

Bakalářské zkoušky (příklady otázek z informatiky, specializace PGVVH a UI)

léto 2022

1 Binární vyhledávací stromy (3 body)

1. Definujte binární vyhledávací strom.
2. Implementujte operaci vložení prvku do stromu (bez vyvažování). Rozeberte časovou složitost v nejlepším a nejhorším případě.
3. Implementujte operaci nalezení následníka: pro daný klíč x najděte vrchol stromu s nejmenším klíčem větším než x . Rozeberte časovou složitost v nejlepším a nejhorším případě.

Implementaci popište nejlépe pseudokódem.

2 Překlad konstrukcí vyššího jazyka (3 body)

Mějme jednoduchý procesor s architekturou inspirovanou MIPS. Procesor má 32 32-bitových celočíselných obecných registrů označených **\$R0-\$R31** a jeden 32-bitový registr **PC**, který ukazuje na začátek následující instrukce. Hodnota registru **\$R0** je vždy **0**.

Instrukce procesoru jsou uvedeny v následující tabulce. V popisu používáme tyto operandy:

- *label* - symbolické návěští do kódu
- [*mem*] - adresa paměti
- *reg* - jeden obecný registr

instrukce	popis	operace
LD <i>reg</i> =[<i>mem</i>]	načte celočíselnou proměnnou z adresy <i>mem</i> do registru <i>reg</i>	$reg = *mem$
ST [<i>mem</i>]= <i>reg</i>	uloží registr <i>reg</i> do celočíselné proměnné na adrese <i>mem</i> do	$*mem = reg$
ADD <i>reg1</i> = <i>reg2</i> , <i>reg3</i>	sečte registr <i>reg2</i> s registrem <i>reg3</i> a výsledek uloží do registru <i>reg1</i>	$reg1 = reg2 + reg3$
J <i>label</i>	nepodmíněný skok na adresu instrukce označenou návěštím <i>label</i>	$PC = label$
BEQ <i>reg1</i> , <i>reg2</i> , <i>label</i>	podmíněný skok, který se provede, pokud jsou si registry <i>reg1</i> a <i>reg2</i> rovny	$if(reg1 == reg2) PC = label$
BNE <i>reg1</i> , <i>reg2</i> , <i>label</i>	podmíněný skok, který se provede, pokud si registry <i>reg1</i> a <i>reg2</i> nejsou rovny	$if(reg1 != reg2) PC = label$
SLT <i>reg1</i> = <i>reg2</i> , <i>reg3</i>	nastaví registr <i>reg1</i> na hodnotu 1, pokud je registr <i>reg2</i> menší než registr <i>reg3</i> , jinak se nastaví na 0	$reg1 = (reg2 < reg3)$

Mějme následující posloupnost instrukcí:

```
LD    $r1=[q]
LD    $r2=[n]
LD    $r3=[inc]
J     lab1
lab2:
LD    $r4=[a]
LD    $r5=[b]
ADD   $r4=$r4,$r1
SLT   $r5=$r5,$r4
BEQ   $r5,$r0,lab3
```

```

ST    [b]=$r4
lab3:
ADD   $r1=$r1,$r3
lab1:
SLT   $r4=$r1,$r2
BNE   $r4,$r0,lab2

```

1. Vyberte (zakroužkujte) z následujících úryvků v jazyce C všechny, které odpovídají výše uvedené posloupnosti instrukcí (všechny neznámé identifikátory považujte za 32-bitovou celočíselnou proměnnou, která je někde deklarována). Pro zvolené řešení přiřipšte k instrukcím čísla řádků odpovídajících příkazů v jazyce C.

