb plikowy. Wymaga uprzedniego uruchomienia serwera H2. Może również potrzebować podania dodatkowych ustawień, np. hasła.

```
<!-- Database connection settings -->
<property name="connection.driver_class">org.h2.Driver</property>
<property name="connection.url">jdbc:h2:~/db-test.h2</property>
<property name="connection.username">sa</property>
<property name="connection.password">sa</property>
```

Podstawy biblioteki Hibernate

- Stworzymy prostą aplikację umożliwiającą:
  - przechowywanie informacji o filmach,
  - łączenie filmów z aktorami.
- Każda klasa, która chce wykorzystywać pełnię możliwości biblioteki, musi posiadać specyficzny atrybut służący do identyfikacji wystąpień.
  - `private long id;`
  - Zmianą jego wartości zajmuje się Hibernate.
- Zalecane wykorzystywanie konwencji *JavaBean*
  - `set…()`,
  - `get…()`.

Mapowanie danych

- Niestety, Hibernate nie działa w pełni automatycznie (podobnie jak inne ORM-y) i trzeba doprecyzować sposób mapowania konstrukcji z BD (relacyjnych) na obiektowe (Java).
- Sposoby mapowania:
  - natywne adnotacje Hibernate,
  - adnotacje JPA,
  - plik mapujący XML.
- Który wybrać?
- Zalety i wady?

Mapowanie klasy - przykład

- Standardowa klasa Java przechowująca informacje o filmie.
- Kilka atrybutów.
- Settery i gettery.
- Brak konieczności dziedziczenia ze specjalnej nadklasy.

```
public class Movie {
    public enum MovieCategory {Unknown, Comedy, SciFi}

    private LocalDate releaseDate;
    private String title;
    private MovieCategory movieCategory;

    public Movie(String title, LocalDate releaseDate) {
        this.releaseDate = releaseDate;
        this.title = title;
    }

    public LocalDate getReleaseDate() {
        return releaseDate;
    }
    public void setReleaseDate(LocalDate releaseDate) {
        this.releaseDate = releaseDate;
    }

    public String getTitle() {
        return title;
    }
    public void setTitle(String title) {
        this.title = title;
    }

    public MovieCategory getMovieCategory() {
        return movieCategory;
    }
    public void setMovieCategory(MovieCategory
movieCategory) {
        this.movieCategory = movieCategory;
    }
}
```

Mapowanie klasy – przykład (2)

- Korzystamy z **adnotacji JPA**.
- Klasę oznaczamy za pomocą adnotacji **`@javax.persistence.Entity`** (opcjonalny parametr `Name`).
- Wymagany publiczny lub chroniony bezparametrowy konstruktor.
- Dodatkowe informacje korzystając z adnotacji: **`@javax.persistence.Table`**.

```
@Entity(name = "Movie")
public class Movie {
    private long id;
    private LocalDate releaseDate;
    private String title;
    private MovieCategory movieCategory;

    /** Required by Hibernate */
    public Movie() {}

    public Movie(String title, LocalDate
releaseDate) {
        this.releaseDate = releaseDate;
        this.title = title;
    }

    // [...]
}
```

Mapowanie klasy – identyfikator

- Dodaliśmy atrybut pełniący rolę identyfikatora.
- Utworzyliśmy *setter* oraz *getter* dla niego.
- *Getter* został oznaczony odpowiednimi adnotacjami.
  - **`@Id`**
  - **`@GeneratedValue`**
  - **`@GenericGenerator`**
- Można też oznaczyć atrybut zamiast *getter*'a.

```
@Entity(name = "Movie")
public class Movie {
    private long id;
    private LocalDate releaseDate;
    private String title;
    private MovieCategory movieCategory;

    /** Required by Hibernate */
    public Movie() {}

    public Movie(String title, LocalDate
releaseDate) {
        this.releaseDate = releaseDate;
        this.title = title;
    }

    @Id
    @GeneratedValue(generator="increment")
    @GenericGenerator(name="increment", strategy
= "increment")
    public long getId() {
        return id;
    }

    private void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    // [...]
}
```

Mapowanie klasy – atrybuty proste

- Adnotacja: **`@javax.persistence.Basic`**

  Ma zastosowanie do:

  - typów prostych,
  - kilku innych, m.in. `String` oraz związanych z datą.

  Można ją pominąć bo jest to domyślne zachowanie Hibernate.

  Opcjonalne parametry:

  - `optional`. Określa dopuszczalność `null`'i (`True`),
  - `fetch`. Sposób pobierania wartości (`Eager`).

