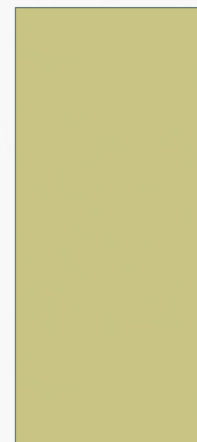


UMĚLÁ INTELIGENCE A ARMÁDA

JIŘÍ ŠEJNOHA (2010) ©



KDE VŠUDE ?

- Computer aided instruction, **computer based training**, computer networks, **digital simulation**, military computing, military systems, protocols, **virtual reality**
- Joint Simulation System, armed services, **computer generated force systems**, distributed interactive simulation, **military training simulators**, simulation protocol, virtual battlefield, virtual environments, **virtual soldiers**
- **Knowledge-based systems**, neural networks, genetic algorithms, **intelligent agents**, and natural language processing.
- An expert system for infantry load planning
- Tactical route planning: new algorithms for decomposing the map

CO VE SVĚTĚ - NSA



• Computer & Information Sciences Research

- Knowledge bases
- Ontologies
- Intelligence Value Estimation
- Language analytics
- Voice analytics
- User Modeling/Cognitive Science

RESEARCH	PUBLIC INFORMATION
Security Enhanced Linux	
Information Assurance Research	
Mathematical Sciences Program	
Computer & Information Sciences Research	
Technology Transfer	
Publications	
Related Links	

CO VE SVĚTĚ - DARPA

- **Deep Learning Leverages Machine Learning Techniques**
 - Program aims to address ISR data deluge using machine-based perception
- **DARPA KICKS OFF TRANSFORMER (TX) PROGRAM**
 - AAI and Lockheed Martin Co. Transformer Concepts



VYUŽÍVANÉ METODY

- **Neural Networks**
 - **Genetic Algorithms**
 - **Fuzzy Logic**
 - **Expert Systems**
- NN and GA have learning capability, although on average, pure GA usually need a longer learning time (Russo, 1998), but when apriori knowledge is concerned, the order is inverted. GA need no a prior knowledge; NN need very little; FL and ES need quite detailed knowledge of the problem to be solved.
- Citace: **[Aiked 04]: New Ideas on the Artificial Intelligence Support in Military Applications (ISBN: 978-960-474-154-0)**

BUDOUCNOST = UI NA VŠECH UROVNÍCH



- Zpracování obrazu
 - Automatické detekce a navádění
 - Varování
- Real-Time komunikace
 - V týmu
 - S velením
- Navigace
- Akutní lékařská péče
- ...

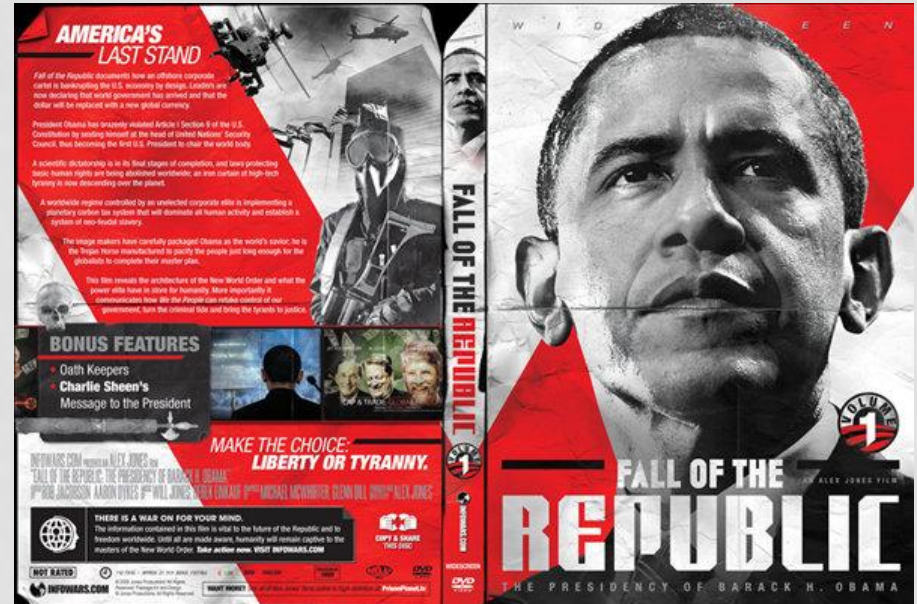
BUDOUCNOST = UI NA VŠECH UROVNÍCH

- Optimalizace přesunu
- Řízení střelby
- Autonomní systémy letu
- Multiagentní systémy
- ...



BUDOUCNOST = UI NA VŠECH UROVNÍCH

- Taktika a strategie boje
- Informační válka
- Automatické rozpoznání globálních hrozeb
- ...



