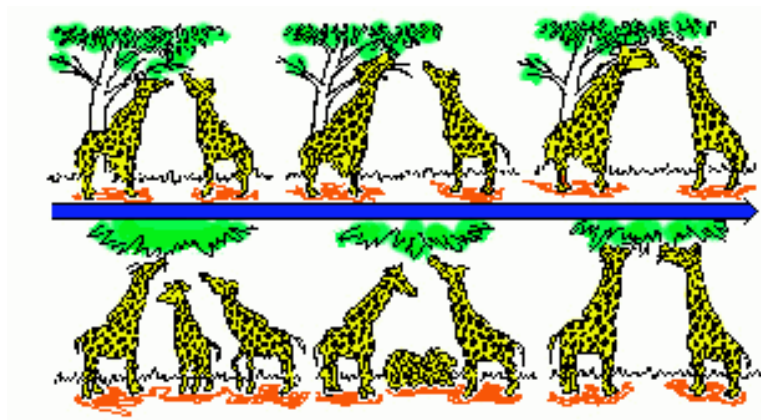




AIゲーム・人工生命を創ろう

東京大学大学院
工学系科学研究科
電気系工学専攻
伊庭斉志

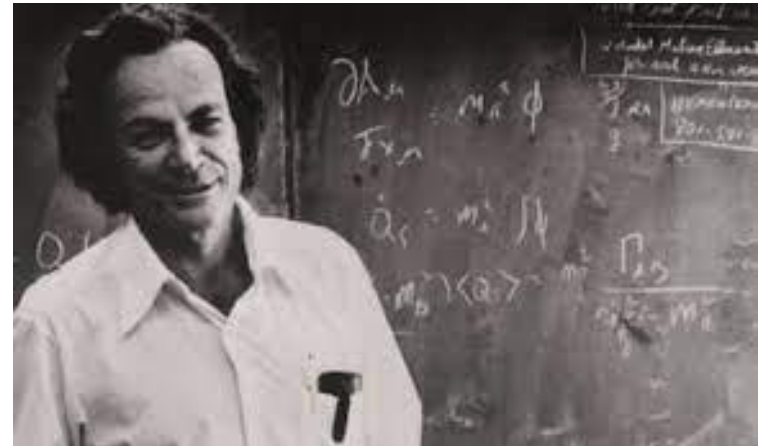


リチャード・ファイマン

- Richard Phillips Feynman (1918—1988)
 - ノーベル物理学賞(1965)
- 作ることができないものは理解したことにならない