- Adnotacja **`@javax.persistence.Column`**. Większe możliwości dostosowywania, np. nazwa kolumny w BD.
- Adnotacja **`@javax.persistence.Type`**. Doprecyzowanie typu w BD.
- Możliwość utrwalania własnych typów podstawowych.

```java
@Entity(name = "Movie")
public class Movie {
    private LocalDate releaseDate;
    private String title;
    // [...]

    @Basic
    public LocalDate getReleaseDate() {
        return releaseDate;
    }
    public void setReleaseDate(LocalDate releaseDate)
{
        this.releaseDate = releaseDate;
    }

    @Basic
    public String getTitle() {
        return title;
    }
    public void setTitle(String title) {
        this.title = title;
    }

    @Override
    public String toString() {
        // The code could be optimized.
        var sb = new StringBuilder();

        sb.append(String.format("Movie: %s released on
%s (#%s @%s)", getTitle(), getReleaseDate(), getId(),
super.hashCode()));
        return sb.toString();
    }
}
```

Mapowanie klasy – atrybuty pochodne

- Adnotacja: **`@javax.persistence.Transient`**
  - oznacza ignorowanie przez Hibernate określonego atrybutu lub gettera i skojarzonego atrybutu.
  - umożliwia implementację metod (głównie *getter*'y) wykorzystywanych przez atrybuty pochodne, np.
    - `getName()`,
    - `getAge()`.

```
@Entity(name = "Actor")
public class Actor {
    private long id;
    private String firstName;
    private String lastName;
    private LocalDate birthDate;

    // [...]

    @Basic
    public LocalDate getBirthDate() {
        return birthDate;
    }

    public void setBirthDate(LocalDate birthDate) {
        this.birthDate = birthDate;
    }

    @Transient
    public String getName() {
        return getFirstName() + " " + getLastName();
    }

    @Transient
    public int getAge() {
        return Period.between(getBirthDate(),
                LocalDate.now()).getYears();
    }

    @Override
    public String toString() {
        return String.format("Actor: %s born on %s,
age: %s (#%s @%s)", getName(), getBirthDate(),
getAge(), getId(), super.hashCode());
    }
}
```

Mapowanie klasy – enum

- Adnotacja: **`@javax.persistence.Enumerated`**. Mapowanie enum'ów. Dodatkowe parametry:
  - `EnumType.ORDINAL`. Wykorzystuje wartość liczbową,
  - `EnumType.STRING`. Używa nazwy enum'a.

```
@Entity(name = "Movie")
public class Movie {
    public enum MovieCategory {Unknown, Comedy, SciFi}

    private LocalDate releaseDate;
    private String title;
    private MovieCategory movieCategory;

    // [...]

    @Enumerated
    public MovieCategory getMovieCategory() {
        return movieCategory;
    }
    public void setMovieCategory(MovieCategory movieCategory) {
        this.movieCategory = movieCategory;
    }

    @Override
    public String toString() {
        // The code could be optimized.
        var sb = new StringBuilder();

        sb.append(String.format("Movie: %s released on %s as %s (#%s @%s)", getTitle(), getReleaseDate(),
getMovieCategory(), getId(), super.hashCode()));

        return sb.toString();
    }
}
```

Mapowanie klasy – atrybut złożony

- Adnotacje (dokumentacja):
  - **`@javax.persistence.Embeddable`**
  - **`@javax.persistence.Embedded`**

```java
@Entity(name = "Actor")
public class Actor {

    private Address address;

    // [...]

    @Override
    public String toString() {
        return String.format("Actor: %s born on %s, age: %s, address: %s, movie:
            getName(), getBirthDate(), getAge(), getAddress() != null ? getAddres
            getMovie() != null ? getMovie().getTitle() : "---", getId(), super.ha
    }

    @Embedded
    public Address getAddress() {
        return address;
    }

    public void setAddress(Address address) {
        this.address = address;
    }
}
```

```java
@Embeddable
public class Address {
    private String street;
    private String city;
    private String zipCode;

    // [...]

    public Address() { }

    @Basic
    public String getStreet() {
        return street;
    }

    @Basic
    public String getCity() {
        return city;
    }

    @Basic
    public String getZipCode() {
        return zipCode;
    }
}
```

Mapowanie klasy – BLOB/LOB-y

- Hibernate umożliwia również mapowanie BLOB-ów/LOB-ów (*database Large Objects*).
  - Uwaga na zużycie zasobów (pamięci).
  - Techniki optymalizacyjne, np. strumieniowanie.
  - Mapowanie na różne typy języka Java, np. `String` lub dostęp za pomocą strumieni.
  - Więcej informacji o LOB-ach w dokumentacji Hibernate.

