

ETS-ZA

Effective Tactics for Survival in a Zombie Apocalypse

Jakub Senko, 373902

Štefan Uherčík, 374375

Téma

Napriek tomu že sa téma zombie apokalypsy zvyčajne považuje len za vdačný námet pre zábavný priemysel, tento hypotetický scenár v sebe zaujímavou formou spája niektoré aktuálne problémy.

V prvom rade ide o simuláciu epidémie so špecifickými pravidlami. Boj voči potenciálne katastrofálnym epidémiám je jedným z komplexných problémov, pre ktorého zvládnutie musí byť k dispozícii dôkladne pochopenie mechanizmu ich vzniku a priebehu. Existujúce modely ako SIR a jeho rozšírenia ponúkajú predstavu o šírení epidémií ale nepredstavujú univerzálny nástroj na riešenie všetkých situácií, i preto je dôležité sa zaoberať všetkými predstaviteľnými scenármi.

Útok zombies je taktiež vhodný na tréning zvládnutia všeobecných katastrofických scenárov. Americká armáda nedávno zverejnila dokument „CONOP 8888” v ktorom sa zaoberá možnou reakciou na zombie epidémiu. Tento scenár sa používa pri výuke študentov a zahrňuje prekvapivé množstvo rôznych typov zombie, od „klasických” po „vegetarianske”. Študenti sa učia ako zvládnuť nápor na nemocnice, infraštruktúru a ako udržať poriadok [1].

Jedna sa o modelovanie konfliktu, v ktorom proti sebe stoja ľudia a nebezpeční ale malo inteligentne zombies. Sme presvedčení že aj modelovanie týchto typov situácií má zmysel a jedna sa o zaujímavejšie cvičenie ako napr. SIR, ktorý na našej úrovni možností a schopností už bol mnohokrát testovaný inými študentami.

Problém

Vrámcami nášho modelu sa zaoberáme vrájomnými interakciami dvoch typov agentov:

- human
- zombie

ktore prebiehajú v uzavretej “arene”. Hlavným cieľom je sledovať vývoj populácie oboch typov agentov v čase, pričom metrikou úspechu je ich prežitie.

Niektore z otázok na ktore hľadáme odpoveď sú:

- Aký pomer zombies/humans je schopná populácia humans prežiť?
- Je pre agentov výhodnejšie zostať v skupine alebo mimo skupiny?
- Je pre zombies výhodnejšie (celkovo aj jednotlivo) infikovať humans alebo zabíjať?
- Je pre ľudí výhodnejšie zabíjať alebo vyhybať sa zombies?
- Vznikne nejaké zaujímave emergentné chovanie agentov?

Aby mohli byť tieto otázky zodpovedateľné, je nutné si zadať ake situácie chceme modelovať a ktoré parametre môžu mať vplyv na chovanie agentov.

Návrh modelu: pravidlá

Kedže základnou charakteristikou zombie apokalypsy je, že sa jedná v prvom rade o epidémiu, počiatčnou inšpiráciou bol model SIR. Podobne ako SIR aj náš model predpoklada uzavretú populáciu n agentov, pričom $P_0 = z/h$ je počiatčný pomer medzi počtom zombies (z) a humans (h) udany v percentach. Plati že $n = z + h$. Analogiou skupiny *susceptible* v modeli SIR je skupina humans, a *infected* su zombie. Kedže predpokladame že transformacia zombie -> human nie je možna, skupinu *removed* tvoria mrtvi ľudia a zombies, ktorí sa už na simulácii ďalej nezúčastňujú.

Nasleduje diagram prechodu medzi jednotlivými skupinami:

prechod riadok -> stĺpec	human	zombie	removed
human	-	zombie infikuje	zombie zautoci
zombie	-	-	human zautoci
removed	-	-	-

Tieto prechody predpokladajú nasledujúce parametre: p_i je pravdepodobnosť infikovania pri strete zombie -- človek. $1 - p_i$ je pravdepodobnosť že zombie zautoci a spôsobí zranenie bez infikovania. p_a je pravdepodobnosť že človek zautočí na zombie a spôsobí zranenie, $1 - p_a$ je pravdepodobnosť že sa človek rozhodne utiecť.

