

WNIOSEK O PORTFOLIO: „Inteligentne budynki” - wykorzystanie symulacji sterowanych danymi do analizy i krótkoterminowej predykcji zachowań pieszych.

Autorzy: dr inż. Jarosław Wąs, mgr inż. Jakub Porzycki

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
budynek C-2 pokój 426 tel.: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl

Opis merytoryczny

Cel naukowy

Celem naukowym podejmowanym przez wnioskodawców jest opracowanie metodyki tworzenia symulacji dynamiki pieszych sterowanych danymi, czyli tzw. koncepcji data-driven modeling, jak również wykorzystania tych danych do poprawy bezpieczeństwa i komfortu użytkownika w budynkach użyteczności publicznej. Ponadto realizacja projektu może pomóc w zebraniu kompleksowych danych i lepszego zrozumienia zasad rządzących dynamiką pieszych.

Symulacje sterowane danymi są koncepcją łączącą klasyczne symulacje komputerowe z analizą danych rzeczywistych. W kontekście dynamiki pieszych łączą one modele symulacji dynamiki tłumów z metodami wyznaczania parametrów ruchu pieszych.

Wykorzystanie rzeczywistych informacji o aktualnym zachowaniu pieszych jako danych wejściowych do symulacji otwiera nowe możliwości praktycznego zastosowania badań nad dynamiką tłumu. Dotychczas symulacje dynamiki pieszych były wykorzystywane głównie do walidacji określonych scenariuszy - bezpieczeństwa ludzi w predefiniowanych sytuacjach.

Stworzenie systemu symulacyjnego opartego na natychmiastowym przetwarzaniu rzeczywistych danych pozwala na uzyskanie krótkoterminowej predykcji zachowania aktualnie przebywających na danej przestrzeni ludzi. Wcześniejsza informacja o prawdopodobnych zagrożeniach może okazać się przydatna dla odpowiednich służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo. Jednak taka informacja może zostać wykorzystana również do poprawy komfortu użytkownika takiego budynku – przykładowo poprzez wcześniejsze ustawienie wolnych wind na piętrach gdzie przewidywana jest większa koncentracja osób.

Przedstawione w temacie „Inteligentne budynki” są koncepcją systemu, który zamontowany w budynkach użyteczności publicznej, dzięki wykorzystaniu symulacji sterowanych danymi może, z zadaną dozą dokładności, przewidywać ruch osób wewnątrz budynków. Takie dane mogą zostać wykorzystane w następujących obszarach:

- > poprawa bezpieczeństwa, w szczególności w sytuacjach zaistniałych zaistniałych zagrożeń,
- > poprawa funkcjonalności budynku.

Co więcej zebrane dane na temat schematów zachowań pieszych w danym budynku, mogą zostać wykorzystane w celu poprawy bezpieczeństwa (rozmiszczenie obiektów mogących redukować nacisk tłumu, rozmiszczenie apteczek, defibrylatorów) i komfortu użytkownika (rozmiszczenie ławek, automatów z napojami).

Istniejący stan wiedzy:

W ciągu ostatnich lat nastąpił silny rozwój dziedziny nauki jaką są symulacje dynamiki tłumu. Powstało wiele nowych modeli zachowań pieszych, zarówno w podejściu makro i mikroskopowym. Obecnie najpowszechniej stosowana jest rodzina modeli oparta na dynamice molekularnej (metoda Social Force i metody pochodne). Pozwalają one na osiągnięcie dokładnych wyników, jednak z powodu dużej złożoności obliczeniowej nie nadają się ona dobrze do wykorzystania w sytuacji, kiedy symulacja musi być wykonywana on-line.

Na przeciwnym biegunie znajdują się modele makroskopowe – bazujące na podejściu hydrodynamicznym - obserwacji, że przy dużych gęstościach tłum ludzki zachowuje się podobnie do płynów. Symulacje te cechują się niskim czasem wykonania, ale ich dokładność dla wielu zastosowań nie jest zadowalająca.

Coraz większe uznanie zdobywają także metody dyskretne oparte na systemach agentowych oraz niehomogenicznych automatach komórkowych. Łączą one możliwość uzyskania dobrych wyników, ze złożonością obliczeniową pozwalającą na wykorzystanie w systemach przetwarzających dane na bieżąco. Autorzy wniosku od kilku lat rozwijają metodykę symulacji dyskretnej wykorzystującą dokładniejszą reprezentację przestrzeni oraz teorię proksemiki Halla.

