

Simulační studie

8: Vojenské simulátory

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Zdroje faktů	2
2	Fakta	2
3	Koncepce modelu	2
4	Implementace	3
5	Experimenty	3
5.1	Experiment 1	4
5.2	Experiment 2	5
5.3	Experiment 3	5
6	Závěr	5

1 Úvod

Tato práce do předmětu IMS se věnuje vojenské simulaci. Cílem bylo provést simulaci aktivního bojiště a zaměřit se na chování vojáků, především na délku bitev a ztrátách na životech, při změnách aktuálních podmínek na bojišti. Tyto informace jsou klíčové pro světové armády, umožňují lepší logistické plánování zásobování a dávají lepší pohled na potřebné vybavení vojáků.

1.1 Zdroje faktů

K získání informací byly použity internetové zdroje. Vzhledem k povaze tématu ale nebylo možné získat všechny potřebné parametry modelu, jednak kvůli utajení informací ze strany vlád zemí, bojiště je ale také chaotické místo, kde se konkrétní informace o chování vojáků stěží sbírají. Důležitou součástí simulace je také lidské chování, které je často náhodné a nevyzpytatelné.

2 Fakta

Pro vytvoření modelu byla použita následující fakta:

- průměrná rychlost pohybu vojáka v ideálních podmínkách je 1.5 ms^{-1} , při běhu 3 ms^{-1} [2]
- člověk je pouhým okem schopen rozeznat dalšího člověka na vzdálenost až 500 m, spolehlivě ho rozpoznat na 250 m [1]
- maximální dosah pušek ráže 5.56 mm je 300 m, spolehlivý dosah je méně než 100 m [3]

3 Koncepce modelu

Model je řešen pomocí multi-agentní simulace. Na bojišti s rozměry 1000 m x 1000 m jsou umístěni vždy na stejných místech vojáci – agenti simulace. Na bojišti panují ve výchozím stavu ideální podmínky – terén je snadno průchodný, nic neomezuje viditelnost, bojiště je ploché. Bojují proti sobě dvě strany – jedna strana brání svou základnu a její vojáci v simulaci začínají v její blízkosti, druhá se ji snaží dobýt a vojáci začínají na druhé straně bojiště. Na obou stranách bojuje 20 vojáků.

Každý voják je vybaven puškou ráže 5.56 mm, munice v modelu omezená není. Vojákovy fyziologické potřeby taktéž nejsou v modelu zahrnuty. Každý voják je určen pomocí unikátního identifikátoru, příslušností k jedné ze stran a souřadnicemi, na kterých se nachází.

Chování vojáka je následující (rozhodování probíhá v tomto pořadí, voják vždy provede jen jednu akci):

Voják je v základně:

- pokud základnu brání a nejsou v ní žádní útočníci, základnu opouští
- pokud jsou v základně vojáci druhého týmu, s pravděpodobností 5% jednoho eliminuje

Voják není v základně:

- pokud je voják vzdálený méně než 10 m od základny:
 - pokud je útočník, vstoupí do základny

- pokud je obránce, vstoupí do základny, pokud se v ní nachází útočníci
- pokud je obránce a v základně jsou útočníci, s pravděpodobností podle vztahu $1 - e^{-0.05 * count(utocnici)}$ se vydá směrem k základně, určeným normálním rozdělením se středem přímý úhel k základně a směrodatnou odchylkou 0.1π a urazí vzdálenost určenou normálním rozdělením se středem 30 m a směrodatnou odchylkou 2 m
- voják prohledá okolí a spatří nepřátele s pravděpodobností podle vztahu $e^{-0.01 * vzdalenost}$
- pokud spatří nepřítele, po nejbližším vystřelí. Zasáhne ho s pravděpodobností $e^{-0.005 * vzdalenost}$
- pokud nepřítele nespatri, pohne se následovně:
 - pokud je útočník, pohne se směrem daným normálním rozdělením se středem přímý úhel k základně a směrodatnou odchylkou 0.3π a urazí vzdálenost danou normálním rozdělením se středem 15 m a směrodatnou odchylkou 2 m
 - pokud je obránce, pohne se směrem daným normálním rozdělením se středem přímý úhel k základně a směrodatnou odchylkou 0.3π a urazí vzdálenost danou normálním rozdělením se středem daným vztahem $\frac{(vzdalenost_zakladny - 50)^3}{1000}$, omezeným v intervalu $\langle -40, 40 \rangle$ a směrodatnou odchylkou 2 m