Pri takomto nastavení pravidiel je ocividne že pre zombie je vždy najvyhodnejšie infikovať a p_a závisí inverzne od p_i . Do modelu teda vložíme negatívne spätné väzby ktoré znevýhodňujú vysoké hodnoty p_i a zavedieme koncept vyhľadovania a potravy. Pri zapnutí tohto rozšírenia budú humans a zombies nútení konzumovať potravu aby sa vyhli vyhľadovaniu. Potrava pre ľudí je náhodne generovaná ale zombies sú schopní konzumovať len mŕtvych ľudí, nie však ostatné zombies. Toto pravidlo, ktoré je bežne prítomné v literatúre a filmoch zaoberajúcich sa zombie apokalypse znevýhodní vysokú infekčnosť pre zombies ako celok. Toto rozšírenie ovplyvňuje nasledujúce parametre: f je počet dostupných kusov jedla pre ľudí (v každom momente simulácie). E je počiatočná „energia“ ktorú majú ľudia a zombies, pričom energia zombie po transformácii zostáva nezmenená. Energia klesne o 1 za každý „tick“ života agenta. Po konzumácii jedla je energia obnovená na maximum.

Návrh modelu: chovanie zombie

Chovanie agentov musí byť riadené jednoduchými pravidlami, ktoré ale predstavujú dobrý odhad chovania humans a zombies v hypotetickej apokalypse s pravidlami uvedenými v predchádzajúcom odstavci. Keďže pre chovanie zombies existujú „všeobecne uznávané“ pravidlá (berme do úvahy chovanie zombies vo väčšine populárnych diel) tak je možné ich jednoducho definovať:

1. ak si dostatočne blízko k človeku, infikuj alebo zaútoč
2. ak vidíš potravu, tak chod za nou a žer
3. ak vidíš človeka, chod za ním
4. ak vidíš iného zombie, chod za ním, môže byť na stope človeka
5. v opačnom prípade sa pohybuj náhodne

Tieto pravidlá vyžadujú niekoľko dodatočných parametrov, a to: rýchlosť pohybu v_z a polomer videnia r_z . Pravidlo číslo štyri je možné samostatne aktivovať, aby sme mohli sledovať formovanie skupín. Tieto pravidlá sú zoradené podľa priority.

Návrh modelu: chovanie humans

Kedže chovanie inteligentných ľudí je všeobecne komplikovanejšie ako chovanie zombies, je náročné vybrať správny model. Napriek tomu sme sa rozhodli zostaviť čo najuniverzálnejšie pravidlá v rámci možnosti nášho jednoduchého modelu. Prisli sme k zaveru, že tieto pravidla budú veľmi podobné pravidlám pre zombies a sú všetky motivované pudom sebazáchovy (ktorý zombies v našom modeli nemajú):

1. ak si príliš blízko k zombie, pokus sa utiecť alebo zaútoč
2. ak vidíš zombie, utekaj
3. ak vidíš potravu, chod za ňou a jedz
4. ak vidíš iného človeka, chod za ním
5. inak sa pohybuj náhodne

Pravidlá majú analogické parametre ako v predchádzajúcej sekcii. Pravidlo 4 môže mať rozny efekt. Skupina ľudí môže poskytovať útočisko, podobne ako ryby v skupine majú menšiu šancu byť zožrané žralokom alebo dav naopak priláka viac zombie.

