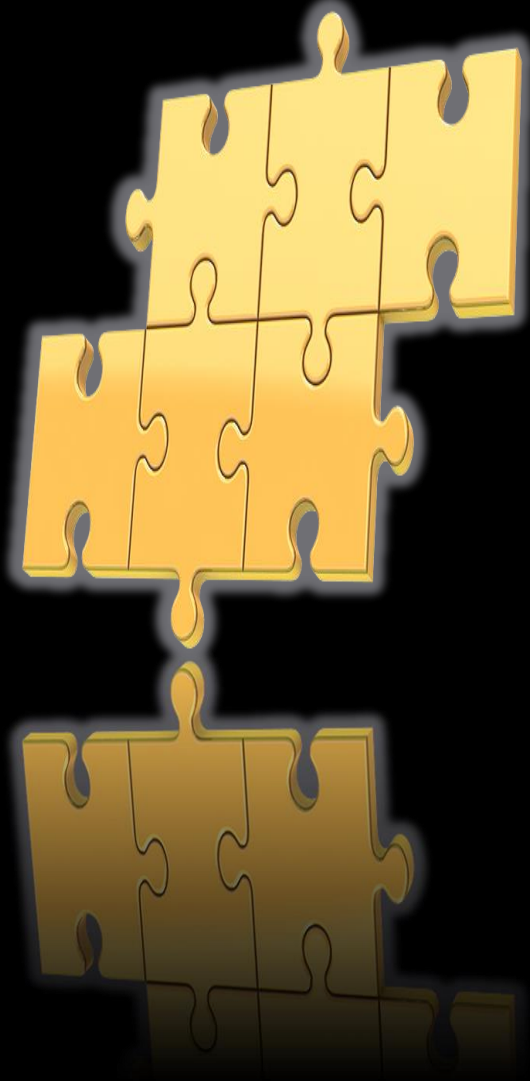


Teme - Evaluarea performantelor calculatoarelor

Benchmarks

LAB 11

ANCA APATEAN - AC - UTCN



TEME



TEME - set A

A1. Dacă **un calculator A** rulează un anumit program în **10 secunde** și **un calculator B** rulează același program în **20 secunde**, se cere: a) De câte ori e mai rapid calculatorul A decât calculatorul B?

b) Cu cât (procent) e mai rapid calculatorul A decât calculatorul B?

A2. Dacă **un calculator A** rulează un anumit program în **10 secunde**, în cât timp va executa un alt calculator B același program, știind că este cu **25%** mai rapid? De câte ori e mai rapid calculatorul B decât calculatorul A (scrieți relația)? De câte ori e mai lent calculatorul A decât calculatorul B?

A3. Dacă un sistem de calcul execută pentru un program un număr de **50 instrucțiuni cu UAL** ce durează **3 cicluri** de ceas, **40 instrucțiuni de stocare** ce durează **1 ciclu** de ceas, **30 instrucțiuni cu memoria** ce durează **2 cicluri** de ceas și **30 instrucțiuni de salt** ce durează **3 cicluri** de ceas, calculați numărul mediu de cicluri pe instrucțiune pentru acest program.

A4. Se presupune că sunt disponibile două implementări ale aceluiași set de instrucțiuni: **calculatorul A** are o durată a ciclului de ceas de **2 ns** și o valoare **CPI de 2,0** pentru un anumit program, iar **calculatorul B** are o durată a ciclului de ceas de **4 ns** și o valoare **CPI de 1,2** pentru același program. Care din cele două calculatoare este mai rapid pentru programul considerat?

A5. O aplicație (un program) rulează în **30 secunde** pe un calculator. Apare o nouă versiune a aplicației care necesită doar **0,6 instrucțiuni din numărul primei versiuni**, dar **crește valoarea CPI cu 20%** din valoarea CPI inițială. a) Cât de rapid ne așteptăm să ruleze această nouă versiune? b) Cât timp se câștigă (procent) cu această nouă versiune?

A6. Se presupune că se îmbunătățesc instrucțiunile de calcul în virgulă mobilă a.î. acestea se vor executa **de 2 ori mai rapid**, dar **numai 15% din instrucțiuni** sunt instrucțiuni de calcul în virgulă mobilă.

Care este creșterea totală a vitezei?



TEME - set A (continuare)

A7. Se consideră un calculator cu frecvența ceasului de **2GHz**, având **4 clase de instrucțiuni** cu frecvența instrucțiunilor de **40%, 30%, 20% și 10%** și numărul de cicluri pe instrucțiune **2 cicluri, 3 cicluri, 4 cicluri și respectiv 2 cicluri**. Care este valoarea MIPS pentru acest calculator ?

