

Celulární modely pohybu chodců a Experiment evakuace místnosti

Bc. Marek Bukáček

skupina GAMS při Katedře matematiky
FJFI ČVUT v Praze

26. červen 2012

Obsah

Model pohybu chodců

Experiment opuštění místnosti

Pohyb chodců

- popis pohybu pro jeho predikci → bezpečnostní analýza staveb

Pohyb chodců

- popis pohybu pro jeho predikci → bezpečnostní analýza staveb
- pozorované jevy:
 - konflikty agentů
 - spontánní řazení
 - efekt zipu
 - tvar shluku u východu
 - stádní chování
 - fundamentální diagram

Pohyb chodců

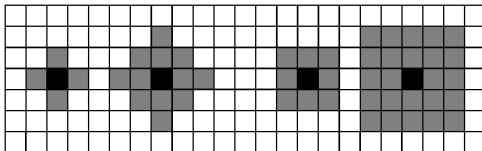
- popis pohybu pro jeho predikci → bezpečnostní analýza staveb
- pozorované jevy:
 - konflikty agentů
 - spontánní řazení
 - efekt zipu
 - tvar shluku u východu
 - stádní chování
 - fundamentální diagram
- silové modely
- celulární modely
- modely na bázi termodynamického plynu

Celulární modely

- diskétní mřížka → jednotlivé buňky
- diskrétní čas → krok algoritmu
- aktualizace založena na pravidlech → reakce na stav okolí

Celulární modely

- diskétní mřížka → jednotlivé buňky
- diskrétní čas → krok algoritmu
- aktualizace založena na pravidlech → reakce na stav okolí



Obrázek: Von Neumannovo a Moorovo okolí s dosahem $C = 1$ a $C = 2$.

Vlastní model

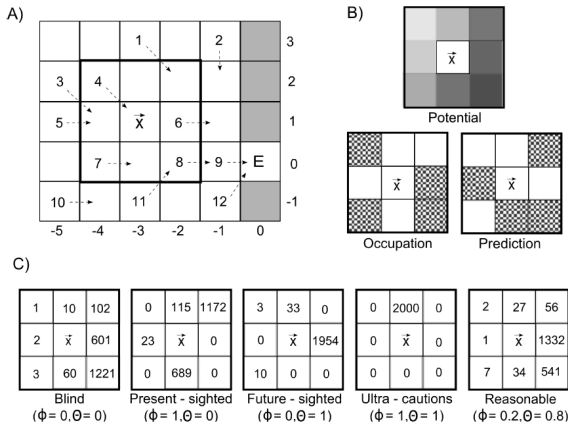
- F.A.S.T model – inspirace pro naši práci
- pravoúhlá mřížka $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$
- čas probíhá přes události – pohyb skupiny chodců
- agenti mají různou frekvenci $\rightarrow$ rychlost

Vlastní model

- F.A.S.T model – inspirace pro naši práci
- pravoúhlá mřížka $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$
- čas probíhá přes události – pohyb skupiny chodců
- agenti mají různou frekvenci $\rightarrow$ rychlost
- aktualizace aktivních agentů probíhá následovně:
 1. výpočet pravděpodobnosti podle vztahu (1)
 2. podle stavu cílové buňky vazba nebo čekárna
 3. vyhodnocení čekáren – konflikty
 4. pohyb agentů, možný pohyb navázaných

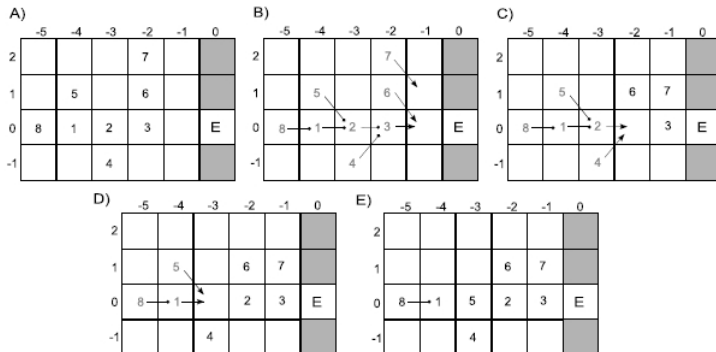
$$p_i = N \cdot \xi_i \cdot \exp(\Psi \cdot U_i) \cdot (1 - \Phi \cdot n_i) \cdot (1 - \Theta \cdot r_i) \quad (1)$$

Ilustrace pravděpodobnosti



Obrázek: Vliv koeficientů na rozložení pravděpodobnosti

Ilustrace vazeb



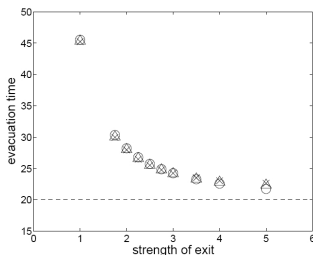
Obrázek: Ukázka řešení čekáren a vazeb

Symetrie pohybu

- penalizace pravděpodobnosti
 - penalizace uhlopříčného pohybu
 - v určitém intervalu síly atraktoru kompenzuje čas
 - špatné mikroskopické vlastnosti