Je očividné že týmito jednoduchými pravidlami nie je možné simulovať pamäť, inteligenciu a logiku, altruizmus, sociálne správanie, vynaliezavosť, spoluprácu a podobné ľudské vlastnosti. Napriek tomu majú tieto vlastnosti na *globálnej* úrovni pri apokalyptických udalostiach podľa nášho názoru menší efekt na vývoj ľudskej populácie a je rovnako pravdepodobné že ľudia budú čeliť katastrofe spoluprácou ako že budú navzájom nebezpečnejší ako zombies (tieto scenáre sú dostatočne pokryté vo filmovej produkcii). Pravidlá sú znovu zoradené podľa priority.

Implementácia

Na implementáciu modelu sme zvolili nástroj *NetLogo*, ktorý ponúka všetku potrebnú funkcionálnu a umožňuje skvelú vizualizáciu simulácie.

Výsledky: jednoduchý model

V počiatočnom prípade je generovanie jedla a vyhľadovanie vypnuté, zhlukovanie deaktivované. Parametre ktoré sa počas experimentov nemenili je rýchlosť pohybu humans (0.1), rovnako ako rýchlosť zombies, polomer videnia je 3.0 a polomer útoku 0.5 .

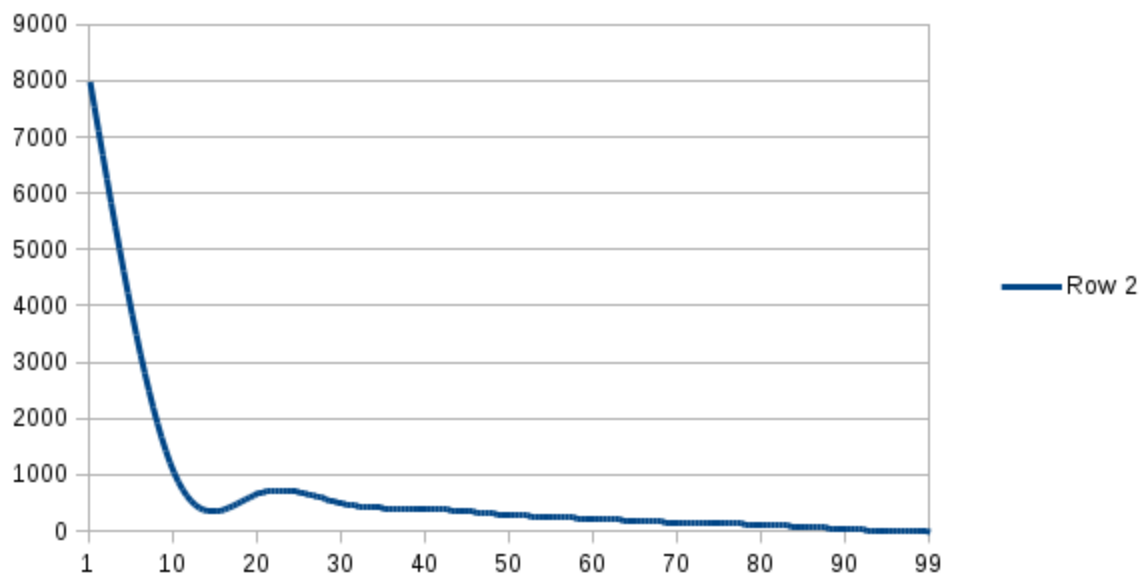
Prvou otázkou ktorou sme sa zaoberali je, nájdenie základných hodnôt parametrov pri ktorých sa vývoj populácie približuje modelu SIR. Kedže SIR nepočíta s útokom zdravých

jedincov na chorých je daný parameter 0%. Infekcnosť je nastavená na 100%. Prehľad nastavenia základného modelu:

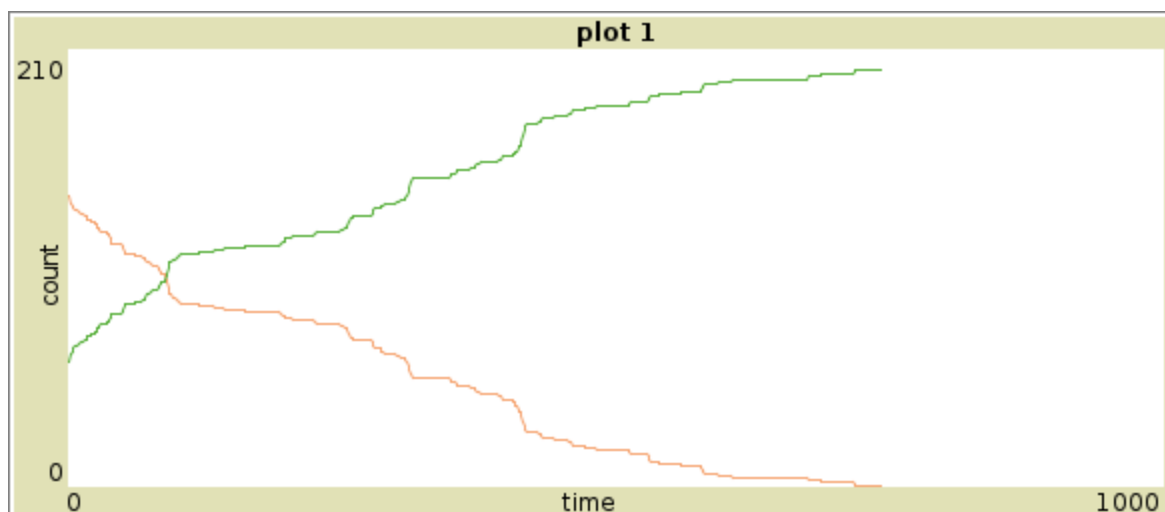
n	P_0	p_z	p_a
200	1%	100%	0%

Kedže ľudia automaticky unikajú pred zombies, ak je v populácii jediný nakazený tak trvá veľmi dlhý čas kým sa nakazí celá populácia. To že ľudia okamžite spoznajú zombie je možné obhájiť tak, že na rozdiel od chrípky je nakazený človek ľahšie identifikovateľný ako nebezpečný. Rozšírením modelu by mohla byť simulácia infekčnej doby. Avšak oneskorenú reakciu na nebezpečenstvo zombie apokalypsy môžeme simulovať zvýšením parametru P_0 . Nasleduje tabuľka ako dlho priemerne prežila populácia ľudí vzhľadom na P_0 :

P_0	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
ticks	8015	1066	694	523	425	319	251	184	147	66	13



Prícom graf vývoja populácie ($P_0 = 50\%$) je podobný modelu SIR bez recovered:



Z experimentu vyplýva že pozitívna spätná väzba spôsobí prudké urýchlenie apokalypsy ak ju ľudia začnú riešiť až keď je nákaza nad úrovňou 10%. Preto by v tejto hypotetickej situácii zatajovanie tejto hrozby dramaticky znížilo šance ľudstva na prežitie.

Vplyv ďalších parametrov na simuláciu:

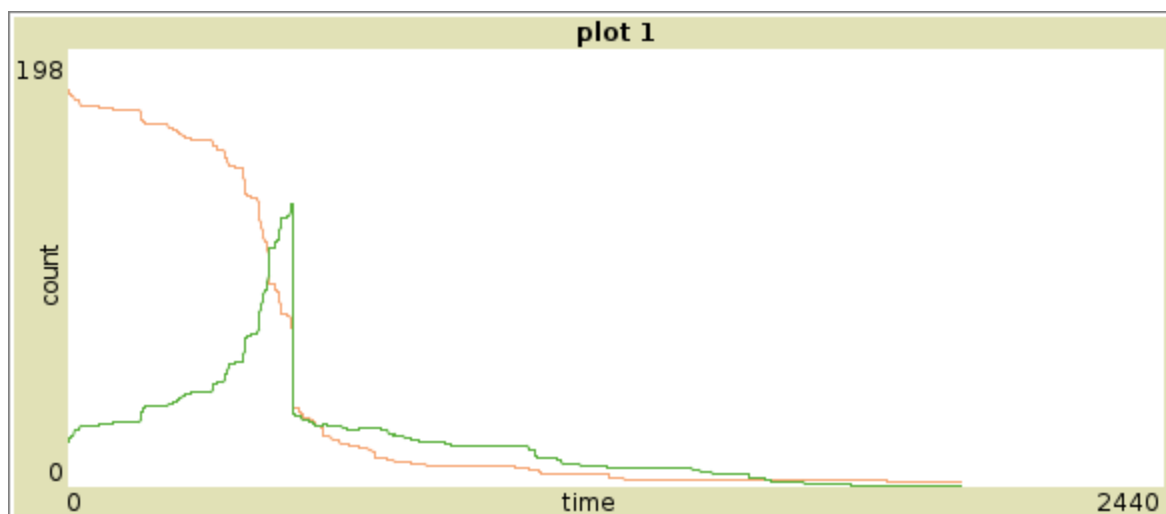
Zhlukovanie ľudí do skupín urýchli infekciu ak je P_0 nízke ale nemá výrazný vplyv ak je vysoké. To znamená že pri ZA sú znevýhodnené oblasti ktoré tvoria zhluky obyvateľstva, ako napríklad mestá a zvyšujú šance na rýchlejší priebeh infekcie. Pri výskyte ZA by mali teda úrady sústrediť svoje sily na evakuáciu obyvateľstva mimo miest.

Zhlukovanie zombies do skupín naopak znižuje rýchlosť nákazy prekvapivo až desaťnásobne. Jednou z efektívnych taktík by bolo prinútiť zombies aby sa zhlučkovali, využitím napríklad nejakej hypotetickej chemickej zbrane.

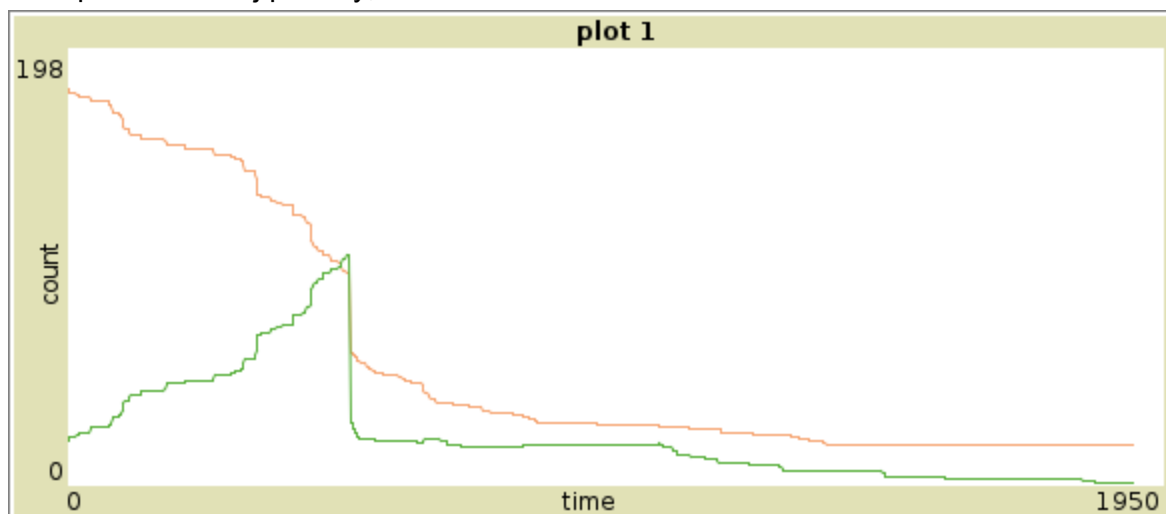
Výsledky: kompletný model

V tejto sekcii sa zameriame na skúmanie vplyvu rozšírenia základného modelu o vyhľadovanie - teda postupnú stratu energie agentov pri nedostatku potravy. Skúmame pri akom nastavení parametrov f , p_i a p_a prežije ľudstvo zombie apokalypsu. Ostatné parametre zostávajú nezmenené z predchádzajúcej sekcie a $P_0=10\%$, $E=500$, $e=500$.