A8. Se consideră un calculator cu o unitate de calcul în virgulă mobilă. Pentru un anumit program, frecvența instrucțiunilor de înmulțire în VM, de adunare în VM, de împărțire în VM și altele în VM ce pot să apară este de **10%, 20%, 10% și 60%**, iar numărul de cicluri de ceas corespunzătoare sunt **5, 4, 2, respectiv 3 cicluri** pe instrucțiune. Știind frecvența ceasului **2GHz** și presupunând că fiecare operație în VM are ponderea 1, iar calculatorul necesită executarea a **3 milioane de instrucțiuni** pentru acest program, să se determine valoarea MFLOPS pentru acest calculator.

A9. Presupunând ca un program se execută în **50 secunde** și ca s-a propus o îmbunătățire prin care s-a obținut o **creștere totală a vitezei de 1,25 ori**, se cere: a) care este noul timp de execuție al programului? b) Știind că programul conține instrucțiuni cu numere întregi și instrucțiuni în virgula mobilă și că îmbunătățirea propusă **crește viteza de execuție a instrucțiunilor în VM de 2 ori**, care este frecvența de apariție a acestor instrucțiuni în program înainte de realizarea îmbunătățirii? c) cât este timpul în care rulează instrucțiunile în VM înainte de îmbunătățire?

A10. Se presupune că se poate **îmbunătăți viteza de execuție** a unei UCP **cu un factor de 5, costul crescând de 5 ori**. Se mai presupune că UCP e utilizată în **50% din timp**, iar în rest, UCP așteaptă o operație de I/O. Dacă **costul UCP reprezintă o treime din costul sistemului**, întrebarea este dacă creșterea vitezei UCP cu un factor de 5 reprezintă o investiție rentabilă d.p.d.v. al raportului cost/performanță.



TEME - set B

B1. Pe un AMD Barcelona se executa programe de test (benchmark) SPEC2006. Se executa 2 programe de test (PT): PT1 cu 2000 miliarde de intrari si PT2 cu 340 miliarde de intrari. a) aflati CPI pentru fiecare program de test daca se stie ca au fost necesare 600 secunde (PT1) respectiv 1300 secunde (PT2) pentru executia lor si ca durata ciclului de ceas este 0,3125ns? b) daca se cunoaste timpul de referinta pentru cele 2 PT ca fiind 9800 pt PT1 si respectiv 9100 pt PT2, calculati SPEC ratio pt fiecare PT (Indicatie: SPEC ratio este raportul intre timpul de referinta si cel de executie). c) pentru cele 2 benchmarkuri, calculati media geometrica. d) Se presupune ca apare o noua varianta (versiune) de procesor AMD Barcelona la 4 GHz frecventa ceasului, si in plus s-au mai adaugat instructiuni noi la setul de instructiuni precedent, astfel incat numarul de instructiuni s-a redus cu 15% fata de numarul de instructiuni initial. Timpul de executie s-a modificat si el, astfel ca pt PT1 a devenit 430secunde, iar pt PT2 a devenit 1120 secunde. Aflati noul CPI pt cele 2 PT. e) In general, valorile CPI vor creste datorita cresterii frecventei ceasului. Determinati daca cresterea valorii CPI este similara cu cresterea frecventei ceasului. Explicati.

B2. Pe 2 procesoare diferite A si B, avand durata ciclului de ceas de 0,25 nsec si respectiv 0,333 nsec se executa un program de test format din nu mai putin de 1 miliard de instructiuni. Stiind CPI pt procesorul A de 1,25 si CPI pt procesorul B de 0,75, aflati: a) Care e computerul cu performanta cea mai ridicata? b) presupunand ca CPI este acelasi, determinati numarul de instructiuni pe care ar putea sa le execute B in acelasi timp cat A executa 10^6 instructiuni. c) calculati MIPS pentru cele doua procesoare.

**TEME** - set B (continuare)

B3. Timpul de executie la sistemele multiprocesor este format din timpul de executie al programelor plus timpul necesar transmiterii datelor intre procesoare (timp rutare). Se considera executia a 5 programe de test pe 6 sisteme diferite, avand un numar de procesoare dublu de la un SC la altul (primul SC are un numar de 2 procesoare, iar cel de-al 6-lea are un numar de 64 procesoare). Stiind ca suma timpilor de executie ale celor 5 PT este de 180ms, 100ms, 50ms, 30ms, 15 ms si respectiv 7 ms pe cele 6 SC, iar timpul de rutare este de 12ms, 14ms, 16ms, 22 ms, 24ms, 26ms, se cere:

a) Determinati rata timpului de executie al programelor si rata timpului de rutare al programelor la trecerea de la un sistem cu n procesoare la un sistem cu $2n$ procesoare. b) calculati media geometrica a rapoartelor, atat pt timpul de executie cat si pt cel de rutare. c) Folosind media geometrica a rapoartelor, aflati t_{executie} si t_{rutare} pentru un sistem cu 128 procesoare. Indicatie: se foloseste relatia universal valabila, atat pt timpul de executie cat si pt timpul de rutare al sistemelor de calcul comparate: $t_{SC_{n+1}} = M G t_{SC_1 \div SC_n} \cdot t_{SC_n}$ d) Aflati t_{executie} si t_{rutare} pentru un sistem uni procesor.