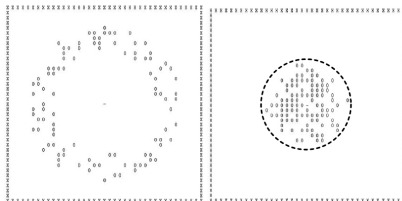
Symetrie pohybu

- penalizace pravděpodobnosti
 - penalizace uhlopříčného pohybu
 - v určitém intervalu síly atraktoru kompenzuje čas
 - špatné mikroskopické vlastnosti
- penalizace času
 - zvýšení času další aktualizace
 - může desynchronizovat pohyb

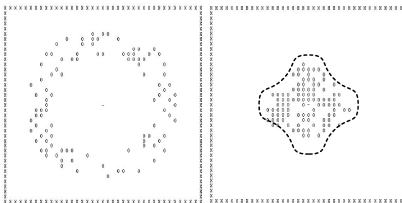


Obrázek: Graf závislosti evakuačního času na síle exitu pro různé úhly.

Symetrie pohybu



Obrázek: Simulace s řešením symetrie



Obrázek: Simulace bez řešením symetrie

Experiment

- škálovat vlastní model
- ověřit fenomény pohybu chodců

Experiment

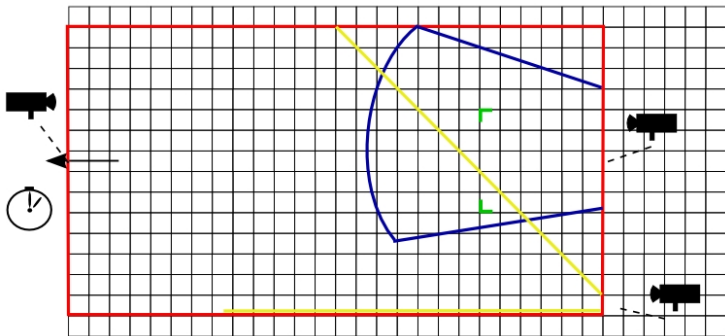
- škálovat vlastní model
- ověřit fenomény pohybu chodců
- k dispozici:
 - tým spolupracovníků ze skupiny GAMS
 - cca 80 dobrovolníků z řad studentů SMB2 (během 1 běhu evakuace 28 – 32 chodců)

Experiment

- škálovat vlastní model
- ověřit fenomény pohybu chodců
- k dispozici:
 - tým spolupracovníků ze skupiny GAMS
 - cca 80 dobrovolníků z řad studentů SMB2 (během 1 běhu evakuace 28 – 32 chodců)
 - pokyny pro chodce:
 1. opustit místnost co nejrychleji
 2. neběžet, pouze jít
 3. bez fyzického kontaktu

Technika

- 3 kamery
- měření intervalů výstupu



Vyhodnocení záběrů

- pokud začíná pohyb z jasné formace, drží ji
- chodci mají naučené optimální chování (přístup k východu)
- u východu nevzniká půlkruh, ale vícepruhová fronta

Vyhodnocení záběrů

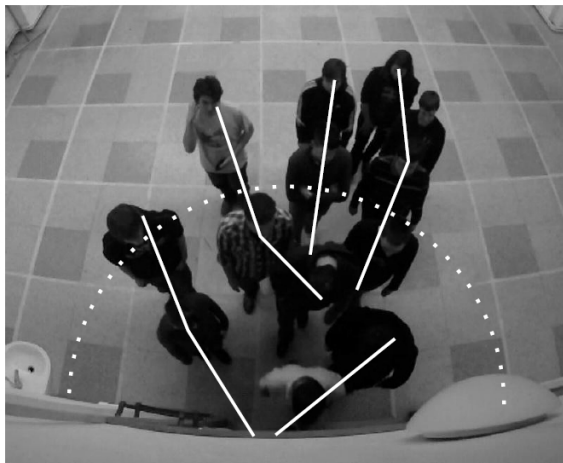
- pokud začíná pohyb z jasné formace, drží ji
- chodci mají naučené optimální chování (přístup k východu)
- u východu nevzniká půlkruh, ale vícepruhová fronta



Obrázek: Vývoj dvouřadé fronty

Vyhodnocení záběrů

- příchod k východu je nezávisí na počáteční formaci



Obrázek: Chování u východu

Vyhodnocení záběrů

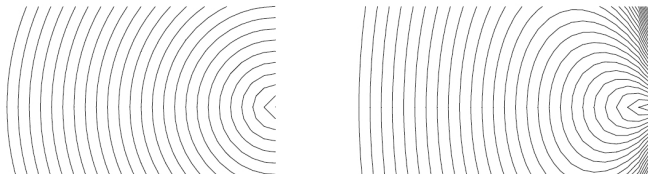
- návrh modifikace vzdálenosti pro chůzi

$$r(\vec{e}, \vec{x}) = \sqrt{\frac{10}{e_c - x_c} (e_l - x_l)^2 + (e_c - x_c)^2} \quad (2)$$

