

Výjimky, výčtové typy a kolekce v Javě

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 2
A0B36PR2 – Programování 2

Výjimky (Exceptions)

- Představují mechanismus ošetření chybových (výjimečných) stavů
- Mechanismus výjimek umožňuje metodu rozdělit na hlavní (standardní) část a řešení nestandardní situace

Umožňuje zpřehlednit kód metod

- Chyba nemusí znamenat ukončení programu
 - Chybu je možné ošetřit, zotavit běh programu a pokračovat ve vykonávání dalšího kódu

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/exceptions/index.html>

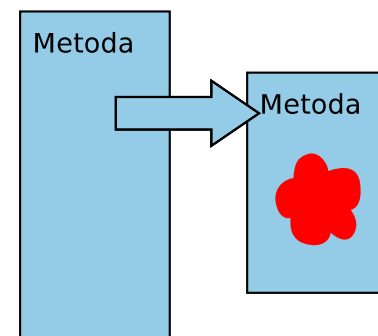
Výjimka nikoliv výjimka – výjimka označuje název děje nebo výsledku děje, je to podstatné jméno odvozené od slovesa.

Obsah přednášky

- Výjimky
- Výčtové typy
- Kolekce a JFC
- Iterátory
- Přehled JFC
- Generické typy

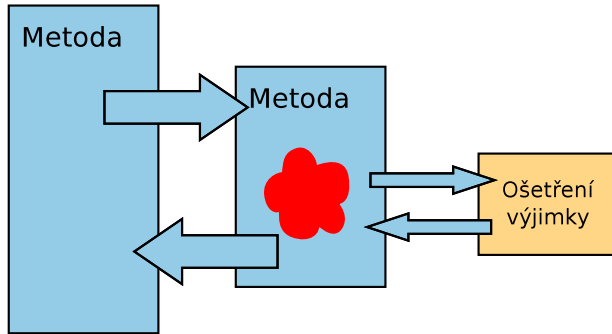
Nestandardní situace

- Vznik nestandardní situace může ukončit program



Princip ošetření výjimky

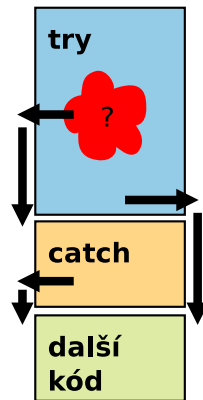
- Ošetřením výjimky program může pokračovat ve své „standardní“ činnosti



Základní ošetření části kódu, kde může vzniknout výjimka try – catch

- Volání příkazů/metod výkonné části dáváme do bloků příkazů **try**
- V případě vyvolání výjimky se řízení předá konstrukci ošetření výjimky **catch**
- Při předání vyvolání výjimky se ostatní příkazy v bloku **try** nevolají

```
try {
    //prikazy kde muze vzniknout vyjimka
} catch (Exception e) {
    //osetreni vyjimky
}
// prikazy
```



Výjimky (Exceptions)

- Mechanismus výjimek umožňuje přenést řízení z místa, kde výjimka vznikla do místa, kde bude zpracována
 - Oddělení *výkonné* části od části *chybu řešící*
- Posloupnost příkazů, ve které může vzniknout výjimka, uzavíráme do bloku klíčovým slovem **try**
- Příslušnou výjimku pak „zachytáváme“ prostřednictvím **catch**
- Metodu můžeme deklarovat jako metodu, která může vyvolat výjimku – klíčovým slovem **throws**
- Java ošetření některých výjimečných situací vynucuje
 - **Reakce na očekávané chyby se vynucuje** na úrovni překladače
- Při vzniku výjimky je automaticky vytvořen **objekt**, který nese informaci o vzniklé výjimce (**Throwable**)

<http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Throwable.html>

Mechanismus šíření výjimek v Javě

Při vzniku výjimky hledá JVM odpovídající řešení, které je schopné výjimku ošetřit (převzít řízení):

- Pokud vzniká výjimka v bloku **try** hledá se odpovídající klauzule **catch** v tomto příkazu
- Pokud výjimka vznikne mimo příkaz **try**, předá se řízení do místa volání metody a pokračuje se podle předchozího bodu
- Pokud konstrukce pro ošetření výjimky v těle metody není, skončí funkce nestandardně a výjimka se šíří na dynamicky nadřazenou úroveň
- Není-li výjimka ošetřena ani ve funkci **main**, vypíše se na standardní chybový výstup a program skončí
- Pro rozlišení různých typů výjimek jsou v Javě zavedeny třídy. Výjimky jsou instancemi těchto tříd.

Základní dělení nestandardních situací (výjimek)

- RuntimeException** – situace, na které bychom měli reagovat, můžeme reagovat a dokážeme reagovat
 - Situace, kterým se můžeme vyvarovat programově např. kontrolou mezi pole nebo null hodnoty
 - Indexování mimo rozsah pole, dělení nulou, ...
ArrayIndexOutOfBoundsException, ArithmeticException, NullPointerException, ...
- Exception** – situace, na které musíme reagovat
 - Java vynucuje ošetření nestandardní situace
 - Například **IOException, FileNotFoundException**
- Error** – situace, na které obecně reagovat nemůžeme – závažné chyby
 - Chyba v JVM, HW chyba: **VirtualMachineError, OutOfMemoryError, IOError, UnknownError, ...**

<http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/RuntimeException.html>

