

# Evoluce robotů v simulovaném fyzikálním prostředí

Marek Bečvář



## ÚVOD

- přírodou inspirovanými evolučními algoritmy lze řešit optimalizační úlohy
- mají množství parametrů a nastavení, se kterými je potřeba najednou při experimentech pracovat

## CÍLE PRÁCE

**Hlavní cíl:** platforma pro experimenty s evolučními algoritmy, dostupná pro uživatele různých úrovní specializace. Evoluční algoritmy v projektu vyvíjí roboty v simulovaném prostředí.

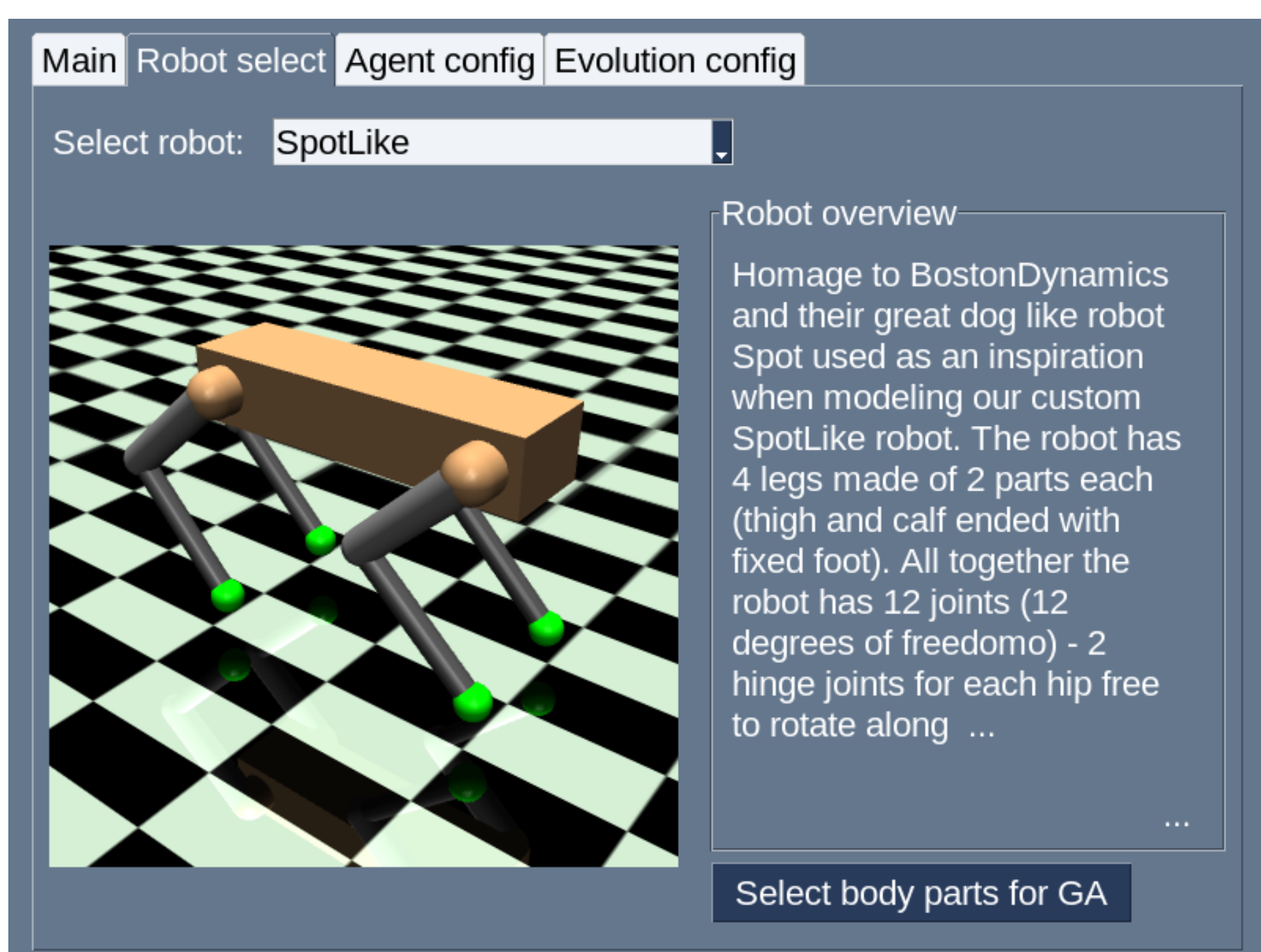
**Vedlejší cíl:** experimentálně ověřit hypotézu, že pro vývoj složitějších robotů (více stupňů volnosti) potřebujeme složitější evoluční algoritmy.