Vyhodnocení záběrů

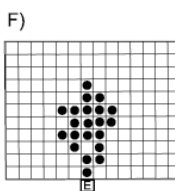
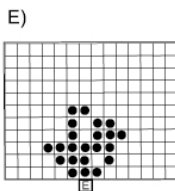
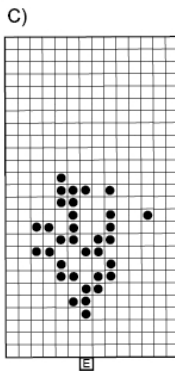
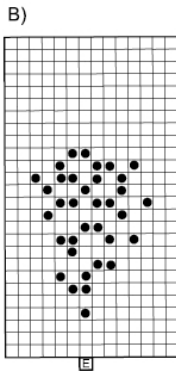
- návrh modifikace vzdálenosti pro chůzi

$$r(\vec{e}, \vec{x}) = \sqrt{\frac{10}{e_c - x_c} (e_l - x_l)^2 + (e_c - x_c)^2} \quad (2)$$



Obrázek: Klasický a modifikovaný potenciál

Porovnání s modelem – chůze

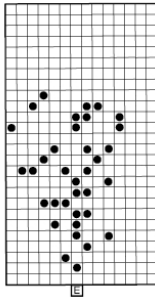


Porovnání s modelem – běh

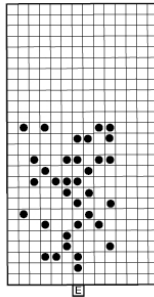
A)



B)



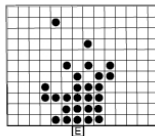
C)



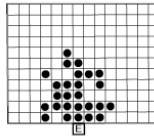
D)



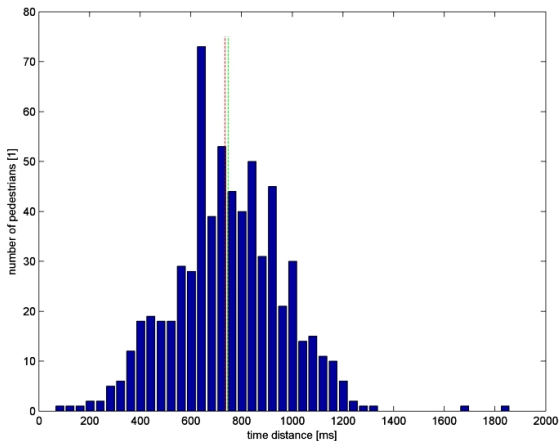
E)



F)

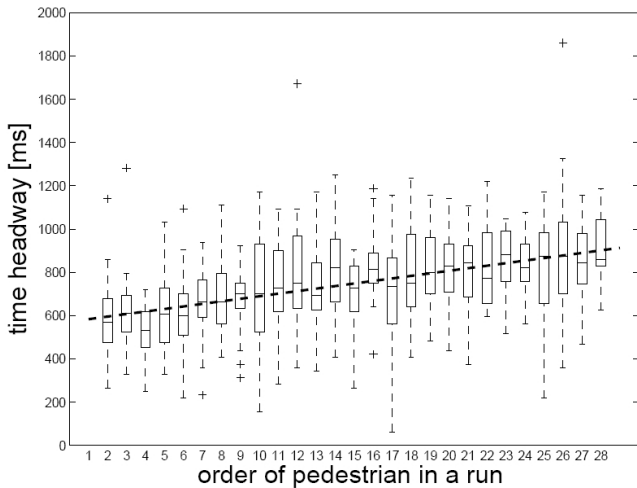


Intervaly výstupů



Obrázek: Histogram intervalů výstupů (souhrn 2 nastavení)

Intervaly výstupů



Obrázek: Box-plot intervalů výstupů

Závěr

- dále se budeme věnovat modelu:
 - zavedení orientace agenta
 - zobecnění aktualizací frekvence
 - rozšíření reakčního okolí

Závěr

- dále se budeme věnovat modelu:
 - zavedení orientace agenta
 - zobecnění aktualizací frekvence
 - rozšíření reakčního okolí
- připravíme další experiment:
 - zkoumání fundamentálního diagramu
 - motivace chodců, aby chodili normálně
 - zpracovat měřených dat (obrazu)

Závěr

- dále se budeme věnovat modelu:
 - zavedení orientace agenta
 - zobecnění aktualizací frekvence
 - rozšíření reakčního okolí
- připravíme další experiment:
 - zkoumání fundamentálního diagramu
 - motivace chodců, aby chodili normálně
 - zpracovat měřených dat (obrazu)

Děkuji za pozornost