

FERMIHO ÚLOHY

Doplňkový seminář z fyziky

Úloha II, ročník 2010/2011

Vypracoval: Robert Stárek (*Optika a optoelektronika, 1. ročník*)

Škola: Univerzita Palackého, Olomouc

Přírodovědecká fakulta

tř. 17. listopadu 1192/12

Olomouc, 771 46

Olomouc, 2010

Obsah

Seznam použitých zkratk	I
Zadání	1
Rozbor	1
Kapacita disku	1
Čas na poslech	3
Výpočet	3
Závěr	5

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Název	Vztah
b	bit	
B	bajt	8 bitů
kbit	kilobit	10^3 bitů
kByte	kilobajt	$8 \cdot 10^3$ bitů
kibit	binární kilobit	2^{10} bitů
tebit	binární terabit	2^{40} bitů
mibyte	binární terabajt	$8 \cdot 2^{40}$ bitů

Zadání

V tramvaji jsem zaslechla rozhovor dvou chlapců, kdy jeden tvrdil: „Mám dvouteraabytové CD-R plné hudby, to je víc, než si stihnu poslechnout za celý život!“ Měl pravdu? Kolik hudby se vejde na disk a jak dlouho bude trvat její poslech?

Rozbor

Abychom mohli načrtnout řešení, musíme si nejprve objasnit několik věcí. Prvně jak dlouhý úsek hudby se na zmíněný disk¹ vejde. Tuto informaci budeme zjišťovat v závislosti na kvalitě. Jako měřítko kvality použijeme bitrate (bitovou rychlost).

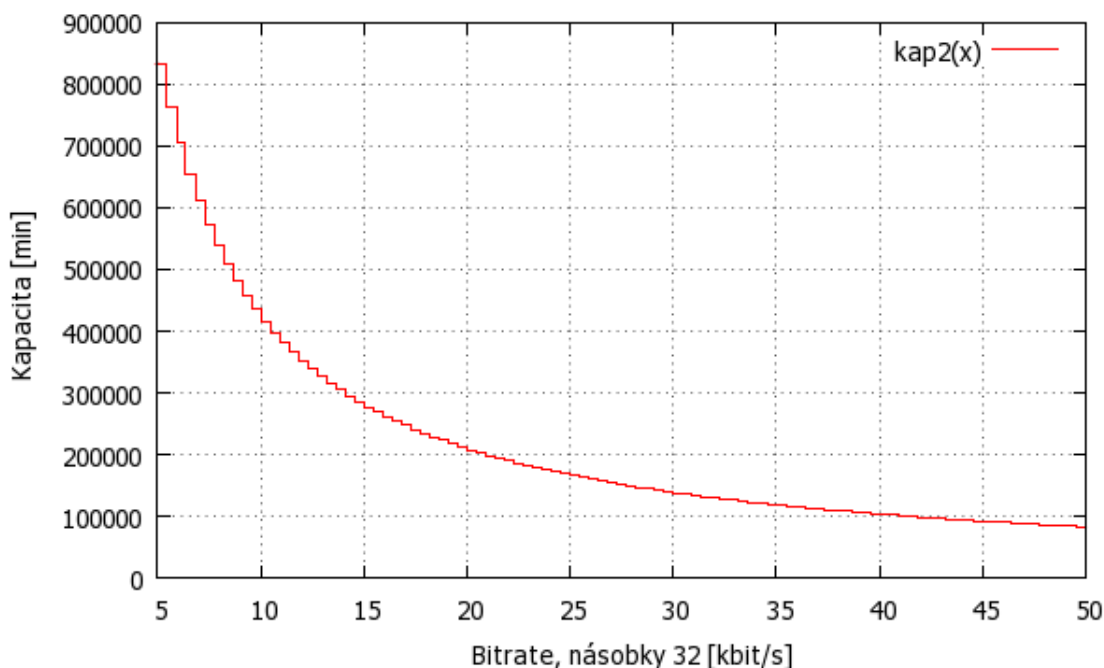
Pro zjištění, kolik času na poslech máme do konce života, bychom měli vědět jak dlouhý je asi lidský život a kolik času můžeme strávit poslechem hudby.

Po této úvaze můžeme říct, že nelze najít příliš konkrétní odpověď¹. Naše řešení bude pouze orientační a závislé na parametrech. Pro zpracování využijeme výpočetní techniku, konkrétně programovací jazyk Python a na grafy program Gnuplot.