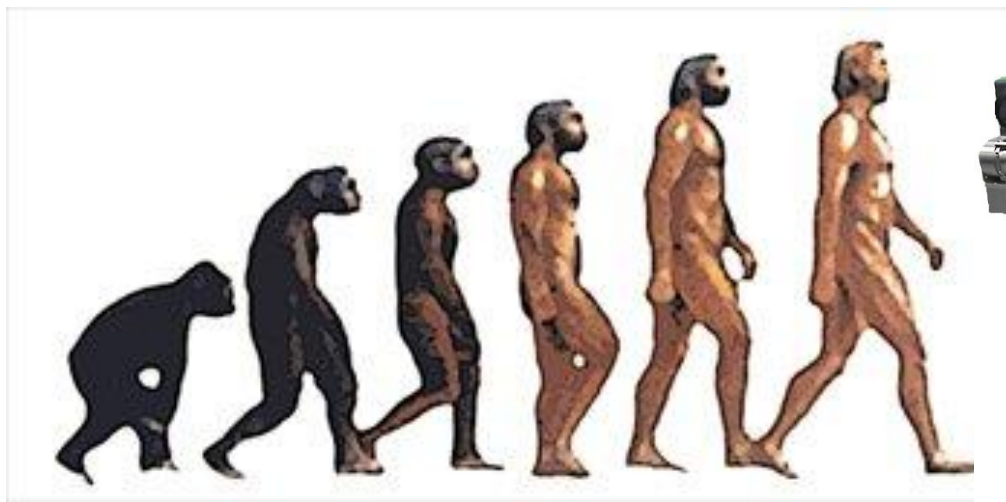


創って理解するAI



目次

- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ



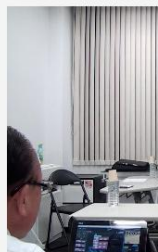
MindRender

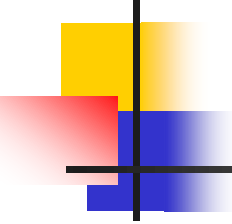
■ VRによるAI学習用ソフトMindRender

■ <https://mindrender.jp/>



これまでの体験教室の様子





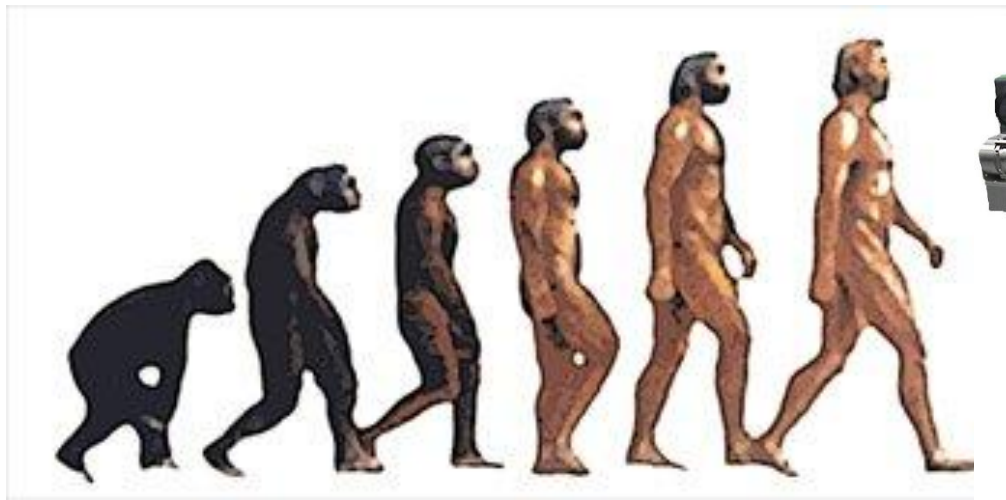
習得する技法: どれか1つか2つ

- 強化学習
- ニューロ進化
- 進化計算
- 対話型進化計算
- ニューラルネットワーク学習: バックプロパゲーション
- 群知能

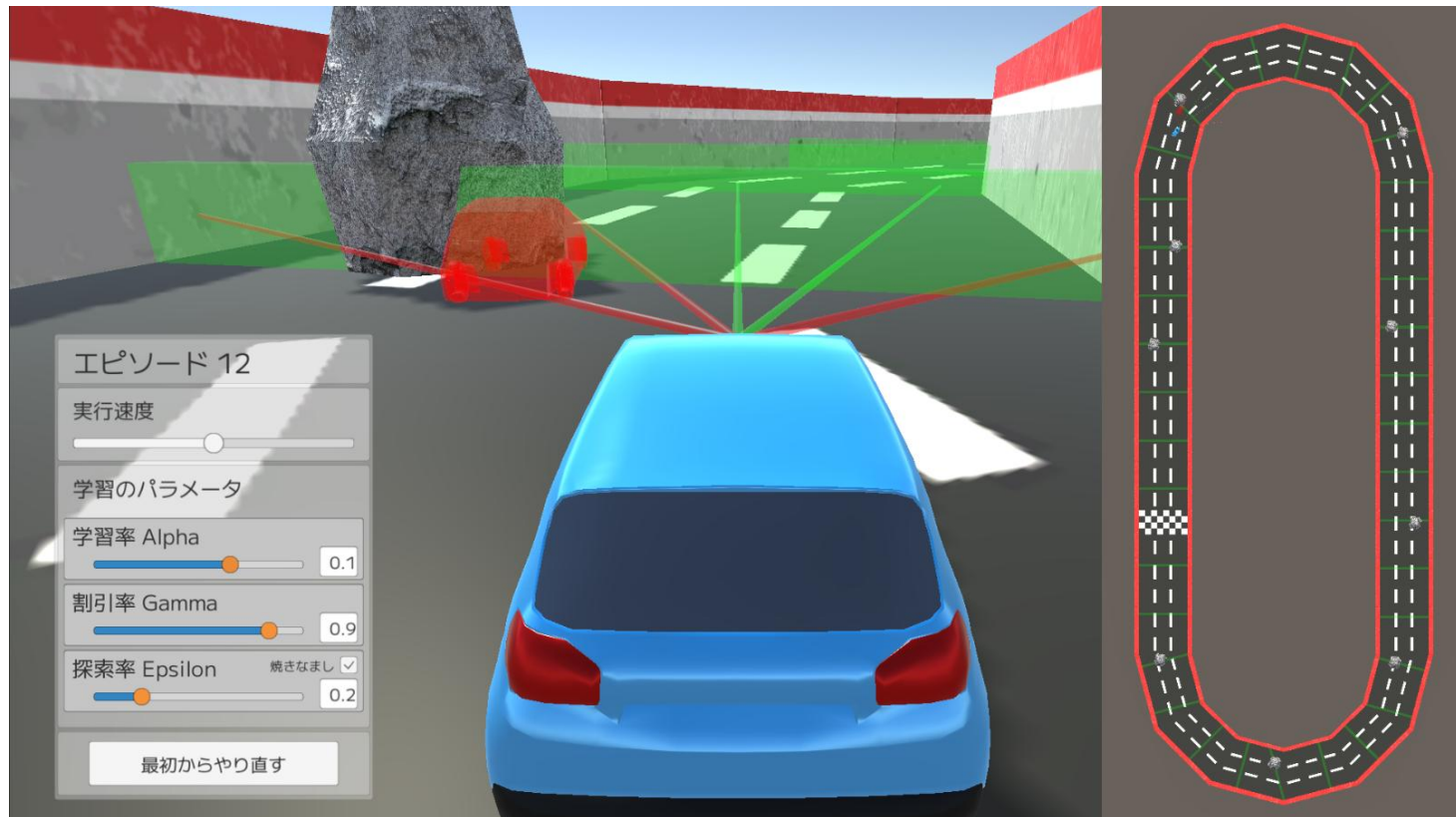
各技法の詳細は教科書を参照すること
あらかじめ課題・タスクを選んでから学習した方がよい

目次

- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ



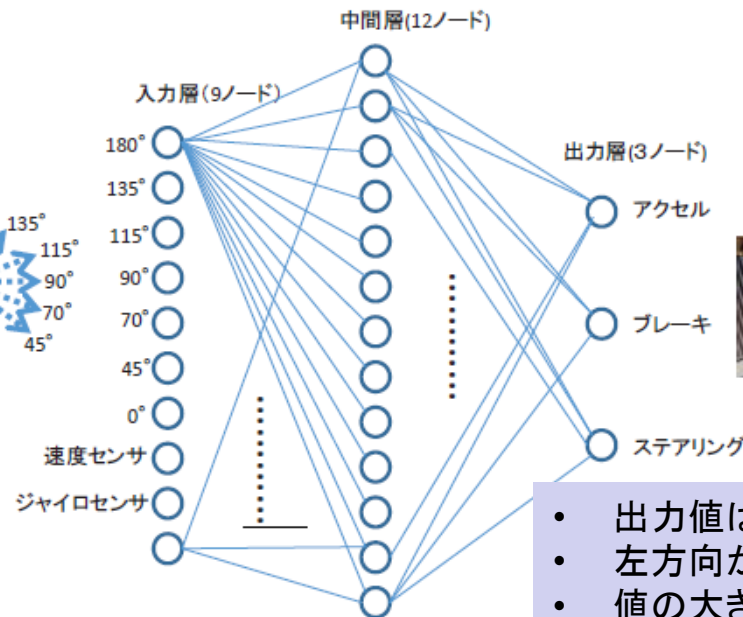
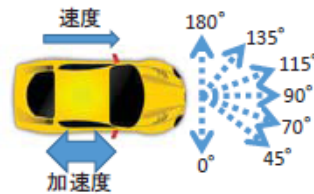
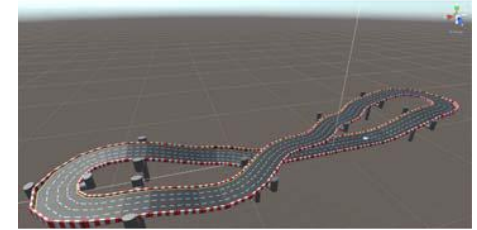
AIによる自動運転学習: とりあえず動かしてみる



(2.1節) 強化学習とニューロ進化による学習シミュレーション

レーシングカーのニューロ進化

■MindRender

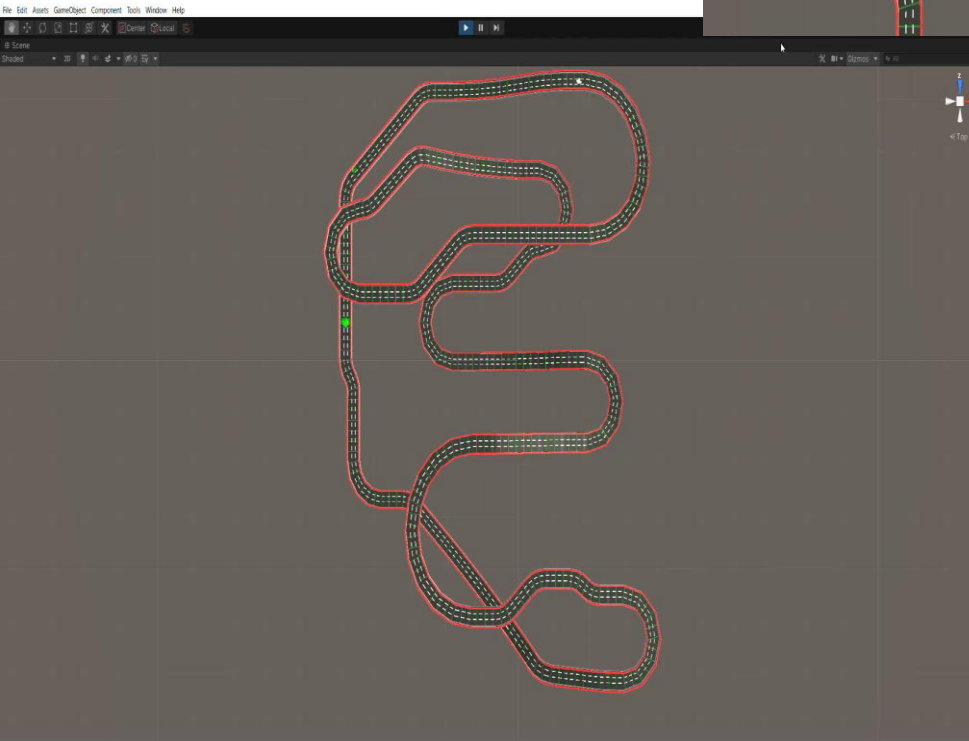
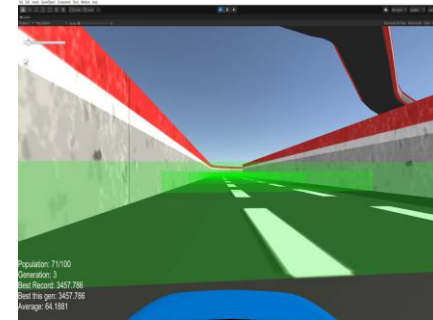
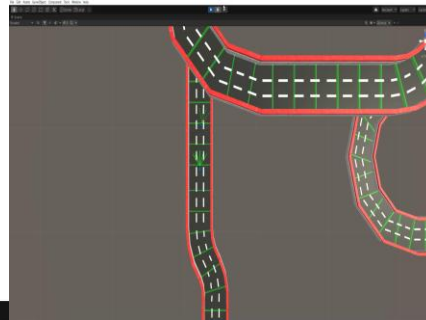