Tożsamość obiektów w Hibernate

- Metody `equals()` oraz `hashCode()`.
- Hibernate gwarantuje, że ten sam obiekt (klucz główny) pobrany z bazy danych, w **ramach jednej sesji**, będzie miał tę samą instancję w środowisku Java.
- Czasami pomocna może być własna implementacja ww. metod z adnotacją atrybutu: `@NaturalId`.
- Więcej w dokumentacji Hibernate.

Praca z Hibernate - *Session*

- Tworzymy *registry*.
- Tworzymy *session factory*.
- Otwieramy sesję.
- Rozpoczynamy transakcję.
- **Wykonujemy operacje.**
- Potwierdzamy transakcję oraz zamykamy sesję.

```
StandardServiceRegistry registry = null;
SessionFactory sessionFactory = null;

try {
    registry = new StandardServiceRegistryBuilder()
            .configure() // configures settings from
hibernate.cfg.xml
            .build();
    sessionFactory = new MetadataSources(registry)
                        .buildMetadata()
                        .buildSessionFactory();

    Session session = sessionFactory.openSession();
    session.beginTransaction();

    // Do something within the session, e.g. create/retrieve objects,
    // etc.

    session.getTransaction().commit();
    session.close();
}
catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
    StandardServiceRegistryBuilder.destroy( registry );
}
finally {
    if (sessionFactory != null) {
        sessionFactory.close();
}
```

Hibernate – tworzenie obiektów

- Dodajemy informację o filmach.
  - Na tym etapie klucze główne nie mają wygenerowanej wartości. Są one nadawane po potwierdzeniu transakcji.

```
        try {
            // [...]
            System.out.println("Created movies:");
            var movie1 = new Movie("Terminator 1", LocalDate.of(1984, 10,26),
Movie.MovieCategory.SciFi);
            var movie2 = new Movie("Terminator 3", LocalDate.of(2003, 8,8),
Movie.MovieCategory.SciFi);

            System.out.println(movie1);
            System.out.println(movie2);

            Session session = sessionFactory.openSession();
            session.beginTransaction();
            session.save(movie1);
            session.save(movie2);
            session.getTransaction().commit();
            session.close();
        }
```

```
Created movies:
Movie: Terminator 1 released on 1984-10-26 as SciFi (#0 @1499588909)
Movie: Terminator 3 released on 2003-08-08 as SciFi (#0 @1339052072)
```

Hibernate – pobieranie danych

- Korzystamy z języka zapytań podobnego do SQL.
- Jak widać pracujemy na kompletnych obiektach (klasa `Movie`), a nie (jak w przypadku „czystego” JDBC) na wartościach (np. *String*) z bazy danych.
- Pobrane obiekty zawierają prawidłowe wartości kluczy głównych.

```
        try {
            // [...]

            System.out.println("\nMovies from the db:");

            session = sessionFactory.openSession();
            session.beginTransaction();
            List<Movie> moviesFromDb = session.createQuery("from Movie").list();
            for ( var movie : moviesFromDb) {
                System.out.println(movie);
            }
            session.getTransaction().commit();
            session.close();
        }

        // [...]
```

```
Movies from the db:
Movie: Terminator 1 released on 1984-10-26 as SciFi (#1 @1989924937)
Movie: Terminator 3 released on 2003-08-08 as SciFi (#2 @1842571958)
```

Hibernate – plik log (fragment)

1:01:10 PM org.hibernate.Version logVersion INFO: HHH000412: Hibernate Core {5.4.1.Final}
1:01:11 PM org.hibernate.engine.jdbc.connections.internal.DriverManagerConnectionProviderImpl configure WARN: HHH10001002: Using Hibernate built-in connection pool (not for production use!)
1:01:11 PM org.hibernate.engine.jdbc.connections.internal.DriverManagerConnectionProviderImpl buildCreator INFO: HHH10001005: using driver [org.h2.Driver] at URL [jdbc:h2:mem:db1;DB_CLOSE_DELAY=-1;MVCC=TRUE]
1:01:11 PM org.hibernate.engine.jdbc.connections.internal.DriverManagerConnectionProviderImpl buildCreator INFO: HHH10001001: Connection properties: {password=****, user=sa}
1:01:11 PM org.hibernate.engine.jdbc.connections.internal.DriverManagerConnectionProviderImpl buildCreator INFO: HHH10001003: Autocommit mode: false
1:01:11 PM org.hibernate.engine.jdbc.connections.internal.DriverManagerConnectionProviderImpl$PooledConnections <init> INFO: HHH000115: Hibernate connection pool size: 1 (min=1)
1:01:11 PM org.hibernate.resource.transaction.backend.jdbc.internal.DdlTransactionIsolatorNonJtaImpl getIsolatedConnection INFO: HHH10001501: Connection obtained from JdbcConnectionAccess [org.hibernate.engine.jdbc.env.internal.JdbcEnvironmentInitiator$ConnectionProviderJdbcConnectionAccess@423c5404] for (non-JTA) DDL execution was not in auto-commit mode; the Connection 'local transaction' will be committed and the Connection will be set into auto-commit mode.
Hibernate: **drop table Movie if exists**
1:01:11 PM org.hibernate.resource.transaction.backend.jdbc.internal.DdlTransactionIsolatorNonJtaImpl getIsolatedConnection INFO: HHH10001501: Connection obtained from JdbcConnectionAccess [org.hibernate.engine.jdbc.env.internal.JdbcEnvironmentInitiator$ConnectionProviderJdbcConnectionAccess@6add8e3f] for (non-JTA) DDL execution was not in auto-commit mode; the Connection 'local transaction' will be committed and the Connection will be set into auto-commit mode.
Hibernate: **create table Movie (id bigint not null, movieCategory integer, releaseDate date, title varchar(255), primary key (id))**
1:01:11 PM org.hibernate.engine.transaction.jta.platform.internal.JtaPlatformInitiator initiateService INFO: HHH000490: Using JtaPlatform implementation: [org.hibernate.engine.transaction.jta.platform.internal.NoJtaPlatform]