Podobnie tematyka automatycznego wyznaczania parametrów ruchu na podstawie nagrań jest przedmiotem aktywnych badań w wielu ośrodkach naukowych, a także naszego zespołu naukowego. Głównym urządzeniem wykorzystywanym do akwizycji danych jest kamera wideo. Jednak wyznaczanie parametrów ruchu pieszych na podstawie nagrań wideo jest zadaniem trudnym. Często dokładność działania proponowanych algorytmów zależy od ustawienia kamery oraz specyfiki nagrywanego regionu. Wyznaczenie trajektorii pieszych i parametrów transportowych tłumu przy użyciu te metody jest szczególnie trudne w przypadku dużych gęstości tłumu – realnych sytuacjach zagrożenia.

Inną metodą pomiaru jest wykorzystanie czujników noszonych przez pieszych, takich jak akcelerometry, nadajniki bluetooth ... itp. Z ich wykorzystaniem można z bardzo wysoką dokładnością wyznaczyć pozycję pieszych. Główny problem w tym przypadku polega na konieczności posiadania

przez monitorowane osoby odpowiedniego urzędnika. Dużym ułatwieniem może być wykorzystywanie powszechnie posiadanych smartphonów, jednak i w tym przypadku wymagane jest zainstalowanie odpowiedniej aplikacji.

Dzięki pojawieniu się na rynku w ostatnich latach tanich i powszechnie dostępnych czujników głębokości takich jak Microsoft Kinect czy Asus Xtion otworzyła się nowa możliwość wyznaczania trajektorii pieszych. Analiza map głębokości pozwala na znacznie odporniejsze na błędy śledzenie trajektorii przechodzących pieszych – nawet w przypadku dużej gęstości tłumu. Metoda ta nie jest tak zależna od warunków zewnętrznych/oświetleniowych jak metody oparte na analizie obrazu wideo. Minusem tego typu czujników jest ich niewielki kąt widzenia oraz wrażliwość na promieniowanie podczerwone – nadają się do zastosowania tylko wewnątrz budynków.

Symulacje sterowane danymi są koncepcją łączącą przedstawioną powyżej tematykę. Obecnie onlinowe symulacje dynamiki pieszych sterowane danymi to rzadkość. Nieliczne istniejące badania w tej tematyce mają charakter koncepcyjny i prototypowy. Autorzy wniosku w poprzednim roku akademickim (2013/2014) stworzyli prototyp symulacji pieszych sterowanej danymi wykorzystującej model Social Distance oraz analizę map głębokości uzyskanych przy pomocy urządzenia Microsoft Kinect.

Metodyka badań:

W prezentowanym projekcie „Inteligentnych budynków” - wykorzystania symulacji sterowanych danymi do krótkoterminowej predykcji zachowań pieszych, można wyróżnić kilka kluczowych elementów:

- › Opracowanie metod wyznaczanie parametrów ruchu pojedynczych pieszych oraz parametrów transportowych tłumu – badanie możliwości zastosowania różnych typów czujników, opracowanie algorytmów ekstrakcji znaczących informacji (położenia, prędkości pieszych, przepływu ... itp.) ze strumienia danych z czujników. Prawidłowa interpretacja i korekcja danych .
- › Stworzenie i kalibracja algorytmów dynamiki pieszych w różnych kontekstach sytuacyjnych – walidacja algorytmów i narzędzi symulacyjnych.
- › Stworzenie metododyki sterowania symulacjami przy użyciu rzeczywistych danych, kalibracja i walidacja utworzonych narzędzi.
- › Analiza i badanie wzorców zachowań pieszych.

Spodziewane wymierne efekty podjęcia prac:

Głównym celem podjętych prac jest opracowanie metodyki tworzenia symulacji dynamik tłumu sterowanych danymi. Nie mniej ważne jest wykorzystanie opracowanej metodyki do stworzenia systemu wykonującego predykcję zachowań pieszych na danym rejonie/ w danym budynku.

W ramach tych zadań niezbędne będzie:

- › opracowanie algorytmów ekstrakcji parametrów ruchu pieszych,
- › stworzenie metodyki sterowania symulacjami przy użyciu rzeczywistych danych,
- › przetestowanie i usprawnienie istniejących modeli dynamiki pieszych do celów projektu „Inteligentne budynki”,
- › kalibracja i walidacja stworzonych systemów, włącznie z automatyczną kalibracją systemu pozwalającą na dostosowanie się do układu i specyfiki danego budynku.