- 出力値は-1から+1
- 左方向がマイナス、右方向がプラス
- 値の大きいほど急ハンドル

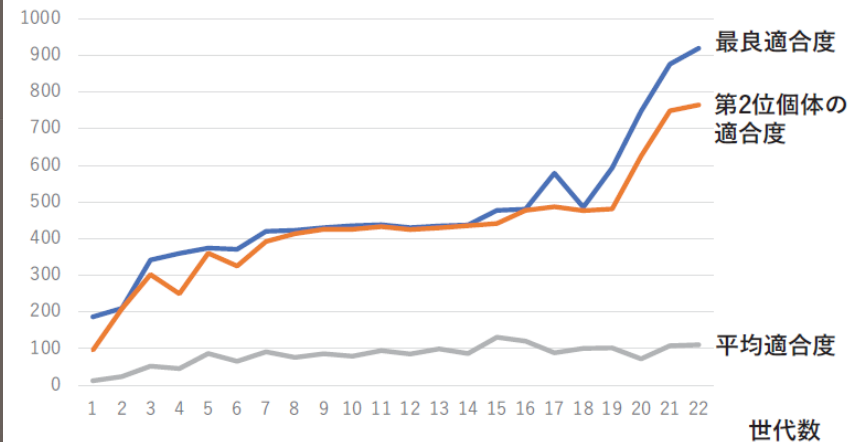
図 5.2: レーシングカーのニューラルネット構造

レーシングカーのニューロ進化

学習初期

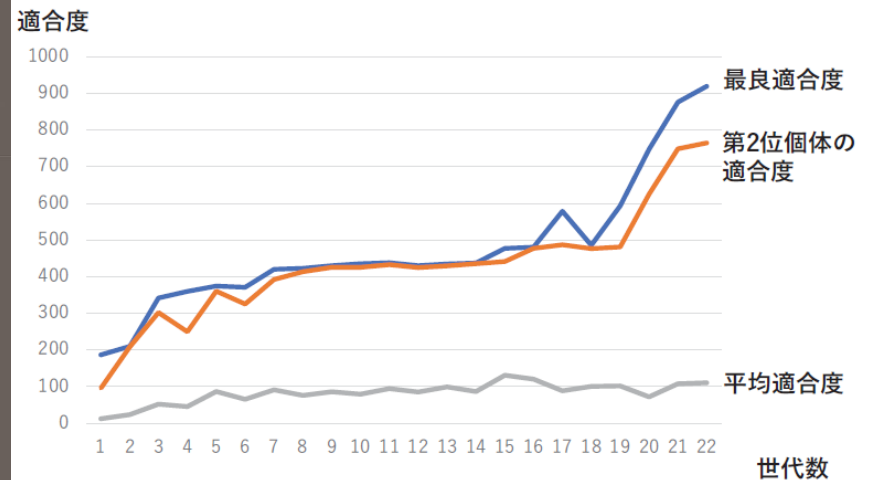
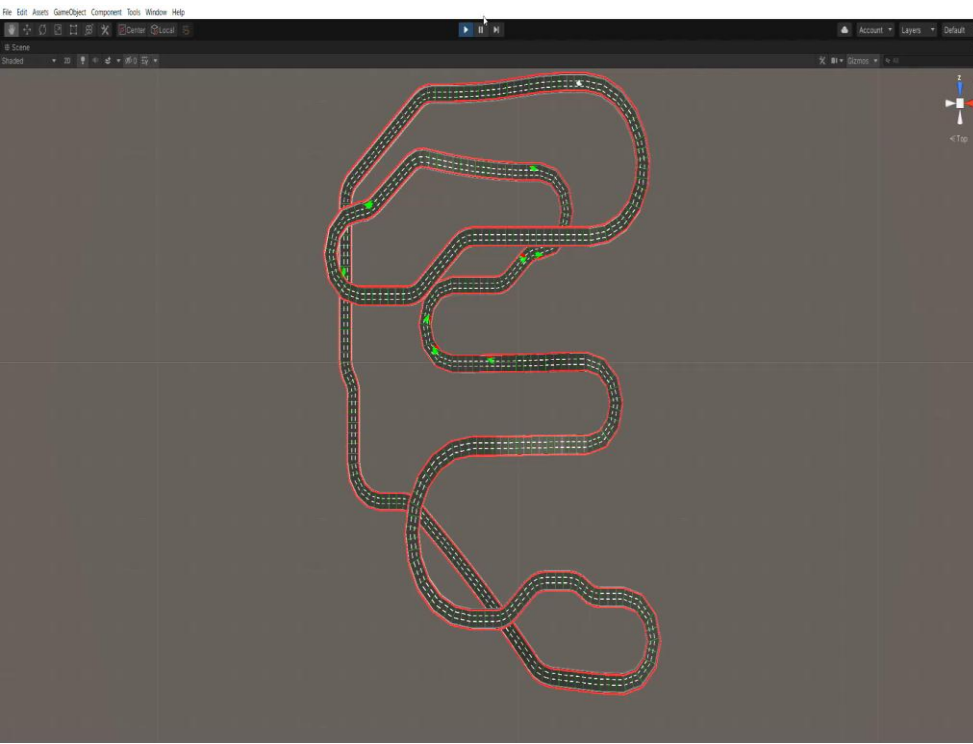