Created movies:
Movie: Terminator 1 released on 1984-10-26 as SciFi (#0 @1499588909)
Movie: Terminator 3 released on 2003-08-08 as SciFi (#0 @1339052072)

Hibernate: **select max(id) from Movie**
Hibernate: **insert into Movie (movieCategory, releaseDate, title, id) values (?, ?, ?, ?)**
Hibernate: **insert into Movie (movieCategory, releaseDate, title, id) values (?, ?, ?, ?)**

Movies and actors from the db:
Hibernate: **select movie0_.id as id1_1_, movie0_.movieCategory as movieCat2_1_, movie0_.releaseDate as releaseD3_1_, movie0_.title as title4_1_ from Movie movie0_**
Movie: Terminator 1 released on 1984-10-26 as SciFi (#1 @1989924937)
Movie: Terminator 3 released on 2003-08-08 as SciFi (#2 @1842571958)
1:01:12 PM org.hibernate.engine.jdbc.connections.internal.DriverManagerConnectionProviderImpl$PoolState stop
INFO: HHH10001008: Cleaning up connection pool [jdbc:h2:mem:db1;DB_CLOSE_DELAY=-1;MVCC=TRUE]

Hibernate – schemat danych

- Oczywiście Hibernate automatycznie tworzy odpowiedni schemat/model danych relacyjnych w BD.
- Po „wygenerowaniu” danych (stabilna wersja modelu danych), należy zakomentować/usunąć fragment pliku ***hibernate.cfg.xml*** (w przeciwnym wypadku istniejące dane będą usuwane po starcie programu).

```
<!-- Drop and re-create the database schema on startup -->
<!-- <property name="hbm2ddl.auto">create</property> -->
```

Asocjacje w Hibernate

- Asocjacje są (prawie) automatycznie mapowane na relacje w bazie danych.
- Elementy, które trzeba uwzględnić to:
  - Kierunek,
  - Liczności,
  - Zachowanie się kolekcji służącej do implementacji (po stronie Javy).

Dodanie asocjacji skierowanej

- Stworzymy klasę Aktor (*Actor*), która będzie powiązana z filmem (*Movie*).
- Nowy wpis do pliku konfiguracyjnego *hibernate.cfg.xml*.

```
<mapping
class="mt.mas.hibernate.Actor"/>
```

```
@Entity(name = "Actor")
public class Actor {
    private long id;
    private String firstName;
    private String lastName;
    private LocalDate birthDate;

    public Actor() {    }

    @Id
    @GeneratedValue(generator="increment")
    @GenericGenerator(name="increment", strategy =
                        "increment")
    public long getId() {
        return id;
    }

    @Basic
    public String getFirstName() {
        return firstName;
    }

    @Basic
    public String getLastName() {
        return lastName;
    }

    @Basic
    public LocalDate getBirthDate() {
        return birthDate;
    }

    // Other methods, setters, etc.
}
```

