

EpiSolve: Uživatelská dokumentace

Jan Beneš
MFF UK, obor Informatika
Programování 2

Obsah

1	Úvod	2
2	Systémové požadavky	2
3	Spuštění programu	2
4	Konfigurace – soubor config.json	2
4.1	Parametry evolučního algoritmu (EAParameters)	2
4.2	Parametry simulace (SimulationParameters)	3
5	Výstup programu	4

1 Úvod

EpiSolve je konzolová aplikace napsaná v jazyce C#, která slouží k simulaci šíření epidemie v uzavřené populaci a k nalezení optimální strategie pro zavedení omezujících opatření (lockdownu) pomocí evolučního algoritmu. Cílem programu je najít takové parametry lockdownu, které minimalizují negativní dopady epidemie (počet mrtvých, přetížení systému) i samotných opatření (délka lockdownu).

2 Systémové požadavky

Pro spuštění aplikace je vyžadováno následující:

- Operační systém Windows, Linux nebo macOS.
- Nainstalované prostředí .NET 6.0 nebo novější.

3 Spuštění programu

Program se spouští z příkazové řádky. Po kompilaci projektu se v adresáři `bin/Debug/netX.X` (kde X.X je verze .NET) vytvoří spustitelný soubor `EpiSolve.exe` (na Windows) nebo `EpiSolve` (na Linux/macOS).

Spusťte program příkazem:

```
dotnet run
```

nebo přímo spuštěním souboru.

Při prvním spuštění, pokud v adresáři neexistuje konfigurační soubor `config.json`, program automaticky vytvoří nový s výchozími hodnotami.

4 Konfigurace – soubor config.json

Chování programu lze plně ovlivnit úpravou souboru `config.json`. Tento soubor obsahuje dva hlavní bloky: `EAParameters` pro nastavení evolučního algoritmu a `SimulationParameters` pro nastavení samotné simulace epidemie.

4.1 Parametry evolučního algoritmu (EAParameters)

PopulationSize Velikost populace jedinců (strategií) v každé generaci. Vyšší číslo může vést k lepším výsledkům, ale zpomaluje výpočet.

MaxGenerations Maximální počet generací, po kterých se evoluce zastaví.

MutationRate Pravděpodobnost (0.0 až 1.0), že u jedince dojde k mutaci některého z jeho genů (parametrů strategie).

MutationStrength Síla mutace. Určuje maximální možnou změnu hodnoty parametru při mutaci.

CrossoverRate Pravděpodobnost (0.0 až 1.0), s jakou dojde ke křížení dvou rodičů. V tomto programu je křížení implementováno jako průměrování hodnot, takže tento parametr není přímo využit, ale je ponechán pro budoucí rozšíření.

TournamentSize Počet jedinců náhodně vybraných do "turnaje" při selekci rodičů. Z tohoto výběru je jako rodič zvolen jedinec s nejlepším ohodnocením.

ElitismCount Počet nejlepších jedinců z předchozí generace, kteří jsou automaticky přeneseni do další generace beze změny.

NumberOfRunsForAveraging Počet opakování simulace pro každého jedince pro zprůměrování výsledků a snížení vlivu náhody. Vyšší hodnota zpřesňuje ohodnocení, ale výrazně prodlužuje dobu běhu.

4.2 Parametry simulace (SimulationParameters)

GridHeight, GridWidth Rozměry mřížky, po které se agenti pohybují.

AgentsCount Celkový počet agentů (osob) v simulaci.

SimulationTime Maximální délka jedné simulace v časových krocích.

ModerateRiskRate Pravděpodobnost nákazy při kontaktu s nakaženým agentem v sousedním políčku (vzdálenost 1).

HighRiskRate Pravděpodobnost nákazy při kontaktu s nakaženým agentem na stejném políčku.

MinRecoveryTime Minimální počet kroků, po které je agent nakažený, než se může začít uzdravovat.

RecoveryRate Pravděpodobnost v každém kroku (po uplynutí **MinRecoveryTime**), že se nakažený agent uzdraví.

MinImunityTime Minimální počet kroků, po které má agent po uzdravení imunitu.