適合度



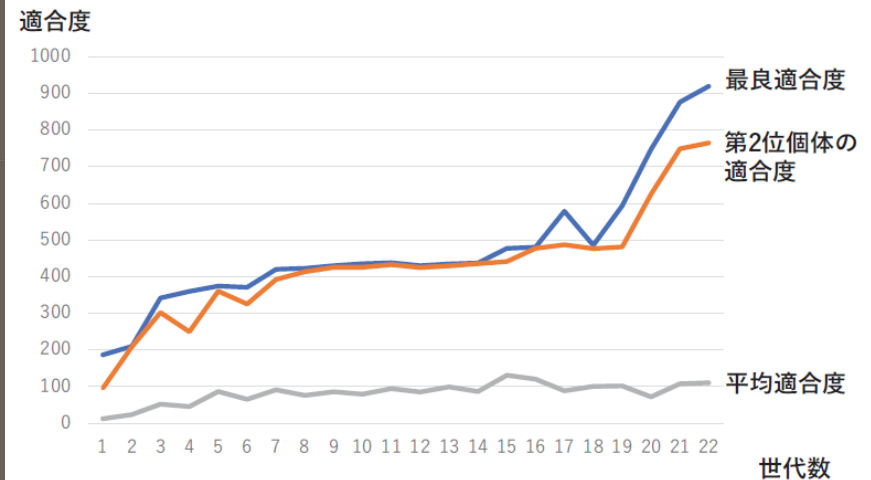
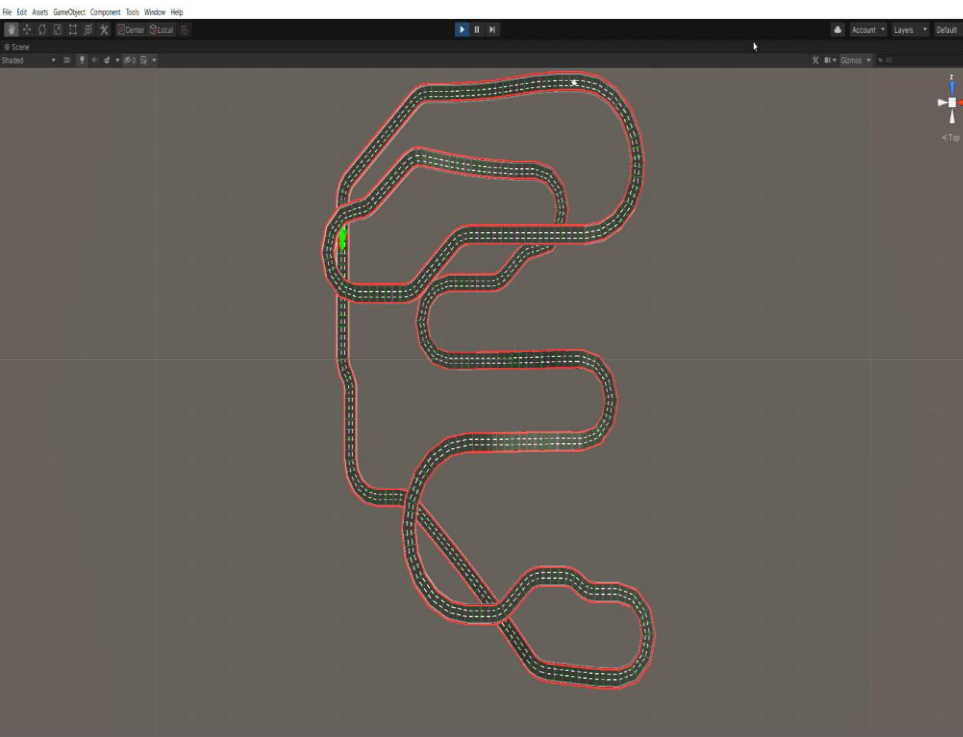
レーシングカーのニューロ進化

学習中期

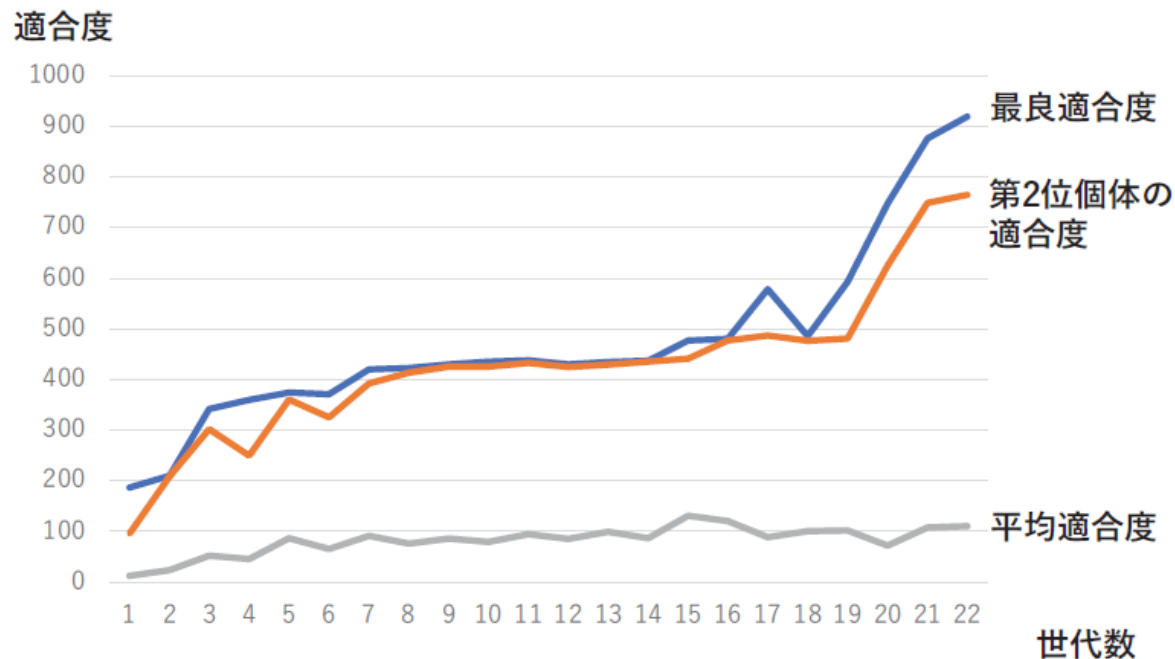


レーシングカーのニューロ進化

学習終期



レーシングカーのニューロ進化



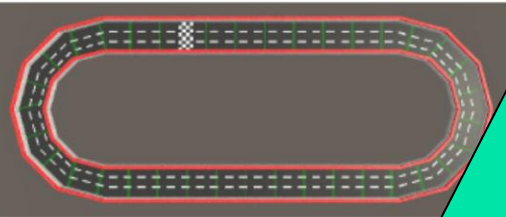
レポートにはこのような必ず学習
過程のプロット図をのせること

図 5.3: レーシングカーの進化過程

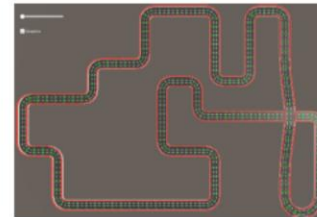
自重

レンジ版

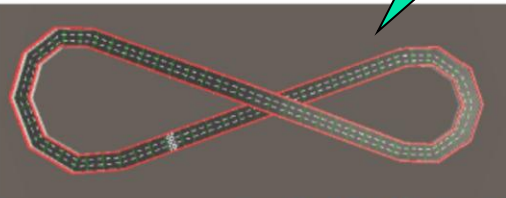
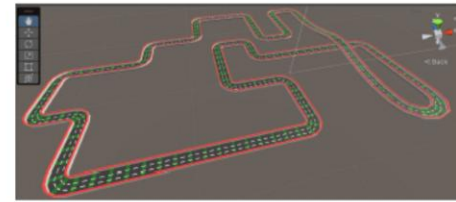
- コース上に数個の岩が設置される(岩の位置は固定)
- コース上に数個の岩が設置される(岩の位置はランダム)
- 坂の上から岩が転がり落ちてくる
- 岩の大きさや形状がランダムに変わる
- 岩の転がる速度がランダムに変わる