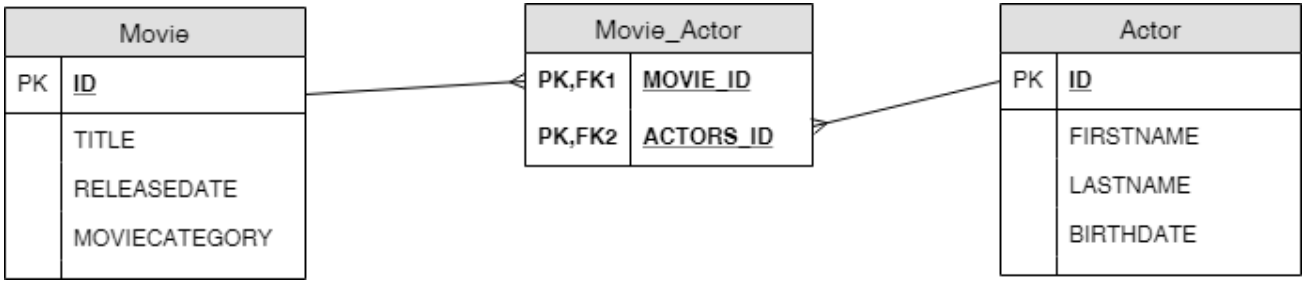
Dodanie asocjacji skierowanej (2)

- Do klasy *Movie* dodamy informację o aktorach w nim grających (*actors*).
- Wykorzystaliśmy pojemnik typu `List` (obsługiwane są też inne).
- Adnotacja **`@OneToMany`**.

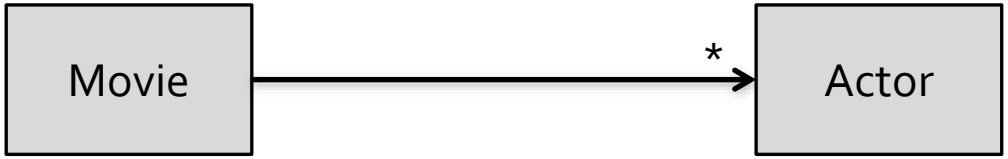
```
@Entity(name = "Movie")
public class Movie {
    private List<Actor> actors = new ArrayList<>();

     // [...]

    @OneToMany(cascade = CascadeType.ALL, orphanRemoval = true)
    public List<Actor> getActors() {
        return actors;
    }

    private void setActors(List<Actor> actors) {
        this.actors = actors;
    }
}
```

Dodanie asocjacji skierowanej (3)

- W efekcie otrzymaliśmy:
  - poniższy schemat relacyjny (tabela pośrednicząca została wygenerowana automatycznie, chociaż nie jest potrzebna dla 1-*).



  - oraz połączenie asocjacją (referencjami języka Java) od klasy *Movie* do *Actor* (ale nie w drugą stronę).



Użycie asocjacji skierowanej

- Powiązanie dodajemy poprzez modyfikację pojemnika języka Java,
- Hibernate to automatycznie wykrywa i uaktualnia bazę danych,
- Analogiczna „automatyka” istnieje dla atrybutów.

```
var movie1 = new Movie("Terminator 1", LocalDate.of(1984, 10,26),
                    Movie.MovieCategory.SciFi);
var movie2 = new Movie("Terminator 3", LocalDate.of(2003, 8,8),
                    Movie.MovieCategory.SciFi);

var actor1 = new Actor("Arnold", "Schwarzenegger",
                    LocalDate.of(1947, 7, 30));
var actor2 = new Actor("Claire", "Danes", LocalDate.of(1979, 4, 12));
var actor3 = new Actor("Kristanna", "Loken",
                    LocalDate.of(1979, 10, 8));

movie2.getActors().add(actor1);
movie2.getActors().add(actor2);
movie2.getActors().add(actor3);

Session session = sessionFactory.openSession();
session.beginTransaction();
session.save(movie1);
session.save(movie2);
session.save(actor1);
session.save(actor2);
session.save(actor3);
session.getTransaction().commit();
session.close();

session = sessionFactory.openSession();
session.beginTransaction();
List<Movie> moviesFromDb = session.createQuery( "from Movie"
).list();
for ( var movie : moviesFromDb) {
    System.out.println(movie);
}
List<Actor> actorsFromDb = session.createQuery( "from Actor"
).list();
for ( var actor : actorsFromDb) {
    System.out.println(actor);
}
session.getTransaction().commit();
session.close();
```

Użycie asocjacji skierowanej (2)

```
Created movies:
Movie: Terminator 1 released on 1984-10-26 as SciFi (#0 @612635506)
  Actors: ---
Movie: Terminator 3 released on 2003-08-08 as SciFi (#0 @1997623038)
  Actors: ---
Created actors:
Actor: Arnold Schwarzenegger born on 1947-07-30, age: 71 (#0 @2122267901)
Actor: Claire Danes born on 1979-04-12, age: 39 (#0 @987834065)
Actor: Kristanna Loken born on 1979-10-08, age: 39 (#0 @1185188034)
Hibernate: select max(id) from Movie
Hibernate: select max(id) from Actor
Hibernate: insert into Movie (movieCategory, releaseDate, title, id) values (?, ?, ?, ?)
Hibernate: insert into Movie (movieCategory, releaseDate, title, id) values (?, ?, ?, ?)
Hibernate: insert into Actor (birthDate, firstName, lastName, id) values (?, ?, ?, ?)
Hibernate: insert into Actor (birthDate, firstName, lastName, id) values (?, ?, ?, ?)
Hibernate: insert into Actor (birthDate, firstName, lastName, id) values (?, ?, ?, ?)
Hibernate: insert into Movie_Actor (Movie_id, actors_id) values (?, ?)
Hibernate: insert into Movie_Actor (Movie_id, actors_id) values (?, ?)
Hibernate: insert into Movie_Actor (Movie_id, actors_id) values (?, ?)
```