COMPUTATIONAL MILITARY TACTICAL PLANNING SYSTEM

- Snaha zjednodušit lidem technické části multikriteriálního taktického plánování bojových akcí
- Fuzzy-genetický model taktického plánování
 - Okořeněný stochastickou simulací
- Testováno a srovnáváno 6 metod řešení problému
- Dle článku: [1] **Computational Military Tactical Planning Systém**, [IEEE: May 2002]: R.H. Kaewley and M.J. Embrechts

REALIE (1)

- Situace bojiště: mnoho faktorů (proměnných), mnoho situací(stavů), velký stres na plánovače, předpoklad nemožnosti zhodnotit situaci komplexně
- Idea autorů:
 - Pomoci armádním plánovačům inteligentním systémem
 - **Fuzzy**, protože „**This system models human preference using fuzzy sets from soft computing.**“ [1]
 - **EA**, protože „**It models combat attrition using stochastic system simulation, a more traditional hard computing technique.**“ (to je zdůvodnění :-)
 - FGDO: model řešící situace, které nejdou jednoduše modelovat pomocí (rozumně řešitelných) rovnic a zároveň používající oběktivní kritéria.
- + Mnoho evangelií...

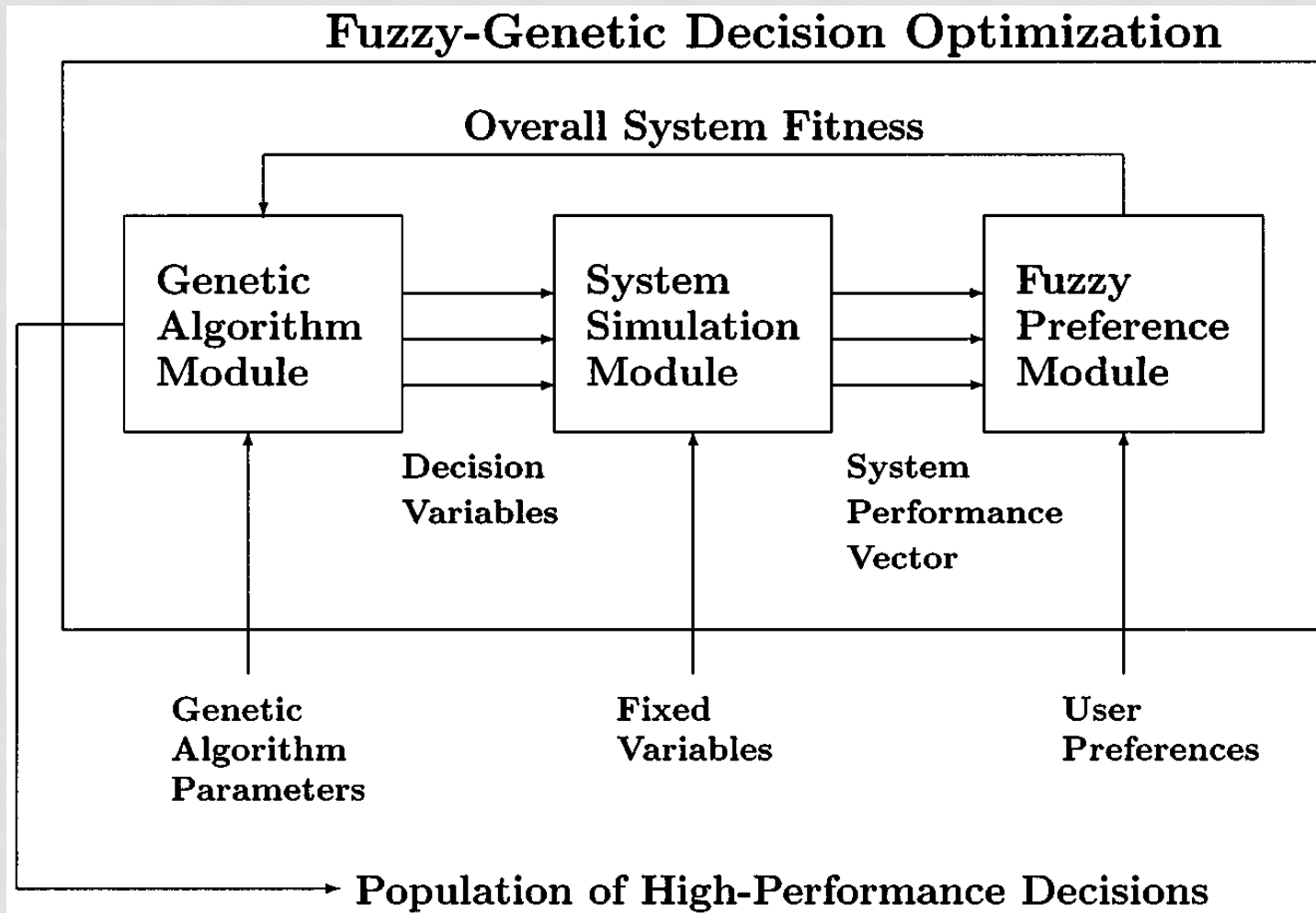
REALIE (2)

-
- Armádní plánovači (prý) řeší standardně taktické rozmístění jednotek 12-ti jednotek na
 - bitevním prostoru rozměrech 10 km x 20 km
 - prostor diskretizován na čtverce 250 x 250m
 - tj. 3200^{12} možností

COMPUTATIONAL MILITARY TACTICAL PLANNING SYSTEM

- Část článku je věnována diskuzi nad volbou a schopností modelu „upočítat“ problém a nad jeho vhodností, kterou autoři srovnávají
- Model je diskutován zejména po částech tzn. GA a Fuzzy zvlášť
- Následně je aplikována teze, která se dále testuje, že spojením obou metod dosáhneme lepších výsledků