<http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Error.html>

Příklad – RuntimeException 2/3

- Explicitní kontrola parametru

```
public class DemoExceptionTest {
    public int parse(String[] args) {
        int ret = -1;
        if (args != null && args.length > 1) {
            ret = Integer.parseInt(args[1]);
        } else {
            throw new RuntimeException("Input argument not set");
        }
        return ret;
    }

    public static void main(String[] args) {
        DemoExceptionTest demo = new DemoExceptionTest();
        int value = demo.parse(args);
        System.out.println("2nd argument: " + value);
    }
}
```

lec02/DemoExceptionTest

- Neřeší však **NumberFormatException**

Příklad – RuntimeException 1/3

- Při spuštění sice získáme informaci o chybě, ale bez zdrojového kódu nevíme přesně co a proč program předčasně ukončilo
- java DemoException → **NullPointerException**
 - java DemoException 1 → **ArrayIndexOutOfBoundsException**
 - java DemoException 1 a → **NumberFormatException**
 - java DemoException 1 1 – program vypíše hodnotu 1

```
public class DemoException {
    public int parse(String[] args) {
        return Integer.parseInt(args[1]);
    }

    public static void main(String[] args) {
        DemoException demo = new DemoException();
        int value = demo.parse(args.length == 0 ? null : args);
        System.out.println("2nd argument: " + value);
    }
}
```

lec02/DemoException

Příklad – RuntimeException 3/3

- Výjimku **NumberFormatException** odchytíme a „nahradíme“ upřesňující zprávou
- Výjimku propagujeme výše prostřednictvím **throw**

```
public int parse(String[] args) {
    try {
        if (args != null && args.length > 1) {
            return Integer.parseInt(args[1]);
        } else {
            throw new RuntimeException("Input argument not set");
        }
    } catch (NumberFormatException e) {
        throw new NumberFormatException("2nd argument must be int");
    }
}
```

lec02/DemoExceptionTestThrows

Způsoby ošetření

- Zachytíme a kompletně ošetříme
- Zachytíme, částečně ošetříme a dále předáme výše
Např. Interně v rámci knihovny logujeme výjimku
- Ošetření předáme výše, výjimku nelze nebo ji nechceme ošetřit
- *Bez ošetření výjimky – špatně*
 - Aspoň výpis na standardní chybový výstup

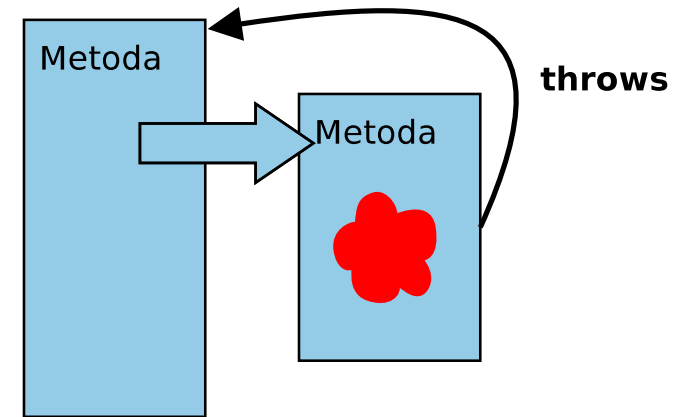

```
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```

Ale i toto je relativně nedostatečné.
 - Případně logovat (např. do souboru) v případě grafické aplikace nebo uživatelského prostředí
system logger, log4j, ...

Předání ošetření výjimky (Exception) výš

- Ošetření výjimky lze předat nadřazené metodě deklarací **throws**

```
public void parse(String[] args) throws Exception {
    ...
}
```



Příklad explicitní deklarace propagace výjimky - 1/2

- Hodnota 2. argumentu je pro nás klíčová, proto použijeme výjimku **Exception**, která vyžaduje ošetření
- Výjimku předáváme výš deklarací **throws**

```
public int parse(String[] args) throws Exception {
    try {
        if (args != null && args.length > 1) {
            return Integer.parseInt(args[1]);
        } else {
            throw new Exception("Input argument not set");
        }
    } catch (NumberFormatException e) {
        throw new Exception("2nd input argument must be integer");
    }
}
```

Příklad explicitní deklarace propagace výjimky - 2/2

- Kompilace třídy však selže, neboť je nutné výjimku explicitně ošetřit
 DemoExceptionTestThrow.java:18: **error**: unreported exception Exception; must be caught or declared to be thrown

```
int value = demo.parse(args);
```
- Proto musí být volání v bloku **try**

```
try {
    int value = demo.parse(args);
    System.out.println("2nd argument: " + value);
} catch (Exception e) {
    System.out.println("Error: " + e.getMessage());
}
```

lec02/DemoExceptionTestThrow
- Nebo **main** musí deklarovat propagaci výjimky výš