Kapacita disku

Kolik minut hudby dostaneme na disk o dané kapacitě? Odpověď závisí na tom, jak moc jsme schopni hudbu zkomprimovat, kolik bitů zabere jedna sekunda skladby. Tomuto údaji říkáme bitrate, udáváme ho v jednotkách kilobitů za sekundu, značíme kbit/s. Hudbu zatím neumím efektivně bezztrátově ořezat a tak používáme ztrátovou kompresi. Ta funguje tak, že „ořízneme“ některé části

¹Disk nebudu nazývat CD-R, jelikož maximální kapacita CD-R vzhledem k použité technologii a normě nepřesáhne 700 MB. Kapacity dvou TByte dnes (duben 2011) dosahují pouze pevné disky.



Obrázek 1: Graf závislosti délky záznamu na bitrate.

záznamu, bez kterých se naše ucho obejde. Typicky vysoké a nízké frekvence. Většinou platí, že čím vyšší bitrate, tím lepší kvalita zvuku.

Pro posouzení jsem přiložil dva soubory. Jeden s bitrate 128 kbit/s (`Allegro-128.mp3`), druhý s 32 kbit/s (`Allegro-32.mp3`). Jedná se o čtvrtou větu (*Allegro con fuoco*) z Novosvětské symfonie A. Dvořáka v podání orchestru Kolumbijské univerzity. Tyto soubory jsou ve složce *ukázky*.

Pokud máme pevně danou kapacitu, tak je zřejmé, že čím větší bitrate, tím kratší čas hudby se na médiu vejde. Závislost na 1 Tbyte médiu by měl ilustrovat tento graf:

Funkční předpis pro délku záznamu (v sekundách) na 1 TByte by měl znít zhruba takto (bitrate dosazujeme v kbit/s):

$$f(x) = \frac{10^9}{\text{bitrate}}.$$

Čas na poslech

Už máme odhad délky záznamu. Abychom mohli odpovědět na otázku, zda-li si stihneme poslechnout celý záznam, musíme zjistit kolik času můžeme poslouchat. Počítejme s tím, že v práci či ve škole by člověk hudbu poslouchat nejspíše neměl. Pracovní dobu se liší jednak podle práce a jednak zákonem podle země, v které pracujeme. Použili jsme zákonnou týdení pracovní dobu několika zemí.

Také ve spánku člověk hudbu neposlouchá, spánek by měl být zhruba osm hodin². Je nám jasné, že zbylý čas člověk nechce pouze proposlouchat, takže zavádíme parametr, který nám říká kolik hodin ze zbylého času nejsme ochotni poslouchat hudbu.

Když už víme kolik hudby člověk poslechne za den, ptáme se kolik může poslechnout za celý život. Střední délku života uvedeme v závislosti na zemi, ve které člověk žije. Údaje poskytnula skrze Google Public data Světová banka. Pro naše sousedy je vizualizace této hodnoty v grafu na obrázku 2.

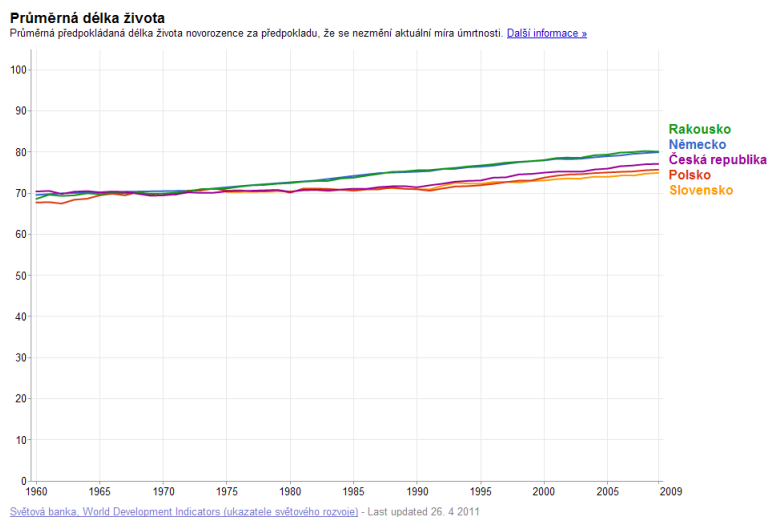
Od střední délky života odečteme věk. Z etických důvodů pro věk blízký střední délce života takto ovšem raději nepočítáme. Roky zbývajících života vynásobíme počtem dní roku (365,242) a volitelně odečteme za každý rok 13 dní (státem uznaných svátků). Počet poslechových dní vynásobíme údajem o hodinách poslechu za den. Nakonec vynásobíme číslem 3600 a máme počet sekund záznamu, které si stihneme poslechnout do konce života.³

Výpočet

Vidíme, že máme mnoho parametrů, proto jsme napsali malý program, který je za nás dá dohromady, jedná se o jakousi kalkulačku, která nám základě vstupu řekne, zda si stihneme celý záznam poslechnout a kolik procent života

²V případě že člověk spát z nějakého důvodu nemůže, je v těchto hodinách zahrnuto pozorování stropu nebo čtení skript.

