

USPOREDBA BRZINE ISCRTAVANJA OSNOVNIH GRAFIČKIH ELEMENATA CENTRALNIM I GRAFIČKIM PROCESORIMA

RENDERING SPEED COMPARISON OF THE PRIMITIVE GRAPHICS ELEMENTS WITH CENTRAL AND GRAPHICS PROCESSORS

Andrija Bernik

Sveučilište Sjever, Varaždin, Hrvatska

Sažetak

Tema rada je proširiti istraživanje koje je uključivalo iscertavanje osnovnih geometrijskih oblika kao što je poligon i piksel. Za potrebe istraživanja, kreirana je specijalizirana aplikacija koja omogućuje iscertavanje sljedećih oblika: poligon, piksel, linija, elipsa i tekst. Svaki od grafičkih elemenata ispitan je nekoliko iteracija. Cilj rada je utvrditi koliko je zapravo pojedini element zahtjevan za iscertavanje grafičkim i centralnim procesorom.

Ključne riječi: GPU, CPU, procesori, računalna grafika, iscertavanje

Abstract

The subject of this paper was to expand research involving sketching of basic geometric shapes such as polygon and pixel. For research purposes, a specialized application has been created that allows rendering of the following forms: polygon, pixel, line, ellipse, and text. Each of the graphic elements was examined by several iterations. The aim is to determine just how demanding individual element is for rendering with graphics and central processors.

Keywords: GPU, CPU, processors, computer graphics, rendering

1. Uvod

1. Introduction

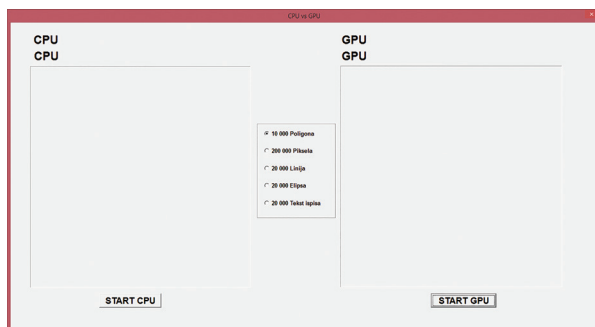
Brzina iscertavanja elemenata na zaslonu računala najčešće ovisi o količini RAM memorije koju računalo i grafička kartica posjeduje.

Ne rijetko su problemi koji nastaju po pitanju ispravnog prikaza grafičkih elemenata na zaslonu ekrana vezani za pogonske ili upravljačke programe (eng. drivers). Važno je da upravljački program bude u skladu s računalnim specifikacijama zbog ispravnog funkcioniranja programskih rješenja isto kao i zbog učinkovitosti samog sklopovlja. S obzirom na brojne usporedbe [1, 2, 3, 4] centralnih i grafičkih procesora, odlučeno je testirati brzinu iscertavanja osnovnih grafičkih elemenata. Za tu primjenu je kreirana aplikacija od strane kolege Zorana Kadežabeka koja se prikazuje u nastavku ovog rada.

Rezultat iscertavanja se promatra kroz vrijeme u mili sekundama (mili sec.) koje je potrebno za iscertavanje ciljanog broja poligona ili piksela ili pak, koliko se prosječno poligona ili piksela iscerta u jednoj sekundi. Istraživanje je provedeno na centralnom procesoru kodnog imena i5 4460T (1.9GHZ), te na grafičkom procesoru kodnog imena Intel HD 4600. Korišteno "Lenovo All in One" računalo ima 6GB RAM memorije.

2. Usporedno testiranje brzine iscertavanja 2. Rendering speed comparison

Programsko rješenje kolege Kadežabeka pokrenuto je nakon ponovnog pokretanja računala i nakon što je RAM memorija očišćena od popratnih aplikacija iz Windows okruženja, kako bi se uklonile moguće anomalije u testiranju. Inicijalan izgled testne aplikacije prikazan je na slici 1.



