



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

**WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI,
INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ**

KATEDRA INFORMATYKI STOSOWANEJ

Praca dyplomowa inżynierska

*Symulacja dynamiki pieszych z wykorzystaniem modelu Social Force.
Simulation of pedestrian dynamics using Social Force Model.*

Autor:

Michał Gandor

Kierunek studiów:

Informatyka

Opiekun pracy:

dr hab. inż. Jarosław Wąs

Kraków, 2017

Uprzedzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.): „Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystycznego wykonania albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, a także uprzedzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211 ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.): „Za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyny uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym dalej «sądem koleżeńskim».”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.

Serdecznie dziękuję ... tu ciąg dalszych podziękowań np. dla promotora, żony, sąsiada itp.

Spis treści

1. Wprowadzenie	7
1.1. Cele pracy	7
1.2. Zawartość pracy	8
1.3. Zastosowanie symulacji komputerowych	8
2. Wykaz ważniejszych oznaczeń	9
3. Wprowadzenie teoretyczne	11
3.1. Systemy modelowania ruchu pieszych	11
3.1.1. gas-kinetic pedestrian model	11
3.1.2. Automaty komórkowe	11
3.1.3. Social Force model	11
3.2. Wybór modelu	11
4. Opis modelu Social Force	13
4.1. Desired force	13
4.2. Interakcja pomiędzy pieszymi	13
4.3. Points of interest	14

1. Wprowadzenie

Zachowanie tłumu badane jest od przeszło trzech dekad. Na samym początku badania były traktowane w ramach ciekawostki. Wraz z nowatorskimi pracami Helbinga W ostatnich czasach symulacje ruchu pieszych zyskały na popularności. Głównie za sprawą analogii do zachowania gazów oraz płynów [1]. Nie bez znaczenia jest także łatwość uzyskania parametrów oraz wartości potrzebnych do symulacji. Wartości takie jak predkość \vec{v}_α czy położenie \vec{r}_α danego pieszego α są łatwe do obliczenia, ale także do skalibrowania z danymi empirycznymi. Modelowanie ruchu pieszych odgrywa ponadto dużą rolę w projektowaniu, dostarcza wielu informacji użytecznych podczas planowania miejsc użyteczności publicznej

Jesteśmy obecnie świadkami rozrostu miast, budowy kompleksów sportowych czy galerii handlowych. Wszystkie te miejsca są nieodłącznie związane z tłumami przewijających się przez nie osób. W związku z rosnącą gęstością zaludnienia oraz wzrostem zagrożeń takich jak terroryzm [Przypis?] tworzenie symulacji ewakuacji nabrało większego znaczenia. Dzięki zasymulowaniu zachowania tłumu możemy łatwiej utworzyć schematy opuszczenia budynków podczas zagrożenia minimalizując szkody oraz ofiary. Symulacje pozwalają także na lepsze rozładowanie ruchu drogowego w miastach o rosnącej gęstości zaludnienia. Symulacje mogą mieć wielorakie zastosowanie, począwszy od ewakuacji ludności poprzez zachowania w centrach handlowych kończąc na ruchu drogowym. Na przejściach dla pieszych w Japonii ginie 30% osób uczestniczących w wypadkach drogowych [2], a w Niemczech odsetek ten wynosi 15% [German instigute for econeomic research 2010]. Zgodnie z danymi organizacji Fire Administration w Stanach Zjednoczonych [3] w roku 2007 3430 osób zmarło w pożarach oraz blisko 18 tysięcy zostało rannych. Biorąc pod uwagę te dane łatwo dojść do wniosku jakie korzyści płyną z symulacji ruchu pieszych.

1.1. Cele pracy

Celem poniższej pracy jest zasymulowanie ruchu pieszych.

1.2. Zawartość pracy

W rozdziale 1 przedstawiono podstawowe informacje dotyczące symulacji komputerowych z ruchem pieszych. Kolejny rozdział poświęcony jest porównaniu istniejących rozwiązań pomagających takie symulacje zaimplementować. Rozdział ...

1.3. Zastosowanie symulacji komputerowych

2. Wykaz ważniejszych oznaczeń

Celem poniższej pracy jest zapoznanie studentów z systemem \LaTeX w zakresie umożliwiającym im samodzielne, profesjonalne złożenie pracy dyplomowej w systemie \LaTeX .

3. Wprowadzenie teoretyczne

Z pozoru zachowanie pieszych może wydawać się chaotyczne oraz trudne do przewidzenia. Bazując jednak na badaniach i obserwacjach takie zachowania mają miejsce tylko w skrajnych przypadkach. W codziennym życiu okazuje się, że model do opisu zachowania tłumu może być w dość prosty sposób opisany, głównie dzięki prawdopodobieństwom jakie mogą zostać nakreślone w dużej populacjach ludzi.

