Deep Closest Point

Nikolay Tsoy, Vojtěch Nydrle

2. ledna 2020

Zadání

Zadání

Tema OJ1:

- Vyzkoušet DCP (https://arxiv.org/abs/1905.03304) na real-world datech jako náhrada standardního SLAM algoritmu.

Zadání

Tema OJ1:

- Vyzkoušet DCP (https://arxiv.org/abs/1905.03304) na real-world datech jako náhrada standardního SLAM algoritmu.

DCP

- Deep Closest Point
- Deep Learning náhrada ICP

ICP

ICP

Iterační algoritmus

ICP

Iterační algoritmus

- určuje $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$ mezi množinami bodů X a Y
  - $X = \{\vec{x}_1, \dots, \vec{x}_N\} \subset \mathbb{R}^3$
  - $Y = \{\vec{y}_1, \dots, \vec{y}_N\} \subset \mathbb{R}^3$
  - Y vznikne otočením a posunutím X

ICP

Iterační algoritmus

- určuje $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$ mezi množinami bodů X a Y
  - $X = \{\vec{x}_1, \ldots, \vec{x}_N\} \subset \mathbb{R}^3$
  - $Y = \{\vec{y}_1, \ldots, \vec{y}_N\} \subset \mathbb{R}^3$
  - Y vznikne otočením a posunutím X
- tak aby $E(\mathbf{R}_{xy}, \vec{t}_{xy})$ byla minimální
  - $E(\mathbf{R}_{xy}, \vec{t}_{xy}) = \dfrac{1}{N}\displaystyle\sum_{i=1}^{N} \|\mathbf{R}_{xy}\vec{x}_i + \vec{t}_{xy} - \vec{y}_{m(x_i)}\|^2$
  - $m(x_i) = \operatorname*{argmin}_j \|\mathbf{R}_{xy}\vec{x}_i + \vec{t}_{xy} - \vec{y}_j\|^2$

Problémy ICP

Problémy ICP

1. nelze optimalizovat $\mathbf{R}_{xy}$, $\vec{t}_{xy}$ i m najednou

Problémy ICP

1. nelze optimalizovat $\mathbf{R}_{xy}$, $\vec{t}_{xy}$ i m najednou
2. v jednom kroku optimalizuje m a v dalším $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$

Problémy ICP

1. nelze optimalizovat $\mathbf{R}_{xy}$, $\vec{t}_{xy}$ i m najednou
2. v jednom kroku optimalizuje m a v dalším $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$
3. velmi často najde jen lokální optimum

Problémy ICP

1. nelze optimalizovat $\mathbf{R}_{xy}$, $\vec{t}_{xy}$ i m najednou
2. v jednom kroku optimalizuje m a v dalším $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$
3. velmi často najde jen lokální optimum
4. neuvažuje zajímavost některých bodů

Problémy ICP

1. nelze optimalizovat $\mathbf{R}_{xy}$, $\vec{t}_{xy}$ i m najednou
2. v jednom kroku optimalizuje m a v dalším $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$
3. velmi často najde jen lokální optimum
4. neuvažuje zajímavost některých bodů
5. neporadí si se šumem a řídkostí měření

DCP

DCP

1. nejprve stanoví $m(x_i)$

DCP

1. nejprve stanoví $m(x_i)$
2. z odpovídajících si $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i \in \mathbb{R}^3$ vypočte $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$

DCP

1. nejprve stanoví $m(x_i)$
2. z odpovídajících si $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i \in \mathbb{R}^3$ vypočte $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$
3. $\vec{x}_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{x}_i,\ \vec{y}_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{y}_i$

DCP

1. nejprve stanoví $m(x_i)$
2. z odpovídajících si $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i \in \mathbb{R}^3$ vypočte $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$
3. $\vec{x}_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{x}_i,\ \vec{y}_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{y}_i$
4. $\mathbf{H} = \sum_{i=1}^{N}(\vec{x}_i - \vec{x}_c)(\vec{y}_{m(x_i)} - \vec{y}_c)^T = \mathbf{USV}^T$

DCP

1. nejprve stanoví $m(x_i)$
2. z odpovídajících si $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i \in \mathbb{R}^3$ vypočte $\mathbf{R}_{xy}$ a $\vec{t}_{xy}$
3. $\vec{x}_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{x}_i,\ \vec{y}_c = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{y}_i$
4. $\mathbf{H} = \sum_{i=1}^{N}(\vec{x}_i - \vec{x}_c)(\vec{y}_{m(x_i)} - \vec{y}_c)^T = \mathbf{USV}^T$
5. $\mathbf{R}_{xy} = \mathbf{VU}^T,\ \vec{t}_{xy} = \vec{y}_c - \mathbf{R}_{xy}\vec{x}_c$