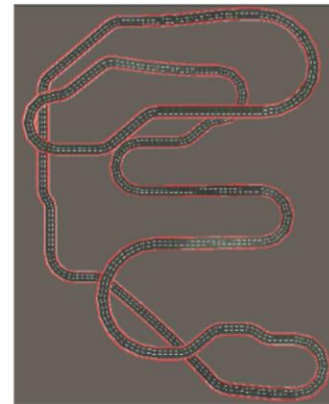
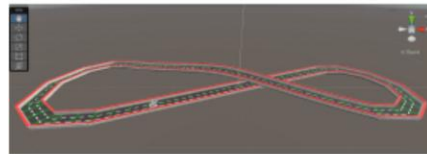
stage1: 純なコース



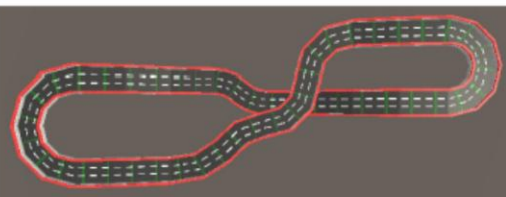
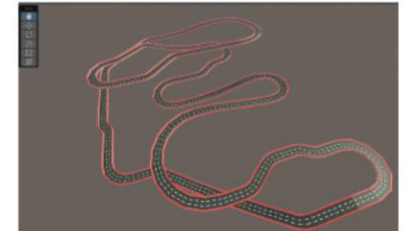
stage4: より複雑なコース



stage2: 8 の字コース (ゆるやかな斜面)



stage5: 難関なコース



stage3: 8 の字コース (急激な斜面)



AIによる自動運転学習のプロジェクト

(3.4節) 強化学習とニューロ進化による学習シミュレーション

File Edit Assets GameObject Component Jobs Tools Window Help

Sign in

Hierarchy

+ All

Challenge3

Main Camera

Directional Light

Track2

Canvas

Car@Blue

Waypoints

ResetPoint

ForcePoint

Environment

EventSystem

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

Car@Blue(Clone)

