

Sledování pohybujícího se objektu

Jan Krejčí

Objekt



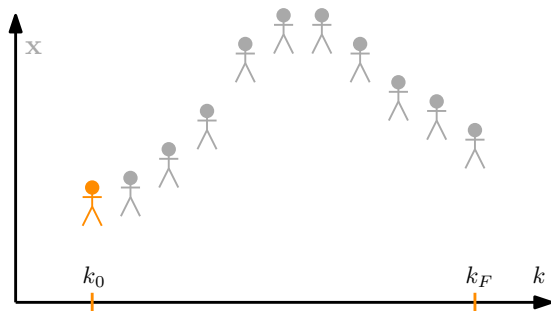
Objekt v čase a prostoru



Objekt s nejistotou

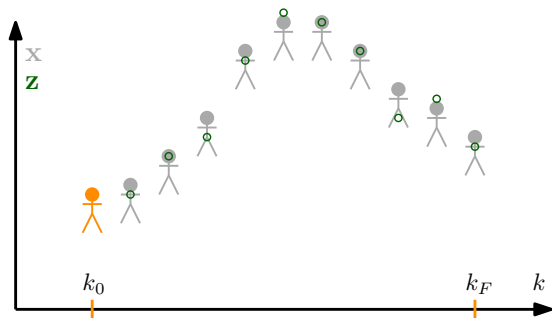


Objekt s nejistotou se pohybuje



$$p(\mathbf{x}_{k_0})$$
$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_k, \mathbf{w}_k)$$

Objekt **s nejistotou** se pohybuje a **generuje měření**



$$p(\mathbf{x}_{k_0})$$

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_k, \mathbf{w}_k)$$

$$\mathbf{z}_k = \mathbf{h}(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_k)$$

Klasická teorie filtrace

- **Popis objektu:** skrytý Markovský proces

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_k, \mathbf{w}_k) \rightarrow \psi(\mathbf{x}_{k+1} | \mathbf{x}_k)$$

$$\mathbf{z}_k = \mathbf{h}(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_k) \rightarrow l(\mathbf{z}_k | \mathbf{x}_k)$$

- **Cíl:** najít podmíněnou hustotu $p_{k|k}(\mathbf{x}_k | \overbrace{\mathbf{z}_1, \dots, \mathbf{z}_k}^{\triangleq \mathbf{z}^k})$

Klasická teorie filtrace

- **Popis objektu:** skrytý Markovský proces

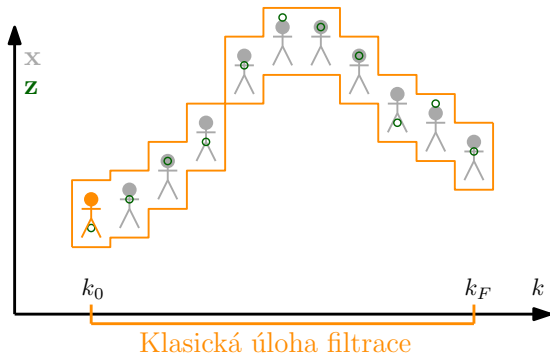
$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_k, \mathbf{w}_k) \rightarrow \psi(\mathbf{x}_{k+1}|\mathbf{x}_k)$$

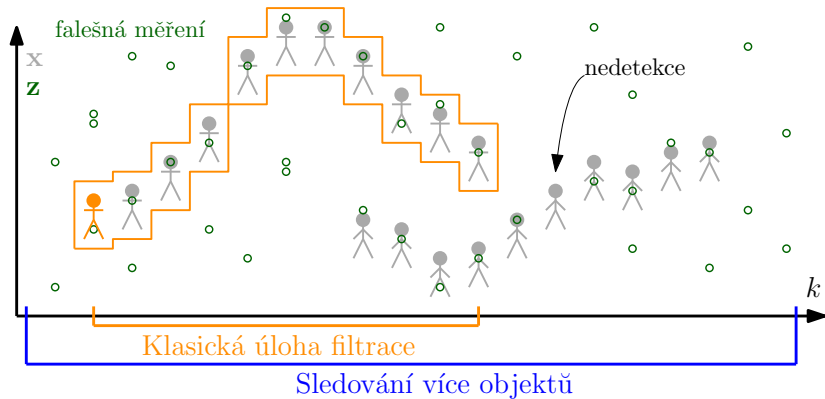
$$\mathbf{z}_k = \mathbf{h}(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_k) \rightarrow l(\mathbf{z}_k|\mathbf{x}_k)$$

- **Cíl:** najít podmíněnou hustotu $p_{k|k}(\mathbf{x}_k|\overbrace{\mathbf{z}_1, \dots, \mathbf{z}_k}^{\triangleq \mathbf{z}^k})$
- **Řešení:** Bayesovy rekursivní vztahy

$$p_{k|k-1}(\mathbf{x}_k|\mathbf{z}^{k-1}) = \int \psi(\mathbf{x}_k|\mathbf{x}_{k-1})p_{k-1|k-1}(\mathbf{x}_{k-1}|\mathbf{z}^{k-1})d\mathbf{x}_{k-1}$$