```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    ...
}
```

lec02/DemoExceptionTestThrowMain

*V tomto případě je použití výjimky **Exception** nevhodné.*

Kdy předávat výjimku výš?

- Pokud je to možné, výjimečnou situaci řešíme co nejbliže místa jejího vzniku
- Výjimkám typu **RuntimeException** můžeme předcházet
NullPointerException, ArrayIndexOutOfBoundsException typicky indikují opominutí.
- Předávání výjimek **throws** se snažíme vyhnout
Zejména na „uživatelskou“ úroveň.
- Výjimky typu **Exception** předáme výš pouze pokud nemá cenu výjimku ošetřovat, např. požadovanou hodnotu potřebujeme a bez ní nemá další činnost programu smysl
- Java při překladu kontroluje kritické části, které vyžadují ošetření nebo deklaraci předání výjimky výš

Podpora na úrovni překladače.

Třída **Error**

- Představuje závažné chyby na úrovni virtuálního stroje (JVM)
- Nejsme schopni je opravit
- Třída **Error** je nadtřída všech výjimek, které převážně vznikají v důsledku sw nebo hw chyb výpočetního systému, které většinou nelze v aplikaci smysluplně ošetřit

Kontrolované a nekontrolované výjimky

- **Kontrolované** výjimky musí být explicitně deklarovány v hlavičce metody
 - Jedná se o výjimky třídy **Exception**
 - Označující se také jako **synchronní výjimky**
- **Nekontrolované** výjimky se mohou šířit z většiny metod, a proto by jejich deklarování obtěžovalo
 - Jedná se o **asynchronní výjimky**
 - Rozlišujeme na výjimky, které
 - běžný uživatel není schopen ošetřit (**Error**)
 - chyby, které ošetřujeme podle potřeby; objekty podtříd třídy **RuntimeException**

Třída **RuntimeException**

- Představuje třídu chyb, kterou lze zpravidla úspěšně ošetřit
- Je třeba je očekávat—jsou to **asynchronní výjimky**
- Nemusíme na ně reagovat a můžeme je propagovat výše
 - Překladač ošetření této výjimky nevyžaduje
- Reagujeme na ně dle našeho odhadu jejich výskytu
 - Pokud špatně odhadneme a nastane chyba, JVM indikuje místo vzniku chyby a my můžeme ošetření výjimky, nebo ošetření vzniku výjimky implementovat
Zpravidla situace, která „nikdy nenastane“ se jednou stane. Otázkou tak spíše je, jak často to se to stane při běžném použití programu.
- Prakticky není možné (vhodné) ošetřit všechny výjimky **RuntimeException**, protože to zpravidla vede na nepřehledný kód

Vytvoření vlastní výjimky

- Pro rozlišení případných výjimečných stavů můžeme vytvořit své vlastní výjimky
- Buď odvozením od třídy **Exception** – kontrolované (synchronní) výjimky
- Nebo odvozením od třídy **RuntimeException** – asynchronní

Vytvoření vlastní výjimky – Exception

- Vlastní výjimku **MyException** vytvoříme odvozením od třídy **Exception**
- Výjimku **MyException** je nutné ošetřovat, proto metodu **demo2** deklarujeme s **throws**

```
class MyException extends Exception {
    public MyException(String str) {
        super(str);
    }
}

void demo2() throws MyException {
    throw new MyException("Demo MyException");
}
```

lec02/MyExceptions

Příklad vlastní výjimky – RuntimeException

- Vlastní výjimku **MyRuntimeException** vytvoříme odvozením od třídy **RuntimeException**
- Výjimku **MyRuntimeException** není nutné ošetřovat

```
class MyRuntimeException extends RuntimeException {
    public MyRuntimeException(String str) {
        super(str);
    }
}

void demo1() {
    throw new MyRuntimeException("Demo MyRuntimeException");
}
```

lec02/MyExceptions

Ošetřování různých výjimek

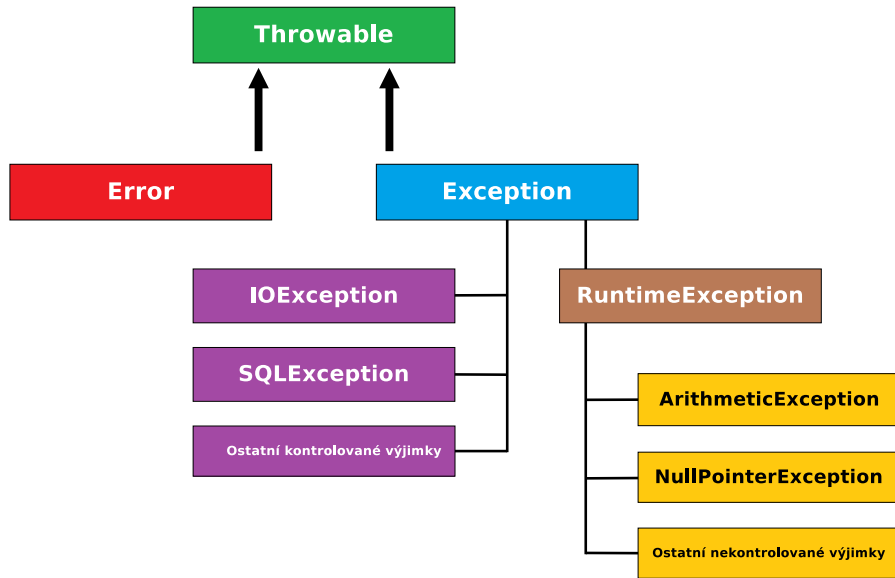
- Příslušná sekce **catch** ošetřuje kompatibilní výjimky
- Můžeme proto na různé chyby reagovat různě

```
public static void main(String[] args) {
    MyExceptions demo = new MyExceptions();
    try {
        if (args.length > 0) {
            demo.demo1();
        } else {
            demo.demo2();
        }
    } catch (MyRuntimeException e) {
        System.out.println("MyRuntimeException:" + e.
            getMessage());
    } catch (MyException e) {
        System.out.println("MyException:" + e.getMessage());
    }
}
```

lec02/MyExceptions

- Při ošetřování výjimek můžeme uplatnit dědické vztahy a hierarchii tříd výjimek

Struktura a hierarchie výjimek



Příklad – try – catch – finally – 1/2

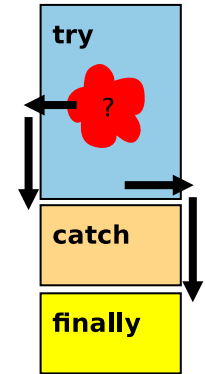
```

public class BlockFinally {
    void causeRuntimeException() {
        throw new RuntimeException("RuntimeException");
    }
    void causeException() throws MyException {
        throw new MyException("Exception");
    }
    void start(int v) {
        ...
    }
    public static void main(String[] args) {
        BlockFinally demo = new BlockFinally();
        demo.start(args.length > 0 ? Integer.parseInt(args
[0]) : 1);
    }
}
    