Simulace probíhá v krocích, přičemž každý krok zabere 10 s reálného času. V každém kroku se provede aktualizace každého vojáka náraz. Simulace končí buď zabráním základny druhou stranou (celkem musí nepřítelští vojáci strávit v základně 100 kroků, pokud je v základně vojáků víc, strávený čas se sčítá), po eliminaci všech vojáků v jednom týmu, nebo po uplynutí 24 hodin (8640 kroků).

4 Implementace

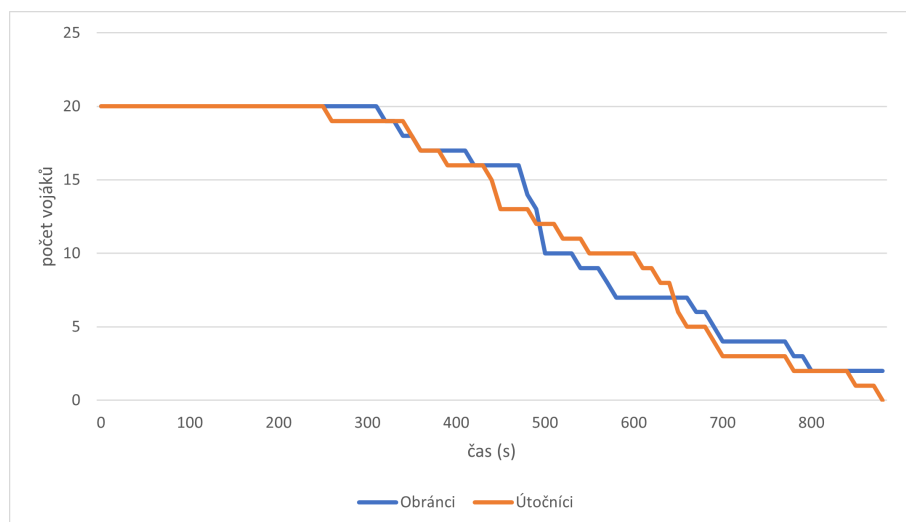
Simulace byla napsána v jazyce C++, standard C++17, byl použit kompilátor g++. Každý voják je implementován třídou `Agent`. Tato třída obsahuje všechny informace o agentovi, také implementuje všechny metody potřebné pro simulaci – pohyb, střelba, výpočet vzdáleností a úhlů k základně a ostatním vojákům.

Ke grafické vizualizaci je použita knihovna SFML, knihovna je přibalena ke zdrojovému kódu. Projekt se přeloží pomocí přiloženého Makefile příkazem `make` a spustí příkazem `make run`.

K běhu programu je nutná možnost grafického výstupu.