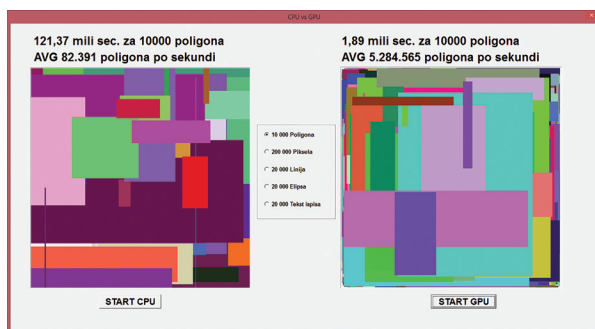
Slika 1 Inicijalan izgled programa za simulaciju
Figure 1 Initial look of a simulation program

2.1. Ponovljeno ispitivanje iscrtavanja poligona i točke

2.1. Repeated testing rendering polygons and points

U ranije objavljenom radu [2] prikazano je istraživanje u kojem je uspoređena brzina iscrtavanja u slučaju generiranja 10.000 poligona i 200.000 piksela. Simulacija je provedena ukupno deset puta i rezultat je bio očekivani.

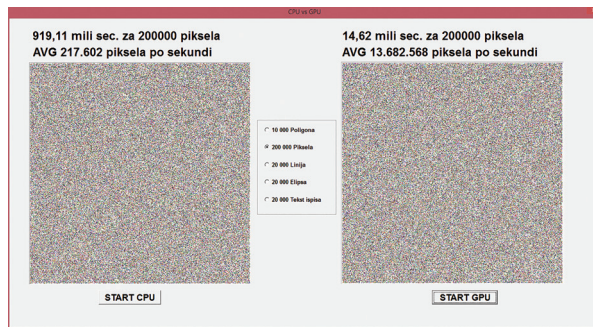
U ovom radu navedeno istraživanje će se ponoviti, ali na ranije opisanoj konfiguraciji računala. Prvi primjer testiranja proveden je nad poligonima. Generirano je 10.000 poligona kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2 Prvi primjer u fazi generiranja poligona
Figure 2 First example in Polygon generating phase

Drugi primjer testiranja proveden je nad pikselima. Generirano je 200.000 piksela kao što je prikazano na slici 3.

Rezultati prvog i drugog ciklusa prikazani su u tabličnom prikazu u posebnoj poglavlju 3. u nastavku rada.

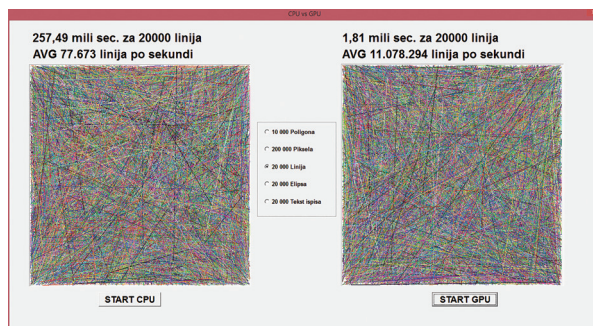


Slika 3 Drugi primjer u fazi generiranja piksela
Figure 3 Second example in Pixel generating phase

2.2. Ispitivanje iscrtavanja nad linijama i elipsama

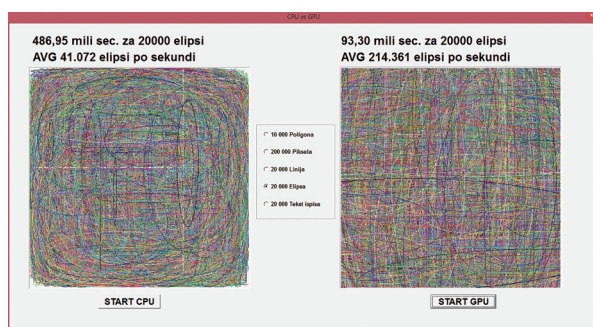
2.2. Testing rendering of lines and ellipses

Treći primjer testiranja proveden je nad linijama. Generirano je 20.000 linija kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4 Treći primjer u fazi generiranja linija
Figure 4 Third example in line generating phase

Četvrti primjer testiranja proveden je nad elipsama. Generirano je 20.000 elipsa kao što je prikazano na slici 5.