SCHÉMA ALGORITHME - FGDO

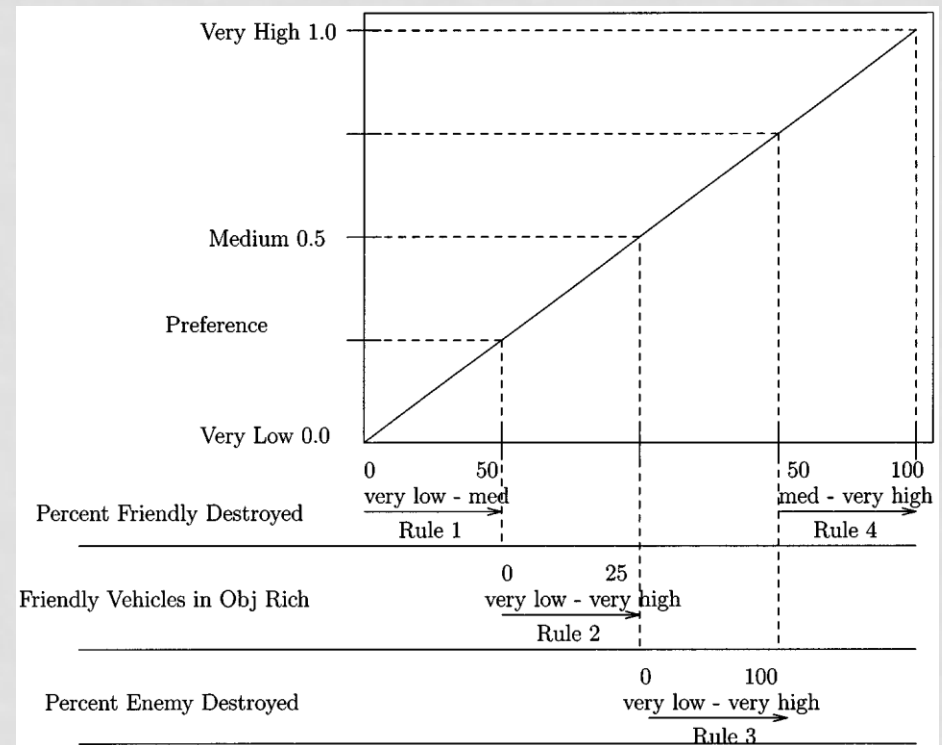


GENETICKÝ ALGORITMUS

- Jako nástroj na řešení optimalizace nelineárních a stochastických systémů
- Nemusí znát nutně postup, stačí fitness funkce a vhodná reprezentace dat

FUZZY

- Defuzzyfikace pojmů plánovače („occupy objective very low“,...) na objektivní užitkovou funkci
- Užítková funkce je použita jako fitness funkce v GA



FUZZY - PŘÍKLAD

Příklad:

IF

Percent-Enemy-Vehs-Destroyed is from-to very-low very-high

AND

Percent-Friendly-Vehs-Destroyed Is less-than-or-equal-to med

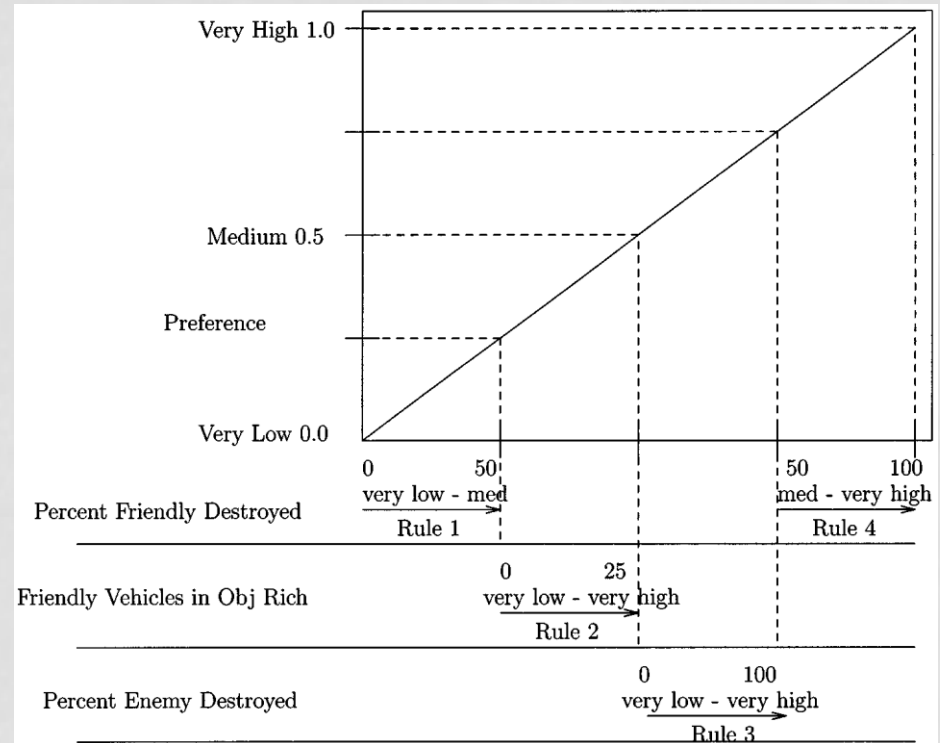
AND

Number-Friendly-Vehicles-In-Obj-Rich is greater-than-or-equal-to very-high

THEN

Best-battle-plan = $0,5 * 0,025 *$

Percent-Enemy-Vehs-Destroyed



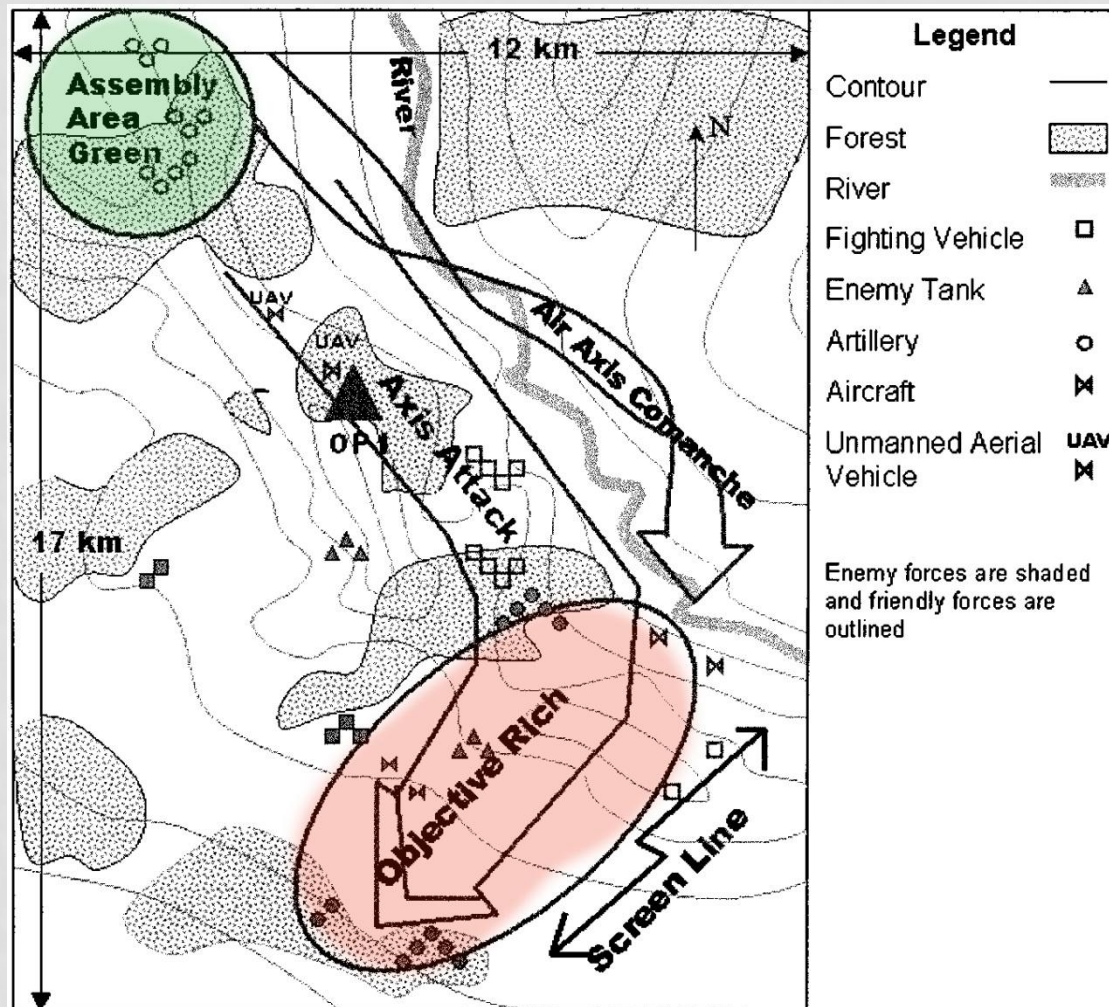
SIMULACE

- **Pevně zadaná strategie je konfrontována s různými nepřátelskými strategiemi**
- Stochastický model pro vývoj simulace
- Použit externí software Battlefield Effects and Weapons System Simulation (BEWSS)
- Snaží se simulovat terén a přiměřenou fyziku (pomalý pohyb, viditelnost, ...)
- $80km^2$ po 50m intervalech
- Parametry modelu jsou většinou experimentální data
- Jevy realizovány pravděpodobnostně
 - Př: pravděpodobnost, že uvidím nepřítele, když mohu,
 - Př: Zasáhnu při výstřelu (složené normální rozdělení výstřelu a zásahu)

CÍLE

- 5 cílů, následující nejcharakterističtější:
 - **Evolve friendly plans may evolve against a set of fixed enemy plans input by military experts, against autonomously generated enemy plans which co-evolve along with friendly plans, or against a combination of the two.**
 - To demonstrate intelligent, autonomous generation of high-performance plans by fuzzy-genetic decision optimization.