```

lec02/BlockFinally

Blok finally

- Při běhu programu může být nutné vykonat konkrétní akce bez ohledu na vyvolání výjimky
- Typickým příkladem je uvolnění alokovaných zdrojů, např. souborů
- Příkazy, které se mají vždy provést před opuštěním funkce je možné zapsat do bloku **finally**
- Příkazy v bloku **finally** se provedou i když blok příkazu v **try** obsahuje **return** a k vyvolání výjimečné situace nedojde



<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/exceptions/finally.html>

Příklad – try – catch – finally – 2/2

```

void start(int v) {
    try {
        if (v == 0) {
            System.out.println("v:0 call runtime");
            causeRuntimeException();
        } else if (v == 1) {
            System.out.println("v:1 call exception");
            causeException();
        } else if (v == 2) {
            System.out.println("v:2 call return");
            return;
        }
    } catch (MyException e) {
        System.out.println("start handle Exception");
    } finally {
        System.out.println("Leave start!");
    }
}
    
```

- Vyzkoušejte pro různá volání: `java BlockFinally 0`; `java BlockFinally 1`; `java BlockFinally 2`

lec02/BlockFinally

Výjimky a uvolnění zdrojů – 1/2

- Kromě explicitního uvolnění zdrojů v sekci **finally** je možné využít také konstrukce **try-with-resources** příkazu **try**
- Při volání **finally**

```
void writeInt(String filename, int w) throws
    IOException {
    FileWriter fw = null;
    try {
        fw = new FileWriter(filename);
        fw.write(w);
    } finally {
        if (fw != null) {
            fw.close();
        }
    }
}
```

totiž může dojít k výjimce při zavírání souboru a tím potlačení výjimky vyvolané při čtení ze souboru.

Pojmenované hodnoty

- Vyjmenované hodnoty reprezentují množinu pojmenovaných hodnot
- Historicky se pojmenované hodnoty dají v Javě realizovat jako konstanty

Podobně jako v jiných jazycích

```
public static final int CLUBS = 0;
public static final int DIAMONDS = 1;
public static final int HEARTS = 2;
public static final int SPADES = 3;
```

- Mezi hlavní problémy tohoto přístupu je, že není typově bezpečný
Jak zajistíme přípustné hodnoty příslušné proměnné?
- Například se jedná o hodnoty celých čísel
- Dále nemůžeme jednoduše vytisknout definované hodnoty

Výjimky a uvolnění zdrojů 2/2

- Proto je výhodnější přímo využít konstrukce **try-with-resources** příkazu **try**

```
void writeInt(String filename, int w) throws
    IOException {
    try (FileWriter fw = new FileWriter(filename)) {
        fw.write(w);
    }
}
```

- **try-with-resources** lze použít pro libovolný objekt, který implementuje **java.lang.AutoCloseable**

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/exceptions/tryResourceClose.html>

Výčtové typy

- Java 5 rozšiřuje jazyk o definování výčtového typu
- Výčtový typ se deklaruje podobně jako třída, ale s klíčovým slovem **enum** místo **class**

```
public enum Suit { CLUBS, DIAMONDS, HEARTS, SPADES }
```

- V základní podobě se jedná o čárkou oddělený seznam jmen reprezentující příslušné hodnoty
- Výčtové typy jsou typově bezpečné

```
public boolean checkClubs(Suit suit) {
    return suit == Suit.CLUBS;
}
```

Možné hodnoty jsou kontrolovány kompilátorem při překladu.

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/java00/enum.html>

Vlastnosti výčtových typů

- Uložení dalších informací
- Tisk hodnoty
- Načtení všech hodnot výčtového typu
- Porovnání hodnot
- Výčtový typ je objekt
 - Může mít datové položky a metody
 - Výčtový typ má metodu `values()`
 - Může být použit v řídicí struktuře `switch()`

```
import java.awt.Color;

public enum Suit {

    CLUBS(Color.BLACK),
    DIAMONDS(Color.RED),
    HEARTS(Color.BLACK),
    SPADES(Color.RED);

    private Color color;

    Suit(Color c) {
        this.color = c;
    }

    public Color getColor() {
        return color;
    }

    public boolean isRed() {
        return color == Color.RED;
    }
}
```

lec02/Suit

Příklad použití 2/2

- Příklad výpisu:

```
java DemoEnum
Card: SPADES color: java.awt.Color[r=255,g=0,b=0]
suit: CLUBS color: java.awt.Color[r=0,g=0,b=0]
suit: DIAMONDS color: java.awt.Color[r=255,g=0,b=0]
suit: HEARTS color: java.awt.Color[r=0,g=0,b=0]
suit: SPADES color: java.awt.Color[r=255,g=0,b=0]
```

- Příklad použití v příkazu `switch`

```
Suit suit = Suit.HEARTS;

switch (suit) {
    case CLUBS:
    case HEARTS:
        // do with black
        break;
    case DIAMONDS:
    case SPADES:
        // do with red
        break;
}
```

Příklad použití 1/2

```
public class DemoEnum {
    public boolean checkClubs(Suit suit) {
        return suit == Suit.CLUBS;
    }

    public void start() {
        Suit suit = Suit.valueOf("SPADES"); //parse string
        System.out.println("Card: " + suit);