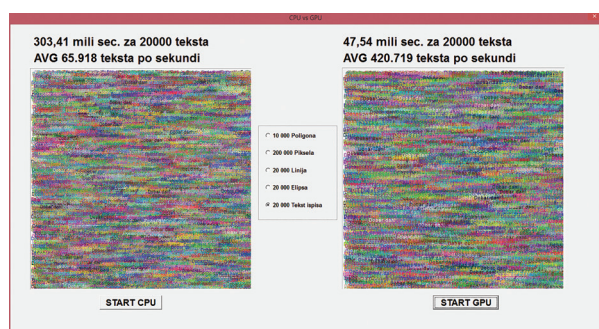
Slika 5 Četvrti primjer u fazi generiranja elipsa
Figure 5 Fourth example in ellipse generating phase

Rezultati trećeg i četvrtog primjera prikazani su također u tabličnom prikazu u posebnom poglavlju 3. u nastavku rada.

2.3. Ispitivanje iscertavanja nad zadanim tekstom

2.2. Testing rendering of text phrase

Peti i završni primjer testiranja proveden je nad zadanim tekstom ("Dobar dan!"). Generirano je ukupno 20.000 tekstualnih zapisa kao što je prikazano na slici 6.



Slika 6 Peti primjer u fazi generiranja teksta

Figure 6 Fifth example in Text generating phase

Testiranje je ponovljeno 10 puta za svaki ciklus, te su rezultati bilježeni u tabličnom prikazu kao i u ranijim slučajevima koji su prikazani u posebnom poglavlju 3. u nastavku rada.

3. Rezultati testiranja

3. Testing results

Prvi i drugi primjer prikazani su u tabličnom prikazu 1.

Iz tablice 1. može se uočiti sljedeća anomalija. Prilikom renderiranja 10.000 poligona, u drugom ciklusu grafički procesor je kasnio gotovo 5 puta od prosječnog vremena potrebnog za iscertavanje navedenih elemenata (bilo je potrebno 13,17 mili sec. u odnosu na prosječnih 3,35). Također, navedena situacija se odrazila i na broj poligona koji će se iscertati pa tako u ciklusu dva imamo 759,242 poligona od prosječnih 4.106,88. Navedena anomalija se pojavila samo jednom te nije drastično utjecala na rezultat istraživanja. Centralni procesor nije imao problema i rezultat je gotovo linearan. U drugom primjeru gdje se iscertavalo 200.000 piksela, anomalija nema.

Zanimljivost koja je uočena je ta da grafički procesor na početku svog rada ima slabiji odaziv, te kako se bliži kraju (od 1 mili sec.) iscertavanja to je rezultat sve bolji. Kao da mu se postepeno dodjeljuje veća voltaža ili snaga s kojom odrađuje dobiveni zadatak. Također i u ostalim primjerima će se provjeriti je li uočena situacija izolirani slučaj ili ne.

