

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Modelování a simulace – projekt

Téma č. 1: Epidemiologické modely pomocí celulárních automatů

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Autori a zdroje	2
1.2	Validita modelu	2
2	Rozbor témy a použitých metod/technologií	2
2.1	Použité postupy	2
2.2	Pôvod použitých metod	2
3	Experimenty	2
3.1	Experiment 1	3
3.2	Experiment 2	4

1 Úvod

Tento projekt a inžinierska správa sa zaoberajú problematikou šírenia epidémie vírusu. Pri tvorbe modelu boli využité verejno-dostupné dáta a štatistiky pandémie Covid-19, ktorými bol model následne naplnený. Teda výsledok je prispôbený a zameraný na vírus Covid-19, ale model by mal byť využiteľný aj pri iných epidémiách. Cieľom modelu je štatisticky znázorniť priebeh šírenia vírusu Covid-19 a potvrdiť / vyvrátiť účinnosť jednotlivých opatrení zavedených na spomalenie šírenia vírusu.

1.1 Autori a zdroje

Autormi modelu sú Filip Čižmár (xcizma06) a Samuel Križan (xkriza06). Zadanie práce spadá pod Vysoké učení technické v Brně, projekt predmetu Modelování a simulace. Presné zadanie je Téma č. 1: Epidemiologické modely pomocí celulárních automatů. [1]

Štatistické informácie boli prevzaté z článkov štúdií verejne dostupných na internete, a kde zdroj je jednoznačný, budú vždy označené patričnými informáciami v poslednej sekcii dokumentu - Referencie.

Koncept a matematický základ modelu bol prevzatý z článku Using Cellular Automata to Simulate Epidemic Diseases[3].

1.2 Validita modelu

Validita modelu bola overená porovnaním reálnych štatistík priebehu covid-19 s výstupmi modelu.

2 Rozbor témy a použitých metód/technológií

Informácie týkajúce sa implementácie modelu boli získané z článku vedeckého časopisu Applied Mathematical Sciences - Using Cellular Automata to Simulate Epidemic Diseases.[3] Článok popisuje princíp využitia celulárnych automatov na modelovanie šírenia epidémií. Celulárne automaty sú implementačne jednoduché dvojrozmerné modely schopné simulovať komplexné biologické či environmentálne javy z reálneho života, a preto sú vhodné aj na modelovanie problematiky epidémií.

2.1 Použité postupy

Celulárny automat tohto projektu vychádza z matematického modelu SIR - Susceptible (náchylní), Infected (infikovaní), Recovered (uzdravení). Rovnako ako vo vyššie zmienenom článku bola použitá možnosť Moorovho okolia bunky - teda všetky bunky v 3x3 štvorci so stredom v aktuálnej bunke.

Jazyk implementácie je C++. Žiadne vonkajšie knižnice neboli použité.

2.2 Pôvod použitých metód

https://www.researchgate.net/publication/228819056_Using_Cellular_Automata_to_Simulate_Epidemic_Diseases

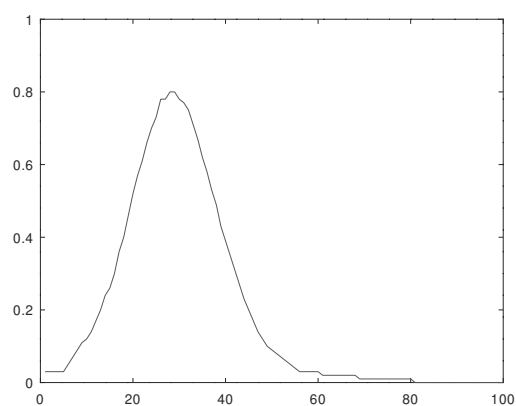
3 Experimenty

Všetky experimenty prebiehali mapovaním výstupu modelu do grafov v programe GNU Octave, kde osa x reprezentuje po sebe nasledujúce dni a osa y reprezentuje celkové percento (resp. pomer) nakazených. Vstupné konštanty (koeficient pohybu obyvateľov, koeficient prenosu a pod.) boli pred štartom programu vždy zmenené, program bol viackrát spustený s rôznymi hodnotami a jednotlivé výstupy boli následne porovnané s reálnymi hodnotami. Cieľom experimentov bolo overiť validitu modelu voči momentálnemu vývoju pandémie Covidu-19 a tým pádom aj jeho využitie pri vývoji v budúcnosti.

