Paměť v objektových jazycích

OMO, LS 2014/2015

Alokace Paměti

- **Statická alokace** - paměť je přidělena prakticky v “době kompilace”
  - Nelze použít pro dynamické datové struktury
- **Alokace na zásobníku** - dynamická alokace na zásobníku v rámci současného rámce (místo na zásobníku patřící volané metodě)
  - Po skončení volání je paměť dealokována
- **Alokace na haldě** - dynamická alokace na haldě, alokovanou paměť je třeba spravovat
  - V **Java** to za nás dělá Garbage Collector

Paměťový model

- Paměť rozdělena do tří oblastí (address space)
  - **Code area** (Prováděný kód)
  - **Stack** (Zásobník)
  - **Heap** (Halda)
- Tento model je zjednodušený!
- Budeme uvažovat programy běžící **pouze v jednom vlákně**.

Activation Record

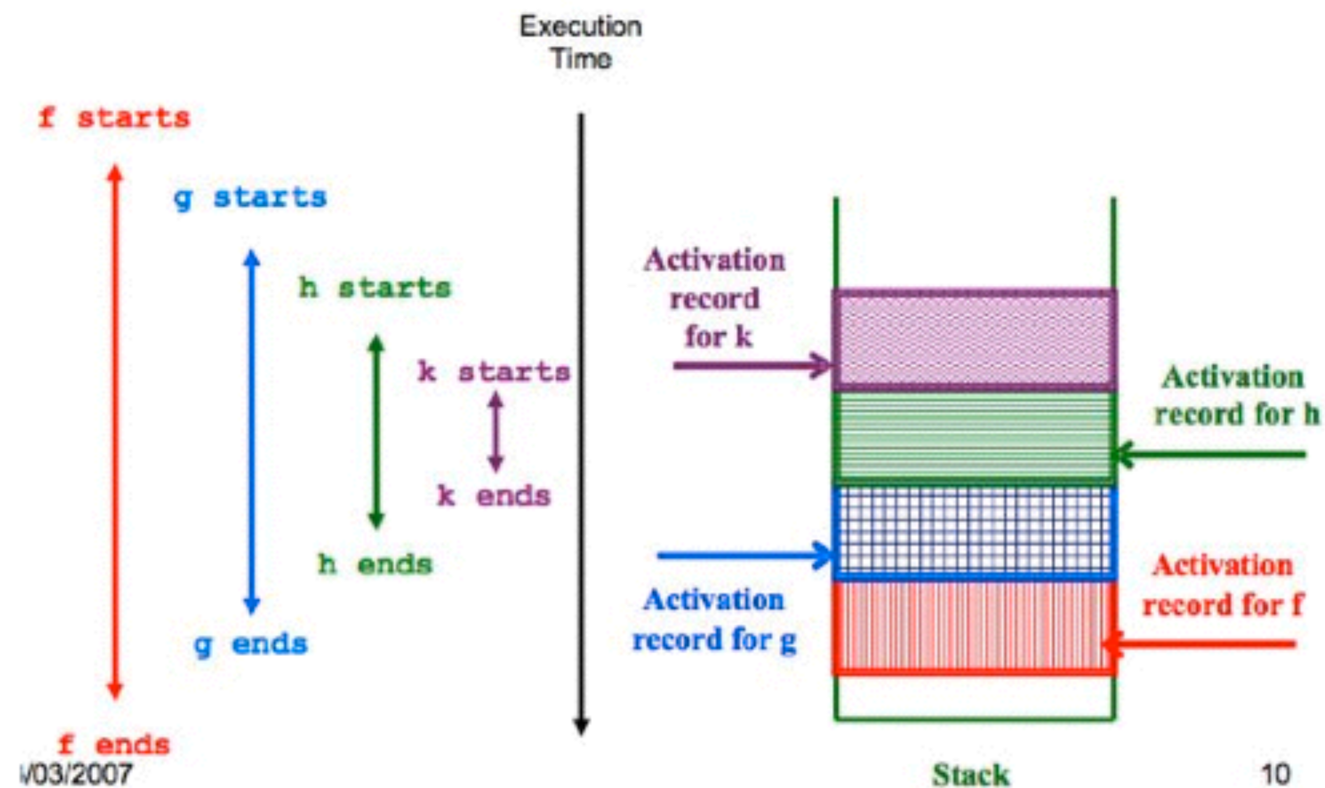
- Když je metoda volána, tak veškeré **informace** nutné pro její běh jsou **umístěny na zásobník**.
- Tyto informace se nazývají **Activation Record (AR)**.
- Když volání skončí (return), pak je **AR odstraněn ze zásobníku**.