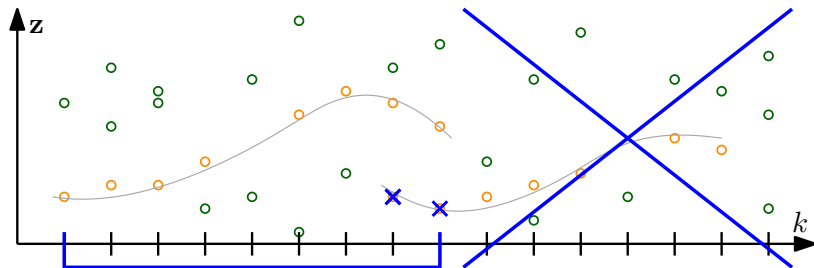
$$p_{k|k}(\mathbf{x}_k|\mathbf{z}^k) \propto l(\mathbf{z}_k|\mathbf{x}_k)p_{k|k-1}(\mathbf{x}_k|\mathbf{z}^{k-1})$$





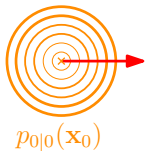
1. Zobecnění: nedetekce + falešná měření

$$\mathcal{Z}_k = O_k \cup C_k$$



Sledování hypotéz

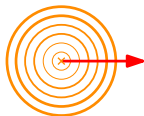
$$k = 0$$



Sledování hypotéz

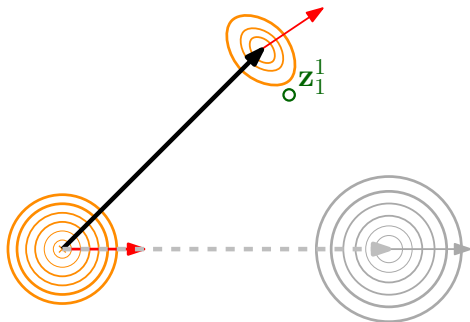
$$k = 1$$

z_1^1



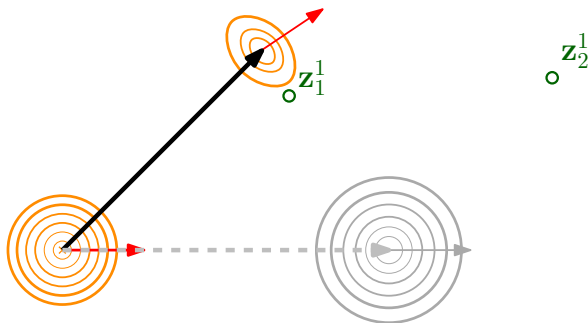
Sledování hypotéz

$$k = 1$$



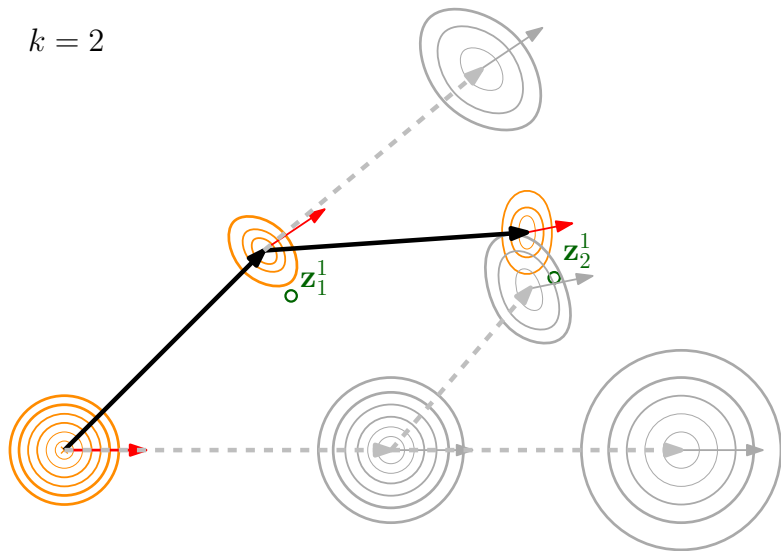
Sledování hypotéz

$$k = 2$$

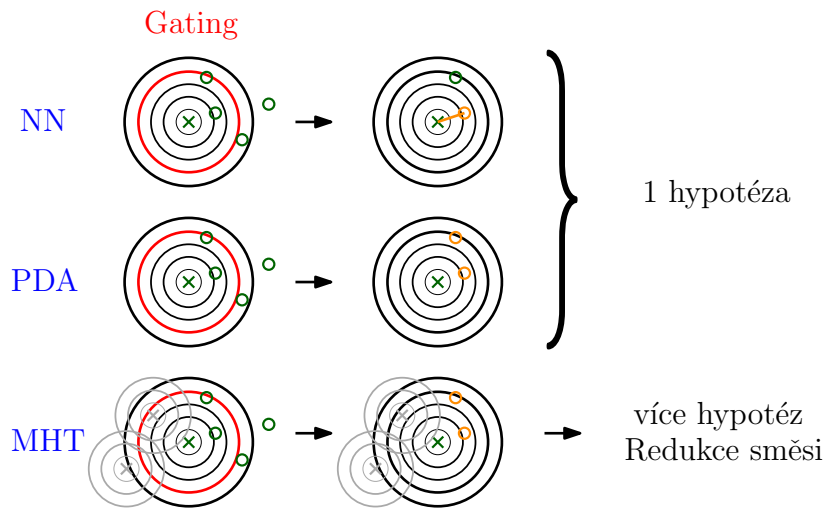


Sledování hypotéz

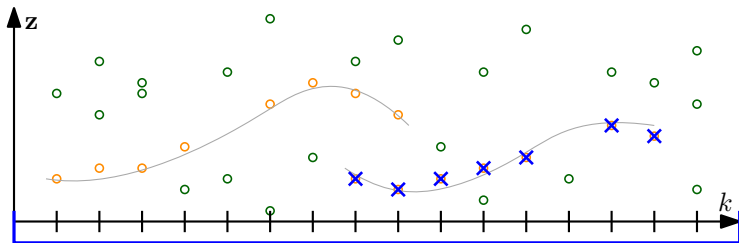
$$k = 2$$



Zjednodušené algoritmy



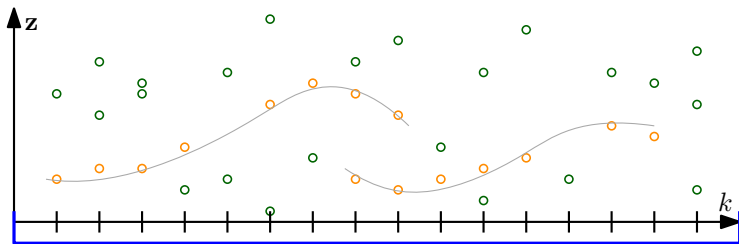
2. Zobecnění: mizení a objevování



Sledovaná entita: Bernoulliho náhodná konečná množina

$$f_{k|k}(X_k) = \begin{cases} 1 - q_{k|k}, & X_k = \emptyset \\ q_{k|k} \cdot p_{k|k}(\mathbf{x}_k), & X_k = \{\mathbf{x}_k\} \end{cases}$$

3. Zobecnění: více objektů se stejným chováním



Sledovaná entita: Poissonova náhodná konečná množina

$$f_{k|k}(X_k) \approx e^{-\bar{N}_{k|k}} \prod_{\mathbf{x} \in X_k} \underbrace{\bar{N}_{k|k} p_{k|k}(\mathbf{x})}_{\text{"intenzita"}}$$

► Aproximativní filtrace

Závěr

Sledování pohybujícího se objektu

- ▶ DP představuje úvod do obecnějších problémů filtrace

Přínos DP

- ▶ Matematický aparát
 - ▶ Propojení teorií FISST a PPP
 - ▶ **Nový vztah** hovořící o intenzitě
- ▶ Odvození algoritmů
 - ▶ **Nová odvození** filtračního kroku filtru intenzity
