

Evoluce AI pro tahovou strategickou hru

Ondřej Roztočil

Motivace

Hry historicky tvoří populární předmět výzkumu AI díky vhodné kombinaci netriviálnosti, abstraktnosti a formální popsitelnosti. V posledních letech se věnuje vedle klasických stolních her čím dál větší pozornost „velkým“ počítačovým hrám.

V rámci herního průmyslu jsou ale akademické přístupy z praktických důvodů nasazovány jen opatrně. Techniky jako neuronové sítě a strojové učení nebo evoluční algoritmy přitom mají potenciál nahradit část lidské expertní práce při tvorbě herní AI, obdobně jako procedurální generování při tvorbě herního obsahu.

Použití některých těchto technik jsme vyzkoušeli na zjednodušeném klonu klasické hry Advance Wars. Jde o tahovou strategickou hru s vojenským tématem v níž hráči soupeří prostřednictvím jednotek na heterogenních herních mapách. Možnost během jednoho tahu vykonávat velké množství akcí v různém pořadí představuje výzvu pro tvorbu herní AI.

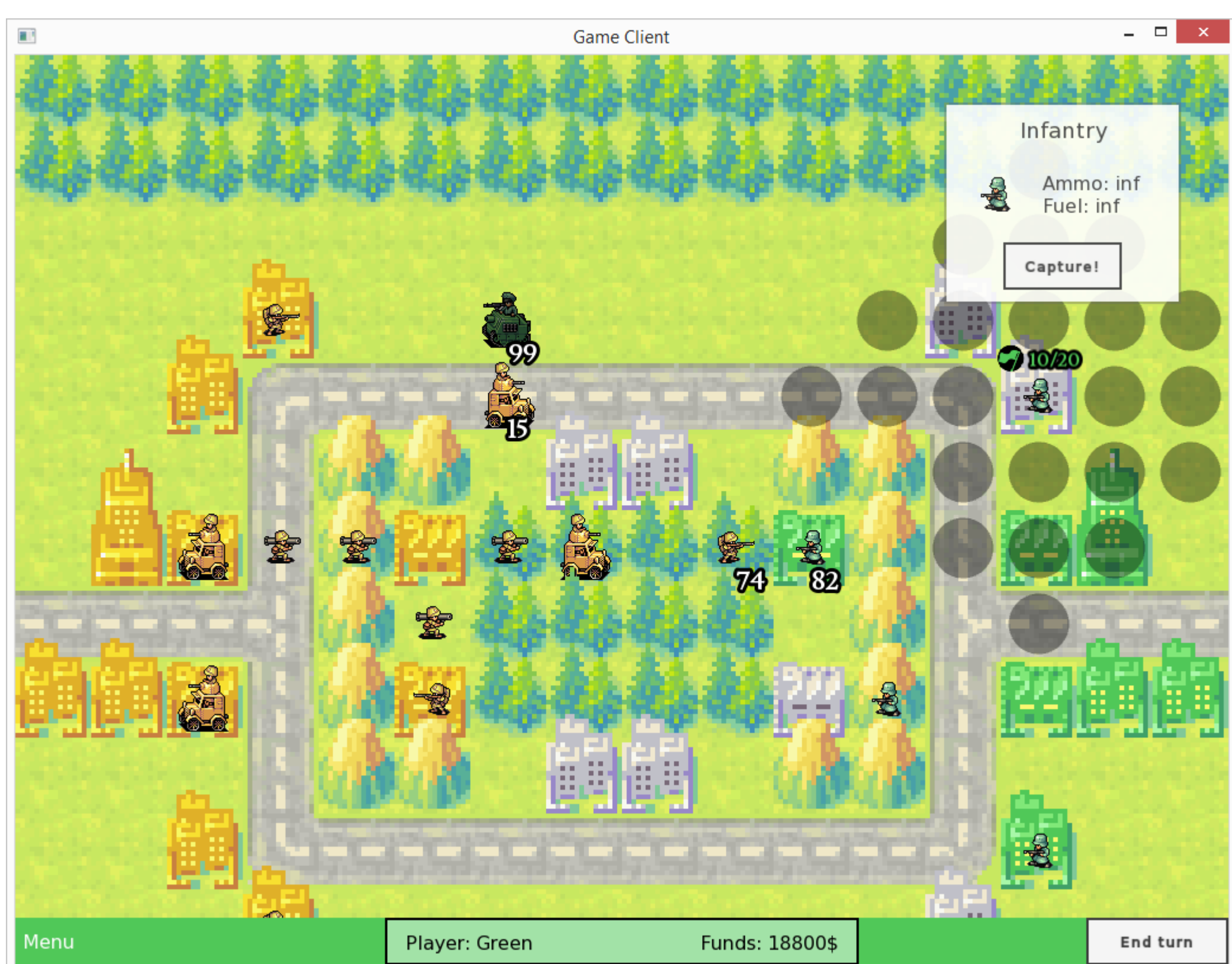
Cíle práce

- 1 Vytvořit platformu pro vývoj AI pro tahovou strategickou hru, včetně rychlého simulátoru hry a grafického klienta.
- 2 Implementovat několik herních agentů, zejména agenta na bázi ohodnocování akcí pomocí neuronových sítí.
- 3 Optimalizovat parametry agentů pomocí evolučních algoritmů.