Ak nastavíme $f=10$ ponecháme $p_i=100\%$ a $p_a=0\%$, graf populácie vyzerá nasledovne:



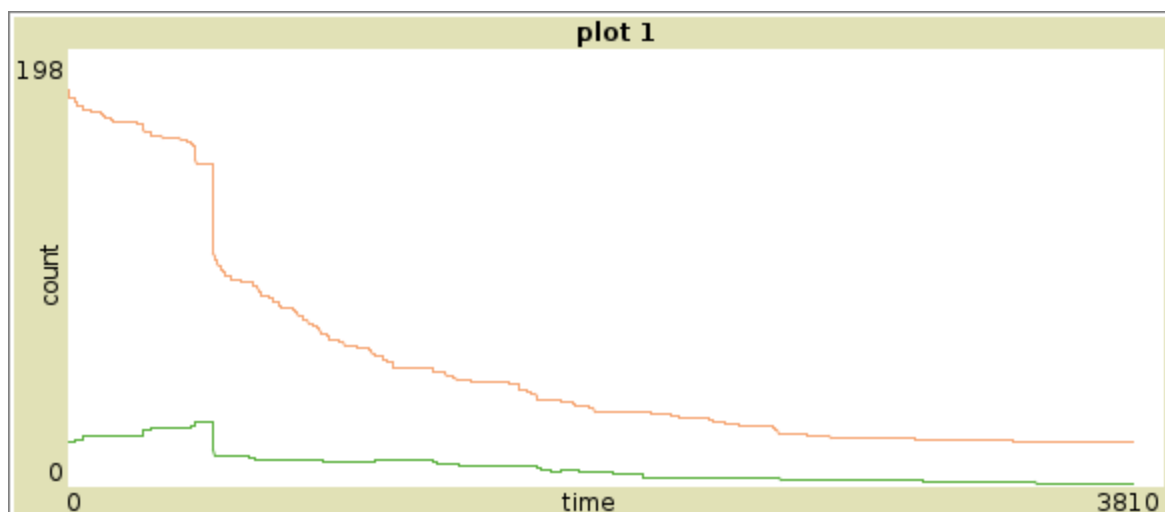
Prudký skok v grafe je spôsobený simultánnym vyhľadovaním ľudí aj zombies z nedostatku potravy po uplynutí E tickov. Dočasná prevaha zombies po tomto čase je spôsobená dostatkom jedla ktoré vzniklo z mrtvych ľudí. Nedostatok potravy je jednou z pravdepodobných udalostí ktoré môžu nastať v katastrofálnych scenároch. Nasledujúci graf ukazuje vývoj pri trojnásobnej dostupnosti ľudskej potravy, $f=30$:



Vidíme že v tomto prípade sa ľudstvu podarilo dostatočne udržať veľkosť populácie a bolo schopné prežiť. Z toho vyplýva že pre zvládnutie ZA je kritické zabezpečiť dostatok jedla a jedno distribúciu.