5 Experimenty

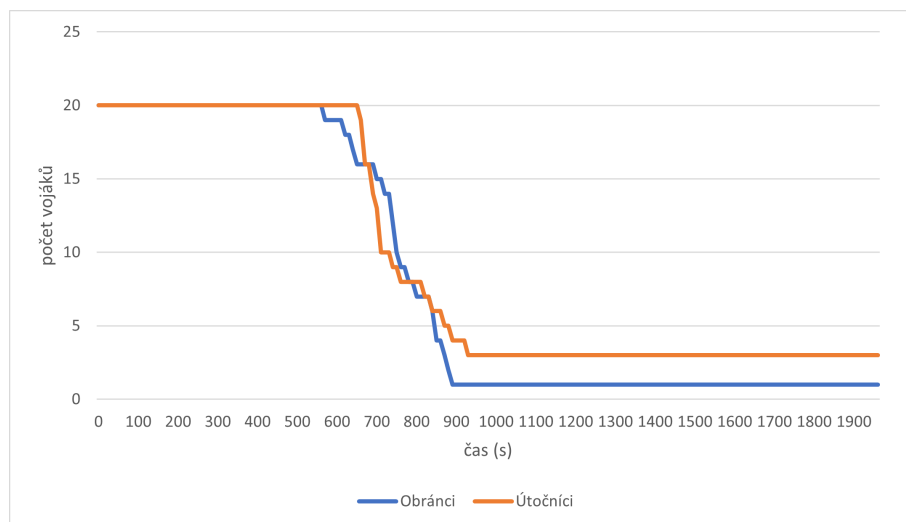
Výsledky simulace pro výchozí parametry – tedy při ideálních podmínkách na bojišti ukazují, že se bitvy odehrají relativně rychle, kolem 10 minut. Bitva končí vždy eliminací jednoho z týmů a šance na vítězství mají obě strany podobné. Odkaz na video zachycující vizualizaci simulace: <https://www.youtube.com/watch?v=RaRb-46AlYQ>



Obrázek 1: Graf počtu vojáků v čase, ideální podmínky (výhra obránců eliminací útočníků)

5.1 Experiment 1

Cílem tohoto experimentu je ověřit vývoj bitvy při snížených podmínkách – v tomto případě mlha s maximální viditelností 100 m. Upravíme proto vztah pravděpodobnosti spatření protivníka na $e^{-0.03 \cdot vzdálenost}$.

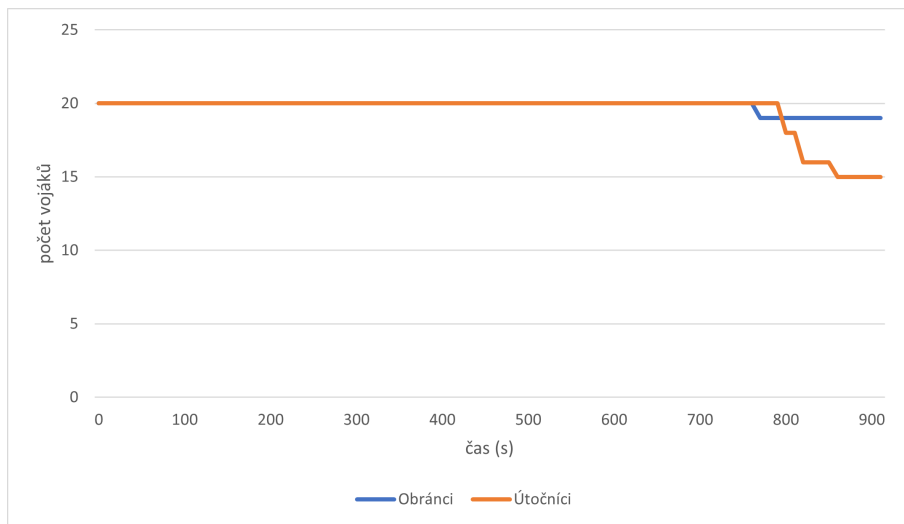


Obrázek 2: Graf počtu vojáků v čase, viditelnost 100 m (výhra útočníků zabráním základny)

Doba bitvy se oproti ideálním podmínkám prodloužila v průměru o 50 % a asi v polovině případů se útočníkům povedlo infiltrovat základnu. Boj v základně byl vyrovnaný a obě strany vyhrávaly se stejnou úspěšností. Konflikt byl ale ostřejší, většina úmrtí nastala v krátkém časovém úseku.