TAKTICKÝ SCÉNÁŘ - SITUACE



TAKTICKÝ SCÉNÁŘ

- Napláňovat útočný postup jednotek z počáteční (zelené) oblasti do 15 km vzdálené cílové (červené) oblasti
- Cíl: zničení nepřátelských jednotek a zabránění případného okupování cílového území
- Hornatý a částečně zalesněný terén
- Plánovač do simulace zadá „outcome preferencis“
- Defuzzyfikovaná hodnota zničených nepřátelských a nezničených přátelských jednotek (lidí, aut, ...) je použita jako fitness hodnota daného plánu

REPREZENTACE DAT - TAKTICKÝ SCÉNÁŘ - 1

- Útočný plán se skládá z jedné nebo více fází, z nichž každá se skládá z jedné nebo více událostí
- Fáze jsou prováděny v pořadí, jeden po druhém
- V každé fázi, přátelská síla vykoná jednu z dostupných událostí na základě výběrových kritérií stanovené velitelem
- Oblast je diskretizována po čtvercích velikosti 300x300m, ten je charakterizován v kartézských souřadnicích (předpokládám z popisu, že centroidem)
- Každé jednotce je přiřazena právě jedna pozice.

REPREZENTACE DAT - CHROMOZON

- Útočný plán je kódován do chromozonu (genu), formálně vektor kartézských souřadnic (floatů).
- Genom reprezentuje po sobě jdoucí fáze scénáře.
- Každá fáze je popsána polohou (souřadnice čtverců) všech jednotek na bojišti.
- Událost obsahuje dvě podudálosti.

		Locations	
Ph 1	Con 1	Unit 1	546, 125
		Unit 2	532, 166
		Unit 3	
		Unit 4	593, 194
		Unit 5	546, 110
		Unit 6	
		Unit 7	539, 162
		Unit 8	
Ph 2	Con 1	Unit 1	
		Unit 2	
		Unit 3	502, 113
		Unit 4	583, 129
		Unit 5	
		Unit 6	565, 161
		Unit 7	
		Unit 8	570, 162

BOJOVÝ PLÁN – VYTVOŘENÍ

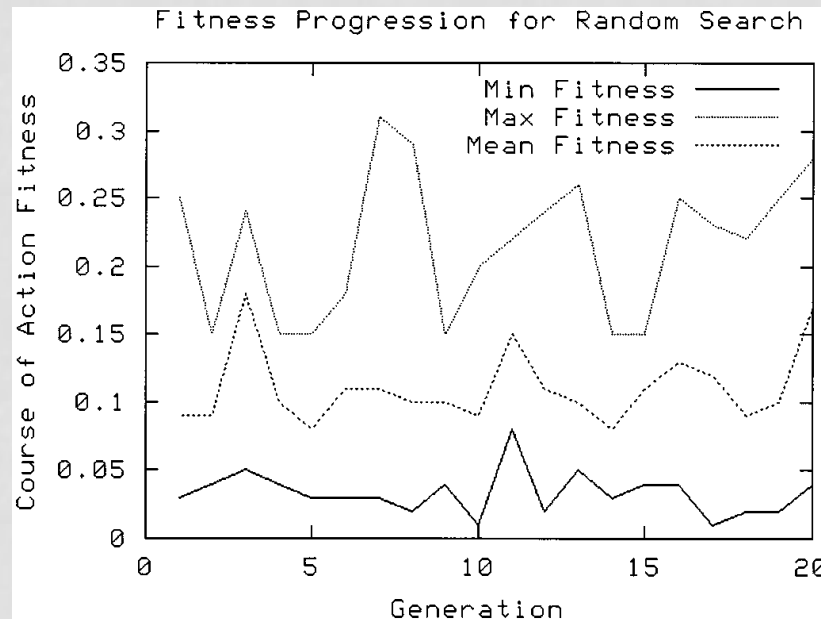
- Generování armádním expertem
- Generování 4 různými automatickými (UI) algoritmy
 - Náhodné prohledávání (stavového prostoru)
 - Genetický algoritmus proti statickému plánu útočníka
 - Ko-evoluce
 - Ko-evoluce s genetickým algoritmem
- Modifikace automatického plánu armádním expertem

GENEROVANÍ ARMÁDNÍM EXPERTEM

- Skupina armádních expertů (plánovačů)
- 30 minut na vytvoření útočného taktického plánu / konceptu plánu
- Zadaní: mapu, cíl a charakteristiku jednotek
- Po vytvoření konceptu vytvořili množinu akčních plánů