DontDestroyOnLoad

Scene

Game

Game

Display 1

Free Aspect

Scale

1x

Play Focused

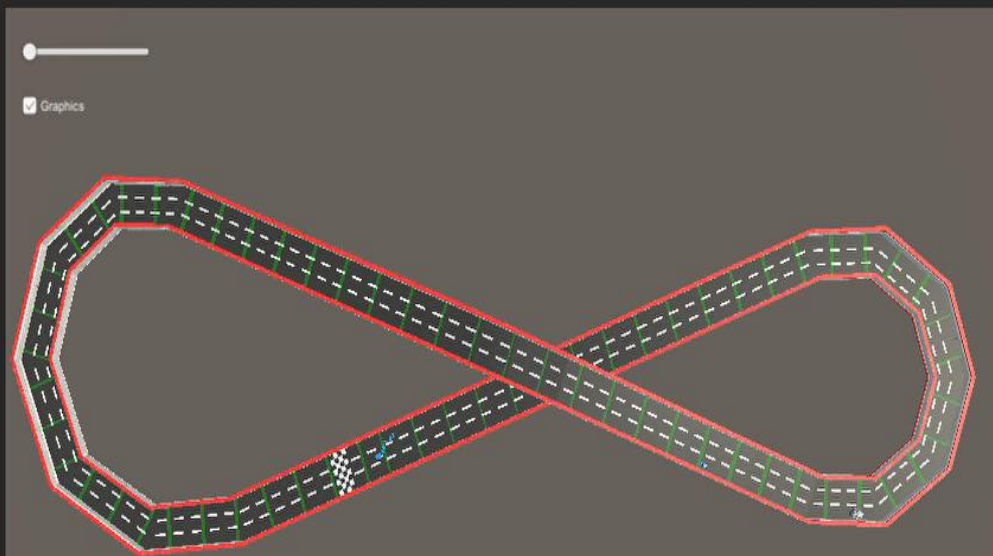
Stats

Gizmos

Inspector

Ch

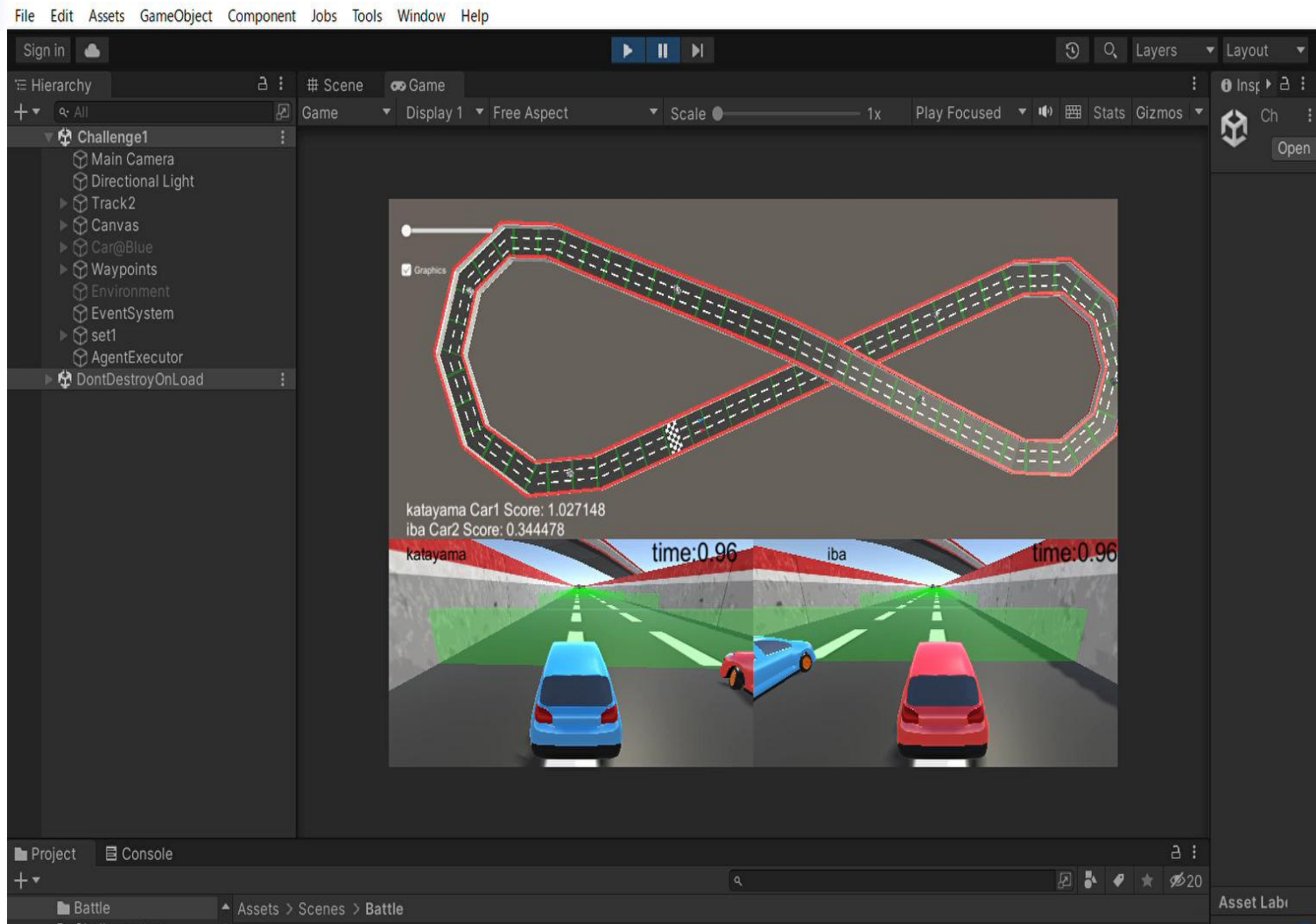
Open



自動運転学習

レポート課題の1つ

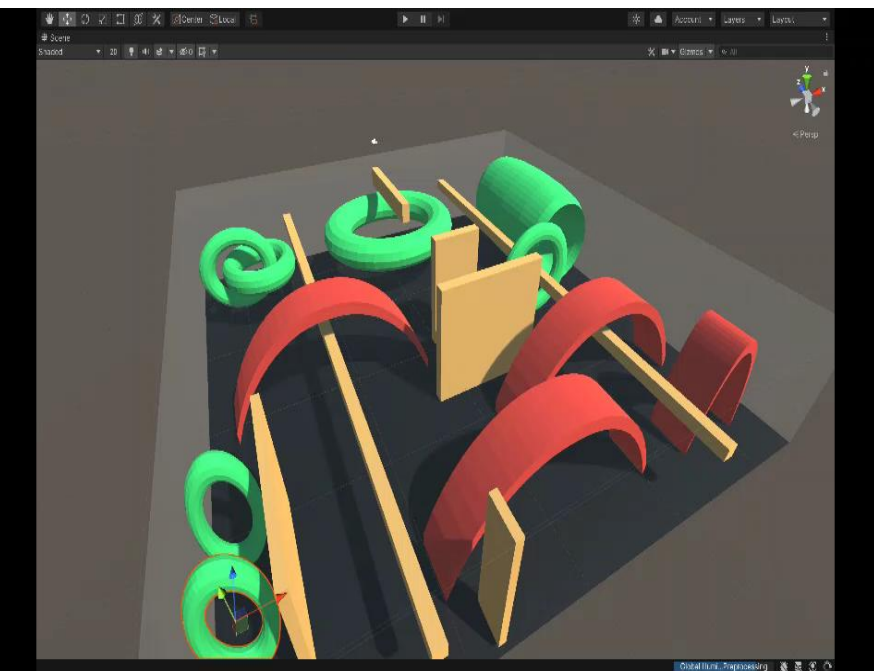
各自の作成したプログラムで対戦をする



人工生命の例



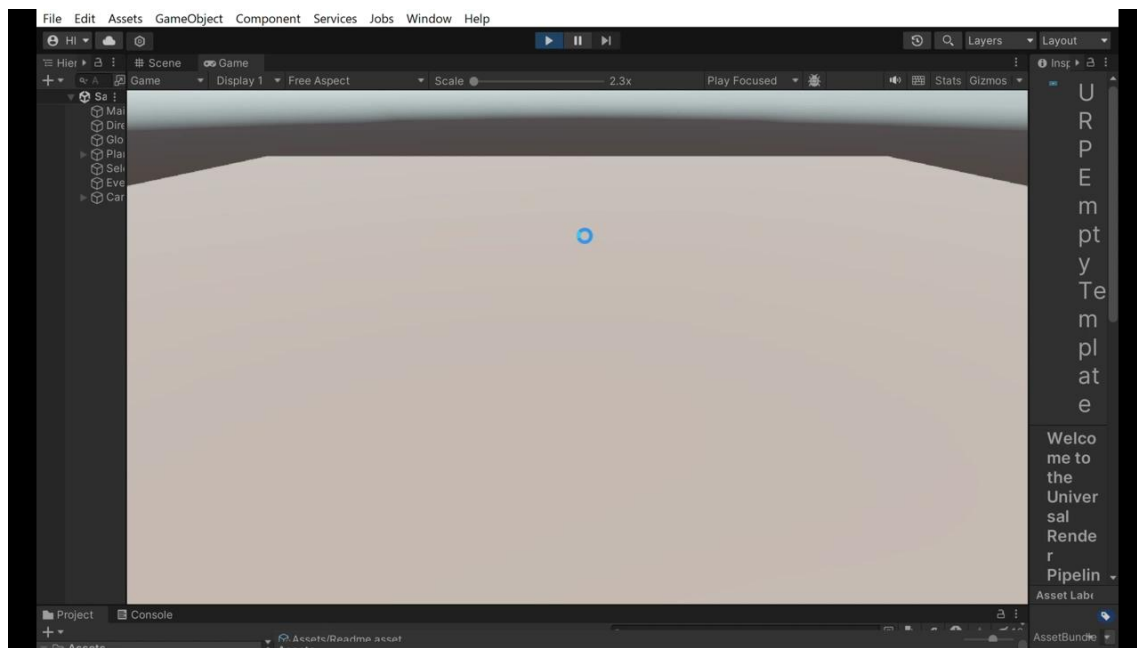
アリのフェロモンレイル・シミュレーション
ACO (Ant colony optimization)



鳥・魚の群れ行動のシミュレーション
PSO (Particle swarm optimization)

人工生命: 4足歩行を進化させる

- 進化計算の応用
 - 動きを進化させる



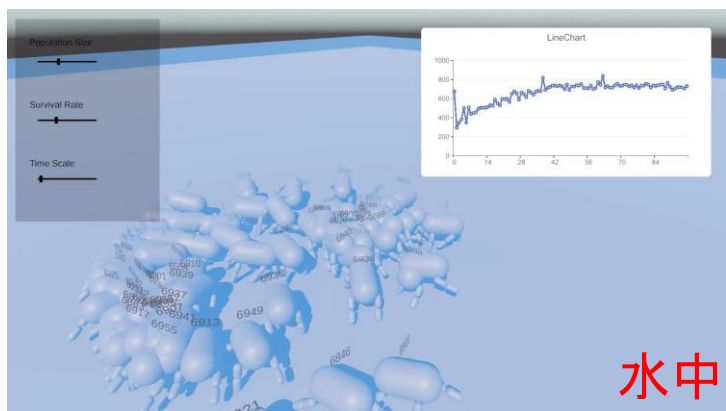
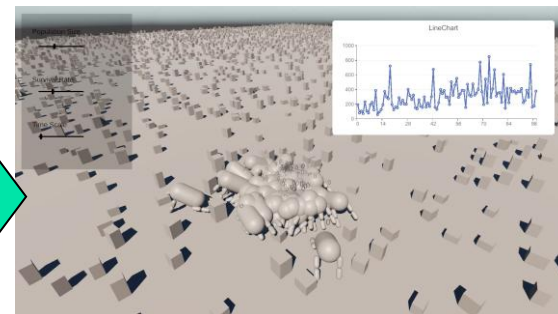
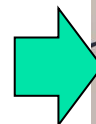
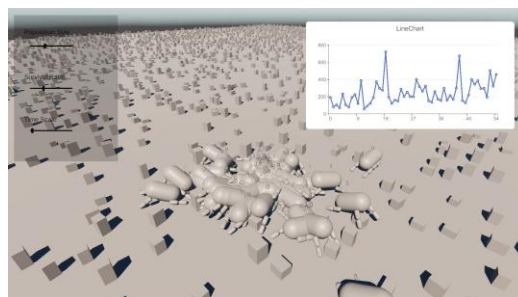
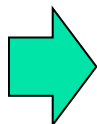
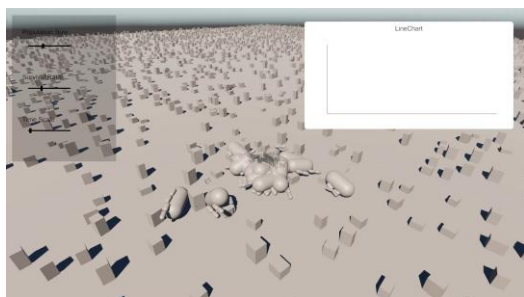
サンプルプログラムとして提供している

