

Kanonov algoritam za množenje matrica


Izveštaj - NTP Projekat

Student:

Nenad Petković SW-37/2018

- Tehnički detalji koji se tiču hardverske i softverske arhitekture sistema na kom su rađeni eksperimenti:

- Informacije o procesoru su prikazane na sledećoj slici:

Processor			
Name	AMD Athlon X4 740		
Code Name	Trinity	Max TDP	65.1 W
Package	Socket FM2 (904)		
Technology	32 nm	Core Voltage	1.392 V
			
Specification	AMD Athlon™ X4 740 Quad Core Processor		
Family	F	Model	0
Ext. Family	15	Ext. Model	10
Stepping			1
Revision	TN-A1		
Instructions	MMX(+), SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, SSE4A, x86-64, AMD-V, AES, AVX, XOP, FMA3, FMA4		
Clocks (Core #0)			
Core Speed	3606.93 MHz		
Multiplier	x 35.0 (14 - 37)		
Bus Speed	103.06 MHz		
Rated FSB			
Cache			
L1 Data	4 x 16 KBytes	4-way	
L1 Inst.	2 x 64 KBytes	2-way	
Level 2	2 x 2 MBytes	16-way	
Level 3			
Selection			
Socket #1			
Cores			
4			
Threads			
4			

- Informacije o *cache* memoriji:

L1 D-Cache		
Size	16 KBytes	x 4
Descriptor	4-way set associative, 64-byte line size	
L1 I-Cache		
Size	64 KBytes	x 2
Descriptor	2-way set associative, 64-byte line size	
L2 Cache		
Size	2048 KBytes	x 2
Descriptor	16-way set associative, 64-byte line size	

- Informacije o matičnoj ploči:

Motherboard			
Manufacturer	MSI		
Model	FM2-A55M-E33 (MS-7721)	2.0	
Chipset	AMD	K15 IMC	Rev. 00
Southbridge	AMD	A55 FCH	Rev. 2.4
LPCIO	Fintek	F71868AD	

BIOS	
Brand	American Megatrends Inc.
Version	V11.1 - AMD AGESA RichlandPI V1.1.0.2
Date	05/02/2013

Graphic Interface			
Version	PCI-Express		
Link Width	x16	Max. Supported	x16
Side Band Addressing			

- Informacije o memoriji:

General	
Type	DDR3
Size	12 GBytes
Channel #	Single
DC Mode	
NB Frequency	1545.8 MHz

Timings	
DRAM Frequency	687.0 MHz
FSB:DRAM	3:20
CAS# Latency (CL)	9.0 clocks
RAS# to CAS# Delay (tRCD)	9 clocks
RAS# Precharge (tRP)	9 clocks
Cycle Time (tRAS)	24 clocks
Bank Cycle Time (tRC)	33 clocks
Command Rate (CR)	
DRAM Idle Timer	
Total CAS# (tRDRAM)	
Row To Column (tRCD)	

- Informacije o RAM memoriji:

Memory Slot Selection			
Slot #1	DDR3	Module Size	8 GBytes
Max Bandwidth	PC3-12800 (800 MHz)	SPD Ext.	
Module Manuf.	Kingston	Week/Year	18 / 18
DRAM Manuf.		Ranks	Dual
Part Number	99U5471-050.A00LF	Correction	
Serial Number	170A8B0E	Registered	

Timings Table					
	JEDEC #3	JEDEC #4	JEDEC #5	JEDEC #6	
Frequency	609 MHz	685 MHz	761 MHz	800 MHz	
CAS# Latency	8.0	9.0	10.0	11.0	
RAS# to CAS#	8	9	10	11	
RAS# Precharge	8	9	10	11	
tRAS	22	24	27	28	
tRC	30	33	37	39	
Command Rate					
Voltage	1.35 V	1.35 V	1.35 V	1.35 V	

- Operativni sistem koji je korišćen jeste **Windows 10**.

- **Procenat sekvencijalnog dela** koda koji se po prirodi problema **ne može paralelizovati**.

Paralelizacija nije vršena kod sabiranja procesa sa razultujućom matricom. Ovaj deo koda je potrebno izdvojiti od paralelizacije jer dolazi do prepletanja procesa i pogrešne rezultujuće matrice. Takođe, stampanje rezultata iteracije u .csv fajlove.