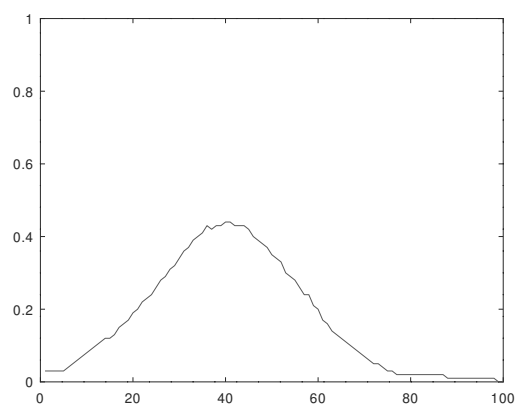
3.1 Experiment 1

Prvý experiment popisuje šírenie vírusu pri zmene koeficientu pohybu. Štatistiky z reálneho sveta hovoria, že pri obmedzení pohybu obyvateľov štátu sa šírenie vírusu spomalí a maximálne množstvo súčasne nakazených obyvateľov sa zníži, brániac tak preplneniu zdravotníckych zariadení.

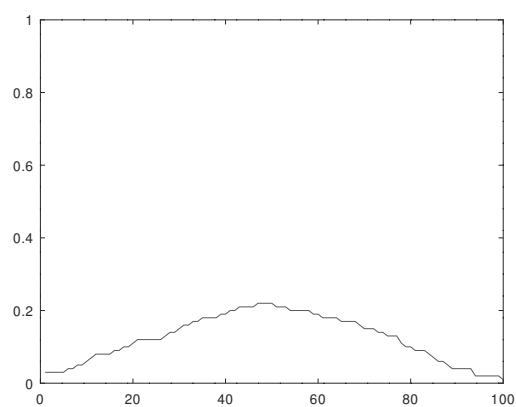
Pri experimente boli použité hodnoty koeficientu pohybu 15, 3.5 a 0. Tieto čísla popisujú počet náhodných stretnutí s bunkami mimo Moorovho okolia bunky, kde 15 reprezentuje neobmedzený pohyb, 3.5 pohyb mierne obmedzený a 0 reprezentuje úplný lockdown v rámci okresov.



Obrázek 1: Koeficient pohybu 15



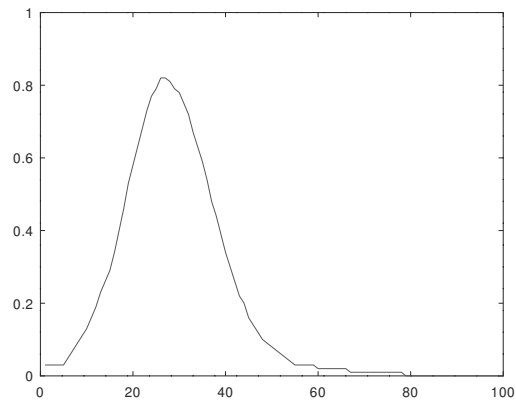
Obrázek 2: Koeficient pohybu 3.5



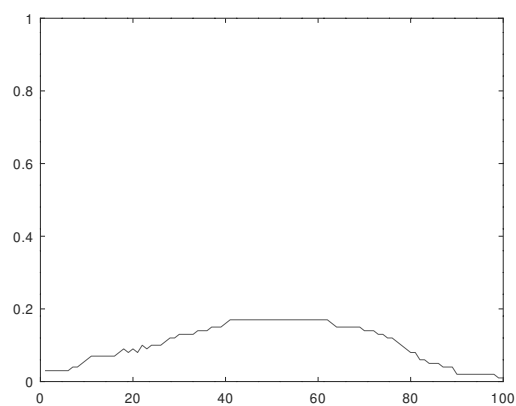
Obrázek 3: Koeficient pohybu 0

3.2 Experiment 2

Experiment popisuje zmenu šírenia vírusu pri použití ochrany dýchacích ciest (rúška). V našom modeli predpokladáme, že 100% obyvateľov používa chirurgické rúška a chirurgické rúško zadrží 75% častíc.[2] Experiment prebiehal s hodnotou koeficientu pohybu rovnému 5.



Obrázek 4: 0% obyvateľov používa rúška



Obrázek 5: 100% obyvateľov používa rúška

Referencie

- [1] *Face Masks Against COVID-19: An Evidence Review* [online]. [cit. 22. listopadu 2020]. Dostupné na: <http://perchta.fit.vutbr.cz/vyuka-ims/24>.
- [2] HOWARD, J. *Face Masks Against COVID-19: An Evidence Review* [online]. [cit. 6. prosince 2020]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/340603522_Face_Masks_Against_COVID-19_An_Evidence_Review.
- [3] S. HOYA WHITE, A. MARTIN DEL REY, G. RODRIGUEZ SANCHEZ. Using Cellular Automata to Simulate Epidemic Diseases. *Applied Mathematical Sciences*. 2017. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/228819056_Using_Cellular_Automata_to_Simulate_Epidemic_Diseases.