        Suit[] suits = Suit.values();
        for (Suit s : suits) {
            System.out.println(
                "Suit: " + s + " color: " + s.getColor());
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        DemoEnum demo = new DemoEnum();
        demo.start();
    }
}
```

lec02/DemoEnum

Reference na výčet

- Výčet je jen jeden *Singleton*
- Referenční proměnná výčtového typu je buď `null` nebo odkazuje na validní hodnotu z výčtu
- Důsledek: pro porovnání dvou referenčních hodnot není nutné používat `equals`, ale lze využít přímo operátor `==`
 - Jak porovnáváme objekty?*

Kolekce (kontejnery) v Javě

Java Collection Framework (JFC)

- Množina třídy a rozhraní implementující sadu obecných a znovupoužitelných datových struktur
- Navržena a implementována převážně Joshua Blochem
J. Bloch: Effective Java (2nd Edition), Addison-Wesley, 2008
- Příklad aplikace principů objektové orientovaného programování návrhu klasických datových struktur
Dobry příklad návrhu
- JFC poskytuje unifikovaný rámec pro reprezentaci a manipulaci s kolekcemi

Java Collection Framework (JFC)

- **Rozhraní** (interfaces) – hierarchie abstraktních datových typů (ADT)
 - Umožňují kolekcím manipulovat s prvky nezávislé na konkrétní implementaci
 - `java.util.Collection`, ...
- **Implementace** – konkrétní implementace rozhraní poskytují základní podporu pro znovupoužitelné datové struktury
 - `java.util.ArrayList`, ...
- **Algoritmy** – užitečné metody pro výpočty, hledání, řazení nad objekty implementující rozhraní kolekcí
 - Algoritmy jsou polymorfní
 - `java.util.Collections`

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/collections>

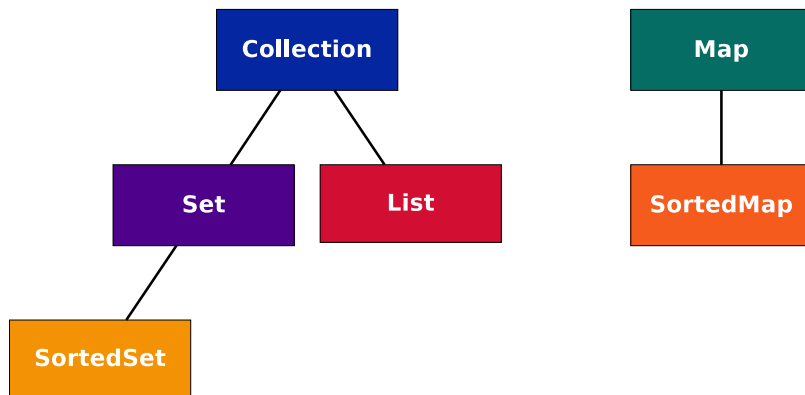
Kolekce

- Kolekce (též nazývaná kontejner) je objekt, který obsahuje množinu prvků v jediné datové struktuře
- Základními datovými strukturami jsou
 - Pole (statické délky) – nevýhody: konečný počet prvků, přístup přes index, implementace datových typů je neflexibilní
 - Seznamy – nevýhody: jednoúčelový program, primitivní struktura
- **Java Collection Framework** – jednotné prostředí pro manipulaci se skupinami objektů
 - Implementační prostředí datových typů **polymorfního charakteru**
 - Typickými skupinami objektů jsou **abstraktní datové typy**: množiny, seznamy, fronty, mapy, tabulky, ...
 - Umožňuje nejen ukládání objektů, získávání a jejich zpracování, ale také výpočet souhrnných údajů apod.
 - Realizuje se prostřednictvím: **rozhraní** a **tříd**

JFC – výhody

- Výkonné implementace – umožňují rychlé a kvalitní programy, možnosti přizpůsobení implementace
- Jednotné API (*Application Programming Interface*)
 - Standardizace API pro další rozvoj
 - Genericita
- Jednoduchost, konzistentnost (jednotný přístup), rychlé naučení
- Podpora rozvoje sw a jeho znovupoužitelnost
Jednotné API podporuje interoperabilitu i částí vytvořených nezávisle.
- Odstínění od implementačních podrobností
Kromě JFC je dobrý příklad kolekcí také knihovna STL (Standard Template Library) pro C++.
- Nevýhody
 - Rozsáhlejší kód
 - Široká nabídka možností

Struktura rozhraní kolekce



- **Collection** lze získat z **Map** prostřednictvím **Map.values()**
- Některé operace jsou navrženy jako „*optional*“, proto konkrétní implementace nemusí podporovat všechny operace

UnsupportedOperationException

Iterátor

- Iterátor lze získat voláním metody **iterator** objektu kolekce
- Příklad průchodu kolekce **collection**

```

Iterator it = collection.iterator();
while(it.hasNext()) {
    System.out.println(it.next());
}
    
```

- Metoda **next()**:

1. Vrací aktuální prvek iterátoru

Po vytvoření iterátoru je to první prvek

2. Postoupí na další prvek, který se stane aktuálním prvkem iterátoru

Procházení kolekcí v Javě

- Iterátory – **iterator**
 - Objekt umožňující procházet kolekci
 - a selektivně odstraňovat prvky
- Rozšířený příkaz **for-each**
 - Zkrácený zápis, který je přeložen na volání s použitím **o.iterator()**

```

public interface Iterator {
    boolean hasNext();
    Object next();
    void remove(); //Optional
}
    
```

```

Collection collection =
    getCollection();
for (Object o: collection) {
    System.out.println(o);
}
    
```

Iterátor – metody rozhraní

- Rozhraní **Iterator**

```

public interface Iterator {
    boolean hasNext();
    Object next();
    void remove(); //Optional
}
    