- **Procenat paralelnog dela koda** koji se **može paralelizovati**.

Paralizovan je deo kod racunjanja procesa i šiftovanja matrica.

- **Odnos paralelnog i sekvencijalnog izvršavanja:**

- Python

Za matrice 10x10, sa svim jezgrima kod paralelnog:

p	Sequential(s)	Parallel(s)	S / P
100	28.811885833740234	22.096163511276245	1.30393159967
25	4.0986833572387695	5.046107292175293	0.81224657343
4	0.43880605697631836	1.0959997177124023	0.40037059306

Za matrice 20x20, sa svim jezgrima kod paralelnog:

p	Sequential(s)	Parallel(s)	S / P
400	119.71146273612976	126.51238822937012	0,9462430075946
100	36.22377276420593	40.40924549102783	0,8964228934254
25	14.417092084884644	17.317870140075684	0,8324979901265
4	2.098639965057373	2.7835447788238525	0,7539451066220

Za matrice 50x50, sa svim jezgrima kod paralelnog (bez štampanja vrednosti):

p	Sequential(s)	Parallel(s)	S / P
625	90.03144407272339	139.93581914901733	0,6433766895440
100	14.481247901916504	24.237091541290283	0,5974829066122
25	3.5380659103393555	5.966662406921387	0,5929723636174
4	0.8190650939941406	1.738079309463501	0,4712472494980

- Teorijski maksimumi ubrzanja u skladu sa *Amdalovim* i odnosno *Gustafsonovim* zakonom.

○ Amdahl je 1967. godine istakao da je ubrzanje ograničeno delom serijskog dela softvera koji nije podložan paralelizaciji. Amdahlov zakon se može formulisati na sledeći način:

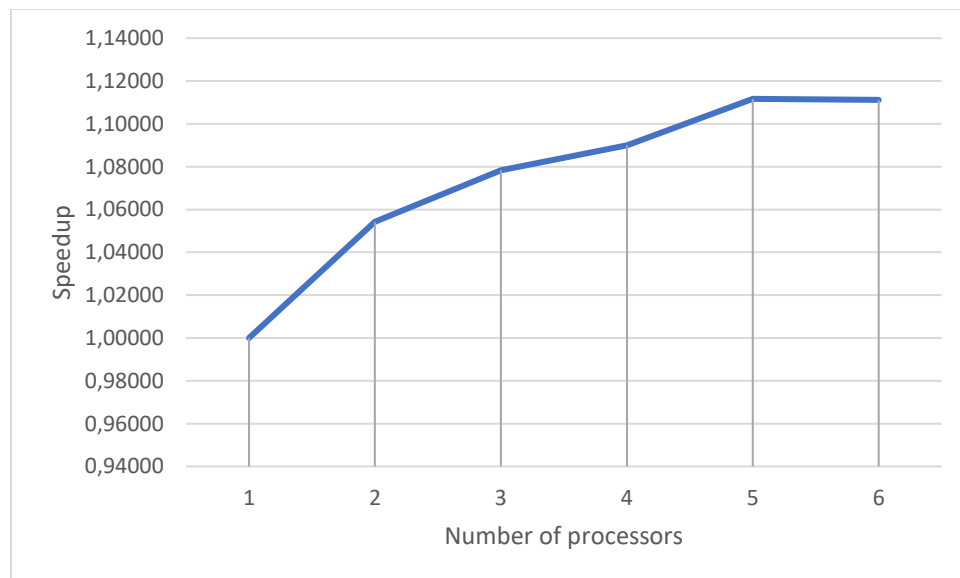
$$\text{ubrzanje} = 1 / (s + p / N)$$

Gde je s proporcija vremena izvršenja utrošenog na serijski deo, p je proporcija vremena izvršenja utrošenog na deo koji se može paralelizovati, a N je broj procesora. Amdahlov zakon kaže da je, za fiksni problem, gornja granica ubrzanja određena serijskim delom koda. Ovo se zove **jako skaliranje**.