NÁHODNÉ PROHLEDÁVÁNÍ

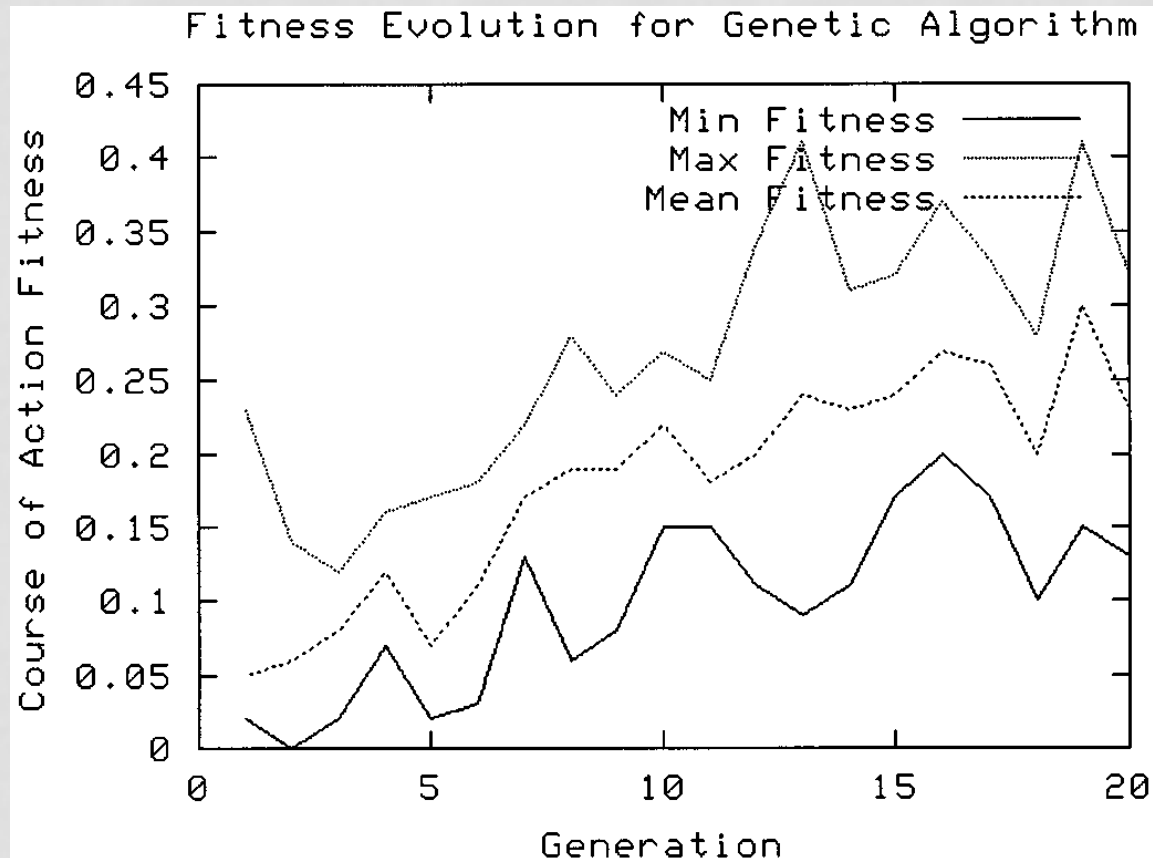
- 400 náhodně vytvořených plánů akcí s délkou pro 20 generací
- Testovány proti dvěma (kde se vzali právě dva a kde které to byli, není uvedeno) plánům akcí, vytvořených armádními plánovači



GENETICKÝ ALGORITMUS PROTI STATICKÉMU PLÁNU ÚTOČNÍKA

- GA algoritmus
- 20 jedinců a 20 generací
 - Zdá se mi to málo vzhledem k velikosti stavového prostoru
- V každé iteraci obměněno 60% procent populace
- Fitness plánu je stav proti dvěma plánům akcí od armádním plánovačů
- Elitismus
- Turnajová selekce
- 90% šance na křížení a 10% na mutaci
- 400 plánů celkem
- Použít nejlepší plán/jedinec