Użycie asocjacji skierowanej (3)

Movies and actors from the db:
Hibernate: select movie0_.id as id1_1_, movie0_.movieCategory as movieCat2_1_, movie0_.releaseDate as releaseD3_1_, movie0_.title as title4_1_ from Movie movie0_
Hibernate: select actors0_.Movie_id as Movie_id1_2_0_, actors0_.actors_id as actors_i2_2_0_, actor1_.id as id1_0_1_, actor1_.birthDate as birthDat2_0_1_, actor1_.firstName as firstNam3_0_1_, actor1_.lastName as lastName4_0_1_ from Movie_Actor actors0_ inner join Actor actor1_ on actors0_.actors_id=actor1_.id where actors0_.Movie_id=?
Movie: Terminator 1 released on 1984-10-26 as SciFi (#1 @61334373)
Actors: ---
Hibernate: select actors0_.Movie_id as Movie_id1_2_0_, actors0_.actors_id as actors_i2_2_0_, actor1_.id as id1_0_1_, actor1_.birthDate as birthDat2_0_1_, actor1_.firstName as firstNam3_0_1_, actor1_.lastName as lastName4_0_1_ from Movie_Actor actors0_ inner join Actor actor1_ on actors0_.actors_id=actor1_.id where actors0_.Movie_id=?
Movie: Terminator 3 released on 2003-08-08 as SciFi (#2 @331918455)
Actors: Actor: Arnold Schwarzenegger born on 1947-07-30, age: 71 (#1 @263233676); Actor: Claire Danes born on 1979-04-12, age: 39 (#2 @1651795723); Actor: Kristanna Loken born on 1979-10-08, age: 39 (#3 @1406018450);
Hibernate: select actor0_.id as id1_0_, actor0_.birthDate as birthDat2_0_, actor0_.firstName as firstNam3_0_, actor0_.lastName as lastName4_0_ from Actor actor0_
Actor: Arnold Schwarzenegger born on 1947-07-30, age: 71 (#1 @263233676)
Actor: Claire Danes born on 1979-04-12, age: 39 (#2 @1651795723)
Actor: Kristanna Loken born on 1979-10-08, age: 39 (#3 @1406018450)

Użycie asocjacji skierowanej (4)

Movie

ID	MOVIECATEGORY	RELEASEDATE	TITLE
1	2	1984-10-26	Terminator 1
2	2	2003-08-08	Terminator 3

MOVIE_ACTOR

MOVIE_ID	ACTORS_ID
2	1
2	2
2	3

Actor

ID	BIRTHDATE	FIRSTNAME	LASTNAME
1	1947-07-30	Arnold	Schwarzenegger
2	1979-04-12	Claire	Danes
3	1979-10-08	Kristanna	Loken

Dodanie asocjacji dwukierunkowej

- Schemat relacyjny nie ulega zmianie.
- Adnotacja **`@ManyToOne`**.
- Samodzielnie należy zadbać o spójność obu kierunków (dedykowana logika w metodzie tworzącej połączenie).
- Trzeba skorzystać z parametru `inverse` lub `mappedBy`.

```java
@Entity(name = "Movie")
public class Movie {
    private List<Actor> actors = new ArrayList<>();

    // [...]

    @OneToMany(
       mappedBy = "movie",
       cascade = CascadeType.ALL,
       orphanRemoval = true)
    private List<Actor> getActors() {
        return actors;
    }
    public void addActor(Actor actor) {
        getActors().add(actor);
        actor.setMovie(this);
    }
    public void removeActor(Actor actor) {
        getActors().remove(actor);
        actor.setMovie(null);
    }
}
```

```java
@Entity(name = "Actor")
public class Actor {
    private Movie movie;

    // [...]

    @ManyToOne
    public Movie getMovie() {
        return movie;
    }

    public void setMovie(Movie movie) {
        this.movie = movie;
    }
}
```

Dodanie asocjacji dwukierunkowej (2)

- Podobnie mapujemy inne liczności korzystając z adnotacji:
  - **`@ManyToMany`**,
  - **`@OneToOne`**.
- Uwaga na zdefiniowanie „właściciela” powiązania. Ważne w przypadku usuwania obiektów.
- Specjalne przypadki asocjacji:
  - **`@NotFound`**. Gdy nie znaleziono powiązanego klucza głównego.
  - **`@Any`**.
  - **`@JoinFormula`**, **`@JoinColumnOrFormula`**.