## VYUŽITÉ TECHNOLOGIE

- pro přehlednost a rozšiřitelnost Python
- pro lepší čitelnost a rozšiřitelnost, vlastní implementace nejpoužívanějších základních bloků evolučních algoritmů
- simulované fyzikální prostředí *MuJoCo*, knihovna *Gymnasium* (dříve *OpenAI Gym*)
- grafické rozhraní implementováno pomocí knihovny *PySimpleGUI*

## PLATFORMA

- knihovna pro snadné experimentování s evolučními algoritmy umožňující podrobnou, interaktivní konfiguraci experimentů v grafickém rozhraní, a zároveň spouštění a statistické vyhodnocování většího množství experimentů v textovém rozhraní
- pro maximální efektivitu je běh evolučních algoritmů paralelizován, využívající moderních CPU
- Pro různé typy využití:
  1. Pro začátečníky: grafické rozhraní

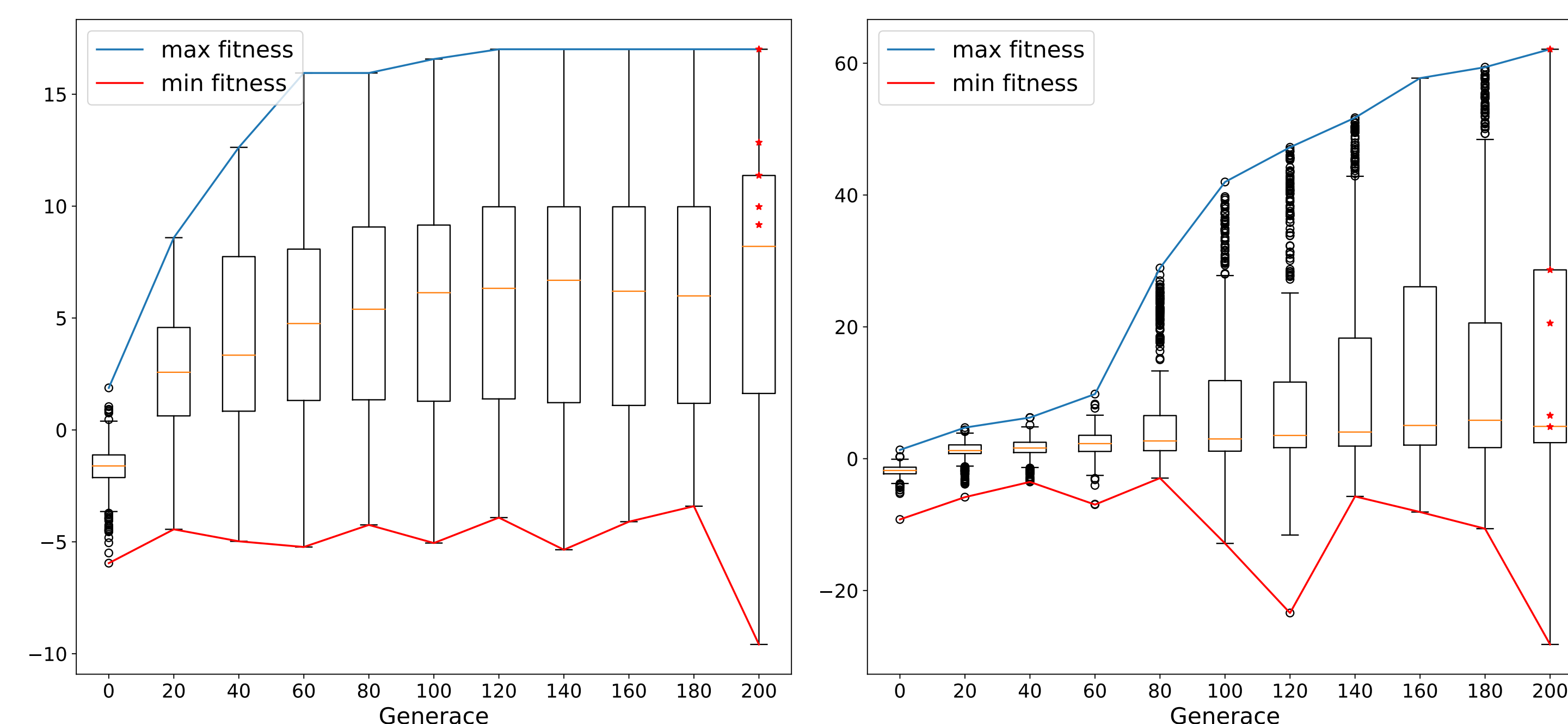


2. Pro mírně pokročilé: knihovna pro tvorbu vlastních experimentů a jejich statistické vyhodnocování
3. Pro pokročilé: možnost rozšiřovat o nové evoluční algoritmy, nové genetické operátory a roboty

