

# Evoluce robotů v simulovaném fyzikálním prostředí

Marek Bečvář



## ÚVOD

Pro řešení různorodých problémů se nám může hodit využívat metod evolučních algoritmů. Jedná se o přírodou inspirované optimalizační algoritmy, které napodobováním přírodních procesů hledají nejlepší řešení pro zadané cíle.

Práce s těmito algoritmy ale může být velmi složitá kvůli velkému 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.

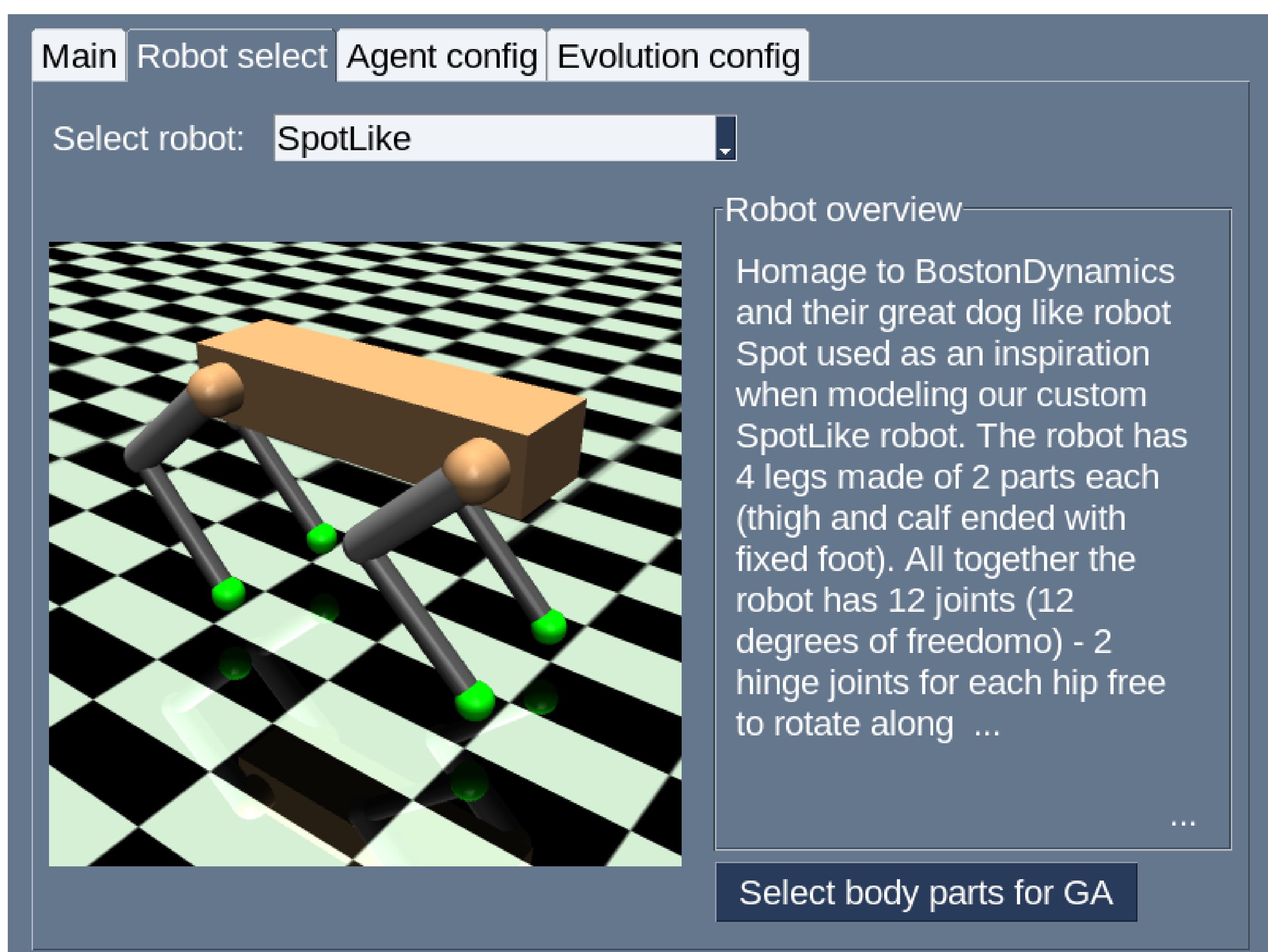
## VYUŽITÉ TECHNOLOGIE

Celý projekt je pro přehlednost a rozšiřitelnost napsaný v programovacím jazyce Python.