ImunityLossRate Pravděpodobnost v každém kroku (po uplynutí **MinImunityTime**), že uzdravený agent ztratí imunitu a stane se opět náchylným.

DeathRate Základní pravděpodobnost, že nakažený agent v daném kroku zemře.

ChildWeakerImunityFactor Faktor (obvykle menší než 1.0), který oslabuje imunitu dětí (zvyšuje šanci na nákazu a úmrtí) - čím menší, tím větší šance nákazy.

ElderWeakerImunityFactor Faktor oslabující imunitu seniorů.

Weight... Váhy jednotlivých složek ve fitness funkci, která hodnotí úspěšnost strategie. Vyšší váha znamená větší důraz na daný parametr.

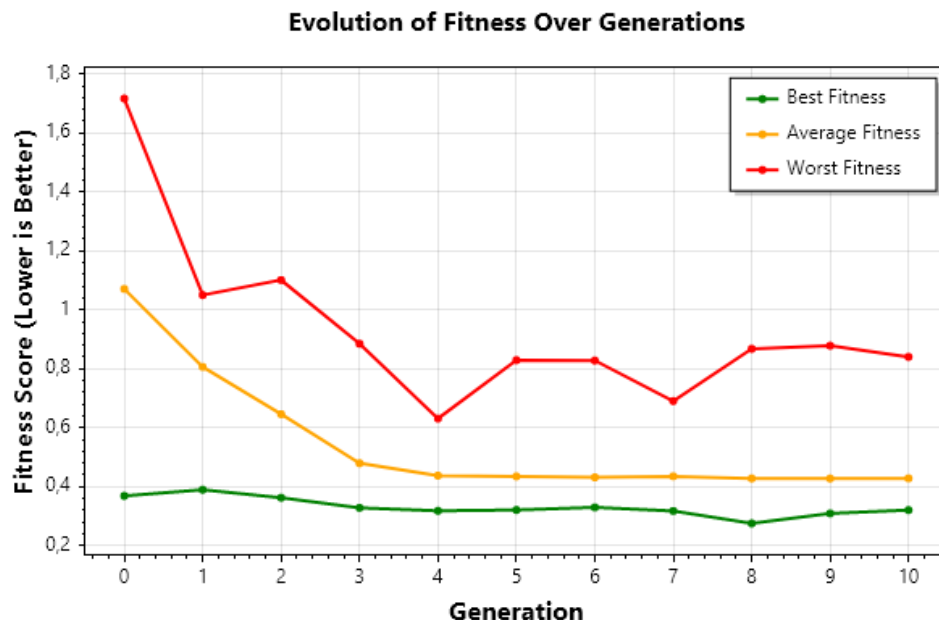
- **WeightTotalDead**: Váha pro celkový počet úmrtí.
- **WeightMaxInfected**: Váha pro maximální počet nakažených v jeden okamžik (reprezentuje přetížení systému).
- **WeightLockdown**: Váha pro celkovou délku trvání lockdownu.
- **WeightTotalInfected**: Váha pro celkový počet nakažených za celou epidemii.
- **WeightEpidemyDuration**: Váha pro celkovou délku trvání epidemie.

5 Výstup programu

Během běhu program vypisuje do konzole průběh evoluce (aktuální generaci). Po dokončení evoluce program zobrazí:

1. **Nejlepší nalezenou strategii:** Vypíše hodnoty parametrů pro optimální strategii lockdownu.
2. **Výsledky simulace s nejlepší strategií:** Zobrazí statistiky (celkem nakažených, mrtvých, délka lockdownu atd.) pro jednu ukázkovou simulaci s touto strategií.
3. **Finální fitness hodnota:** Číselné ohodnocení nejlepší strategie (nižší je lepší).
4. **Vizuální simulace:** V konzoli se přehraje zjednodušená animace průběhu epidemie s použitím nejlepší strategie.

Kromě výstupu do konzole program v kořenovém adresáři vytvoří soubor `fitness_graph.png`, který graficky znázorňuje vývoj fitness hodnot v průběhu generací.



Obrázek 1: Ukázka grafu vývoje fitness. Zelená křivka ukazuje nejlepšího jedince, oranžová průměr a červená nejhoršího. Cílem je minimalizovat hodnotu.