5.2 Experiment 2

Cílem tohoto experimentu je ověřit vývoj bitvy při téměř nulové viditelnosti. Vztah pro výpočet pravděpodobnosti spatření byl tedy upraven na $e^{-0.3 \cdot vzdálenost}$.



Obrázek 3: Graf počtu vojáků v čase, viditelnost méně než 10 m (výhra útočníků zabráním základny)

V těchto podmínkách se bitva transformovala – vojáci neměli šanci se navzájem na bojišti spatřit a každá bitva skončila zabráním základny útočníky. Délka bitev byla podobná, jako v ideálních podmínkách, vojáci neztráceli čas střelbou, ale útočili rovnou na základnu.

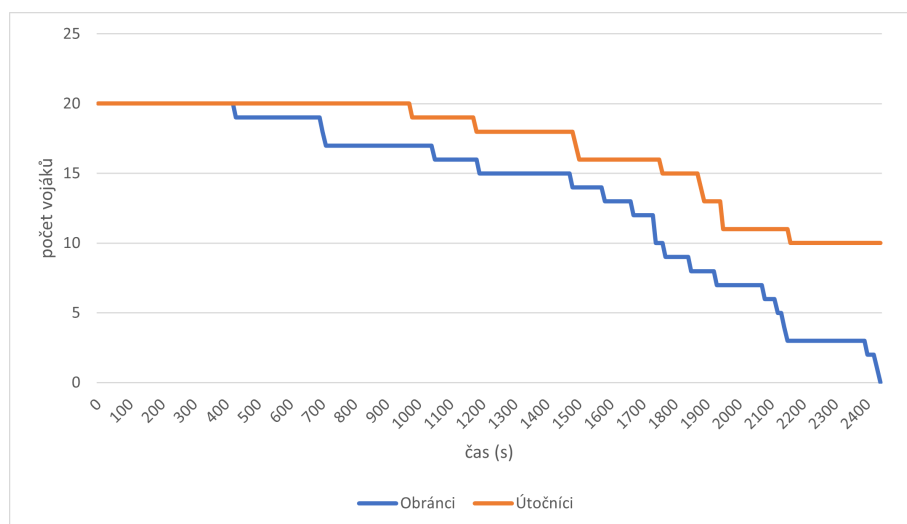
5.3 Experiment 3

V tomto experimentu zjišťuji vliv hůře prostupného terénu (např. v mokřadu) na trvání a podobu bitvy. Nová průměrná rychlost vojáka bude nyní 0.3 ms^{-1} , vzdálenost uražená vojákem v jednom kroku se tedy změní na normální rozdělení se středem 3 m a směrodatnou odchylkou 0.5 m.

Bylo zjištěno, že zhoršená prostupnost terénu zásadně ovlivní délku bitvy – v tomto případě o 300 %. Změnil se i charakter bitvy – útočníci nemají šanci se dostat k základně a bitva končí postupnou eliminací jednoho z týmů.

6 Závěr

Bylo zjištěno, že změna podmínek na bojišti má zásadní vliv na vývoj a výsledek bitvy. Z naměřených dat plyne, že je velmi důležité sledovat podmínky na bojišti a zásobit vojáky dostatkem jídla a tekutin, protože podmínky bojiště mají zásadní vliv na trvání bitvy.



Obrázek 4: Graf počtu vojáků v čase, zhoršená prostupnost terénu (výhra útočníků eliminací obránců)

Zdroje

- [1] AlexP: How far can a human see a human sized object in detail. online, [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: <https://worldbuilding.stackexchange.com/questions/222204/how-far-can-a-human-see-a-human-sized-object-in-detail>
- [2] Morrison, N.: The Soldier's Ideal Speed. online, [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: <https://spotterup.com/the-soldiers-ideal-speed/>
- [3] Sensing, D.: Infantry rifle combat distances unchanged since World War I. online, [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: <http://donaldmsensing.blogspot.com/2003/06/infantry-rifle-combat-distances.html?m=1>