

Vizualizacija volumnov s točkovnimi oblaki prek Gaussovega packanja

Gorazd Gorup

Fakulteta za računalništvo in informatiko,
Univerza v Ljubljani

Povzetek

V tem delu poskušamo izkoristiti nove metode upodabljanja točkovnih oblakov s trirazsežnimi Gaussovimi packami za učinkovito vizualiziranje volumnov. Preizkusimo dve metodi priprave podatkov za postopek generiranja točkovnega oblaka. Nobena od metod ne ponudi sprejemljivih rezultatov, saj pride do prekomernega prileganja podatkov na učno množico.

1. Uvod

Interaktivna takojšnja vizualizacija volumetričnih podatkov, kot so volumni in oblaki točk, je izliv, s katerim se v računalniški grafiki veliko srečujemo. Še posebno zahtevno je upodabljanje volumnov na fizikalno pravilen način v realnem času, ki ima uporabo v medicini, biologiji, zabavni industriji in drugod.

V preteklem letu so Kerbl in sodelavci [KKLD23] priobčili novo metodo generiranja točkovnih oblakov s trirazsežnimi Gaussovimi packami, ki v primerjavi z drugimi najsodobnejšimi metodami proizvede bodisi natančnejše bodisi hitrejše rezultate, ki jih je mogoče učinkovito vizualizirati.

Ker nas je zanimalo, ali bi bilo mogoče volumne vizualizirati s to metodo in tako ohraniti vizualne lastnosti računsko bolj zahtevnih upodobitev, kakršno predstavlja denimo večkratno sipanje. Poleg tega bi lahko bile take predstavitve bolj zgoščene in prenosljive. Uporabnik bi lahko pridobljeni volumen najprej v nekem doblednjem časovnem obdobju pretvoril v točkovni oblak Gaussovih pack in nato uporabil to obliko za vse nadaljnje vizualizacije.

V tem delu se lotimo postopkov in udejanjanja podatkov za izdelavo modelov, s katerimi bi lahko izdelali redke točkovne oblake s trirazsežnimi Gaussovimi packami, ter ovrednotimo rezultate in predstavimo naše ugotovitve.

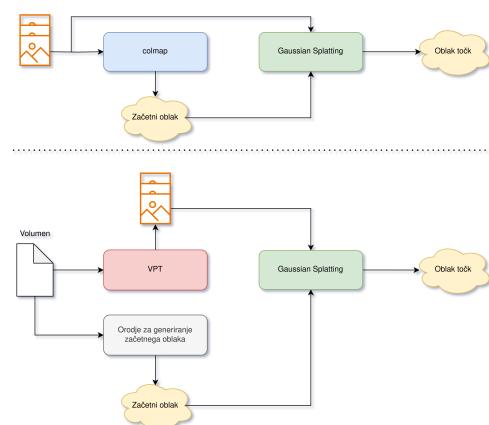
2. Implementacija in rešitve

Postopek udejanjanja točkovnega oblaka s trirazsežnimi Gaussovimi packami iz članka [KKLD23] poteka po sledečih korakih:

- Program prejme množico podatkov, ki vključuje dejanske slike prizorišča in redek točkovni oblak prizorišča.
- Točke predstavi kot packe, na katere projicira podobe trirazsežne Gaussove funkcije.
- Skozi več iteracij prilagaja položaj točk in parametre Gaussove funkcije.

- Oblak točk upodobi in primerja z originalnimi slikami, da določi napako v vsaki iteraciji.
- Na vsake toliko se nekaj točk doda oziroma odstrani glede na njihov doprinos k upodobitvi.

Za uspešno zgrajen oblak točk smo torej morali iz surovih volumnov pridobiti nek začetni redek točkovni oblak in upodobitve volumnov iz različnih zornih kotov. Implementirali smo dva pristopa, ki sta prikazana na sliki 1.



Slika 1: Diagram postopka izdelave končnega oblaka točk z Gaussovim packanjem. Zgornji del diagrama prikazuje prvi pristop, kjer iz slik upodobitev volumna pridobimo model točkovnega oblaka in ga poslamo v generator Gaussovih pack. Drugi pristop koristi po meri narejen program, ki ustvari naivni začetni oblak točk na podlagi volumna.

2.1. Generiranje zgolj prek slik

Najprej smo poskusili podatke za generiranje Gaussovskih točkovnih oblakov pridobiti zgolj prek upodobitvenih slik. Volumne smo upodobili z ukazno različico orodja VPT [GL], v kateri smo lahko prek argumentov postavljali različne parametre upodabljanja in pridobili vizualizacije v obliki brezgubnih slik.