より複雑な動きや形態を進化させてみよう

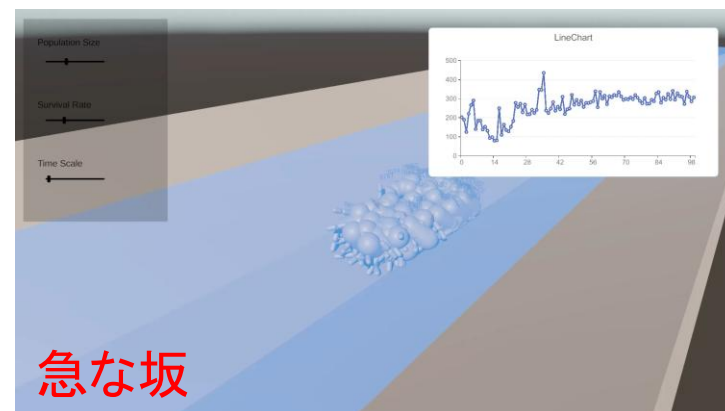


人工生命の進化

■ AI v.s. 身体性

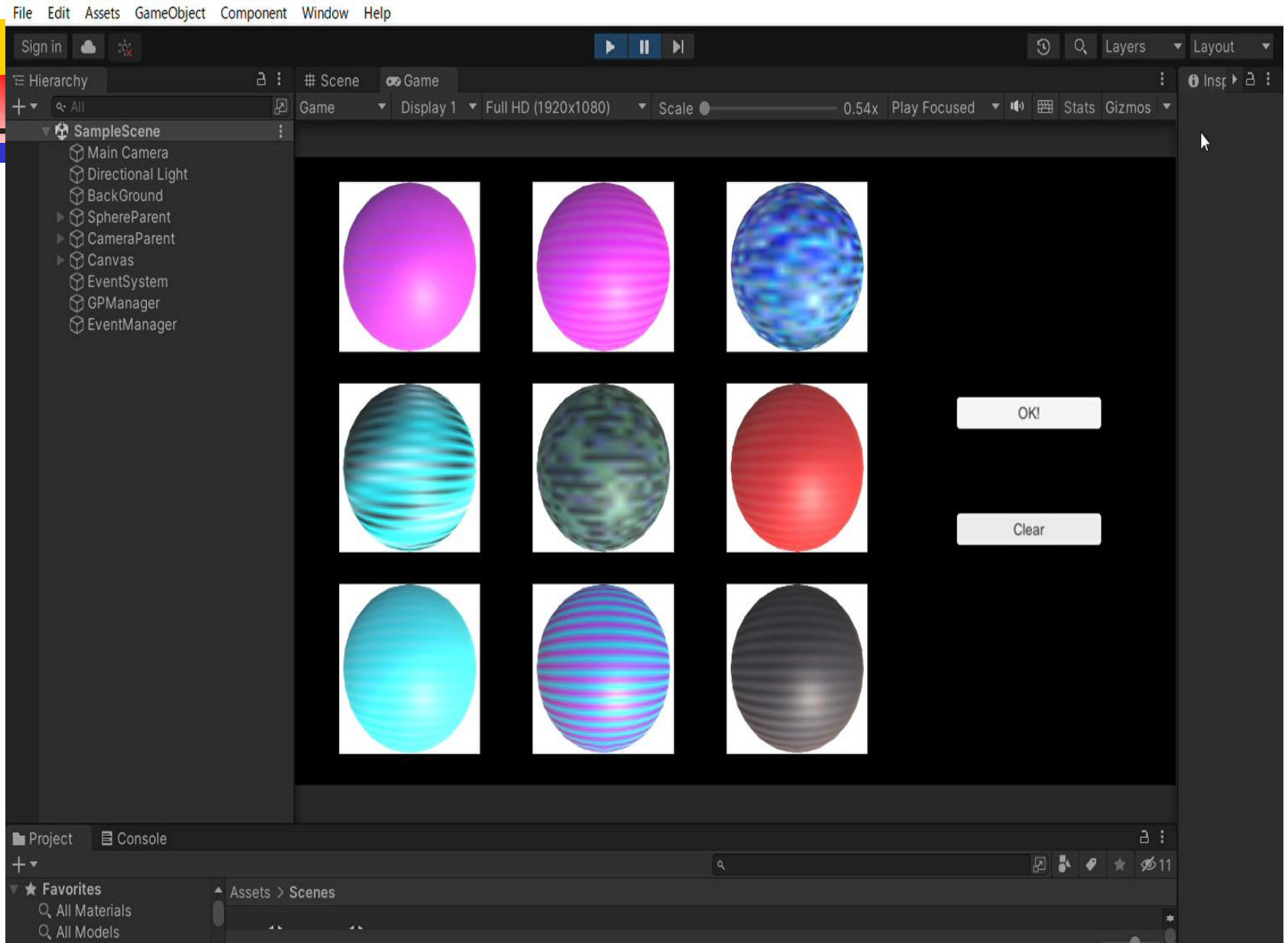


水中



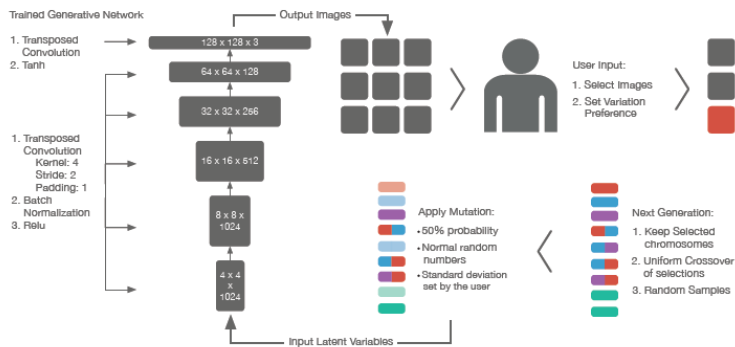
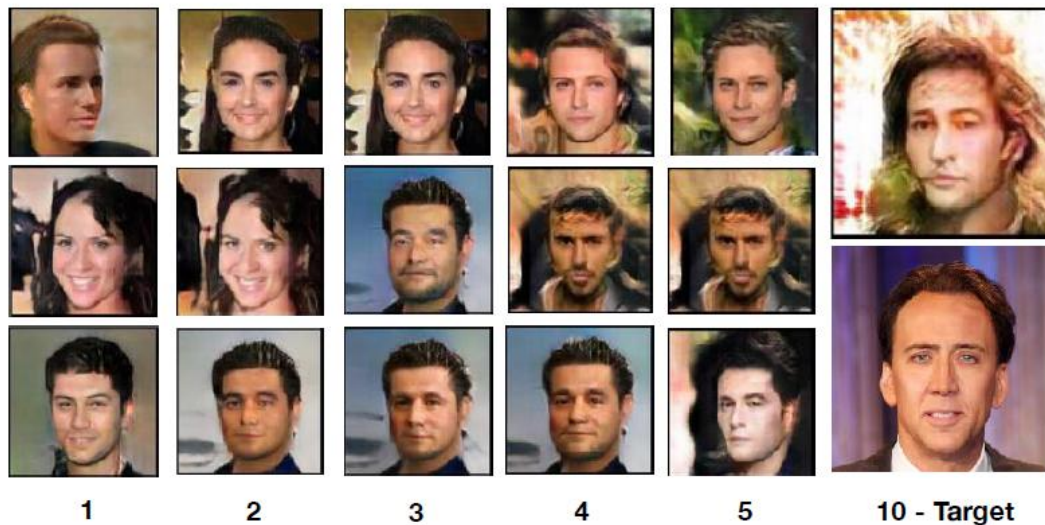
急な坂

