

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Zadanie 4 – Mračno bodov

Počítačové videnie a spracovanie obrazu

Zadanie

Cieľom zadania, je oboznámiť sa s pracou s mračnom bodov (point cloud) a segmentácia objektov v priestore. Študent si vyskúša vytvorenie vlastného mračna bodov a aplikáciu metód na získanie segmentovaného priestoru. Použitie externých knižníc ako open3d, sklearn, opencv, a iných je dovolené a odporúčané.

Zadanie pozostáva z viacerých úloh:

1. Vytvorenie mračna bodov pomocou Kinect v2 pre testovanie. Nájdite online na webe mračno bodov popisujúce väčší priestor (väčší objem dát aspoň 4x4 metre) pre testovanie algoritmov a načítajte mračno dostupného datasetu
2. Pomocou knižnice (open3d - python) načítate vytvorené mračno bodov a zobrazíte.
3. Mračná bodov očistíte od okrajových bodov. Pre tuto úlohu je vhodné použiť algoritmus RANSAC.
4. Segmentujete priestor do klastrov pomocou vhodne zvolených algoritmov (K-means, DBSCAN, BIRCH, Gaussian mixture, mean shift ...). Treba si zvoliť aspoň 2 algoritmy a porovnať ich výsledky.
5. Detailne vysvetlite fungovanie zvolených algoritmov. (Keďže neimplementujete konkrétny algoritmus ale používate funkcie tretích strán je potrebné rozumieť aj ako sú funkcie implementované)
6. Vytvorte dokumentáciu zadania (popis implementovaných algoritmov, Grafické porovnanie výstupov, vysvetlite rozdiel v kvalite výstupov pre rozdielne typy algortimov)

Vytvorenie mračna bodov

Na vytvorenie mračna bodov sme použili kinect2. S danými dátami ďalej v práci pracujeme a testujeme na nich algoritmy segmentácie. Ďalšie mračná bodov sme si našli online na webe aby sme vedeli otestovať algoritmy aj pre väčší priestor.



Obr. 1 Mračno bodov získané kinectom



Obr.2 Mračno bodov väčšieho priestoru

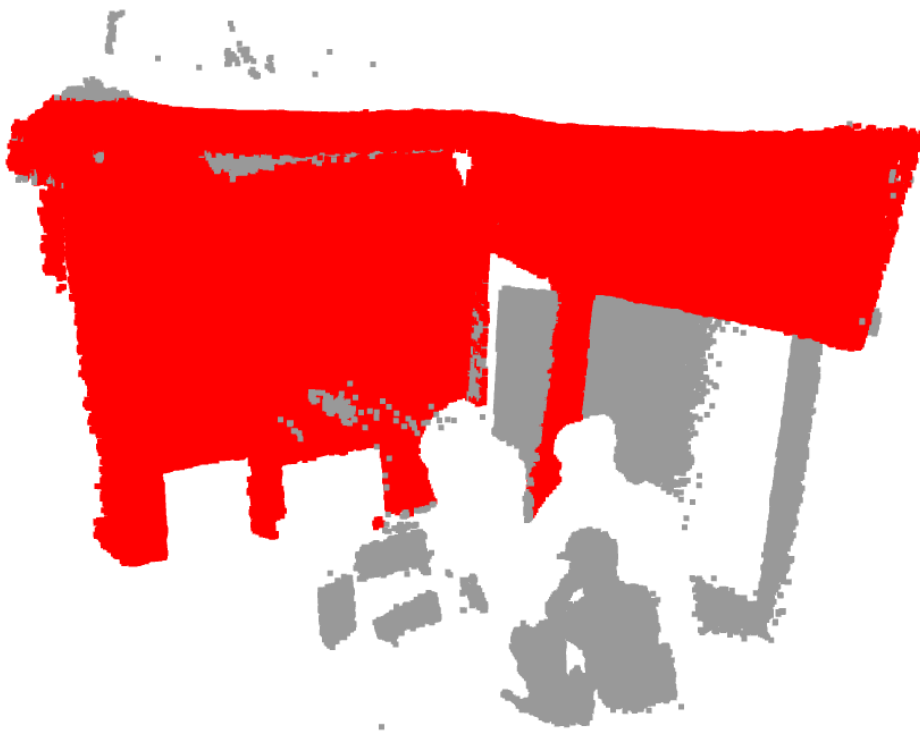
Očistenie mračna bodov od okrajových bodov

Pre očistenie mračien bodov sme od okrajových bodov sme použili 2 metódy. Prvou z nich bola metóda RANSAC.

