Správa paměti

Karel Richta a kol.

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Objektové modelování, A7B36OMO
09/2016, Správa pam.

https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a7b36omo/start

Paměťový model

Paměť je rozdělena do tří (někdy čtyř) oblastí:

- **Kód** (code area, může být ROM)
- **Statická data** (global memory)
- **Zásobník** (stack)
- **Halda** (heap)

- Tento model je zjednodušený!
- Budeme uvažovat programy běžící v jednom vlákně.

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.
  - Po skončení volání je paměť de-alokována.
- **Alokace na haldě** - dynamická alokace na haldě, alokovanou paměť je třeba spravovat.
  - V jazyce Java to za nás dělá „Garbage Collector“.

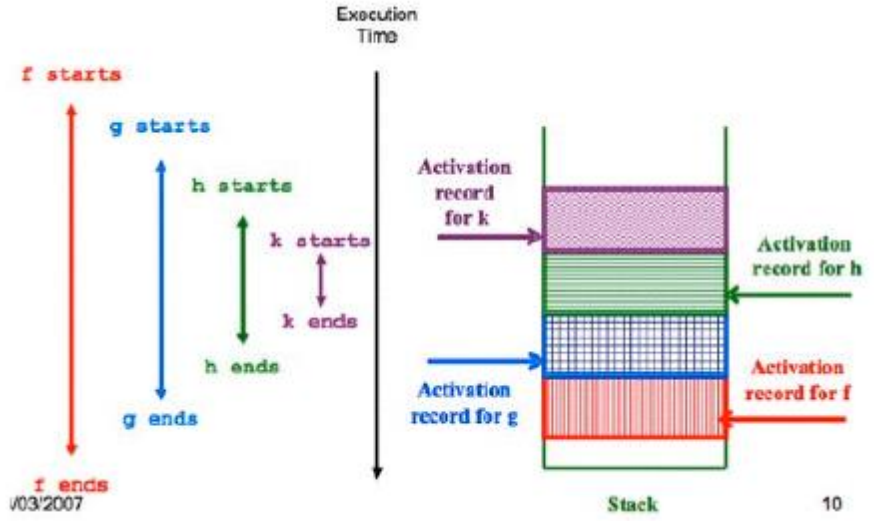
Aktivační záznam (Activation Record)

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

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

void g(){
   h();
}

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



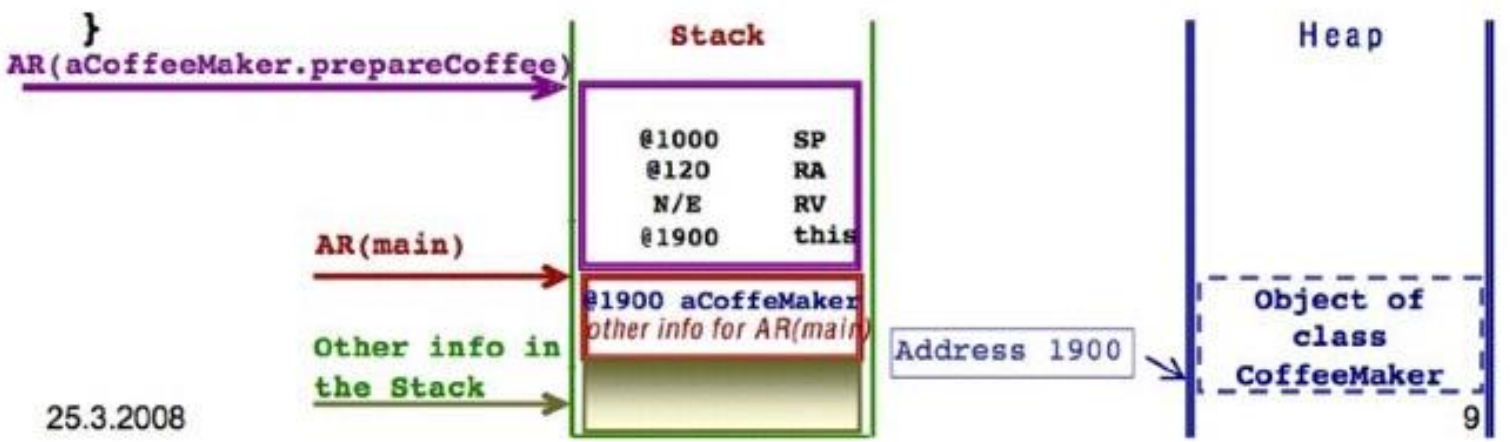
Zdroj: http://ineed.coffee/wp-content/uploads/2011/04/object-oriented-memory-management-java-c++.pdf

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.