Activation Record

```
void f(){
   g();
}

void g(){
   h();
}

void h(){
  k();
}
```



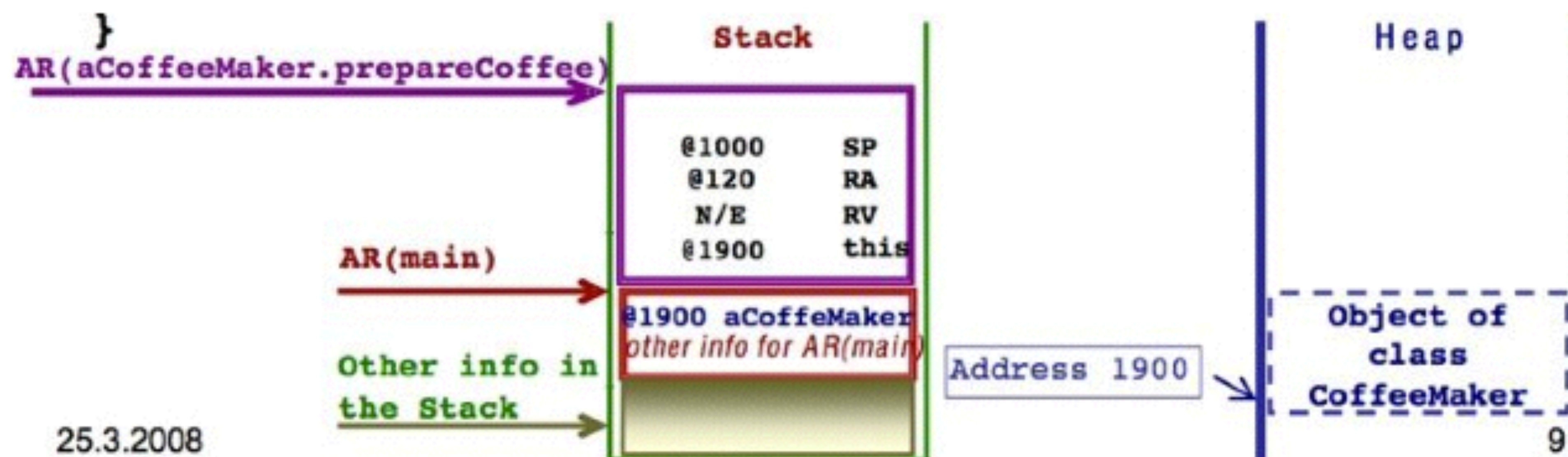
Převzato z [1]

AR obsahuje

- Návratová hodnota (Co vracím?) **RV**
- Adresa návratu (Kam se vracím?) **RA**
- Ukazatel na zásobník (Odkud jsem přišel?) **SP**
- Hodnoty parametrů metody.
- Lokální proměnné.

Activation Record

```
public class CoffeeMaker {
      public void prepareCoffee() {
      /*Prepare the coffee with a standard amount of sugar*/
      }
      public void prepareCoffeeSweet(int sugarAm){
      /* Prepare the coffee with sugarAm(ount) of sugar */
      }
      void main(...) {
            CoffeeMaker aCoffeeMaker;
            aCoffeeMaker = new CoffeeMaker();
            aCoffeeMaker.prepareCoffee();
      }
}
```



Převzato z [1]

Paměťový formalismus

- Umožňuje přehledně **zaznamenat stav programu**.
- Lze ho použít pro **krokování programu "na papír"**.

Hodnoty

- Logické: true, false
- Čísla: 0, 1, -1, 2, -2, …
- Znaky: ‘a’, ‘A’, ‘b’, ‘B’, …
- Řetězce: “Super řetězec”, …
- Adresy: null, #1, #2, #3, …

Proměnné

- Jméno = hodnota
- např. contents = 5, nebo next = #3
- Hodnota proměnné musí odpovídat jejímu typu.