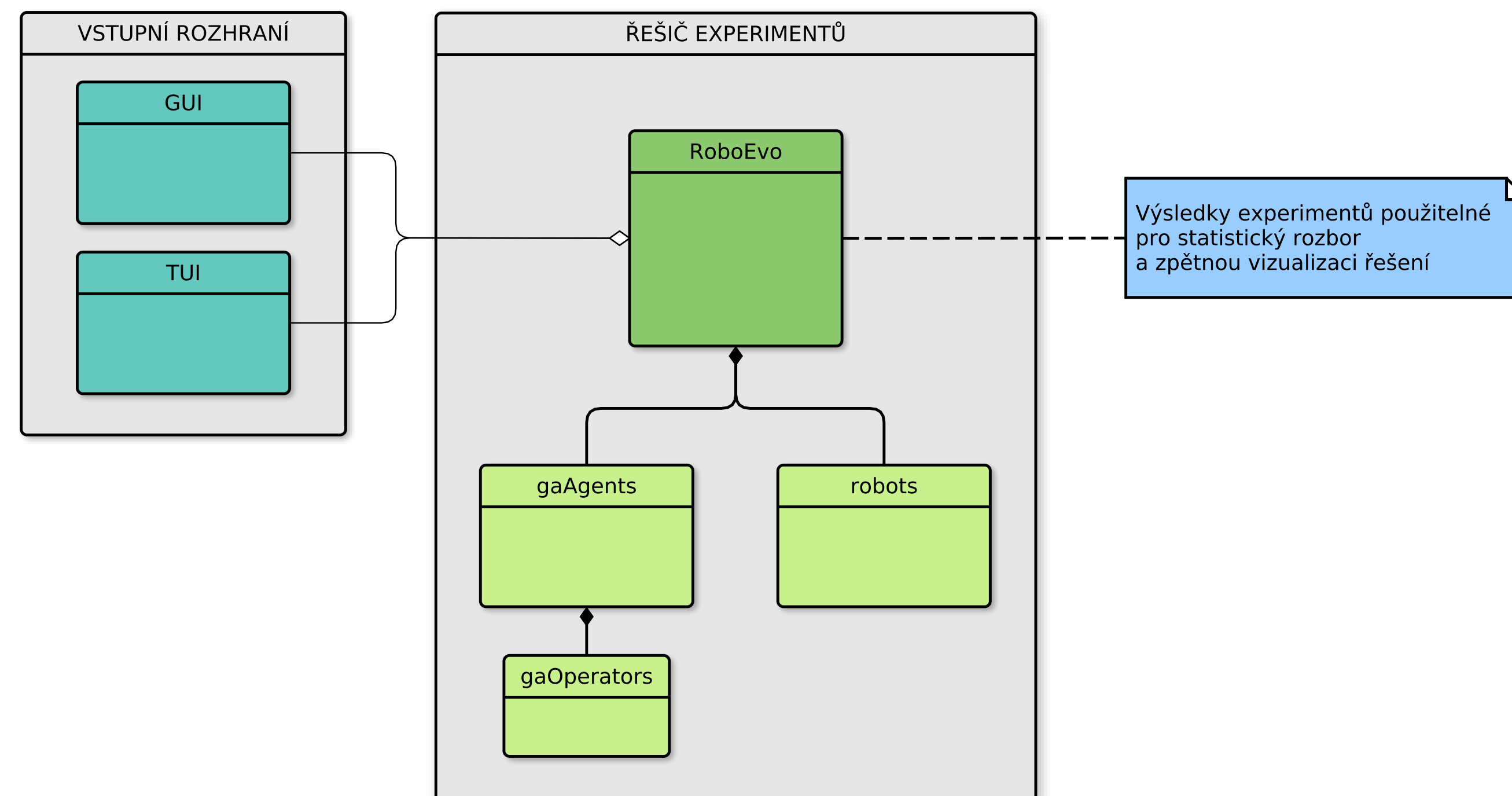
Pro lepší čitelnost a rozšiřitelnost naší platformy jsme se rozhodli nevyužít již existující knihovny pracující s evolučními algoritmy. Místo toho jsme vytvořili vlastní implementace nejpoužívanějších základních bloků, ze kterých mohou být evoluční algoritmy poskládány.

Simulované fyzikální prostředí je důležitou částí tohoto projektu. S ohledem na naše požadavky jsme pro tento účel zvolili fyzikální prostředí *MuJoCo* zpřístupněné pomocí knihovny *Gymnasium* (dříve *OpenAI Gym*).

Platforma umožňuje využít grafické rozhraní pro podrobnou konfiguraci experimentů, které bylo implementováno pomocí knihovny *PySimpleGUI*.



## PLATFORMA



Prací vznikla platforma 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.

Přehledná implementace a dokumentace modulů umožňuje uživateli projekt jednoduše rozšiřovat (nové typy evolučních algoritmů, nové příklady robotů).

## OVĚŘENÍ HYPOTÉZY

Pro splnění druhého cíle práce jsme zvolili dva typy evolučních algoritmů. Algoritmy se liší hlavně ve způsobu, jak transformují informace z prostředí na nastavení motorů robota.

Jednodušší algoritmus pro nastavení každého z motorů využíval sinusoidu s vlastními parametry pro každý motor. Složitější algoritmus využíval zkrácenou Fourierovu řadu opět s parametry pro každý motor.

Experimenty s oběma algoritmy potvrdily, že u jednoduchých robotů zvládají oba najít řešení pro zadaný cíl (urazit rovně co největší vzdálenost). Pro složitějšího robota (*SpotLike* z ukázky grafické aplikace) byl pouze složitější algoritmus schopný najít řešení a tak potvrdil základní hypotézu.

## ZÁVĚR

Práce splnila cíle, které pro ní byly zadány. Platforma pro provádění experimentů je přehledná, funkční a stabilní (dostupná na OS Windows a Linux). Projekt zároveň dává nástroje pro vizualizaci řešení a statistické vyhodnocení dat z experimentů.

Platforma také umožnila splnění vedlejšího cíle práce a to ověření základní hypotézy o rozdílných složitostech ovládání robotů.

Celý projekt dostupný v  
Gitlab repozitáři:



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