<pre> 1 for (i=q; i<n; i+=inc) 2 if (a+i <= b) 3 b = a+i; </pre>	<pre> 1 if (a+i > b) 2 for (i=q; i<n; i+=inc) 3 b = a+i; </pre>	<pre> 1 for (i=q; i<n; i+=inc) 2 if (a+i > b) 3 b = a+i; </pre>
<pre> 1 if (a+i < b) 2 for (i=q; i<n; i+=inc) 3 b = a+i; </pre>	<pre> 1 i = q; 2 while (i<n) { 3 if (a+i > b) 4 b = a+i; 5 i += inc; 6 } </pre>	<p>Žádný z uvedených úseků neodpovídá. Napište vlastní kód a očísľujte řádky kódu.</p>

2. Napište (stačí jeden řádek), jak se změní původní kód v jazyce C, pokud instrukci BEQ nahradíme instrukcí BNE se stejnými operandy.
3. Předpokládejme, že je podmínka v příkazu `if` rozšířena o část `&& i < b`, tj. podmínka bude mít tvar `if (původní podmínka && i < b)`. Upravte původní sekvenci instrukcí tak, aby realizovala tuto rozšířenou podmínku.

3 Integrál (3 body)

Nechť $I \subseteq \mathbb{R}$ je neprázdný otevřený interval.

- Jaký je vztah mezi dvěma funkcemi primitivními na intervalu I k téže funkci? Odpověď zdůvodněte.
- Nechť $f, g : I \rightarrow \mathbb{R}$ jsou dvě reálné funkce a $F, G : I \rightarrow \mathbb{R}$ jsou funkce k nim primitivní (tj. $F' = f$ a $G' = g$ na I). Napište vzorec pro výpočet funkce primitivní k funkci fG , známe-li funkci primitivní k funkci Fg .
- Nalezněte podle tohoto vzorce primitivní funkci k reálné funkci $f(x) = x \sin x$.

4 Zobrazení (3 body)

- Definujte, kdy je zobrazení $f : X \rightarrow Y$ prosté (injektivní) a kdy je “na” (surjektivní).
- Pro $n \in \mathbb{N}$ rozhodněte, kolik existuje prostých zobrazení z množiny $\{1, 2, \dots, n\}$ do množiny $\{1, 2, \dots, 2n\}$. Odpověď zdůvodněte.
- Pro $n \in \mathbb{N}$ rozhodněte, kolik existuje zobrazení množiny $\{1, 2, \dots, 2n\}$ na množinu $\{1, 2, \dots, n\}$ takových, že pro každé $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ existují právě dvě hodnoty $i, j \in \{1, 2, \dots, 2n\}$, pro které $f(i) = f(j) = k$. Odpověď zdůvodněte.

5 Anti-aliasing (specializační otázka – 3 body)

- Který z parametrů rastrového zobrazovacího zařízení je anti-aliasingem vylepšen? Jak se to pozná na výsledném obrázku?
- Jak se může anti-aliasing implementovat v klasickém rastrovém vykreslování (rasterizace, např. při kreslení vektorové grafiky)?
- Jak se anti-aliasing implementuje v prostředí paprskového zobrazovače (např. ray-tracing)?

6 Zobrazování 3D scény na grafické kartě (specializační otázka – 3 body)

1. Jaká primitiva umí GPU přímo zobrazit (v klasickém zobrazovacím řetězci pro 3D grafiku)? Napište, která primitiva se podle Vás používají nejčastěji.
2. Jak se posílají 3D data z aplikace do GPU? Uveďte jen přehledně několik příkladů, několik různých principů. Zamyslete se i nad globálními daty pro vykreslování: transformační matice, parametry pro stínování - jak ty se předávají do GPU?
3. Navrhněte rámcově efektivní systém organizace 3D scény a jejího odesílání do GPU. Předpokládejte, že scéna se skládá z pevné části (např. terén = povrch Země) a několika málo pohybujících se objektů, které se nedeformují, jen mění polohu a orientaci. Jde nám o racionální návrh koncepce, ne o implementační detaily.