B4. Se pp ca se doreste imbunatatirea procesorului dintr-un server web, noul procesor fiind de 10 ori mai rapid (la aplicatiile web). Se pp ca procesorul initial este ocupat in 60% din timp cu aplicatii web iar in 40% din timp asteapta dupa operatii I/O. Care e castigul de perform obt prin inlocuirea procesorului?

B5. O operatie des intalnita la procesoarele grafice este calculul radacinii patrata, iar implementarile operatiilor in FP ale radacinii patrata pot varia semnificativ in performanta, mai ales intre procesoarele grafice. Se pp ca radacina patrata in FP e responsabila de 20% din timpul de executie al unui program de test pentru grafica. O propunere de imbunatarire este de a creste aceste operatii cu un factor de 10 prin hardware. A II-a propunere este de a face toate instructiunile in FP din procesorul grafic sa ruleze de 1,6 ori mai rapid, stiind ca sunt responsabile de jumatate din timpul de executie al aplicatiei.



TEME - set C

C1. Doi studenți, colegi de camera, vor să compare sistemele lor de calcul având procesoare ce rulează la aceeași frecvență de 1,8GHz, dar folosesc seturi diferite de instrucțiuni. Pe ambele S.C. s-au rulat aceleași programe de test (benchmark-uri) care pe calculatorul A s-au tradus în 8 milioane de instrucțiuni cu UAL, 2 milioane de instrucțiuni de încărcare și memorare, 2 milioane de instrucțiuni de salt și 3 milioane de alte instrucțiuni, iar pe calculatorul B s-au tradus în 10 milioane de instrucțiuni cu UAL, 6 milioane de instrucțiuni de încărcare și memorare, 2 milioane de instrucțiuni de salt și 4 milioane de alte instrucțiuni. Știind CPI pentru fiecare tip de instrucțiune, așa cum se da în tabel, aflați:

- a) Care calculator are CPI mai mic?
- b) Care calculator are MIPS mai mare?
- c) Care S.C. are t_{CPU} mai mic? Care S.C. e mai rapid?

Tip instrucțiune	Nr cicluri pe instrucțiune (CPI)	
	Calculator A	Calculator B
cu UAL	1	1
de încărcare & memorare	2	3
de salt	4	4
altele	4	2

C2. Fie 3 procesoare diferite A, B, C care rulează la frecvența de 2,4 GHz, 1,8 GHz și respectiv 3,2GHz și execută același set de instrucțiuni. Dacă se cunoaște că procesorul A are CPI mediu de 1,5 cicluri pe instrucțiune, procesorul B are CPI mediu de 1,0 ciclu pe instrucțiune și procesorul C are CPI mediu de 2 cicluri pe instrucțiune, aflați: a) Care procesor are performanța cea mai ridicată?

- b) Dacă fiecare procesor trebuie să execute un program în 15 sec, care va fi numărul de cicluri și numărul de instrucțiuni corespunzător?
- c) Se impune o reducere a timpului cu 40%, însă aceasta va determina o creștere cu 30% a CPI. Care va fi noua frecvență a ceasului?



TEME - set C (continuare)

C3. Fie un processor MIPS cu durata ciclului de ceas de 0,333 nsec care execută operații cu UAL în 1 ciclu, operații de încărcare și memorare în 5 cicluri și operații de salt în 3 cicluri.

- a) Care este timpul de execuție al unui program, știind ca se executa 1000 instructiuni cu UAL, 500 instructiuni de incarcare, 100 instructiuni de memorare si 50 instructiuni de salt?
- b) Presupunand ca se poate imbunatati executia instructiunilor de incarcare si memorare astfel incat sa dureze doar 2 cicluri, care va fi noul timp de executie? Cu cat s-a imbunatatit ?
- c) Care va fi îmbunătățirea adusă dacă în plus numărul de instructiuni executate se reduce la jumătate?

C4. Un program de test se executa pe 4 S.C. multiprocesor avand 1, 2, 4, resp 8 procesoare ce lucrează în paralel. Știind ca exista 3 clase de instructiuni, iar per procesor se executa 2500, 1250 si 250 instructiuni pt primul SC, 1250, 625 si 125 instructiuni pt al doilea SC, 625, 325 si 50 instructiuni pt al treilea SC si respectiv 325, 125 si 50 instructiuni pt al patrulea SC, aflati:

- a) Care e numărul total de instrucțiuni executate per procesor pt fiecare SC?
- b) Care e numărul total de instructiuni executat pentru toate procesoarele pe fiecare SC?
- c) Știind ca valoarea CPI este aceeași pt toate SC și este 1 pt prima clasă de instructiuni, 4 pt cea de-a doua și resp 2 pt cea de-a treia, aflati timpul total de executie pentru acest program de test pe fiecare din cele 4 SC. Se presupune ca fiecare procesor lucreaza la frecventa de 2GHz.
- d) Daca CPI pentru prima clasă de instructiuni s-ar dubla, care va fi impactul asupra timpului de executie al programului pe cele 4 SC?