Příklad

```
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();
      }
}
```



Zdroj: http://ineed.coffee/wp-content/uploads/2011/04/object-oriented-memory-management-java-c++.pdf

Formalismus pro zachycení obsahu paměti

- 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, …

Formalismus pro zachycení obsahu paměti (pokr.)

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(…)

Formalismus pro zachycení obsahu paměti (pokr.)

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.

Statické proměnné:

- Třída1.proměnná1 = hodnota1, Třída2.proměnná2 = hodnota2
  - Např. Node.globalhead = #2, Car.totalCount = 10211432
- Statické proměnné musí korespondovat s definicemi použitých tříd.

Formalismus pro zachycení obsahu paměti (pokr.)

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!

Příklad:

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

---

x = #1, a = “abecede”

Příklad

```
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();
        }
}
```

Úklid paměti - 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.
- Cíl: uvolnit objekty, které nebudou již více používané.
- 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:

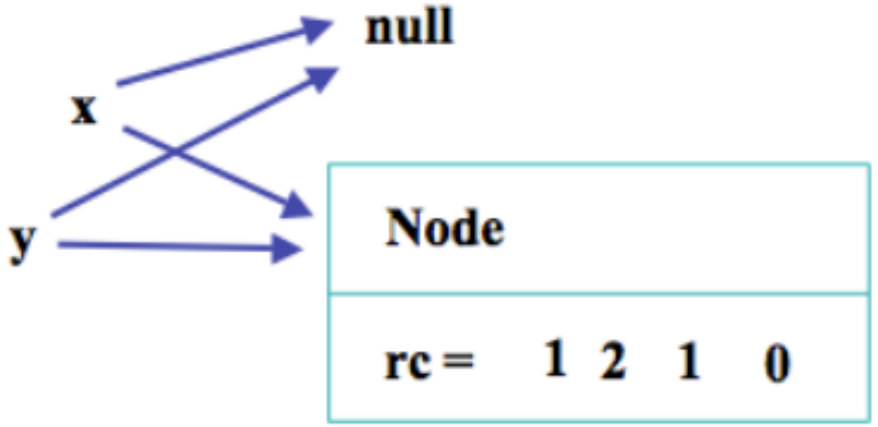
- Hybrid Collecting - kombinace předchozích.
- Generational Collectors (Java) - zavedení generací podle stáří objektů.

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 paměť připadne na free list).
- Nevýhody: velká přidaná zátěž, neporadí si s cyklickými odkazy.

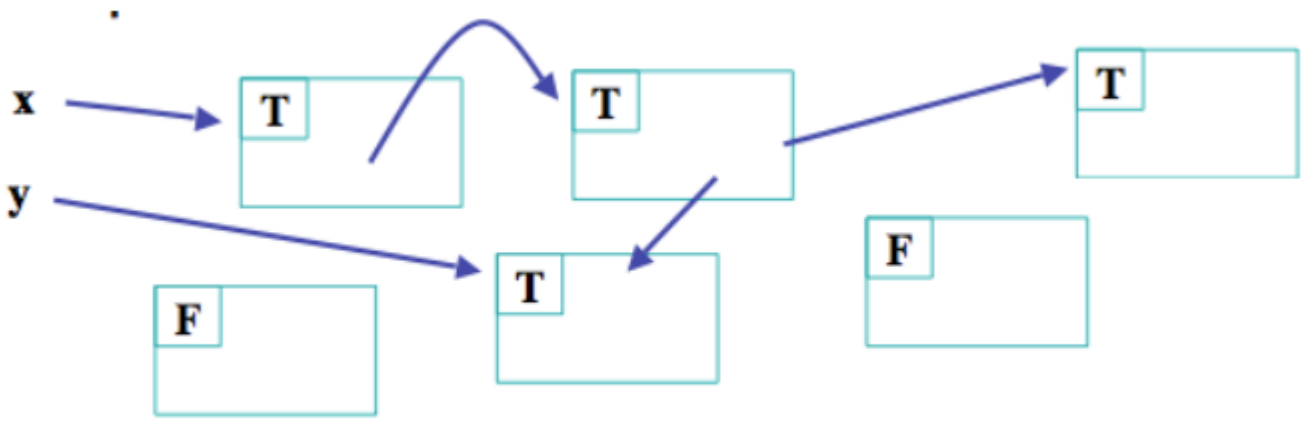
Příklad

```
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 paměti na free-list).
- Zbylé objekty jsou opět odznačeny.



The End

http://ineed.coffee/wp-content/uploads/2011/04/object-oriented-memory-management-java-c++.pdf