Finalnie działający system „Inteligentnego budynku” ma umożliwić predykcję (z zadaną dokładnością) zachowań osób znajdujących się aktualnie na terenie budynku. Uzyskane informacje mogą zostać wykorzystane do poprawy bezpieczeństwa i komfortu korzystania z budynku.

Charakterystyka i typ potencjalnych nabywców:

A. Potencjalni partnerzy z przemysłu

Potencjalnych partnerów z przemysłu można podzielić na następujące kategorie:

- › Właściciele i zarządcy budynków w których zarządzanie tłumem jest konieczne ze względów bezpieczeństwa lub może zwiększyć komfort użytkowania/zyski z funkcjonowania: stadion, hala sportowa, obiekty sakralne, galerie handlowe, biurowce, sklepy wielkopowierzchniowe ... itp.
- › Firmy informatyczne – które posiadają kompetencje w zakresie tworzenia rozwiązań informatycznych
- › Firmy elektroniczne – jako dostawcy specjalizowanych czujników wykorzystywanych do monitoringu tłumu.
- › Eksperti branżowi – np. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa, Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, Komenda Wojewódzka Policji, NOT

B. Jednostki samorządowe i instytucje potencjalnie zainteresowane rozwiązaniem

- › Jednostki samorządowe, na których terenie prowadzone są inwestycje związane z obiektami użyteczności publicznej (W województwie małopolskim np.: Kraków, Tarnów, Nowy Sącz i inne).
- › Instytucje odpowiedzialne za zachowania bezpieczeństwa w budynkach użyteczności publicznej głównie: policja i straż pożarna.

C. Obszary przemysłu, biznesu których można zastosować rozwiązanie:

- › Organizacja imprez masowych
- › Działanie galerii handlowych i sklepów wielkopowierzchniowych
- › Działalność budynków użyteczności publicznej

3. Opis istniejących materiałów promocyjnych, które mogą być wykorzystane do promocji.

Filmy – opisujące pomysł i dotychczasowe doświadczenia wnioskodawcy w tej dziedzinie i potencjalne zastosowania
Prezentacje multimedialne – pokazujące proponowane rozwiązania i dotychczasowy background

4. Potencjalni rozmówcy (autorytety w dziedzinie), wywiady z którymi pozwolą podnieść jakość rozwiązania

Eksperti ze Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa SITP
Eksperti ze Straży Pożarnej i Policji
Eksperti ze Szkoły Głównej Służby Pożarniczej
Międzynarodowi Partnerzy Projektu FP7 Socionical (technologie ICT w zapewnieniu bezpieczeństwa)

5. Kierunki potencjalnego zastosowania projektu

Prezentowany projekt ma kilka możliwych zastosowań. Najważniejszym i podstawowym jego zadaniem jest zwiększenie bezpieczeństwa osób w obiektach użyteczności publicznej. Ponadto koncepcja inteligentnych budynków może zostać wykorzystana do zwiększenia komfortu użytkowników danego obiektu. Wreszcie wyniki działania obserwacji zachowań tłumu mogą zostać wykorzystane w celach naukowych – zgromadzenia nowej wiedzy o wzorcach zachowań tłumu.

6. Opis silnych i słabych stron projektu

Silne strony projektu:

Projekt opiera się na dziedzinie modelowania i symulacji dynamiki tłumu w której wnioskodawcy mają spore doświadczenie. Koncepcja i prototyp projektu były już omawiane wśród polskich i zagranicznych ekspertów i spotkały się z dużym zainteresowaniem. Projekt systemu jest dobrze przemyślany pod kątem konceptualnym. Wnioskodawcy są przygotowani do jego realizacji.

Słabe strony projektu:

Słabe strony projektu związane są przede wszystkim z docelową grupą odbiorców, którzy w dotychczasowej pracy nie korzystali z pomocy podobnych systemów. W Polsce brak jest jakichkolwiek uregulowań prawnych dotyczących narzędzi do symulacji ewakuacji. Pewien problem może wiązać się również z koniecznością dostosowania algorytmów ekstrakcji danych o zachowaniu tłumu analizy danych zebranych w różnych środowiskach.

7. Wskazanie czynników ryzyka

Czynniki ryzyka obejmują przeprowadzenie kalibracji i walidacji zaproponowanych rozwiązań. Często ten proces jest żmudny i dużą rolę odgrywa doświadczenie. Wsparcie ekspertów takich jak doświadczeni architekci, inżynierowie bezpieczeństwa przeciwpożarowego pozwoli na zminimalizowanie tego czynnika ryzyka.