RANSAC (Random sample consensus) – je iteratívna metóda odhadu parametrov matematického modelu zo súboru pozorovaných údajov, ktorý obsahuje odľahlé hodnoty, pričom odľahlým hodnotám sa nepriznáva žiadny vplyv na hodnoty odhadov. V našom zadaní sme za matematický model použili rovinu.

Algoritmus pracuje na princípe, že si náhodne zvolí 3 body z mračna bodov. Nimi definuje rovinu a následne hľadá koľko ďalších bodov z daného súboru patrí tejto rovine. Na základe počtu bodov sa vyhodnotí účelová funkcia a priradí sa danej rovine hodnota. Tento proces sa opakuje zvolený počet krát a výstupom sú vnútorné (patriace rovine) a okrajové body (nepatriace rovine).

Je potrebné nastaviť správne parametre algoritmu. Prvým je prah vzdialenosti bodov od modelu roviny, ktoré ešte spadajú do roviny. Druhým parametrom je počet bodov, ktoré si na začiatku vygeneruje a nimi je definovaná rovina. Posledným parametrom je počet iterácií algoritmu.

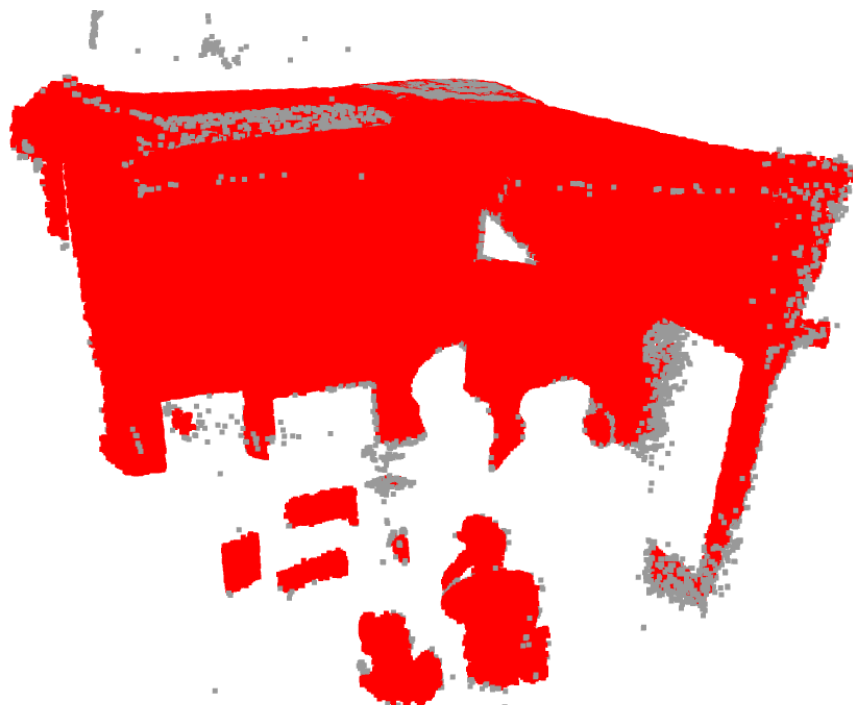


Obr. 3. Očistenie od okrajových bodov - RANSAC

Na obrázku 3. môžeme vidieť naše mračno bodov, kde sú sivou farbou označené body, ktoré náš algoritmus považuje za okrajové.

Keďže nasledovná metóda je vhodná na prácu s mračnami bodov, ktoré obsahujú prevažne rovinné objekty, pre naše naskenované mračno bodov sme si zvolili vhodnejší algoritmus na očistenie od okrajových bodov - Radius outlier removal (Odstránenie odľahlých polomerov).

Táto metóda je založená na princípe zvolenia si polomeru a počtu susedných bodov, ktoré sa v danom polomere nachádzajú. Algoritmus si zvolí bod, a prehľadáva priestor v danom polomere. Ak nenájde dostatočný počet susedov, tento bod je definovaný ako okrajový.