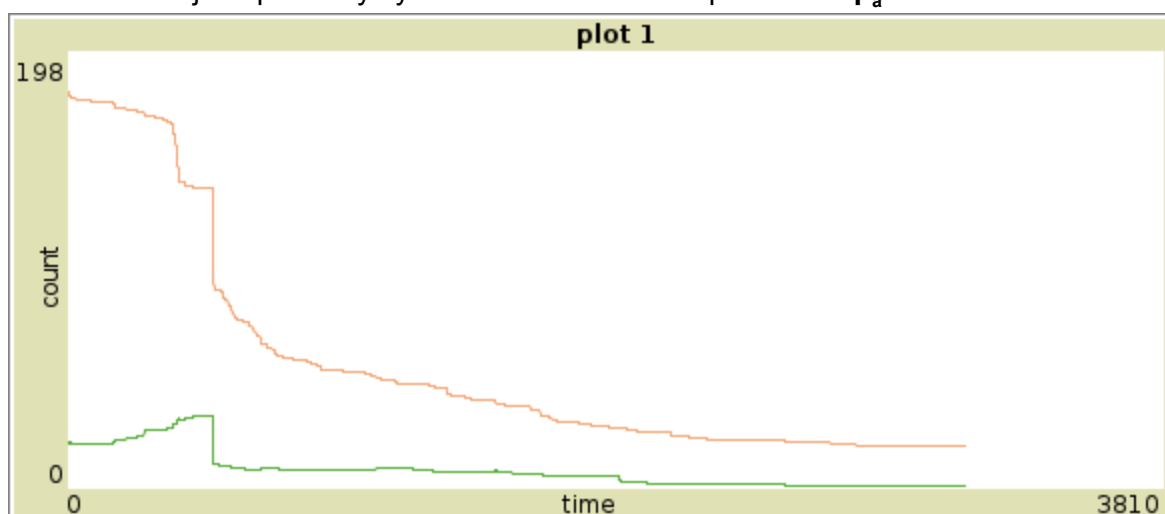
Pre krátkosť textu len stručne popíšeme, ako model ovplyvňujú parametre p_i a p_a :

Zníženie infekčnosti na úkor zabíjania ľudí na 30% pre jedlo síce predlži trvanie apokalypsy na dvojnásobok, ale vedie k zvýšeniu počtu ľudských preživších:



Aby ľudstvo neprežilo, musí byť P_0 v tomto prípade nad 30% čo je málo pravdepodobné. Z tohto pozorovania vzniká zaujímavá altruistická stratégia - pre ľudstvo ako celok je výhodné aby ľudia páchali samovraždu v prípade že im priamo hrozí že sa nakazia a transformujú na zombies.

Zarážajúco podobný výsledok má nastavenie parametru p_a na 50%:



Aj keď tu vidíme počiatočný prudší prepád populácie ľudí. Rozhodnutie priamo zabíjať zombies je teda validná stratégia, napriek tomu že existuje riziko že sa útočník nakazí. Samozrejme, úspešnosť tejto taktiky závisí na ďalších parametroch konkrétneho súboja ktoré sa pomocou tohto modelu nedajú dostatočne vhodne simulovať (napr. zbrane, taktika boja) a preto ju považujeme za najviac riskantnú.

Záver a dodatok

Za účelom udržania jednoduchosti modelu sme nevyužili niektoré ďalšie nápady na rozšírenia:

- rozmnožovanie ľudí (modelovanie populačnej dynamiky v kontexte ZA)
- útoky ľudí na ľudí (boj o jedlo apod.)
- inkubačná doba a infiltrácia zombies do skupiny ľudí
- zombie kanibalizmus

Napriek tomu že sme neboli schopní lepšie modelovať správanie ľudí, spolupracovali sme so študentom umelej inteligencie, ktorý v rámci svojho predmetu „PA026 Projekt z umelého inteligencia“ implementoval zložitejšie algoritmy pre správanie agentov na princípe GOAP (goal oriented action planning). Keďže však je náročné analyzovať model kde je chovanie agentov komplikované, všeobecne sa preferuje hľadanie modelu ktorý ponúka vysvetlenie zložitých javov na základe jednoduchých pravidiel.

Bibliografia:

[1] Pentagon document lays out battle plan against zombies. [online]. [cit. 2014-06-05]. Dostupné z: <http://edition.cnn.com/2014/05/16/politics/pentagon-zombie-apocalypse/>