Kod **Python**-a imamo sledeći rezultat:

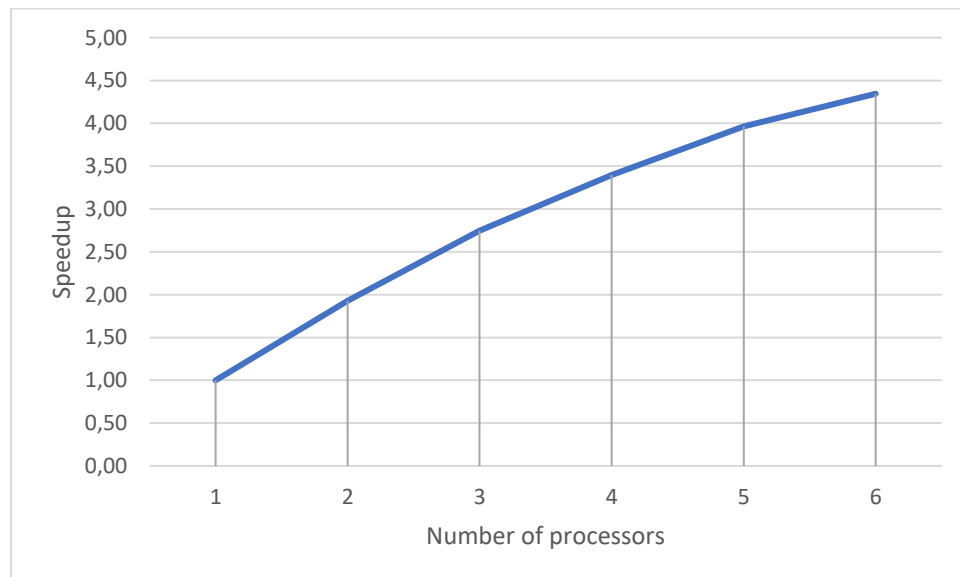
Za dve matrice n=10, p=100, gde su sve vrednosti jednake 1, imamo sledeće rezultate:

N	s	p	Speedup
1	0.88613618902	0.11386381097971121	1.0
2	0.8969838441877162	0.10301615581228385	1.0543052362453804
3	0.8911624308859706	0.10883756911402942	1.0782349829880868
4	0.8899695605824255	0.11003043941757451	1.0899453765415124
5	0.8744432580344514	0.12555674196554856	1.1116612519737317
6	0.8849593533084851	0.11504064669151493	1.1111797309520006



Naredni rezultati važe kada nema štampanja vrednosti u .csv fajlovima:

N	s	p	Speedup
1	0.035139693477822684	0.9648603065221774	1.0
2	0.03799728027503951	0.9620027197249605	1.9267873220920748
3	0.04586662212132026	0.9541333778786797	2.7479240151573534
4	0.059082377780449974	0.94091762221955	3.39775726499066
5	0.06541096668479482	0.9345890333152052	3.963083507014467
6	0.07614487389531671	0.9238551261046832	4.345545086797106



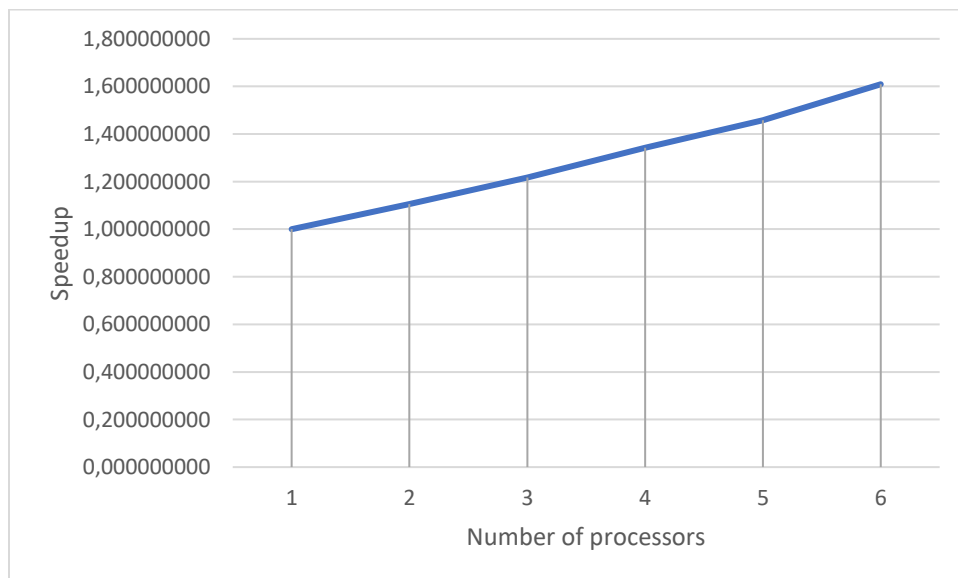
- **Gustafsonov zakon** je predložen 1988. godine i zasniva se na aproksimacijama da se paralelni deo linearno skalira sa količinom resursa, a da se serijski deo ne povećava u odnosu na veličinu problema. Pruža formulu za skalirano ubrzanje