Iz slik smo nato z orodjem colmap pridobili redke točkovne oblake. colmap je imel pri zaznavanju značilk na slikah velike težave, zato so v večini primerov udejanjeni točkovni oblaki vsebovali zgolj pet točk ali manj. To niti ni presenetljivo, saj so naše upodobitve volumnov s stališča določanja izrazitih značilnosti zelo zahtevne. Predmeti so namreč pogosto nedoločnih oblik, ozadja pa enobarvna. Tudi ko smo programu posebej podali položaje kamер v prostoru in njihove značilnosti, rezultati niso bili boljši.

2.2. Generiranje začetnega točkovnega oblaka

Drug pristop je zajemal udejanjenje začetnega točkovnega oblaka iz volumnov v lastni režiji. Poleg upodobitev z ukazno različico orodja VPT smo izdelali lastni točkovni oblak.

Po prostoru, ki ga je zavzemal volumen, smo naključno vzorčili točke in jih določili barvo. Barva je bila določena glede na položaj v volumnu in prenosno funkcijo.

Za vsak volumen smo ustvarili model, ki je poleg redkega točkovnega oblaka hranil preslikavo točk iz koordinat prostora v koordinate slik, in značilnosti kamere. Model smo nato pretvorili v oblak Gaussovih pack z orodjem iz članka [KKLD23].

3. Rezultati

- slike - treniranje - trajanje - samo 10 slik zaradi zmogljivosti grafične kartice - rezultati - opažanja - rumeno ozadje? - iz kadrov sicer v redu, ampak ... - potrebno več slik

V delu smo uporabili sledeče volume:

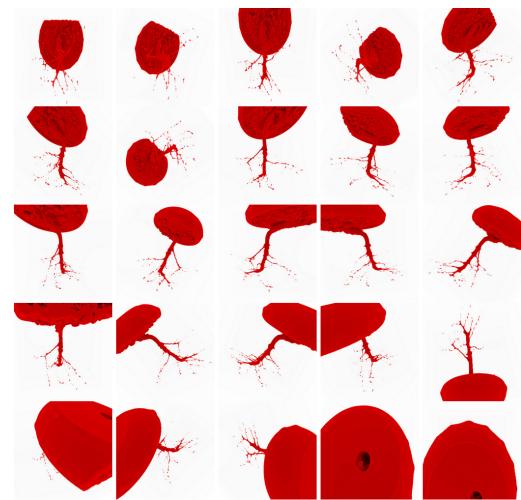
- Bonsaj: bonsai_256x256x256_1x1x1_uint8.raw
- Možgani: brain_512x512x230_5x5x9_uint8.raw
- Ovca: sheep_352x352x256_1x1x1_uint8.raw

V primeru uporabe colmap iz razdelka 2.1 so bili rezultati nezadovoljivi. Uporabili smo nabore po 25 slik, kot je razvidno iz slike 2. Ker orodje kljub večjemu številu slik ni proizvedlo dobrega začetnega oblaka točk, kot je razvidno iz slike 3, s to metodo nismo prišli daleč.

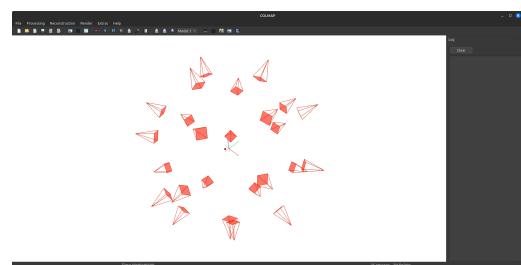
Za generiranje lastnih volumnov smo upodobili najprej 20 slik, vendar smo pri učenju imeli težave s pomanjkanjem delovnega pomnilnika na grafični kartici, zato smo naposled zmanjšali učno množico na 10 slik, kot kaže slika 4. Primer ustvarjenega začetnega oblaka je na sliki 5. Vsak začetni oblak je vseboval 100 točk.

Samo učenje nastavitev Gaussovskega točkovnega oblaka je na prenosni napravi s procesorjem Intel Core i7-1260P in vgrajeno grafično kartico NVIDIA terjalo dobrih 50 minut. Vsak končni oblak je imel preko 3 milijone točk.

Upodobitve končnih Gaussovih pack za Bonsaj, Možgane in Ovco (v tem vrstnem redu) so vidni na slikah 6, 7 in 8, vendar



Slika 2: Primer nabora vizualizacij, uporabljenih za generiranje modela v orodju colmap. Primer prikazuje volumen Bonsaj.