Tablica 1. Rezultati za iscertavanje poligona i piksela

Table 1. Results for polygons and pixels rendering

Ciklus	Vrijeme za iscertavanje u mili sec.			
	10.000 Poligona		200.000 piksela	
	CPU	GPU	CPU	GPU
1	208,19	2,42	1033,68	15,59
2	206,69	13,17	1029,01	12,96
3	204,47	2,29	1023,66	12,18
4	200,73	2,55	1029,59	13,32
5	205,33	2,63	1006,86	8,01
6	194,04	2,05	1017,64	9,04
7	197,34	2,42	1025,56	7,34
8	204,33	1,94	1033,85	8,98
9	205,98	1,93	1024,54	8,65
10	209,59	2,12	1027,61	7,76
Prosijek	203,67	3,35	1025,20	10,38
Odnos	60,76		98,74	
Ciklus	Prosječna količina odabranih oblika u jednoj sec.			
	10.000 Poligona		200.000 piksela	
	CPU	GPU	CPU	GPU
1	48,034	4.139,497	193,484	12.823,713
2	48,382	759,242	194,361	15.427,168
3	48,908	4.369,089	195,377	16.417,746
4	49,818	3.926,990	194,253	15.009,389
5	48,702	3.803,540	198,637	24.983,913
6	51,535	4.876,668	196,533	22.120,846
7	50,674	4.138,571	195,016	27.233,292
8	48,940	5.149,327	193,451	22.268,531
9	48,549	5.181,033	195,210	23.112,342
10	47,712	4.724,816	194,626	25.780,698
Prosijek	49,13	4.106,88	195,09	20.517,76
Odnos	83,60		105,17	

Treći i četvrti primjer prikazani su u tabličnom prikazu 2. Iz tabličnog prikaza 2. slična anomalija je vidljiva i to isto na drugom ciklusu u kojem je grafički procesor imao praktički duplo duži period u kojem je iscertavao tražene oblike. Dobiveni rezultati su 4,06 a prosječna vrijednost je 2,13. Naravno na tom dijelu je iscertano duplo manje linija, što je bilo i za očekivati. U odnosu na raniji primjer nije toliko značajno odstupanje ali niti u ovom slučaju završni rezultat nije nevaljan. Zanimljiv je slučaj kod iscertavanja elipsa, gdje je vidljivo isto ono što je bilo i kod iscertavanja piksela pomoću grafičkog procesora. Naime, početna vrijednost kod iscertavanja elipsa je 192,095, a završna 381,251.

Bilo bi zanimljivo provesti 30 istraživanja samo ova dva slučaja gdje bi se moglo jasnije vidjeti bi li se nakon 10-tak iteracija broj iscrtanih elemenata normalizirao ili bi i tada postajala ovakva odstupanja. Nastavlja se i završni, peti primjer koji se nalazi u nastavku rada.

Tablica 2. Rezultati za iscrtavanje linija i elipsa

Table 2. Results for lines and ellipse rendering

Ciklus	Vrijeme za iscrtavanje u mili sec.			
	20.000 Linija		20.000 Elipsa	
	CPU	GPU	CPU	GPU
1	261,37	2,25	517,25	104,12
2	278,67	4,06	518,86	60,29
3	261,51	1,92	490,63	51,90
4	262,34	1,79	538,59	48,08
5	280,03	1,96	542,65	56,40
6	289,47	1,85	498,18	52,90
7	269,40	1,71	513,08	53,07
8	260,11	1,87	504,16	51,89
9	258,43	2,03	499,51	55,98
10	263,23	1,84	495,44	52,46
Prosijek	268,46	2,13	511,84	58,71
Odnos	126,15		8,72	
Ciklus	Prosječna količina odabranih oblika u jednoj sec.			
	20.000 Linija		20.000 Elipsa	
	CPU	GPU	CPU	GPU
1	76,520	8.902,058	38,666	192,095
2	71,769	4.920,088	38,546	331,709
3	76,480	10.423,328	40,764	385,358
4	76,236	11.198,929	37,134	415,935
5	71,422	10.196,546	36,856	354,599
6	69,091	10.838,308	40,146	378,105
7	74,239	11.720,057	38,980	376,877
8	76,891	10.715,965	39,670	385,430
9	77,391	9.870,344	40,040	357,261
10	75,978	10.886,110	40,368	381,251
Prosijek	74,60	9.967,17	39,12	355,86
Odnos	133,61		9,10	

Završni peti primjer prikazan je u tabličnom prikazu 3.