GENETICKÝ ALGORITMUS PROTI STATICKÉMU PLÁNU ÚTOČNÍKA - GRAF



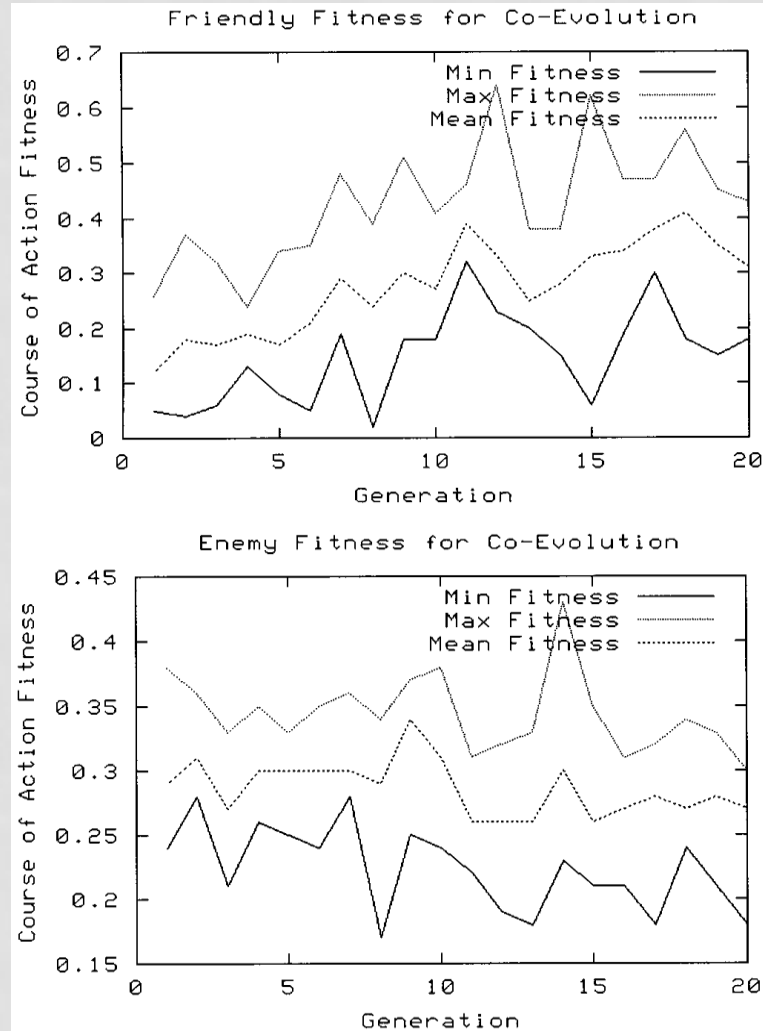
KO-EVOLUCE

- Jedinci z GA použiti i jako nepřátelé
- Z jejich souboje vzniká fitness
 - Hodnocený jedinec vs. 4 jednici proti evoluce
 - Fitness je průměrná hodnota stavu bojiště přes vzájemné souboje
- Stejné parametry GA jako v případě Genetický algoritmus proti statickému plánu útočníka
- Použít nejlepší plán/jedinec

KO-EVOLUCE S GENETICKÝM ALGORITMEM

- Spojuje metodu ko-evoluce se statickým plánem útočníka tvořeného armádním expertem
- Kromě výpočtu fitness hodnoty jedince je algoritmus a jeho parametry stejný
- K výpočtu fitness jsou použity dvě strategie od armádních expertů a dvě ko-evoluční vážené rovnoměrným dílem