Implementace

Vytvořený software se skládá z několika komponent:

- **Implementace hry.** Jejím základem je logický herní engine, na kterém je postaven vícevláknový konzolový simulátor hry a grafický klient. Tato část je implementována v C++, zejména kvůli požadavkům na výkon simulátoru. Součástí je programátorské API pro tvorbu herních agentů s přípravou pro podporu agentů v jiných programovacích jazycích.



Obrázek 1: Ilustrace grafického klienta

- **Evoluční trenér.** Textově konfigurovatelná konzolová aplikace realizující běh evolučního algoritmu a komunikaci s herním simulátorem při optimalizaci AI agentů. Napsána v C# nad .NET Core.
- **Editor map.** Kvůli potřebě vytvořit množství herních map byl implementován jednoduchý grafický editor nad .NET Framework.

Herní agenti

Byli vytvořeni tři agenti schopní hrát a vyhrát hru:

- **Agresivní** – Agent používající rozhodovací strom implementující přímočarou agresivní strategii.
- **Užitkový** – Agent používající pro výběr akcí sadu ručně vytvořených užitkových funkcí. Funkce skládají hodnoty relevantních lokálních a globálních statistik herního stavu. Prostorové faktory (vztahy na mapě) byly aproximovány pomocí techniky map vlivu. Parametry funkcí a map vlivu.
- **Neuronový** – Agent ohodnocující akce pomocí neuronových sítí typu MLP. Používá obdobné vstupy jako předchozí užitkové funkce, ale pomocí evoluce vah se dokáže naučit pracovat s jejich nelineárními vztahy bez potřeby zásahu programátora nebo designéra.

Trénování agentů

Parametry agentů byly optimalizovány pomocí několika variant evolučních algoritmů. Vyzkoušen byl základní genetický algoritmus a (μ, λ) evoluční strategie. Fitness jedinců byla získávána hraním her v simulátoru proti určité množině oponentů.

Část experimentů spočívala v optimalizaci proti fixnímu oponentovi, část pracovala s principem kompetitivní koevoluce (hře spolu-vyvíjených agentů proti sobě). Ve druhém případě bylo potřeba řešit problémy spojené s relativní fitness. Vyzkoušena byla naivní koevoluce v rámci jedné populace, inkrementální koevoluce se separátní trénovací populací a kombinace této metody se sadou fixních oponentů.

Typ agenta	Optimalizace	% výher
Agresivní	-	24,62%
Užitkový	GA, proti Agresivnímu	33,08%
Užitkový	GA, naivní koevoluce	30,38%
Užitkový	ES, inkrementální koevoluce	37,69%
Neuronový	ES, proti Agresivnímu	35,77%
Neuronový	ES, inkrementální koevoluce	55,38%
Neuronový	ES, inkr. koevoluce + Agresivní + nejlepší Užitkový	70,38%

Tabulka 1: Vybrané trénovací konfigurace s procentem výher dosažených jejich nejlepšími jedinci proti ostatním konfiguracím

Výsledky

- Kombinace neuronových sítí a evolučních algoritmů se ukázala jako použitelný nástroj pro tvorbu kompetentních agentů s relativně nízkými nároky na „lidskou práci“.
- Agent volící akce čistě dle ohodnocení neuronovou sítí (bez plánování) je po proběhnutí evoluční optimalizace náhodně inicializovaných vah schopen víceméně smysluplně hrát hru a vyhrát. Nejlepších výsledků z hlediska počtu výher proti dalším agentům i lidského dojmu ze hry dosáhla konfigurace kombinující inkrementální koevoluci a optimalizaci proti fixním agentům.
- Charakter hry výsledného agenta silně závisí na volbě trénovacích oponentů. Black-box charakter neuronové sítě značně ztěžuje ruční ladění výsledku. Pro dosažení spolehlivého výsledku při praktickém vývoji hry je potřeba mít k dispozici rozmanitou sadu oponentů, nebo kombinovat neuronové sítě s ručními technikami.
- Vytvořený software a rozhraní poskytují solidní základ pro další práci na herní AI. Paralelní simulátor hry je schopen na běžném stolním PC odehrát až stovky her AI agentů za sekundu.