Tablica 3. Rezultati za iscrtavanje teksta

Table 3. Results for text rendering

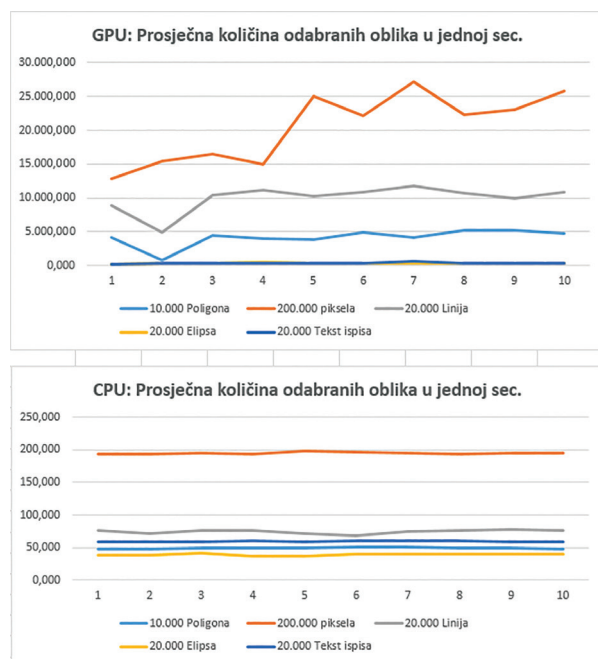
Ciklus	Vrijeme za iscrtavanje u mili sec.		Prosječna količina odabranih oblika u sec.	
	20.000 Tekst ispisa		20.000 Tekst ispisa	
	CPU	GPU	CPU	GPU
1	337,88	226,66	59,192	88,238
2	341,70	57,42	58,531	348,281
3	336,11	57,54	59,504	347,562
4	330,03	51,70	60,600	386,876
5	336,46	52,70	59,443	379,473
6	334,14	53,39	59,855	374,623
7	331,27	53,68	60,373	672,580
8	333,26	52,60	60,013	380,245
9	335,71	51,46	59,576	388,639
10	336,81	52,85	59,380	378,410
Prosijek	335,34	71,00	59,65	374,49
Odnos	4,72		6,28	

Iz tabličnog prikaza 3, koji se odnosi na iscrtavanje teksta ("Dobar dan!") vidljivo je nekoliko situacija. Prva je ta da je i u ovom slučaju rad centralnog procesora konstantan, za razliku od grafičkog procesora koji pokazuje slične problema kao i u ranijim slučajevima. U prvom ciklusu je grafičkom procesoru potrebno gotovo 3 puta više vremena (226,66 mili sec.) od prosjeka (71,00 mili sec.) da iscrta tražene oblike. To je rezultiralo i značajno niži broj iscrtanih oblika u jednoj sekundi. Također je uočena i zanimljivost u sedmom ciklusu koja se do sada nije vidjela, a to je da je grafički procesor iscrtao gotovo dvostruko više oblika od ciklusa prije i ciklusa poslije, kao i od ukupnog prosjeka. U usporednom prikazu koji prikazuje iscrtavanje prosječne količine odabranih oblika u jednoj sekundi (tablica 4, slika 7.) vidljivo je kako centralni procesor ima gotovo linearne brzine iscrtavanja dok grafički procesor posjeduje daleko veća odstupanja. Može se uočiti i kako se tekst najsporije iscrtava, zajedno sa elipsama. Na trećem mjestu su poligoni, pa linije, te na kraju i sa najviše prosječnih oblika koji se iscrtavaju u jednoj sekundi su pikseli. Razlog navedenog može ležati u tome što je piksel 2D oblik koji pamti boju i koordinate rubnih točaka, dok se za ostale oblike treba pratiti ili vektor smjera ili radijus i sl. elementi.