Objekty

- Třída(attr1 = hodn1, attr2 = hodn2, …)
- např. Node(contents = 1, next = #2)
- Jména atributů musí korespondovat s danou třídou, na jejich pořadí nezáleží.
- Pokud atributy neznáme, můžeme je vypustit: Node(…)

Halda

- Mapování z adres na objekty.

- Používáme šipkovou notaci (symbol není podstatný).

- #1 -> Node(contents = 2, next = #2),
  #2 -> Node(contents = 3, next = #2)

- Na jedné adrese nemohou být dva objekty.

Prostor statických proměnných

- Třída1.proměnná1 = hodnota1,
  Třída2.proměnná2 = hodnota2

- Např. Node.globalhead = #2,
  Car.totalCount = 10211432

- Statické proměnné musí korespondovat s definicemi použitých tříd.

Zásobník

- Rámec = Stack Frame = Activation Record
- Zásobník se skládá z rámců, každý rámec odpovídá jedné zavolané metodě.
- Uvnitř rámce jsou vypsány existující lokální proměnné a jejich hodnoty.
- Rámce zpravidla píšeme nad sebe a oddělujeme vodorovnou čarou.
- Nesmíme zapomenout na this!

Pole

- Vytváří se pomocí *new*, takže bude jako objekt na haldě.
- V notaci ho budeme značit jako […, …, …], kde v závorkách je seznam hodnot.
- Příklad:

  int[] intArray = new int[4];

  (#1 -> [0, 0, 0, 0] | intArray = #1 |)

  String [] strArray = new String[3];

  (#2 -> [null, null, null] | strArray = #2 |)

Zásobník - příklad

a = 3, b = 5, this = #1

---

x = #1, a = “abecede”

Celá paměť

(halda | zásobník | statické proměnné)

```java
class Coffee {
    public boolean milk;
    public Coffee() {
    }
}


public class CoffeeMaker {
    static int coffeeCount = 0;
    Coffee makeCoffee() {
        coffeeCount++;
        Coffee c = new Coffee();
        c.milk = true;
        return c;
    }
    public static void main(String[] args) {
        CoffeeMaker coffeeMaker;
        coffeeMaker = new CoffeeMaker();
        Coffee c = coffeeMaker.makeCoffee();
    }
}
```

Garbage Collection

Smysl Garbage Collection

- Manuální správa paměti může vést k chybám
  - úniky paměti (memory leak).
  - nesprávné ukazatele - ukazují na paměť, která již není alokována.
- GC umožňuje programátorovi se více soustředit na samotný program.

Garbage Collection

- Cíl: uvolnit objekty, které nebudou již více používané.
- **Nelze určit dopředu.**
- Dosažitelnost: tranzitivní uzávěr ukazatelů začínající v kořenové množině (root set) (všechny lokální a globální proměnné).

Metody GC

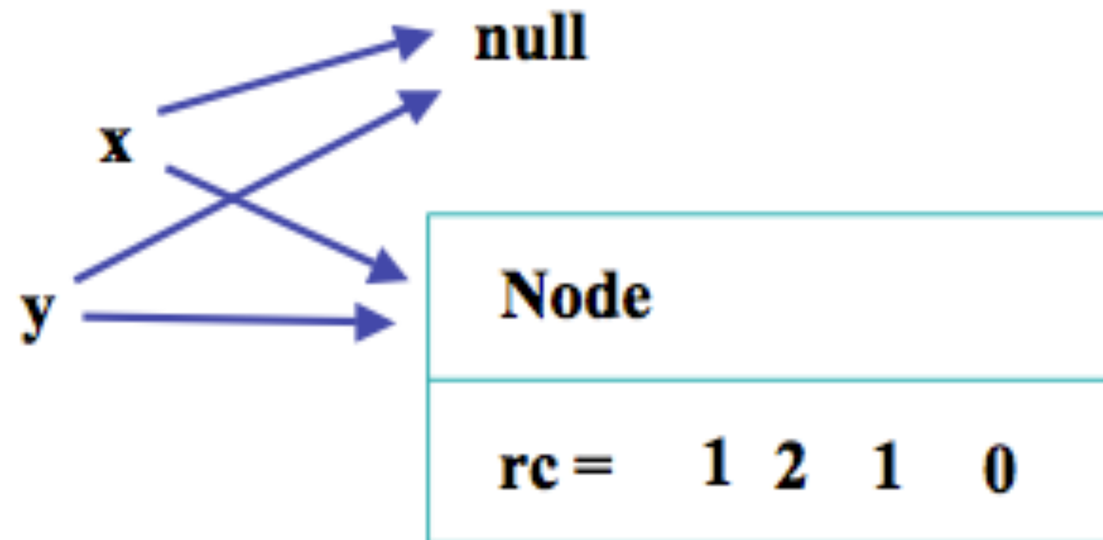
- Algoritmy
  - Reference Counting
  - Mark and Sweep, Mark and Compact, Mark and Copy
- Přístupy
  - Hybrid Collecting - kombinace předchozích
  - Generational Collectors (Java) - zavedení generací podle stáří objektů