³Další korekce neprovádíme.



Obrázek 2: Střední délka života v ČR a sousedních státech v letech.

tímto strávíme, či jestli si záznam poslechnou nestihneme a kolik procent z něj poslechneme. Výstup této „kalkulačky“ je zároveň i odpovědí na otázku ze zadání.

Funkce je taková:

```
result(věk, země, čas spánku, neposlechové hodiny, velikost záznamu,
jednotka velikosti záznamu, bitrate, svátky)
```

Například vstup

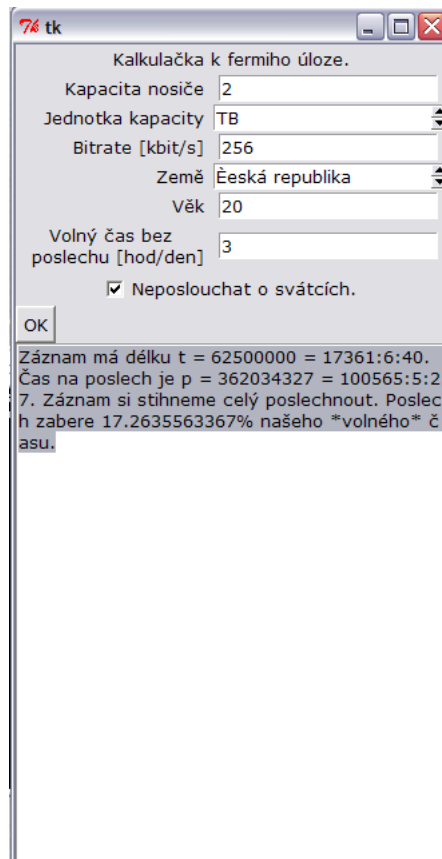
```
result(20, "Česká republika", 8, 3, 2, "TB", 256, 1)
```

vrátí řetězec

Záznam má délku $t = 62500000 = 17361:6:40$. Čas na poslech je

$p = 362034327 = 100565:5:27$. Záznam si stihneme celý poslechnout.

Poslech zabere 17.2635563367% našeho *volného* času.



Obrázek 3: Snímek formulářového vstupu skriptu.

Celý skript i s primitivním formulářovým prostředím⁴ je v příloze. K fungování je potřeba Python 2.6. nebo vyšší.

Závěr

Abychom naši odpověď trochu zkonkretizovali, našli jsme a vybrali ve věkové pyramidě obyvatelstva⁵ jeden z extrémů. Nejvíce lidí je v ČR ve věku 30 let.

⁴Bohužel jsem při zpracování nevyřešil českou diakritiku při vkládání obsahu souboru do formuláře. Dále jsem zapomněl kolonku pro hodiny spánku.

⁵Zpracovalo ČSÚ pro rok 2003.

Neposlechové hodiny nastavíme na tři hodiny. O svátcích poslouchat hudbu nebude. Velikost záznamu jsou 2 TByte. Běžný bitrate dnešních komprimovaných zvukových souborů je 128 kbit/s. Skript nám říká, že záznam má délku $t = 125000000$ sekund = 1446 dní 18 hodin 13 minut a 20 sekund. Čas na poslech je $p = 298630767$ sekund. Záznam si stihneme celý poslechnout. Poslech zabere 42% našeho „volného“ času.

Závěr je tedy takový, že hudbu si člověk nejspíše stihne poslechnout. TByte je velká jednotka při použití na hudbu. Ovšem DVD video dosahuje bitrate až 9,5 Mbit/s, na 1 Tbyte disk by tedy šlo uložit 19 dní 11 hodin 50 minut a 10 sekund videozáznamu. Z toho vidíme kolik jak délka záznamu nezávisí pouze na kapacitě, ale i na typu záznamu.

Pro ilustraci ještě ukažme druhou stranu mince. Jeden ASCII znak zabírá osm bitů, tedy jeden byte. Na 2 Tbyte se tedy teoreticky dá uložit řekněme $2 \cdot 10^{12}$ znaků, což je asi $1,1 \cdot 10^9$ normostran. Na stránkách projektu Gutenberg můžeme najít Bibli jako holý text o velikosti 4,2 MByte. Tato Bible by se na 2 TByte médium dala uložit 476 190 krát.