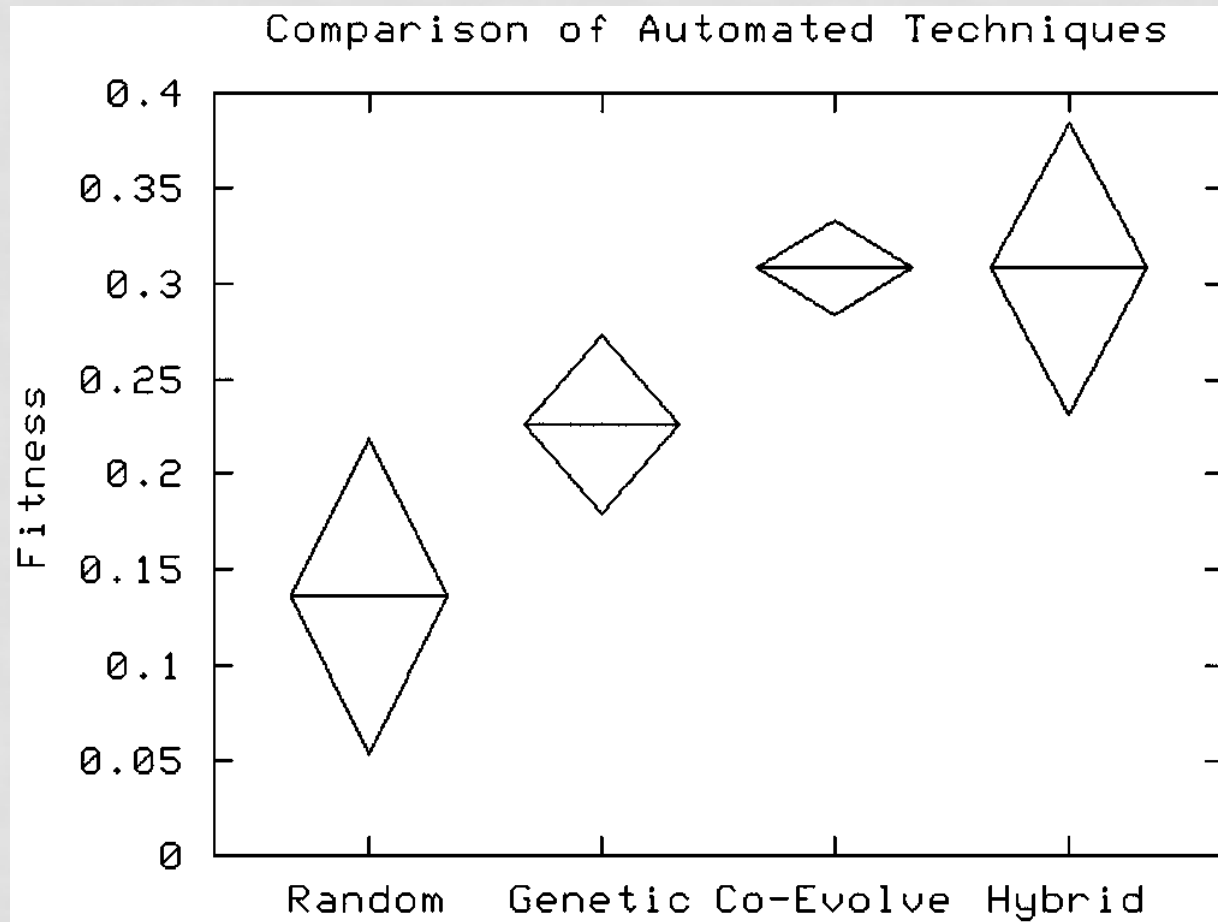
KO-EVOLUCE



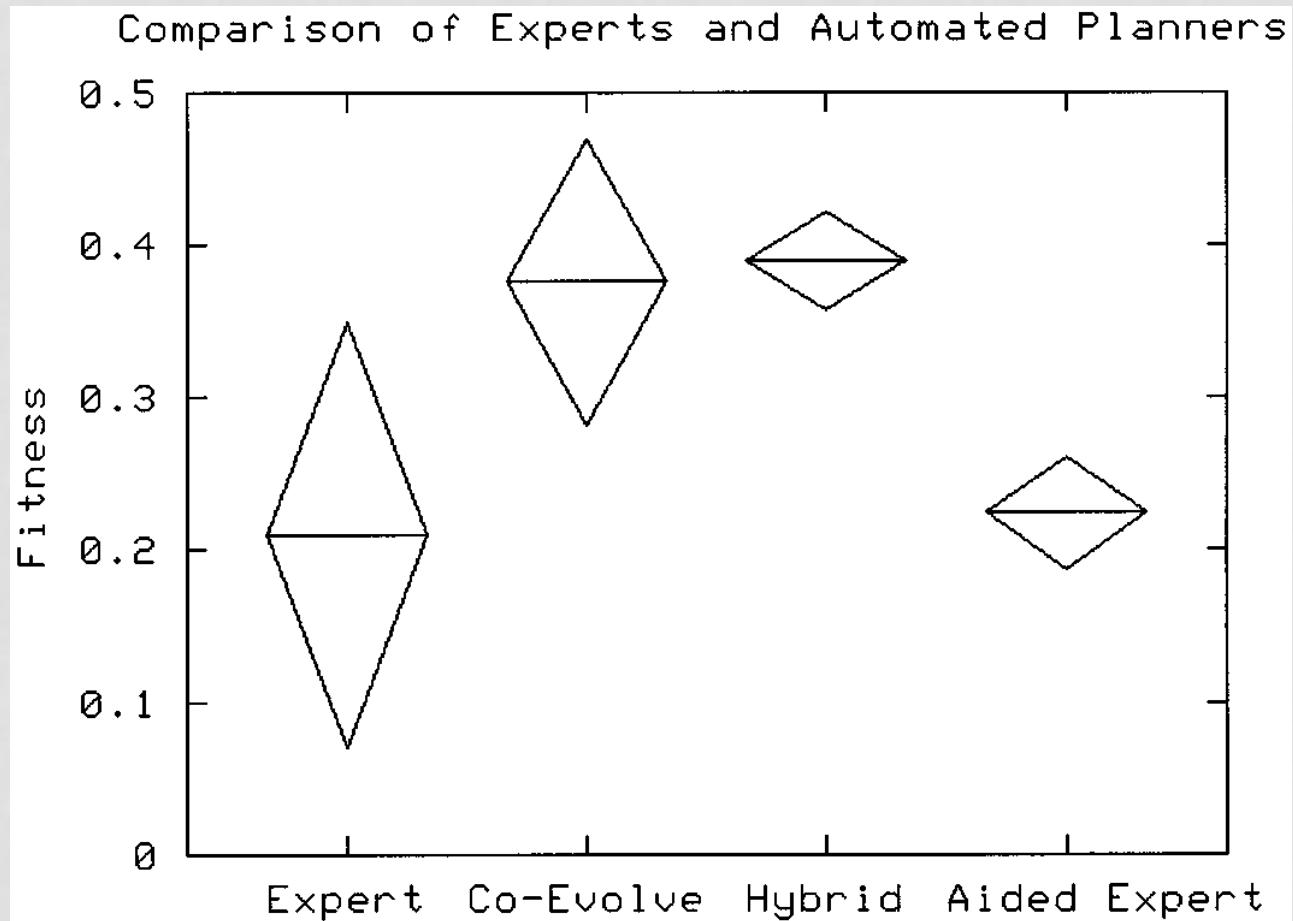
MODIFIKACE AUTOMATICKÉHO PLÁNU ARMÁDNÍM EXPERTEM

- Ko-evoluční princip
- Vyevaluovány dvě strategie a ty předloženy plánovačům k modifikaci
- Ti mohli použít tyto akce:
 - Vybrat jeden plán a ten modifikovat
 - Kombinovat oba dohromady
 - Vytvořit svůj vlastní plán

VÝSLEDKY - 1



VÝSLEDKY - 2



ŘEŠENÍ BOJOVÉ SITUACE POMOCÍ „LIFE-THEORY“ MODELU

- Pro lepší přehled.

SITUACE

- Článků dostatek, často zastaralé (90. léta), velmi obecné, ve fázi nástinu zadání i řešení, málo konkrétních údajů či implementací.
- Dle náhledů do článků (cca 50), se umí plánovat a využívá se UI pro „nebojové“ situace → více hard UI z pohledu ekonomické optimalizace.
- O samotném boji, méně, UI v pozici pomocníka (detekce a identifikace jednotek) a rádce či pro „nelidské“ zařízení různé stupně navigace.

MASKOVÁNÍ

LITERATURA

- IEEE <http://www.ieee.org/index.html>
- AAAI <http://www.aaai.org/home.html>
- Science direct <http://www.sciencedirect.com/>
- <http://www.darpa.mil>
- <http://www.nsa.gov/research>
- <http://www.wseas.org/>
- **[Aiked 04]: New Ideas on the Artificial Intelligence Support in Military Applications (ISBN: 978-960-474-154-0)**

- Děkuji za pozornost.