$$\text{skalirano ubrzanje} = s + p \times N$$

gde s , p i N imaju isto značenje kao u Amdahlovom zakonu. Sa Gustafsonovim zakonom, skalirano ubrzanje raste linearno u odnosu na broj procesora (sa nagibom manjim od jedan), i ne postoji gornja granica za skalirano ubrzanje. Ovo se zove **slabo skaliranje**.

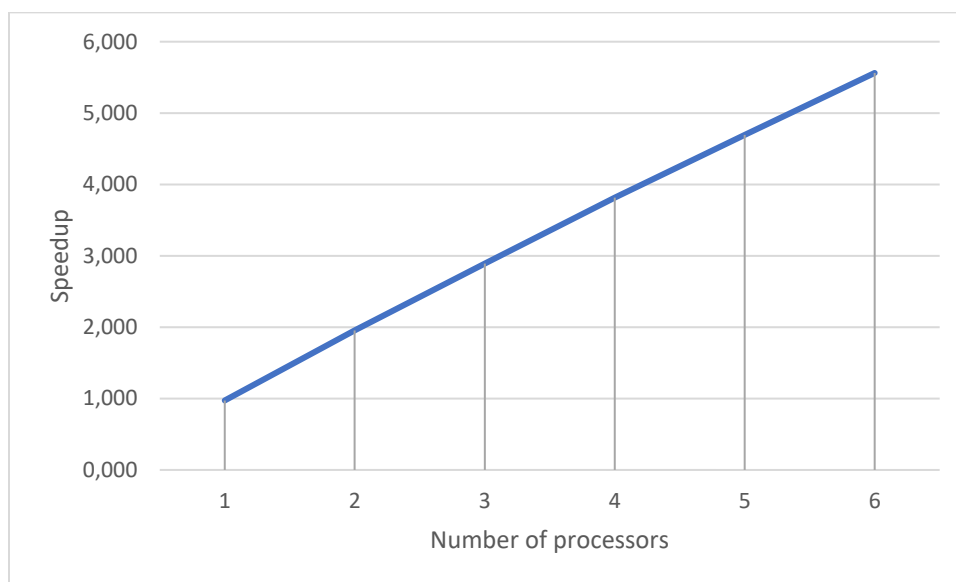
Za dve matrice $n=10$, $p=100$, gde su sve vrednosti jednake 1, imamo sledeće rezultate:

N	s	p	Speedup
1	0.8900644938178612	0.10993550618213876	1.0
2	0.8941322589415343	0.10586774105846575	1.1058677410584656
3	0.8911693412685778	0.10883065873142217	1.2176613174628443
4	0.8859037785000352	0.11409622149996479	1.3422886644998944
5	0.8856699287474992	0.11433007125250083	1.4573202850100033
6	0.8781696258321263	0.12183037416787368	1.6091518708393684



Naredni rezultati važe kada nema štampanja vrednosti u .csv fajlovima:

N	s	p	Speedup
1	0.026450327291774718	0.9735496727082252	0.9735496727082252
2	0.04449620437772088	0.9555037956222792	1.9555037956222792
3	0.054156419942150376	0.9458435800578496	2.891687160115699
4	0.06119678789861466	0.9388032121013854	3.816409636304156
5	0.07627738545294775	0.9237226145470523	4.694890458188209
6	0.08759108113340423	0.9124089188665958	5.5620445943329795



- Dodatno:
Primećujemo da štampanje vrednosti u .csv fajl-u dosta usporava algoritam i dominira serijskim delom paralelnog programa pa i celim programom. Kod skaliranja je vreme predstavljeno u procentima (od 0 do 1). Svi rezultati u tabelama su rađeni više puta.