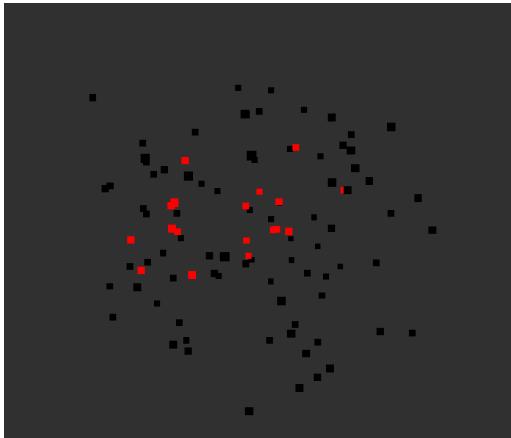


Slika 3: Grafični vmesnik programa colmap, v katerem vidimo prikaz modela točk, pridobljenega iz volumna Bonsaj. Kamere so razporejene enakomerno po površini sfere, v središču je vidna ena sama točka.

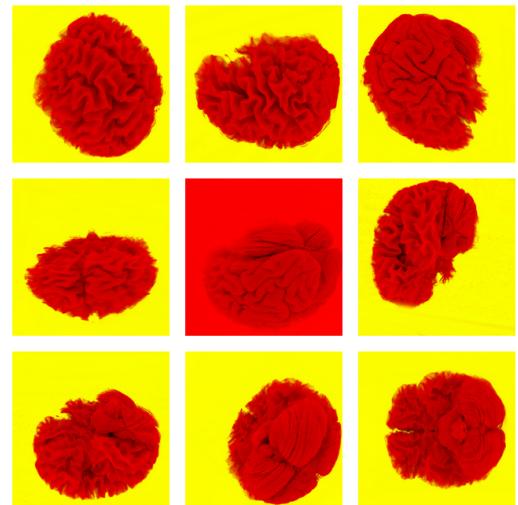
samo iz perspektiv kamer referenčnih upodobitev. Za vse primere je bil oblak točk prekomerno prilegan referenčnim upodobitvam in za vse druge zorne kote ne predstavlja volumna, kakršen naj bi bil v resnici. To vidimo na slikah 9 za Bonsaj, 10 za Možgane in 11 za Ovco.



Slika 4: Primer nabora vizualizacij, uporabljenih za naše generiranje začetnega točkovnega oblaka. Primer prikazuje volumen Možgani.



Slika 5: Primer generiranega začetnega oblaka za volumen Ovca.



Slika 7: Upodobitev Gaussovskega točkovnega oblaka za volumen Možgani.



Slika 6: Upodobitev Gaussovskega točkovnega oblaka za volumen Bonsaj.



Slika 8: Upodobitev Gaussovskega točkovnega oblaka za volumen Ovca.

4. Zaključek

Rezultati so pokazali, da z našimi metodami dobrih rezultatov nismo mogli dobiti pri količini podatkov, ki smo jo porabili za učenje Gaussovih pack. Verjetno bi se kakovost točkovnega oblaka povečala z več učnimi upodobitvami in z gostejšim začetnim oblakom točk (začetni in končni oblak sta se v našem primeru razlikovala za več velikostnih razredov), vendar bi moralno učenje teči na zmogljivejšem računalniku.

Tudi začetni točkovni oblak za podajo k učenju bi se dalo izboljšati, vendar je vprašanje, koliko dejansko začetna postavitev in barva točk vplivata na končni rezultat. Prva izboljšava bi bila pametnejše postavljanje točk po volumnu, torej le tam, kjer vrednosti volumna tvorijo vizualno zaznavne rezultate. Poleg tega bi bile lahko barve modelirane po večkratnem sisanju, čeprav vse kaže, da se njihova barva med učenjem povsem prilagaja referenčnim slikam.

Čeprav naše delo ni prineslo spodbudnih rezultatov, ostaja mo-

žnosti za nadaljnje eksperimente in raziskave še dovolj, da metode za vizualizacijo volumnov še ne bi mogli odpisati.

Literatura

- [GL] GORUP G., LESAR Ž.: GitHub - Grimpy101/local-vpt: A command-line program for rendering volumetric data — github.com/Grimpy101/local-vpt. [Accessed 25-05-2024]. 2
- [KKLD23] KERBL B., KOPANAS G., LEIMKÜHLER T., DRETTAKIS G.: 3d gaussian splatting for real-time radiance field rendering. *ACM Transactions on Graphics* 42, 4 (July 2023). URL: <https://repo-sam.inria.fr/fungraph/3d-gaussian-splatting/>. 1, 2



Slika 9: Prikaz dejanskega končnega točkovnega oblaka za volumen Bonsaj.



Slika 10: Prikaz dejanskega končnega točkovnega oblaka za volumen Možgani.



Slika 11: Prikaz dejanskega končnega točkovnega oblaka za volumen Ovca.