



**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

<b>1. Wprowadzenie</b>	7
1.1. Cele pracy	7
1.2. Zawartość pracy	8
1.3. Zastosowanie symulacji komputerowych	8
<b>2. Wykaz ważniejszych oznaczeń</b>	9
<b>3. Wprowadzenie teoretyczne</b>	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
<b>4. Opis modelu Social Force</b>	13
4.1. Points of interest	13
<b>5. Testy</b>	15
5.1. Test URL-a	15
5.2. Test dzielenia wdów	16
5.2.1. Lorem ipsum	17



# 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  $\vec{v}_\alpha$  czy położenie  $\vec{r}_\alpha$  danego pieszego  $\alpha$  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  $\text{\LaTeX}$  w zakresie umożliwiającym im samodzielne, profesjonalne złożenie pracy dyplomowej w systemie  $\text{\LaTeX}$ .



### **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 chęć 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

$\tau$  – czas relaksacji

### 4.2. Points of interest

Points



## **5. Testy**

### **5.1. Test URL-a**

Wejdź na stronę *<https://www.google.pl/>* i wpisz szukane zdanie.

## 5.2. Test dzielenia wdów

Lorem ipsum dolor sit amet, ex est alia dolorem commune. Duo modo errem no. Ea harum doming atomorum mei. Consul animal malorum cu qui, sumo dicta graece an est, vim ei clita regione.

Vel eu quando doming fastidii, mei graeco indoctum an, legere theophrastus in pro. Te mei probatus eleifend interpretaris. Est no autem liber vituperatoribus, cu mea dicam constituto. Ea laudem tritani consecetuer sit, sanctus patrioque expetendis vix in. Duo id fugit adversarium signiferumque, an quot modus molestiae qui.

Ut paulo definiebas pro. Mea an quod esse. Et atomorum facilis moderatius sit. Graeco iudicabit forensibus in vel. Eam cu lorem aeterno offendit, cu vix nulla congue posidonium. Vel lucilius evertitur vituperata no.

Mea eu graecis prodesset. Et tota eius nec. Ei etiam oratio has, vel ei homero eripuit invenire. Sed ex errem intellegebat, sea et elitr intellegat constituto. Nostro voluptua accusamus eos in, ei sale admodum has. Vim ne consetetur reformidans, ad has malis recusabo persequeris, per etiam virtute invenire in.

Te nihil eruditi eam, sit aperiam accusam mediocritatem at. Nec ne nonumy dictas disputationi, vis ridens sadipscing ex. Harum euripidis ex vix, at consetetur instructor signiferumque mel, at mei elitr honestatis. Id sit congue vituperata. Temporibus eloquentiam no eum.

Pro id esse phaedrum, nostro iudicabit eos ut. Sit ea aperiam alienum, harum audiam voluptua cu usu. Iudico invenire te vel, id suscipit disputando pri. Ut sumo expetenda mea.

Cum at idque nullam aperiam, vis ex aequae ponderum luptatum. Vix soluta graeco dissentiet ut, ut est reque periculis similique, ut dicta dicant repudiare sea. Ne dolor legendos signiferumque ius, at eirmo convenire qui. Suas numquam conceptam mei ex. Autem homero eos et, sea dicta alienum iudicabit ut.

Ea duo consulatu vulputate, id elit perpetua cum. His ei aequae saepe audiam. Prompta laoreet facilis ne sed, per hinc consetetur te, oratio fuisset ullamcorper mel at. Quis suscipiantur ne nec, agam efficiendi usu in.

Vis eu iuvaret singulis appellantur, usu ex saepe omittantur. Sed possit mnesarchum at, usu illum choro oratio in, et debet dolor vix. Mel aperiri suscipiantur ne, te per illum fuisset, lorem pericula mei ad. Pri id tale lucilius dissentiet, id sea sonet expetenda. Agam sensibus persequeris sed no, eum at tamquam sanctus.

Omnis exerci soleat ut vis. Rebum vidisse sea ex. Ius animal gubergren efficiantur ad, mollis probatus nec ut. Meis platonem ex vel, ut qui tale tritani equidem. Vide meis fuisset mel at, nam an assum delenit gubergren. No illum reprimique vim, te augue nullam per, ludus dicant suscipiantur ne sed.

An pri mediocre deseruisse, ad sumo audire dissentiet sit. Sit ea civibus lobortis. Etiam ceteros commune ei vis. Pro ei equidem vivendo. Quo ne prima periculis omittantur, ex rebum veritus sit, ei dolor maiestatis mea.



### 5.2.1. Lorem ipsum

Et mel munere quodsi sapientem. Essent legimus ne pro. Est ornatus definiebas et. No habemus docendi ius, purto sapientem mei at. Tamquam vivendo necessitatibus has at, no habemus praesent nec. No quo modus iudicabit scriptorem. Modus intellegebat ea vim. Cu ius lorem regione offendit, ne accusata sensibus vituperatoribus quo. Sit ut iuvaret indoctum. Ut mea sale justo. Sapientem definitionem ius eu, at sea quem doming. Facete conclusionemque ut nec, vix at duis eius. Eos quot consequuntur et, ornatus liberavisse ne mei.

Per an dicam commodum tractatos, usu in timeam numquam tacimates. Case delectus eu sea, usu audiam eleifend tincidunt id, nec at decore discere mentitum. Ut elit veri eloquentiam his, ceteros tractatos ea has. Duo impetus scribentur et, eu quo errem everti, ad recusabo consulatu ius. Fastidii comprehensam pri ea, ex duo augue quando denique. Eos aeterno deserunt sententiae cu, ius quas tation patrioque ex.

Id autem scripta explicari nec, congrue quidam possit te sit. Et usu ipsum bonorum graecis, ferri verear deterruisset eum cu. Purto porro accommodare cu vim. Cum ei tritani pertinacia voluptaria.



## 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).