**TEME** - set C (continuare2)

C5. Fie un program de test care contine un numar de 10 miliarde de instructiuni si care se va executa individual pe 4 SC diferite, avand un procesor multicore, cu 1, 2, 4 resp 8 miezuri.

Numarul de instructiuni ale programului se imparte in mod egal intre miezurile procesorului pe fiecare din cele 4 SC. Se dau informatii despre CPI mediu pt fiecare SC, astfel: CPI mediu pt primul SC este 1,2, pt al doilea SC este 1,3, pt al treilea SC este 1,6 si pt al patrulea SC este 1,8. Se cere:

a) Care e cresterea de performanta obtinuta presupunand ca toate SC au o durata a ciclului de ceas de 0,333 nsec. ($t_{exec}=?$)

b) Se presupune ca puterea consumata de un miez poate fi descrisa de relatia:

$$\text{Puterea} = \frac{5,0[mA]}{[MHz]} [V^2], \text{ unde } [V^2] \text{ (voltaj) este: } [V^2] = \frac{1}{5} \text{frecv} + 0,4 \text{ iar frecventa e masurata in GHz}$$

$$\text{(Ex: La 2GHz} \Rightarrow V^2 = \frac{1}{5} * 2 + 0,4 = 0,8V).$$

Gasiti puterea consumata de programul ce se executa pe cele 4 SC pe 1, 2, 4 resp 8 core, daca fiecare core functioneaza la frecventa de la punctul a).

Dar daca durata ciclului de ceas al procesoarelor ar fi 2nsec, cat va fi puterea consumata de program?



1. Dati 2 exemple de informatie (formulari) intalnite in reclamele pentru sisteme de calcul care nu duc la o evaluare valida a performantei PC-urilor.
2. Enuntati legea lui Amdahl.
3. Avand relatia pt MIPS ($MIPS = \frac{N}{t_E \cdot 10^6}$), deduceti relatia pt BIPS (billion instructions per second).
4. Avand relatia pt MIPS ($MIPS = \frac{N}{t_E \cdot 10^6}$), deduceti relatia pt kIPS (thousand instructions per second).
5. Avand relatia pt MFLOPS ($MFLOPS = \frac{N_{VM}}{t_E \cdot 10^6}$), deduceti relatia pt GFLOPS (giga instr per second).
6. Avand relatia pt MFLOPS, ($MFLOPS = \frac{N_{VM}}{t_E \cdot 10^6}$), deduceti relatia pt TFLOPS (terra instr per second).
7. Enumerati 3 dezavantaje ale indicatorului MIPS.
8. Care sunt caracteristicile sistemelor in care MIPS si MFLOPS sunt utili ?
9. Care dintre media aritmetica si media geometrica este mai utila in sintetizarea si compararea performantei unui grup (set) de benchmarkuri? Explicati.
10. Cand este utila folosirea mediei aritmetice ponderate (in locul mediei aritmetice neponderate) a timpilor de executie ale unui set de benchmarkuri ? Explicati.



[Barr2005] – Mostafa Abd-El-Barr, Hesham El-Rewini

– “Fundamentals of Computer Organization and Architecture”, 2005

[Baruch2000] - Zoltan Baruch

– “Arhitectura calculatoarelor”, Editura Todesco, 2000

[Brey1997] - Barry B. Brey

- “The Intel Microprocessors”, 4th edition, 1997

[Hennessy2009] - John Hennessy, David Patterson

– “Computer Architecture – A quantitative Approach”, 2009, 5th edition

[Hide2001] - Randall Hide

– “The Art of Assembly Language”, beta edition

[Lupu2012] – Eugen Lupu, Simina Emerich , Anca Apatean

– “Initiere in Limbaj de Asamblare x86. Lucrari practice, teste si probleme”, Ed. Galaxia Gutenberg, 2012

[Mueller2012] - Scott Mueller

– “Upgrading and Repairing PCs”, 20th edition, 2012

[Null2003] - Linda Null, Julia Lobur

– “The essentials of Computer Organization and Architecture”, 2003

[Patterson2009] – David Patterson, John Hennessy

– “Computer Organization and Design – the hardware/software interface”, 4th edition, 2009

[Tarnoff2007] - David Tarnoff

– “Computer Organization and Design Fundamentals”, editia intai revizuita, 2007