7 Rotace v prostoru (specializační otázka – 3 body)

Jde nám o metody, jak matematicky reprezentovat rotaci pevného tělesa v 3D prostoru. Středem rotace bude pro jednoduchost počátek souřadnic. Těleso se kolem počátku bude jenom otáčet, to znamená, že nebude měnit svůj tvar ani velikost (“transformace tuhého tělesa” nebo anglicky “rigid body transform”).

1. Navrhněte první metodu, kterou byste zvolili pro případ, že bude třeba často rotaci interpolovat – tj. animovat dané těleso (později se budeme snažit vyjádřit plynulý a přirozený animační pohyb).
2. Navrhněte ještě jinou metodu, jak rotaci vyjádřit. Může mít proti té první některé výhody (rychlost, jednoduchost, snadnost GPU implementace), ale i nevýhody. Výhody a nevýhody uveďte a alespoň stručně zdůvodněte.
3. Jak byste postupovali při animaci rotace v čase? Vyberte si první nebo druhou metodu a dostatečně přesně popište matematický postup animace (i u této podotázky se zabývejte jen rotacemi).

8 Skeletální animace ve 3D (specializační otázka – 3 body)

Jde nám o postupy, které se též nazývají anglickým termínem “rigging”. Budeme se zabývat jen animacemi v 3D prostoru.

1. Popište koncepci skeletální animace/riggingu, jaká reprezentace 3D scény se předpokládá? Vysvětlete stručně matematický základ takové animace.
2. Které prostředky (interaktivní, bývají součástí GUI animačních programů) mohou být nabídnuty uživatelům/animátorům, aby se příprava animace zjednodušila a urychlila?
3. Existuje nějaká hardwarová podpora pro rigging? Jak by se daly výše popsané metody implementovat na moderních GPU (stačí popsat koncepci – jaké shadery k tomu použít, jak by se předávala dynamická animační data do grafické karty, apod.). Popište možnou implementaci schematicky, není třeba psát CPU nebo GPU kód.

9 N-královen (specializační otázka – 3 body)

Problém *N-královen* je úloha, jak rozmístit N královen na šachovnici velikosti $N \times N$ tak, aby se navzájem neohrožovaly (žádné dvě královny nesmí být na stejném sloupci, řádku nebo diagonále). Popište vhodnou abstrakci problému *N-královen* pro prohledávací algoritmus (stavy, přechodový model, cílovou podmínku). Vyberte vhodný informovaný či neinformovaný prohledávací algoritmus, svoji volbu zdůvodněte. Ukažte, jak by se problém modeloval a řešil jako problém splňování podmínek.

10 Logistická regrese (specializační otázka – 3 body)

1. Napište funkci, která určuje, co bude predikovat model logistické regrese.
2. Jakých hodnot tato funkce nabývá? Jaká je interpretace hodnot této funkce?

11 Evaluace binárního klasifikátoru (specializační otázka – 3 body)

Pro evaluaci binárního klasifikátoru byla použita množina 1000 testovacích příkladů, ve které je 50 % příkladů negativních. Bylo zjištěno, že dotyčný klasifikátor má citlivost (sensitivity) 60 % a úspěšnost (accuracy) 70 %.

1. Napište kompletní matici konfuze (confusion matrix).
2. Vypočtěte specifickou (specificity) klasifikátoru.

12 Shlukování (specializační otázka – 3 body)

Budete ručně provádět první iteraci algoritmu K-means pro $K = 2$ na malé množině šesti příkladů s příznaky A_1 a A_2 :

příklad	A_1	A_2
1	2	4
2	1	3
3	0	4
4	5	2
5	6	2
6	4	0

Náhodně jsme přiřadili příklady do dvou shluků C_1 a C_2 : $C_1 = \{2, 3, 4\}$, $C_2 = \{1, 5, 6\}$.

1. Zakreslete příklady a spočítejte pro každý shluk jeho centroid.
2. Přiřaďte každý příklad k nejbližšímu centroidu dle euklidovské vzdálenosti. Uveďte prvky nově vzniklých shluků.