```

- **hasNext()** – true pokud iterace má ještě další prvek
- **next()** – vrací aktuální prvek a postoupí na další prvek
 - Vyvolá **NoSuchElementException** pokud již byly navštíveny všechny prvky
- **remove()** – odstraní poslední prvek vrácený **next**
 - Lze volat pouze jednou po volání **next**
 - Jinak vyvolá výjimku **IllegalStateException**
 - Jediný korektní způsob modifikace kolekce během iterování

Iterátor a způsoby implementace

- Vytvoření kopie kolekce
 - + vytvořením privátní kopie nemohou jiné objekty změnit kolekci během iterování
 - náročné vytvoření $O(n)$
- Přímé využití vlastní kolekce *Běžný způsob*
 - + Vytvoření, **hasNext** a **next** jsou $O(1)$
 - Jiný objekt může modifikovat strukturu kolekce, což může vést na nespécifikované chování operací

Iterátory a jejich zobecnění

- Iterátory mohou být aplikovány na libovolné kolekce
- Iterátory mohou reprezentovat posloupnost, množinu nebo mapu
- Mohou být implementovány použitím polí nebo spojových seznamů
- Příkladem rozšíření pro spojové seznamy je **ListIterator**, který umožňuje
 - Přístup k celočíselné pozici (index) prvku
 - Dopředný (forward) nebo zpětný (backward) průchod
 - Změnu a vložení prvků
 - add, hasNext, hasPrevious, previous, next, nextIndex, previousIndex, set, remove*

Rozhraní Iterable

- Umožňuje asociovat **Iterator** s objektem
- Především předepisuje metodu


```
public interface Iterable {
    ...
    Iterator iterator();
    ...
}
```

Iterator: hasNext(); next(); remove(); – jednoduché rozhraní a z toho plynoucí obecnost (genericita).
- V Java 8 rozšíření o další metody
 - <http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Iterable.html>
- Iterátory v Javě
 - http://www.tutorialspoint.com/java/java_using_iterator.htm
- Iterator Design Pattern
 - http://sourcecmaking.com/design_patterns/Iterator/java/1
 - <http://java.dzone.com/articles/design-patterns-iterator>

Příklad implementace spojového seznamu

- Třída **LinkedList** pro uchování objektů
- Implementujeme metody **push** a **print**
 - [lec02/LinkedList](#)

Příklad použití

- Do seznamu můžeme přidávat libovolné objekty, např. **String**

- Tisk seznamu však realizuje vlastní metodou **print**

```
LinkedList lst = new LinkedList();
lst.push("Joe");
lst.push("Barbara");
lst.push("Charles");
lst.push("Jill");
```

```
lst.print();
```

- Využití konstrukce **for-each** vyžaduje, aby třída **LinkedList** implementovala rozhraní **Iterable**

```
for (Object o : lst) {
    System.out.println("Object:" + o);
}
```

Implementace rozhraní **Iterator**

- Rozhraní **Iterator** předepisuje metody **hasNext** a **next**

```
private class LLIterator implements Iterator {
    private ListNode cur;

    private LLIterator(ListNode cur) {
        this.cur = cur; // nastavení kurzoru
    }

    @Override
    public boolean hasNext() {
        return cur != null;
    }

    @Override
    public Object next() {
        if (cur == null) {
            throw new NoSuchElementException();
        }
        Object ret = cur.item;
        cur = cur.next; //move forward
        return ret;
    }
}
```

lec02/LinkedListIterable

Rozhraní **Iterable** a **Iterator**

- Rozhraní **Iterable** předepisuje metodu **iterator**, která vrací iterátor instanci třídy implementující rozhraní **Iterator**

- Iterator** je objekt umožňující postupný přístup na položky seznamu

- Rozšíříme třídu **LinkedList** o implementaci rozhraní **Iterable** a vnitřní třídu **LLIterator** implementující rozhraní **Iterator**

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/java00/innerclasses.html>

```
public class LinkedListIterable extends LinkedList
    implements Iterable {

    private class LLIterator implements Iterator { ... }

    @Override
    public Iterator iterator() {
        return new LLIterator(start); //kurzor <- start
    }
}
```

lec02/LinkedListIterable

Příklad využití iterátoru v příkazu **for-each**

- Nahradíme implementace **LinkedList** za **LinkedListIterable**

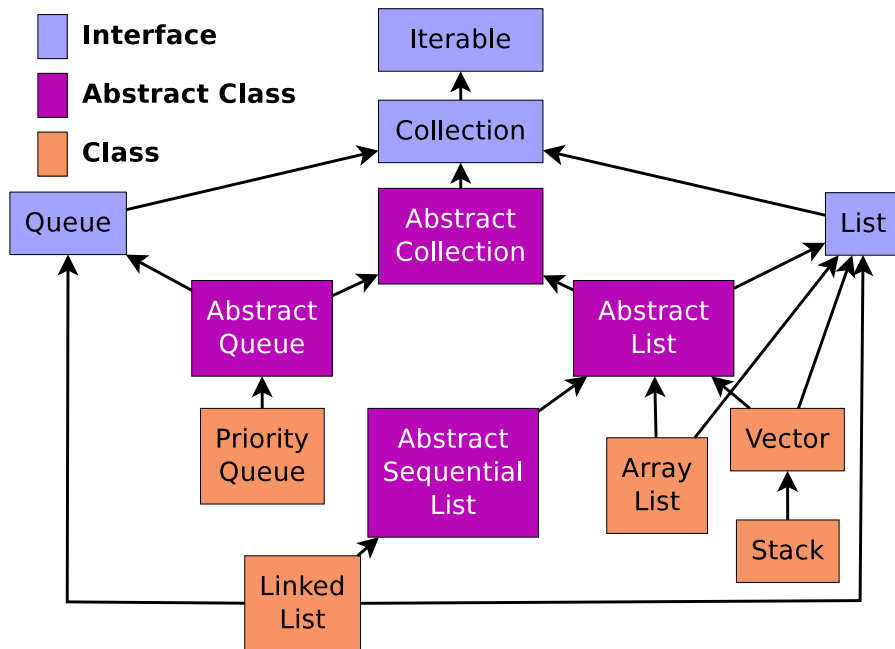
```
// LinkedList lst = new LinkedList();
LinkedListIterable lst = new LinkedListIterable();
lst.push("Joe");
lst.push("Barbara");
lst.push("Charles");
lst.push("Jill");