Atrybuty powtarzalne

- W Hibernate nazywane są kolekcją wartości (*Collection of values*).
- Różnica w stosunku do asocjacji polega na tym, że wartości nie są współdzielone (a obiekty oczywiście tak).
- Muszą być zadeklarowane za pomocą jakiegoś interfejsu, a nie konkretnej implementacji.
- Zachowanie takiego atrybutu powtarzalnego zależy od typu interfejsu (np. `List`, `Set`).

Atrybuty powtarzalne (2)

- Dla klasy aktor (`Actor`) dodamy listę adresów internetowych.
- Adnotacja **`@javax.persistence.ElementCollection`**
  - Oznacza, że kolekcja nie zawiera odniesień do innych wystąpień, ale listę elementów, np. typu `String`.

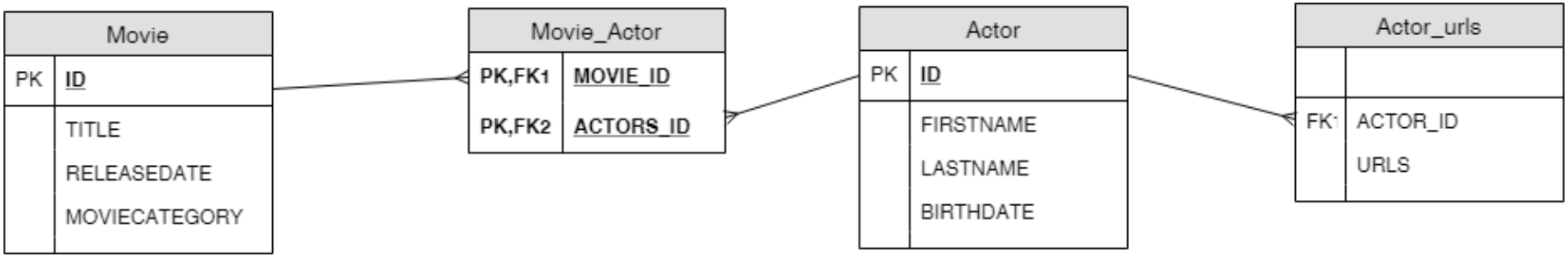
```
@Entity(name = "Actor")
public class Actor {

    // [...]

    private List<String> urls;

    @ElementCollection
    public List<String> getUrls() {
        return urls;
    }

    public void setUrls(List<String> urls) {
        this.urls = urls;
    }
}
```

```
actor1.setUrls(List.of("http://www.schwarzenegger.com/",
                       "https://pl.pinterest.com/schwarzenegger/",
                       "https://www.facebook.com/arnold"));
```

Actor: Arnold Schwarzenegger born on 1947-07-30, age: 71, movie: Terminator 3 (#1 @1989924937)
Hibernate: select urls0_.Actor_id as Actor_id1_1_0_, urls0_.urls as urls2_1_0_ from Actor_urls urls0_ where urls0_.Actor_id=?
[http://www.schwarzenegger.com/, https://pl.pinterest.com/schwarzenegger/, https://www.facebook.com/arnold]

Atrybuty powtarzalne (3)

- Uaktualniony schemat relacyjny



Hibernate - dziedziczenie

- Mapowanie nadklasy (*MappedSuperclass*).
- Pojedyncza tabela (*Single table, Table Per Hierarchy - TPH*).
- Złączona tabela (*Joined table, table-per-subclass/type - TPT*).
- Tabela dla podklasy (*Table per class, table-per-concrete-class - TPC*).
- *(Patrz też poprzedni wykład)*

Dziedziczenie - mapowanie nadklasy

- Odzwierciedlenie tylko w modelu, ale nie w BD. Brak możliwości odnoszenia się do nadklasy.
- W BD powstaną tylko dwie tabele (powtarzające zawartość nadklasy).

```
@MappedSuperclass
public class Account {
        @Id
        private Long id;
        private String owner;
        private BigDecimal balance;
        private BigDecimal interestRate;
        //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "DebitAccount")
public class DebitAccount extends Account {
        private BigDecimal overdraftFee;
        //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "CreditAccount")
public class CreditAccount extends Account {
        private BigDecimal creditLimit;
        //Getters and setters are omitted for brevity
}
```