3.1. Systemy modelowania ruchu pieszych

Poniżej przedstawiam różne modele symulacji ruchu pieszych

3.1.1. gas-kinetic pedestrian model

W codziennym życiu okazuje się, że model do opisu zachowania tłumu może być w dość prosty sposób opisany, głównie dzięki prawdopodobieństwom jakie mogą zostać nakreślone w dużej populacjach ludzi.

3.1.2. Automaty komórkowe

Coś o automatach komórkowych

3.1.3. Social Force model

Model Social Force zakłada, że piesi w ruchu mogą zostać w prosty sposób opisani za pomocą sił. Siły te pochodzą nie tylko z oddziaływań konkretnego pieszego na otoczenie, ale także z otoczenia na danego pieszego. Wartość, zwrot oraz kierunek finalnej siły jest składową wszystkich sił działających na danego pieszego. Dotychczasowe symulacje komputerowe pokazują, że Model Social Force, pomimo swojej prostoty bardzo realistycznie oddaje rzeczywiste zachowanie się tłumu.

3.2. Wybór modelu

Wybrano model symulacji pieszych bla bla

4. Opis modelu Social Force

Wykorzystany w pracy model Social Force [**GuideCrowdDynViaModifiedSocialForceModel**] bazujący na modelu Helbinga [1] zakłada, że na pieszego działają trzy siły. Desired force \vec{f}_i^0 , siła interakcji pomiędzy pieszymi i oraz j , \vec{f}_{ij} oraz siła interakcji pomiędzy pieszym i , a przeszkodami, \vec{f}_{iw}

Siła działająca na każdego z pieszych definiuje się jako:

$$m_i \frac{d\vec{v}_i(t)}{dt} = \vec{f}_i^0 + \sum_{j(\neq i)} \vec{f}_{ij} + \sum_w \vec{f}_{iw} \quad (4.1)$$

gdzie

m_i – masa pieszego i

$\vec{v}_i(t)$ – aktualna prędkość

4.1. Desired force

Desired force, \vec{f}_i^0 odzwierciedla dążenie danego pieszego i do osiągnięcia preferowanej prędkości. Może zostać opisana wzorem:

$$\vec{f}_i^0 = m_i \frac{v_i^0(t) \vec{e}_i^0 - \vec{v}_i(t)}{\tau} \quad (4.2)$$

gdzie

\vec{v}_i^0 – docelowa prędkość

\vec{e}_i^0 – kierunek do celu

τ – czas relaksacji

4.2. Interakcja pomiędzy pieszymi

Siła interakcji pomiędzy pieszymi i oraz j , \vec{f}_{ij} składa się z dwóch sił, socjologiczno-psychologicznej oraz fizycznej.

$$\vec{f}_{ij} = \vec{f}_{ij}^s + \vec{p}_{ij} \quad (4.3)$$

Pierwsza z nich \vec{f}_{ij}^s związana jest z naturalnym ludzkim odruchem utrzymywania dystansu od drugiego człowieka. Przyjmuje ona wartość maksymalną gdy odległość między dwoma pieszymi d_{ij} maleje, a wartość mniejszą w przypadku oddalania się pieszych.

$$\vec{f}_{ij}^s = A_i \exp[(r_{ij} - d_{ij})/B_i] \vec{n}_{ij} \quad (4.4)$$

gdzie

A_i – Moc siły

B_i – Dystans działania siły

\vec{n}_{ij} – wektor jednostkowy o początku w centrum strefy prywatnej pieszego i a końcu w centrum tej strefy pieszego j

Druga z sił \vec{f}_{ij}^p wywiera nacisk na pieszych w przypadku kiedy odległość pomiędzy pieszymi d_{ij} jest mniejsza od sumy promienia ich stref prywatnych $r_{ij} = r_i + r_j$

4.3. Points of interest

Points

Bibliografia

- [1] Dirk Helbing i Péter Molnár. „Social force model for pedestrian dynamics”. W: (1995).
- [2] Peng Chen Weiliang Zeng Hideki Nakamura. „A Modified Social Force Model for Pedestrian Behaviour Simulation at Signalized Crosswalks”. W: *Department of Civil Engineering, Nagoya University, Japan* (2014).
- [3] Lei Hou i in. „A social force evacuation model with leadership effect”. W: *Department of Civil Engineering, Nagoya University, Japan* (2014).