

# MI-PAA

## Úkol 1 – zpráva

Tomáš Přeucil

3. listopadu 2018

## 1 Zadání úlohy

Úkolem bylo vytvořit program, který řeší problém batohu a to jak hrubou silou, tak pomocí jednoduché heuristiky – poměru cen a vah.

## 2 Použité prostředky

### 2.1 Programovací jazyky a software

Úloha byla řešena v jazyce Python ve verzi 3.6 pod operačním systémem OS X 10.11.6. Program byl spouštěn z Bashe a tudíž pro spuštění nebylo využito žádné IDE. Pro měření času byla využita knihovna `time` a funkce `time.process_time()`. Jedná se o novinku od verze 3.3, která pracuje velmi podobně jako doporučovaná knihovna `timeit`.

### 2.2 Konfigurace testovacího stroje

Testování bylo provedeno na MacBooku Pro 13", Early 2011, modelové číslo MC700LL/A. Stroj obsahuje CPU Intel Core i5 2415M (2,3 GHz) a 16 GB RAM. Jediný další rozdíl oproti výchozí konfiguraci je vyměněný disk (za SSD), což však v tomto případě nehraje roli.

## 3 Rozbor možných variant řešení

V zadání bylo jasně dáno, že úkol by měl být řešen jak hrubou silou (pro malé instance) i pomocí heuristiky pracující s poměrem cena/váha.

Nejjednodušším způsobem jak naprogramovat hrubou sílu je rekursivní funkce, čehož bylo využito. Způsob tvorby heuristiky je zde jasně daný.

## 4 Rámcový popis postupu řešení

Idea byla testovat hrubou sílu i heuristiku z jednoho pythonového programu. Proto byly vytvořeny dvě funkce, každá zpracovávající jednu část úlohy. Tyto funkce jsou pak volány z hlavního programu.

Z důvodu rozumného měření času byla funkce pro heuristiku volána vždy tisíckrát a výsledný čas byl poté tisícem vydělen.

Následný výstup byl zpracován pomocí awk a LibreOffice.

## 5 Popis kostry algoritmu

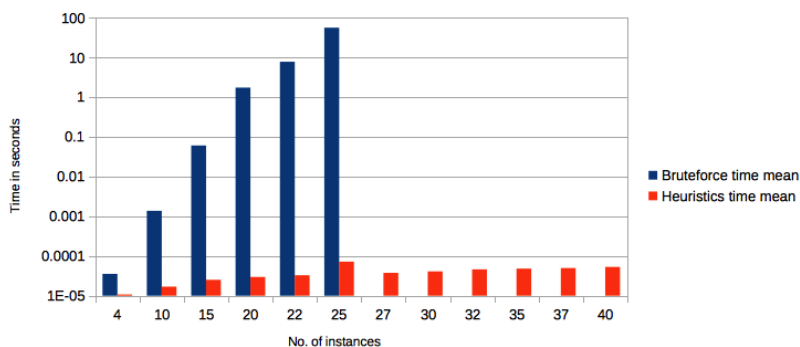
Hrubá síla byla řešena pomocí rekurzivní funkce, tedy opravdu vyzkoušení všech různých možností. Základní ideou je vždy odebrat prvek z konce pole a funkci volat znovu – buď bez prvku, nebo s ním a s o danou velikost sníženou kapacitou batohu.

Heuristická funkce byla navržena tak, že je nejprve spočítána relativní hodnota věci, pole je podle této hodnoty seřazeno a věci jsou do batohu přidávány postupně, od nejvyšší relativní hodnoty. Cyklus je přerušen v případě, že zbývající kapacita batohu je nulová, jinak je zkoušeno vložení až všech předmětů.

## 6 Naměřené výsledky

Hrubá síla se nepřekvapivě ukázala jako velmi neefektivní a již při 25 prvcích trval výpočet jedné instance 40-75 sekund. Proto byly instance s 25 prvky poslední, kde byla hrubá síla použita.

Na druhou stranu doba výpočtu pomocí heuristiky byla i při instanci o 40 prvcích hluboko pod jednou sekundou. Naměřené časy výpočtu znázorňuje graf 1 s logaritmickým měřítkem.



Obrázek 1: Časy výpočtu

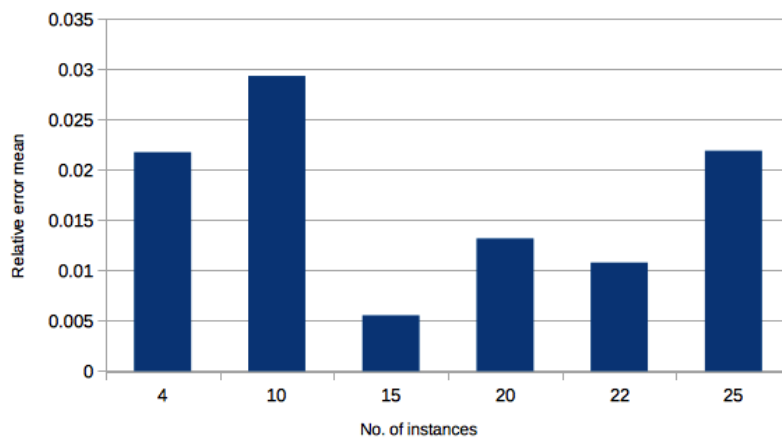
Co se týče relativní chyby, byla vypočítána dle doporučeného vzorce

$$\frac{\text{optimum} - \text{aproximace}}{\text{optimum}} \quad (1)$$

a její průběh na instancích o velikostech 4-25 znázorňuje graf 2.

## 7 Závěr

V rámci úkolu byly měřeny časy výpočtu pro hrubou sílu a jednoduchou heuristiku. Čas výpočtu pro hrubou sílu odpovídal předpokladu – rostl exponenciálně.



Obrázek 2: Relativní chyba

Z tohoto důvodu byl měřen čas jen pro instance o velikosti maximálně 25 prvků, jelikož výpočet větších instancí by nebyl časově reálný.

Na stranu druhou byl z větší části potvrzen předpokládaný lineární růst času výpočtu při použití heuristiky. Je nutné říci že pouze z větší části, jelikož čas výpočtu pro instanci s 25 prvky tomuto předpokladu neodpovídá. Byla provedena kontrolní měření (včetně vypnutí garbage collectoru), ale výsledek byl stále stejný, jak je možné vidět na grafu 1. Pravděpodobnou příčinou této nepravidelnosti je nekonzistence vstupních dat.

Poslední měřenou hodnotou byla relativní chyba při výpočtu pomocí heuristiky. Ta byla měřena pouze pro instance do velikosti 25 prvků (včetně) a její nejvyšší hodnota byla necelá tři procenta, což je poměrně vysoké číslo. Pokud se vrátíme k původní podstatě problému, tak pokud zloděj kradl ve zlatnictví šperky v hodnotě milionu, tak právě přišel o třicet tisíc korun. Na stranu druhou ale mohl dokončit loupež dříve, než přijela policie. Z toho důvodu je nutné říci, že maximální naměřená hodnota chyby (3 %) je vzhledem k úspoře času (dle mého názoru) uspokojivá. Dále se jedná *pouze* o maximální naměřenou chybu, která, jak je možné vidět z grafu 2, může být výrazně nižší.