Źródło: dokumentacja Hibernate

Dziedziczenie - pojedyncza tabela

- Jedna tabela zawierająca elementy z nadklasy oraz wszystkich podklas.
- Specjalna kolumna – dyskryminator.

```
@Entity(name = "Account")
@Inheritance(strategy = InheritanceType.SINGLE_TABLE)
public class Account {
          @Id
          private Long id;
          private String owner;
          private BigDecimal balance;
          private BigDecimal interestRate;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "DebitAccount")
public class DebitAccount extends Account {
          private BigDecimal overdraftFee;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "CreditAccount")
public class CreditAccount extends Account {
          private BigDecimal creditLimit;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
```

Źródło: dokumentacja Hibernate

Dziedziczenie - złączona tabela

- Każda klasa ma swoją tabelę. Połączenia za pomocą relacji (klucz główny - obcy).

```
@Entity(name = "Account")
@Inheritance(strategy = InheritanceType.JOINED)
public class Account {
          @Id
          private Long id;
          private String owner;
          private BigDecimal balance;
          private BigDecimal interestRate;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "DebitAccount")
public class DebitAccount extends Account {
          private BigDecimal overdraftFee;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "CreditAccount")
public class CreditAccount extends Account {
          private BigDecimal creditLimit;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
```

Źródło: dokumentacja Hibernate

Dziedziczenie - tabela dla podklasy

- Tabele są generowane dla każdej podklasy i umieszczana jest w nich również zawartość nadklasy.

```
@Entity(name = "Account")
@Inheritance(strategy = InheritanceType.TABLE_PER_CLASS)
public class Account {
          @Id
          private Long id;
          private String owner;
          private BigDecimal balance;
          private BigDecimal interestRate;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "DebitAccount")
public class DebitAccount extends Account {
          private BigDecimal overdraftFee;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
@Entity(name = "CreditAccount")
public class CreditAccount extends Account {
          private BigDecimal creditLimit;
          //Getters and setters are omitted for brevity
}
```

Źródło: dokumentacja Hibernate

Zapytania w Hibernate

- Zapytania definiowane za pomocą *Criteria*
  - mocna kontrola typologiczna,
  - dość skomplikowana budowa.

```
CriteriaBuilder builder = entityManager.getCriteriaBuilder();

CriteriaQuery<Person> criteria = builder.createQuery(Person.class);
Root<Person> root = criteria.from(Person.class);
criteria.select(root);
criteria.where(builder.equal(root.get(Person_.name), "John Doe"));

List<Person> persons = entityManager.createQuery(criteria).getResultList();
```

Zapytania w Hibernate (2)

- Przykładowe zapytania w *Hibernate Query Language* (HQL) – podobny do SQL.

```
List cats = session.createQuery(
    "from Cat as cat where cat.birthdate < ?")
    .setDate(0, date)
    .list();

List mothers = session.createQuery(
    "select mother from Cat as cat join cat.mother as mother where cat.name = ?")
    .setString(0, name)
    .list();

List kittens = session.createQuery(
    "from Cat as cat where cat.mother = ?")
    .setEntity(0, pk)
    .list();

Cat mother = (Cat) session.createQuery(
    "select cat.mother from Cat as cat where cat = ?")
    .setEntity(0, izi)
    .uniqueResult();]]

Query mothersWithKittens = (Cat) session.createQuery(
    "select mother from Cat as mother left join fetch mother.kittens");
Set uniqueMothers = new HashSet(mothersWithKittens.list());
```

Podsumowanie

- Niezgodność impedancji czyli trudności w pogodzeniu świata relacyjnego oraz obiektowego, jest bardzo poważnym, praktycznym problemem.
- Można wyróżnić dwa generalne podejścia do jego rozwiązania:
  - Modyfikacje języka programowania, tak aby posiadał jak najwięcej zalet baz danych,
  - Stworzenie dodatkowych bibliotek ułatwiających pracę z danymi.

Podsumowanie (2)

- Przykładem pierwszego podejścia do problemu jest Microsoft C# razem z LINQ.
  - Język zapytań (funkcjonalnie podobny do SQL) stał się częścią języka programowania.
  - Niezgodność impedancji jest znacząco zredukowana, czyli nie musimy mapować konstrukcji obiektowych na relacyjne i odwrotnie.
  - Dzięki temu mamy m. in. kontrolę typologiczną.

Podsumowanie (3)

- Drugie podejście jest reprezentowane przez Hibernate
  - Biblioteka rzeczywiście ułatwia pracę z bazami danych,
  - Niestety czasami występuje konieczność operowania identyfikatorami (kluczami relacyjnymi).
- Wydaje się, że zdecydowanie lepszym podejściem jest dodanie cech baz danych do języka programowania, tak jak w Microsoft LINQ.

Pliki źródłowe

- Pobierz pliki źródłowe do wszystkich wykładów MAS

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