lst.print();

for (Object o : lst) {
    System.out.println("Object:" + o);
}
```

lec02/LinkedListDemo

JFC overview



Třída AbstractCollection

- Základní implementace rozhraní **Collection**
- Pro **neměnitelnou** kolekci je nutné implementovat
 - **iterator** spolu s **hasNext** a **next**
 - **size**
- Pro **měnitelnou** kolekci je dále nutné implementovat
 - **remove** pro **iterator**
 - **add**

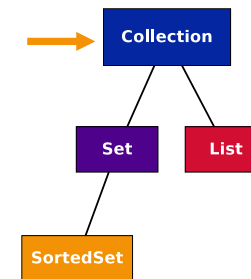
Rozhraní Collection

- Co možná nejobecnější rozhraní pro předávání kolekci objektů

```
public interface Collection {
    // Basic Operations
    int size();
    boolean isEmpty();
    boolean contains(Object element);
    boolean add(Object element); // Optional
    boolean remove(Object element); // Optional
    Iterator iterator();

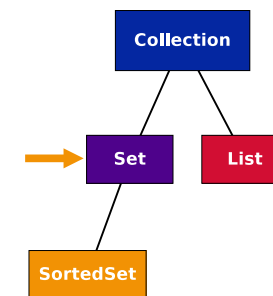
    // Bulk Operations
    boolean containsAll(Collection c);
    boolean addAll(Collection c); // Optional
    boolean removeAll(Collection c); // Optional
    boolean retainAll(Collection c); // Optional
    boolean clear(); // Optional

    // Array Operations
    Object[] toArray();
    <T> T[] toArray(T a[]);
}
```



Rozhraní Set

- **Set** je **Collection**, ve které nejsou duplicitní prvky
- Využívá metod **equals** a **hashCode** pro identifikaci stejných prvků
- Dva objekty **Set** jsou stejné pokud obsahují stejné prvky
- JDK implementace
 - **HashSet** – velmi dobrý výkon (využívá hašovací tabulku)
 - **TreeMap** – garantuje uspořádání, red-black strom



- **podmnožina**
s1.containsAll(s2)
- **sjednocení**
s1.addAll(s2)
- **průnik**
s1.retainAll(s2)
- **rozdíl**
s1.removeAll(s2)

Rozhraní List

- Rozšiřuje rozhraní **Collection** pro model dat jako **uspořádanou posloupnost** prvků, indexovanou celými čísly udávající pozici prvku (od 0)

```
public interface List extends Collection {
    // Positional Access
    Object get(int index);
    Object set(int index, Object element); // Optional
    void add(int index, Object element); // Optional
    Object remove(int index); // Optional
    abstract boolean addAll(int index,
        Collection c); // Optional

    // Search
    int indexOf(Object o);
    int lastIndexOf(Object o);

    // Iteration
    ListIterator listIterator();
    ListIterator listIterator(int index);

    // Range-view
    List subList(int from, int to);
}
```

```
public interface ListIterator
    extends Iterator {
    boolean hasNext();
    Object next();

    boolean hasPrevious();
    Object previous();

    int nextIndex();
    int previousIndex();

    void remove(); // Optional
    void set(Object o); // Optional
    void add(Object o); // Optional
}
```

- Většina polymorfních algoritmů v JFC je aplikovatelná na **List** a ne na **Collection**.

```
sort(List); shuffle(List); reverse(List); fill(List, Object);
copy(List dest, List src); binarySearch(List, Object);
```

Třída ArrayList

- Náhodný přístup k prvkům implementující rozhraní **List**
 - Používá pole (array)
 - Umožňuje automatickou změnu velikosti pole
 - Přidává metody:
 - **trimToSize()**
 - **ensureCapacity(n)**
 - **clone()**
 - **removeRange(int fromIndex, int toIndex)**
 - **writeObject(s)** – zápis seznamu do výstupního proudu **s**
 - **readObject(s)** – načtení seznamu ze vstupního proudu **s**
- <http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/ArrayList.html>
- **ArrayList** obecně poskytuje velmi dobrý výkon (využívá hašovací tabulky)
 - **LinkedList** může být někdy rychlejší
 - **Vector** – **synchronizovaná** „varianta“ **ArrayList**, ale lze též přes **synchronized wrappers**

Rozhraní ArrayList

- Základní implementace rozhraní **List**
- Pro **neměnitelný** list je nutné implementovat
 - **get**
 - **size**
- Pro **měnitelný** list je dále nutné implementovat
 - **set**
- Pro měnitelný list **variabilní délky** je dále nutné implementovat
 - **add**
 - **remove**

Rozhraní Map

- **Map** je kolekce, která mapuje klíče na hodnoty
 - Každý klíč může mapovat nejvýše jednu hodnotu
 - Standardní JDK implementace:
 - **HashMap** – uloženy v hašovací tabulce
 - **TreeMap** – garantuje uspořádání, red-black strom
 - **Hashtable** – hašovací tabulka implementující rozhraní **Map**
- synchronizovaný přístup, neumožňuje null prvky a klíče*

```
public interface Map {
    // Basic Operations
    Object put(Object key, Object value);
    Object get(Object key);
    Object remove(Object key);
    boolean containsKey(Object key);
    boolean containsValue(Object value);
    int size();
    boolean isEmpty();
    // Bulk Operations
    void putAll(Map t);
    void clear();