Tablica 4. Rezultati za iscrtavanje teksta

Table 4. Results for text rendering

GPU	Prosječna količina odabranih oblika u jednoj sec.				
	10.000 Poligona	200.000 piksela	20.000 Linija	20.000 Elipsa	20.000 Tekst ispisa
	4.139,497	12.823,713	8.902,058	192,095	88,238
759,242	15.427,168	4.920,088	331,709	348,281	
4.369,089	16.417,746	10.423,328	385,358	347,562	
3.926,990	15.009,389	11.198,929	415,935	386,876	
3.803,540	24.983,913	10.196,546	354,599	379,473	
4.876,668	22.120,846	10.838,308	378,105	374,623	
4.138,571	27.233,292	11.720,057	376,877	672,580	
5.149,327	22.268,531	10.715,965	385,430	380,245	
5.181,033	23.112,342	9.870,344	357,261	388,639	
4.724,816	25.780,698	10.886,110	381,251	378,410	
CPU	10.000 Poligona	200.000 piksela	20.000 Linija	20.000 Elipsa	20.000 Tekst ispisa
	48,034	193,484	76,520	38,666	59,192
	48,382	194,361	71,769	38,546	58,531
	48,908	195,377	76,480	40,764	59,504
	49,818	194,253	76,236	37,134	60,600
	48,702	198,637	71,422	36,856	59,443
	51,535	196,533	69,091	40,146	59,855
	50,674	195,016	74,239	38,980	60,373
	48,940	193,451	76,891	39,670	60,013
	48,549	195,210	77,391	40,040	59,576
	47,712	194,626	75,978	40,368	59,380



Slika 7 Grafički prikaz dobivenih rezultata

Figure 7 Graphic representation of the obtained results

4. Zaključak

4. Conclusion

Istraživanje je pokazalo kako je centralni procesor stabilniji po pitanju brzine i količine odrađenih operacija u zadanom vremenu. Dakako, znatno je sporiji u usporedbi sa grafičkim procesorom, ali i pouzdaniji za iscrtavanje računalne grafike. Uočene su znatne oscilacije po pitanju iscrtavanja kod grafičkog procesora koje djeluju kao da je GPU u stanju mirovanja, te mu je potrebno neko vrijeme za dostizanje radnog stanja. Navedeno je gotovo nevjerojatno s obzirom kako operacijski sustav ima grafičko sučelje, aplikacija je učitana u RAM memoriju i rezultat se prikazuje na ekranu. Zanimljivo je i to da najslabiji rezultat nije onaj koji se prvi iscrta.. već u slučaju 10.000 poligona i u slučaju 20.000 linija, najslabiji rezultat iscrtavanja bio je drugi u nizu.

Moguće rješenje problema leži u integriranom GPU sklopu koji svoje napajanje dobiva zajedno sa CPU preko matične ploče. Kada bi napajanje GPU bilo direktno preko samostalnog konektora, kao što je slučaj s samostalnim grafičkim karticama, možda bi rezultati bili stabilni.

5. REFERENCE

5. REFERENCES

- [1] Gregg C, Hazelwood K.: Where is the data? Why you cannot debate CPU vs. GPU performance without the answer. In Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS), 2011 IEEE International Symposium on 2011 Apr 10 (pp. 134-144). IEEE.
- [2] Bernik Andrija: Performanse i arhitektura grafičkih i centralnih procesora u računalnoj grafici, Polytechnic & Design, Vol.5, No.2, 2017.
- [3] Car S, Vusić D, Bernik A.: Comparison of CPU and GPU Rendering. In Tiskarstvo & Dizajn 2013.
- [4] Botsch M, Kobbelt L.: High-quality point-based rendering on modern GPUs. In Computer Graphics and Applications, 2003. Proceedings. 11th Pacific Conference on 2003 Oct 8 (pp. 335-343). IEEE.

AUTOR · AUTHOR

Andrija Bernik - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 5, No. 2, 2017.

Korespondencija

abernik@unin.hr