Obr. 4. Očistenie od okrajových bodov - Radius outlier removal

Na obrázku 4 vidíme, že táto metóda je pre naše mračno bodov vhodnejšia. Došlo k odstráneniu bodov, ktoré sa nachádzajú osamotené v priestore a nereprezentujú žiadny existujúci objekt. S takto očisteným mračnom bodom budeme ďalej pracovať.

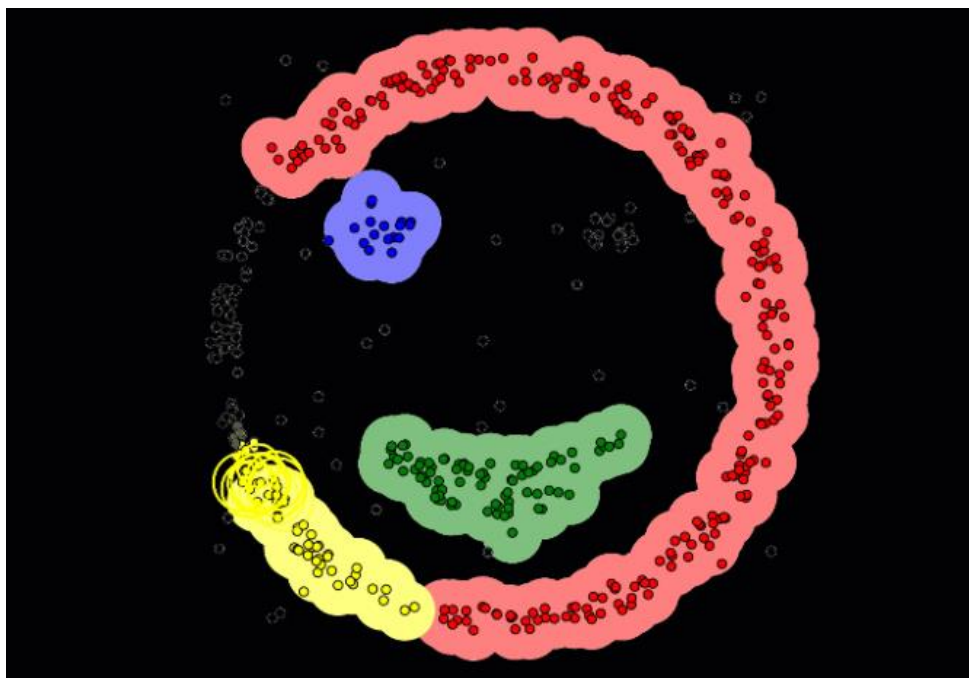
Segmentácia

Pre segmentáciu mračien bodov do klastrov sme si zvolili 2 metódy – DBSCAN a BIRCH.

DBSCAN

Algoritmus roztriedžovania mračien bodov do klastrov funguje na nasledovnom princípe. Zvolí si náhodný bod a na základe zvoleného parametra polomeru prehľadáva okolie daného bodu. Ak sa v danom okolí nachádza minimálne taký počet bodov aký sme si zvolili, zatriedi dané body do klastru. To isté opakuje pre všetky susedné body, ktoré našiel. Ak už nie je splnená podmienka na minimálny počet bodov v okolí, algoritmus si vezme ďalší (ešte nezaradený) bod a opakuje proces, pričom vytvára nový klaster. Tie body, v ktorých okolí sa nenachádza dostatočný počet bodov sú definované ako okrajové body.

Výhoda oproti ostatným klastrovaným algoritmom je v tom, že nie je potrebné dopredu definovať počet klastrov do ktorých bude body zatriedovať. Tiež nie dokáže sám odstrániť okrajové body z naskenovaného mračna bodov.



Obr. 5 Proces zatried'ovania bodov DBSCAN



Obr. 6 DBSCAN

Na obrázku 6. vidíme segmentáciu mračna bodov získaného pomocou kinect. Môžeme vidieť že algoritmu sa podarilo zatriediť naskenované objekty ako steny, osoby a predmety v priestore do jednotlivých klastrov.