    // Collection Views
    public Set keySet();
    public Collection values();
    public Set entrySet();

    // Intergace for entrySet
    // elements
    public interface Entry {
        Object getKey();
        Object getValue();
        Object setValue(Object val);
    }
}
```


Třída SortedSet

- **SortedSet** je **Set**, který udržuje prvky v rostoucím pořadí tříděné podle:
 - přirozeného pořadí prvků, nebo dle implementace **Comparator** předaného při vytvoření
- Dále **SortedSet** nabízí operace pro
 - **Range-view** – rozsahové operace
 - **Endpoints** – vrací první a poslední prvek
 - **Comparator access** – vrací **Comparator** použitý pro řazení

```
public interface SortedSet extends Set {
    // Range-view
    SortedSet subSet(Object fromElement, Object toElement);
    SortedSet headSet(Object toElement);
    SortedSet tailSet(Object fromElement);

    // Endpoints
    Object first();
    Object last();

    //Comparator access
    Comparator comparator();
}
```

Obecně použitelné implementace

- Pro každé rozhraní (kromě obecného rozhraní Collection) jsou poskytovány dvě implementace

	Implementace			
	Hašovací tabulky	Variabilní pole	Vyvážený strom	Spojový seznam
	HashSet		TreeSet	
Rozhraní	List	ArrayList, Vector		LinkedList
	HashMap		TreeMap	

Implementace kolekcí

- **Obecně použitelné implementace**
Veřejné (**public**) třídy, které poskytují základní implementaci hlavních rozhraní kolekcí, například **ArrayList**, **HashMap**
- **Komfortní implementace**
Mini-implementace, typicky dostupné přes takzvané statické tovární metody (static factory method), které poskytují komfortní a efektivní implementace pro speciální kolekce například **Collections.singletonList()**.
- **Zapouzdřující implementace**
Implementace kombinované s jinými implementacemi (s obecně použitelnými implementacemi) a poskytují tak dodatečné vlastnosti, např. **Collections.unmodifiableCollection()**

Generické typy a nevýhody polymorfismu

- Flexibilita (znovupoužitelnost) tříd je tradičně v Javě řešena dědičností a polymorfismem
- Polymorfismus nám dovoluje vytvořit třídu (např. nějaký kontejner), která umožňuje uložit libovolný objekt (jako referenci na objekt typu **Object**)
Např. **ArrayList** z JFC
- Dynamická vazba polymorfismu však neposkytuje kontrolu správného (nebo očekávaného) typu během kompilace
- Případná chyba v důsledku „špatného“ typu se tak projeví až za běhu programu
- Tato forma polymorfismu také vyžaduje explicitní přetypování objektu získaného z nějaké takovéto obecné kolekce

Příklad použití kolekce `ArrayList`

```
package cz.cvut.fel.pr2;
import java.util.ArrayList;

public class Simulator {
    World world;
    ArrayList participants;

    Simulator(World world) {
        this.world = world;
        participants = new ArrayList();
    }

    public void nextRound() {
        for (int i = 0; i < participants.size(); ++i) {
            Participant player = (Participant) participants.get(i);
            Bet bet = world.doStep(player);
        }
    }
}
```

- Explicitní přetypování (`Participant`) je nutné.

Příklad použití parametrizované kolekce `ArrayList`

```
package cz.cvut.fel.pr2;
import java.util.ArrayList;

public class Simulator {
    World world;
    ArrayList<Participant> participants;

    Simulator(World world) {
        this.world = world;
        participants = new ArrayList();
    }

    public void nextRound() {
        for (int i = 0; i < participants.size(); ++i) {
            Participant player = participants.get(i);
            Bet bet = world.doStep(player);
        }
    }
}
```

- Explicitní přetypování (`Participant`) není nutné

Generické typy

- Java 5 dovoluje použít generických tříd a metod
- Generický typ umožňuje určit typ instance tříd, které lze do kolekce ukládat
- Generický typ tak poskytuje statickou typovou kontrolu během překladač
- Generické typy představují parametrizované definice třídy typu nějaké datové položky
- Parametr typu se zapisuje mezi `<>`, například

```
List<Participant> partList = new ArrayList<Participant>();
```

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/index.html>

Příklad – generický a negenerický typ

```
ArrayList participants;
participants = new ArrayList();
participants.push(new PlayerRed());
```

```
// vložit libovolny objekt je mozne
participants.push(new Bet());
```

```
ArrayList<Participant> participants2;
participants2 = new ArrayList<Participant>();
participants2.push(new PlayerRed());
```

```
// nelze prelozit
// typova kontrola na urovni prekladace
participants2.push(new Bet());
```

Příklad parametrizované třídy

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

class Library<E> {
    private List<E> resources = new ArrayList<E>();

    public void add(E x) {
        resources.add(x);
    }

    public E getLast() {
        int size = resources.size();
        return size > 0 ? resources.get(size-1) : null;
    }
}
```

Diskutovaná témata

Shrnutí přednášky

Generické metody

- Generické metody mohou být členy generických tříd nebo normálních tříd

```
public class Methods {
    public <T> void print(T o) {
        System.out.println("Print Object: " + o);
    }
    public static void main(String[] args) {
        Integer i = 10;
        Double d = 5.5;

        Methods m1 = new Methods();

        m1.print(i);
        m1.print(d);

        m1.<Integer>print(i);

        /// nelze -- typova kontrola
        m1.<Integer>print(d);
    }
}
```

lec02/Methods

Diskutovaná témata

Diskutovaná témata

- Ošetření výjimečných stavů – **exceptions**
- Výčtové typy – **enum**
- Kolekce – **Java Collection Framework (JFC)**
 - Generické typy
- **Příště: GUI v Javě**