## OVĚŘENÍ HYPOTÉZY

**Úloha:** Vývoj chůze robotů s nohama

- Jednodušší algoritmus: každý kloub řízen podle sinusoidy
- Složitější algoritmus: každý kloub řízen složením několika sinusoid (zkrácená Fourierova řada)
- Výsledky: jednodušší úlohu řeší oba algoritmy, složitější úlohu (robot SpotLike z ukázky GUI) pouze složitější algoritmus

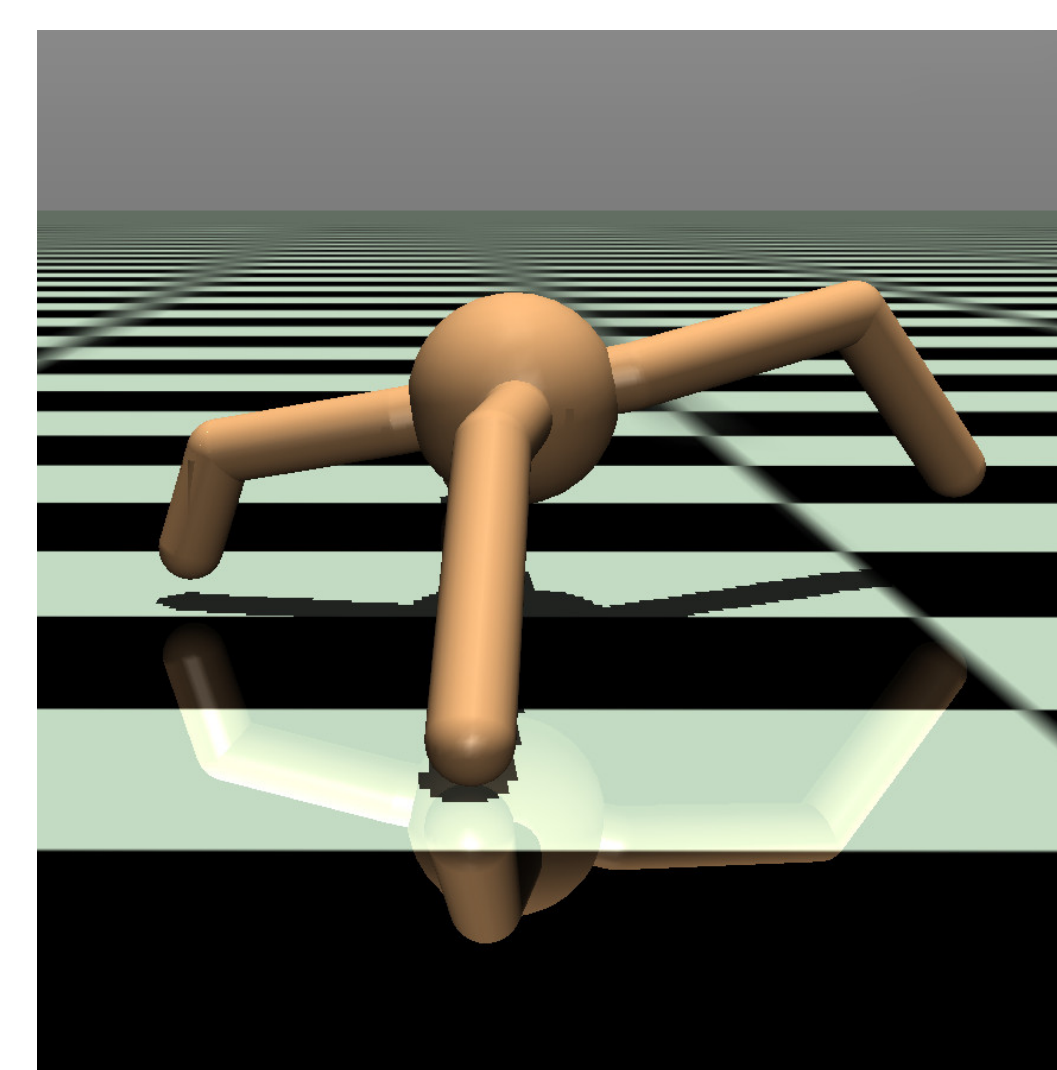
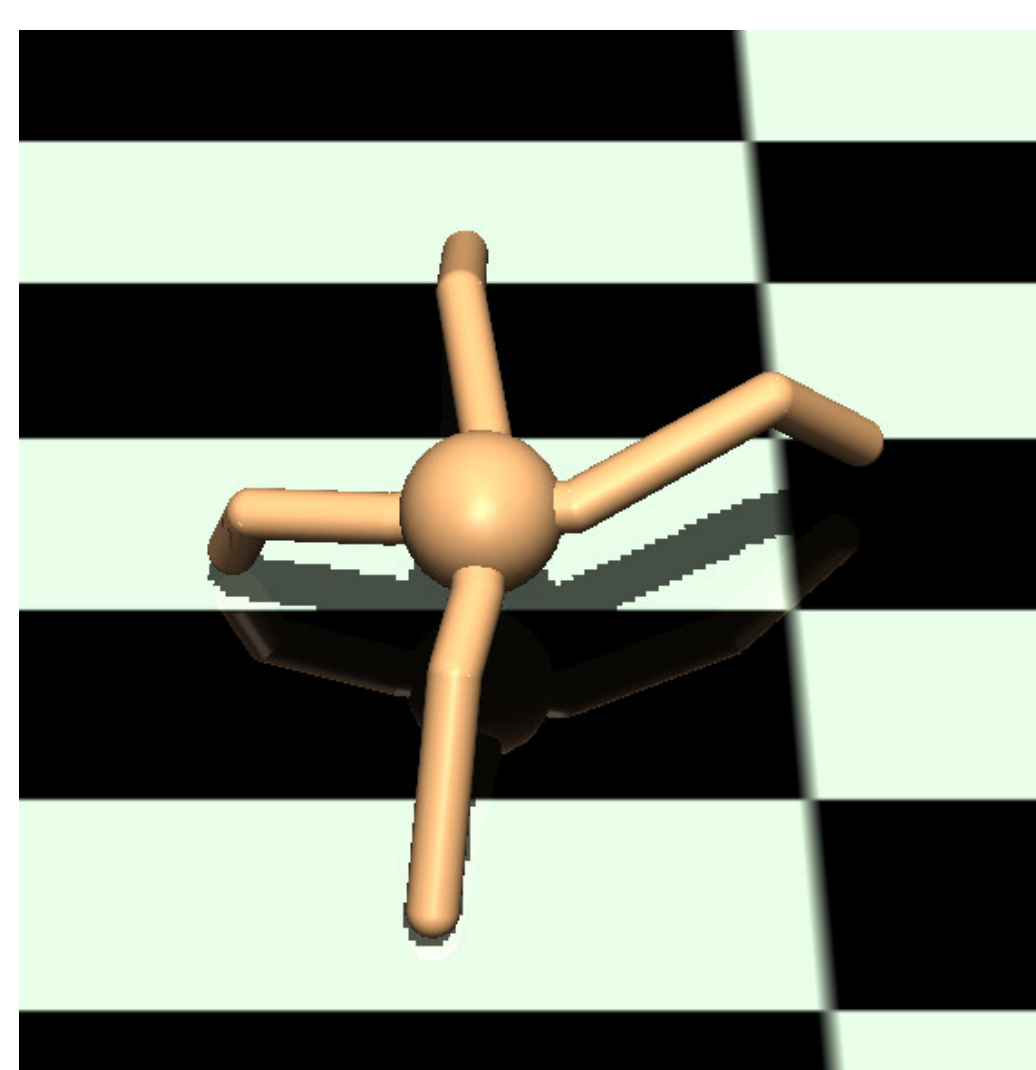


Kvalita řešení s robotem SpotLike – jednoduchý algoritmus vlevo, složitější vpravo.

Grafy popisují rozdělení hodnot fitness v populaci jedinců z pěti náhodně inicializovaných opakování experimentu. Červené značky v posledním sloupci označují fitness nejlepšího jedince z každého běhu experimentu.

## ZÁVĚR

- demonstrace, že lepší kódování úlohy umožňuje řešení složitějších problémů
- platforma pro provádění reprodukovatelných experimentů v OS Windows i Linux
- přehledná, funkční a stabilní; využití pomocí GUI nebo TUI
- dává nástroje pro vizualizaci řešení a statistické vyhodnocení
- evoluční vývoj ovládání, morfologie robotů a kombinovaný vývoj



Výsledek současného vývoje řízení a morfologie robota AntV3. Výsledný robot má tři dlouhé (odrazové) nohy a jednu kratší (sloužící jako kormidlo).

Celý projekt dostupný v  
Gitlab repozitáři:



Děkuji tímto panu RNDr. Františku Mrázovi, CSc. za vedení a rady při vypracování této práce.