BIRCH

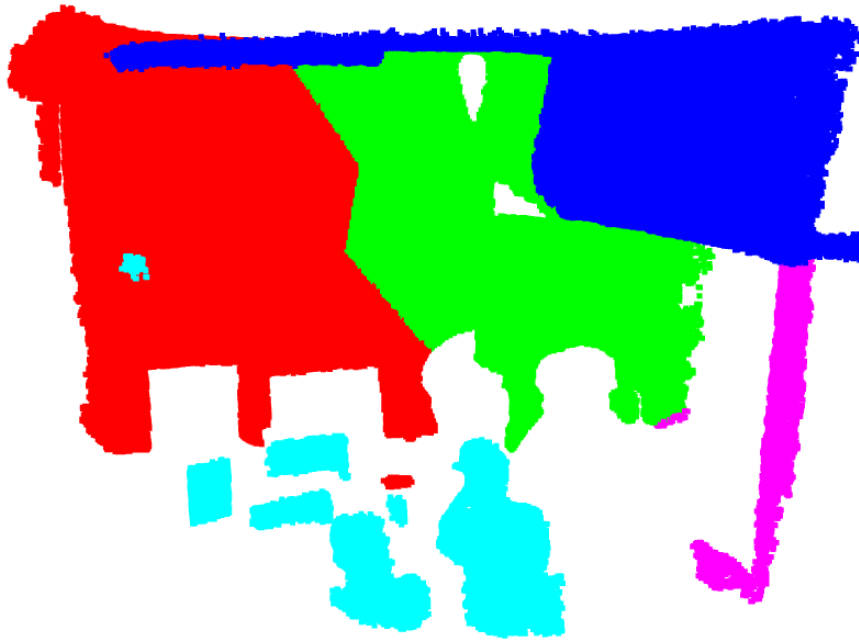
BIRCH je hierarchický algoritmus na segmentáciu, ktorý je navrhnutý tak, aby efektívne zvládol veľké dátové sady. Algoritmus pracuje s dátami pomocou stromovej štruktúry nazvanej Clustering Feature Tree (CFT). CFT reprezentuje dáta v skondenzovanej forme, kde každý uzol v stromovej štruktúre reprezentuje zhuk dátových bodov.

BIRCH má dve fázy:

Konštrukcia Clustering Feature Tree (CFT): V tejto fáze algoritmus inkrementálne konštruuje CFT spracovávaním dátových bodov. Algoritmus používa parametre na kontrolu veľkosti a tvaru klastrov v CFT. Každý nový dátový bod aktualizuje CFT zlúčením klastrov, ktoré sú príliš malé alebo príliš blízko seba.

Segmentácia: V tejto fáze algoritmus používa CFT na zhukovanie dátových bodov. Algoritmus prechádza CFT a hľadá klaster, ktorý je najbližší k danému dátovému bodu. Algoritmus priradí každý dátový bod k najbližšiemu klastru a aktualizuje stredy klastrov.

BIRCH má niekoľko výhod oproti iným algoritmom na segmentáciu, ako je schopnosť efektívne pracovať s veľkými dátovými sádami, detegovať šum a okrajové body a produkovať hierarchické segmentovanie, ktoré je ľahko vizualizovateľné a interpretovateľné. Avšak, BIRCH má aj niektoré obmedzenia, ako je citlivosť na výber parametrov a neschopnosť vytvárať klastre s rôznymi veľkosťami a hustotami.



Obr. 7 BIRCH

Porovnanie

Pre segmentáciu mračna bodov sme použili 2 algoritmy - DBSCAN a BIRCH. Na obrázkoch 6. a 7. môžeme vidieť naše dosiahnuté výsledky. Pomocou DBSCANu sa nám podarilo dosiahnuť lepšiu segmentáciu, kedy steny miestnosti označil ako jeden klaster a zvyšné prvky skenu ako osoby a predmety oddelil do samostatných klastrov.

Pri algoritme BIRCH nám algoritmus oddelil do samostatného klastru predmety a osoby v priestore. Steny miestnosti však rozdelil do 4 klastrov, z dôvodu, že body sú od seba podobne vzdialené a tvoria homogénnu oblasť, z hľadiska ich vzájomnej vzdialenosti.