DCP - nalezení $m(x_i)$

DCP - nalezení $m(x_i)$

1. PointNet nebo DGCNN před poslední vrstvou

DCP - nalezení $m(x_i)$

1. PointNet nebo DGCNN před poslední vrstvou
2. generuje $F_X = \{\vec{x}_1^L, \dots, \vec{x}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$ a $F_Y = \{\vec{y}_1^L, \dots, \vec{y}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$

DCP - nalezení $m(x_i)$

1. PointNet nebo DGCNN před poslední vrstvou
2. generuje $F_X = \{\vec{x}_1^L, \ldots, \vec{x}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$ a $F_Y = \{\vec{y}_1^L, \ldots, \vec{y}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$
3. $\vec{x}_i^L$ a $\vec{y}_i^L$ "sémanticky"popisují bod $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i$

DCP - nalezení $m(x_i)$

1. PointNet nebo DGCNN před poslední vrstvou
2. generuje $F_X = \{\vec{x}_1^L, \ldots, \vec{x}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$ a $F_Y = \{\vec{y}_1^L, \ldots, \vec{y}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$
3. $\vec{x}_i^L$ a $\vec{y}_i^L$ "sémanticky"popisují bod $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i$
4. $m(x_i) = \mathrm{softmax}(F_Y {x_i^L}^T)$

DCP - nalezení $m(x_i)$

1. PointNet nebo DGCNN před poslední vrstvou
2. generuje $F_X = \{\vec{x}_1^L, \dots, \vec{x}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$ a $F_Y = \{\vec{y}_1^L, \dots, \vec{y}_N^L\} \subset \mathbb{R}^P$
3. $\vec{x}_i^L$ a $\vec{y}_i^L$ "sémanticky"popisují bod $\vec{x}_i$ a $\vec{y}_i$
4. $m(x_i) = \mathrm{softmax}(F_Y {x_i^L}^T)$
5. taky poznáváme podobné body ne podle barvy a polohy ale podle významu

DCP

DCP

Učení:

1. $L = \|\mathbf{R}_{xy}^T \mathbf{R}_{xy}^g - I\|^2 + \|\vec{t}_{xy} - \vec{t}_{xy}^g\|^2 + \lambda\|\theta\|$
2. $\mathbf{R}_{xy}^g$ a $\vec{t}_{xy}^g$ popisují skutečnou transformaci, θ jsou parametry CNN

DCP

Učení:

1. $L = \|\mathbf{R}_{xy}^T \mathbf{R}_{xy}^g - I\|^2 + \|\vec{t}_{xy} - \vec{t}_{xy}^g\|^2 + \lambda\|\theta\|$
2. $\mathbf{R}_{xy}^g$ a $\vec{t}_{xy}^g$ popisují skutečnou transformaci, θ jsou parametry CNN

Závěr autorů:

DCP

Učení:

1. $L = \|\mathbf{R}_{xy}^T \mathbf{R}_{xy}^g - I\|^2 + \|\vec{t}_{xy} - \vec{t}_{xy}^g\|^2 + \lambda\|\theta\|$
2. $\mathbf{R}_{xy}^g$ a $\vec{t}_{xy}^g$ popisují skutečnou transformaci, θ jsou parametry CNN

Závěr autorů:

1. DCP je dost spolehlivý na určení kvalitního výstupu v jednom běhu, ale nechá se ještě doplnit ICP.

DCP

Učení:

1. $L = \|\mathbf{R}_{xy}^{T}\mathbf{R}_{xy}^{g} - I\|^2 + \|\vec{t}_{xy} - \vec{t}_{xy}^{g}\|^2 + \lambda\|\theta\|$
2. $\mathbf{R}_{xy}^{g}$ a $\vec{t}_{xy}^{g}$ popisují skutečnou transformaci, θ jsou parametry CNN

Závěr autorů:

1. DCP je dost spolehlivý na určení kvalitního výstupu v jednom běhu, ale nechá se ještě doplnit ICP.
2. Může být snadno použit ve složitějších například SALM

Naše práce

Naše práce

Dataset:

- "KITTI Vision"22 sekvencí k 11 se skutečnou pozici

Naše práce

Dataset:

- "KITTI Vision"22 sekvencí k 11 se skutečnou pozici
- na jedné sekvenci jsme učily a druhé testovaly

Dosažené výsledky

Možné zlepšení

Děkuji za pozornost