 - ▶ Pomocí nového **vztahu**
 - ▶ Pomocí spojitě EM metody
- ▶ Praktická ukázka
 - ▶ Implementace a **intuitivní** porovnání

Vede někam použití těchto algoritmů pro sledování z videí?

Vede někam použití těchto algoritmů pro sledování z videí?

Ano

- ▶ Rigorózní zpracovávání množin dat
- ▶ Odhad počtu objektů

Vede někam použití těchto algoritmů pro sledování z videí?

Ano

- ▶ Rigorózní zpracovávání množin dat
- ▶ Odhad počtu objektů

Obtížnější modelování

- ▶ Volba konkrétního algoritmu
- ▶ Nastavení mnoha parametrů

Co je zapotřebí dořešit, pakliže chceme použít přístupy z DP na objekty které nejsou i.i.d.?

Co je zapotřebí dořešit, pakliže chceme použít přístupy z DP na objekty které nejsou i.i.d.?

Je třeba řešit zejména:

- ▶ Popis a chování více objektů
- ▶ Rozeznávání objektů

Co je zapotřebí dořešit, pakliže chceme použít přístupy z DP na objekty které nejsou i.i.d.?

Je třeba řešit zejména:

- ▶ Popis a chování více objektů
- ▶ Rozeznávání objektů
- ▶ Obtížnější tvorba hypotéz

1. měření ... falešné/nový obj./**obj. 1**/obj. 2/...

⋮

m. měření ... falešné/nový obj./obj. 1/**obj. 2**/...

→ **Zásadní otázka:** jak přiřazovat data?

Co je zapotřebí dořešit, pakliže chceme použít přístupy z DP na objekty které nejsou i.i.d.?

Je třeba řešit zejména:

- ▶ Popis a chování více objektů
- ▶ Rozeznávání objektů
- ▶ Obtížnější tvorba hypotéz

1. měření ... falešné/nový obj./**obj. 1**/obj. 2/...

⋮

m. měření ... falešné/nový obj./obj. 1/**obj. 2**/...

→ **Zásadní otázka:** jak přiřazovat data?

Mad'arský a aukční algoritmus

Gibbsovo vzorkování (MCMC)