Reference Counting

- Každý objekt obsahuje čítač.
- Přiřazení objektu do proměnné → snížení stavu čítače starého objektu a zvýšení stavu čítače objektu nově přiřazeného (pokud existují).
- Když čítač u objektu dosáhne 0, objekt se uvolní (jeho pamět' připadne na free list).
- Nevýhody: velká přidaná zátěž, neporadí si s cyklickými odkazy.

Reference Counting

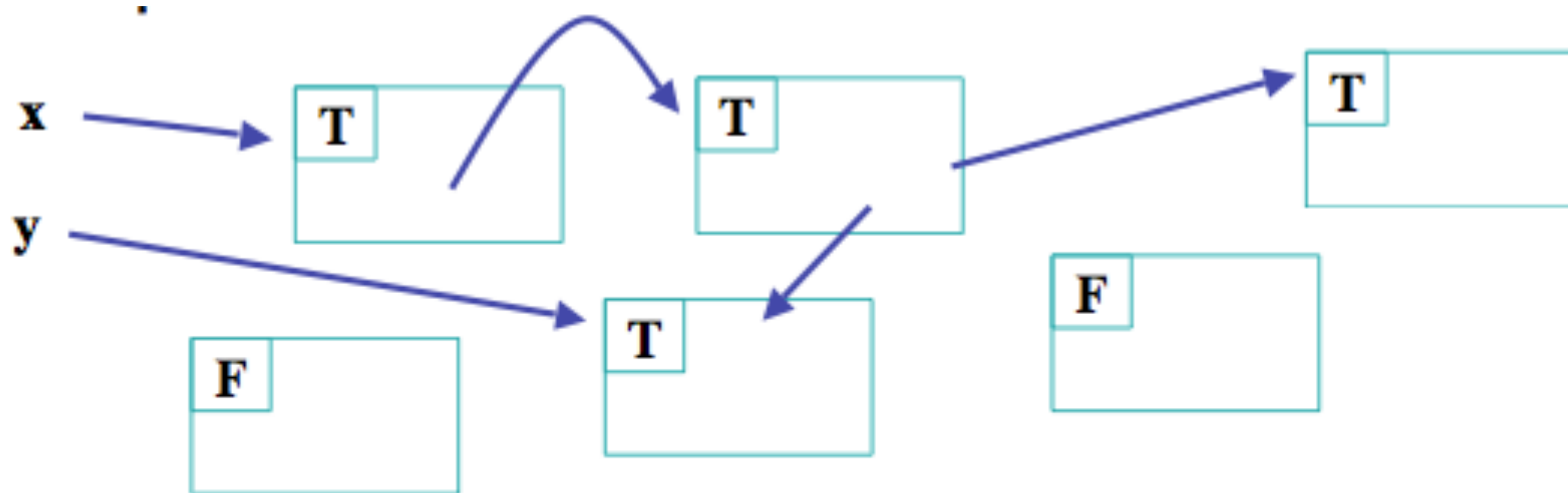
```
Node x, y;
x = new Node (3, null);
y = x;
x = null;
y = x;
```



Mark and Sweep

- Každý objekt obsahuje značku (mark).
- Jednou za čas dojde ke konstrukci transitivního uzávěru z kořenové množiny a všechny dosažitelné objekty jsou označeny.
- Neoznačené objekty jsou uvolněny (sweep)(přidání jejich jejich paměti na free-list).
- Zbylé objekty jsou opět odznačeny.

Mark and Sweep



Reference

- [1] http://task3.cc/wp-content/uploads/2011/04/object-oriented-memory-management-java-c++.pdf