(5.6節)対話型進化計算によるデザイン



Deep Interactive Evolution

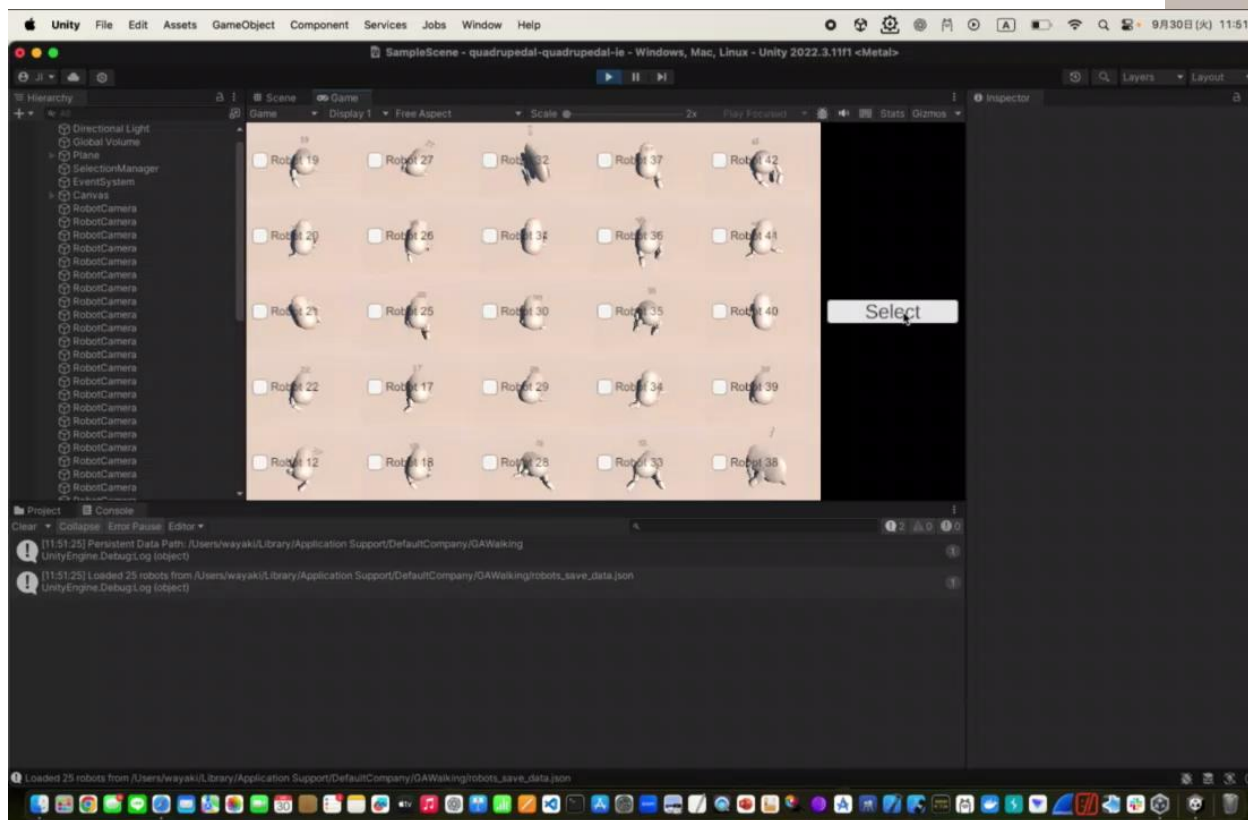
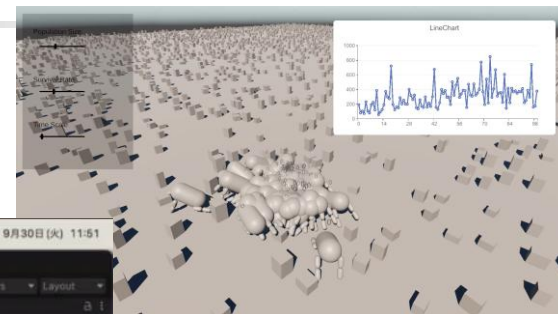
■ Deep learning + IEC



Deep Interactive Evolution
Philip Bontrager, Wending Lin,
Julian Togelius, Sebastian Risi
arXiv:1801.08230, 2018.

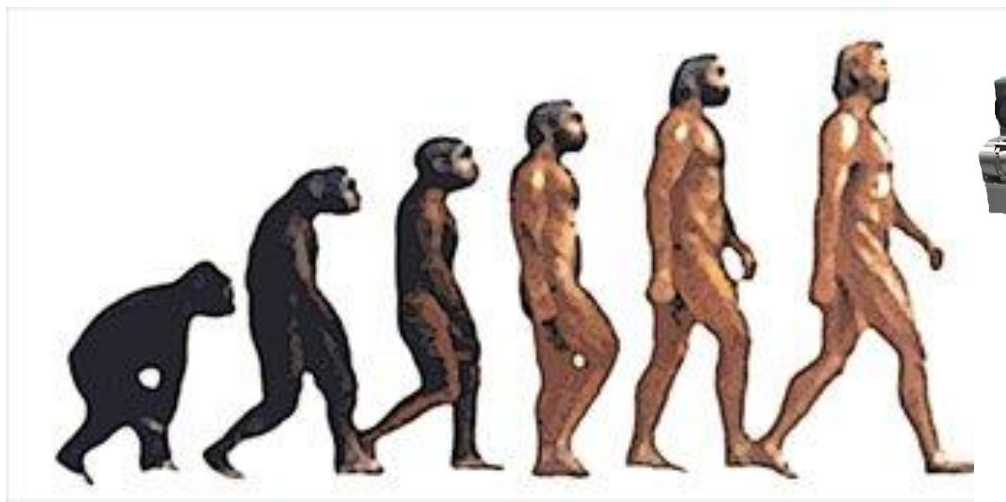
人工生命の進化: 対話型進化版

■ AI v.s. 身体性



目次

- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ



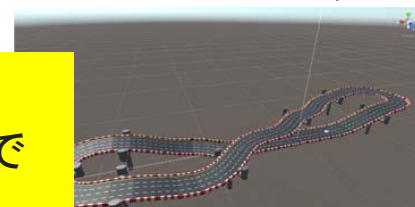
課題内容: 1つ選択



- Option A: (3.8節) 自動運転・対戦型レーシング・シミュレーションでのプログラム作成

注意事項:

- 本演習の目的は、AI・人工生命を自分で創って理解することであるため、ML-Agentsの使用は原則禁止です。
- ただし、ML-Agentsの低レベルAPIを使用して、アルゴリズムを自分で実装する場合は、この限りではありません。
- 使用を検討している人はTAに事前に必ず相談してください。

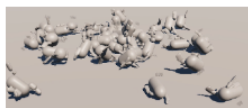
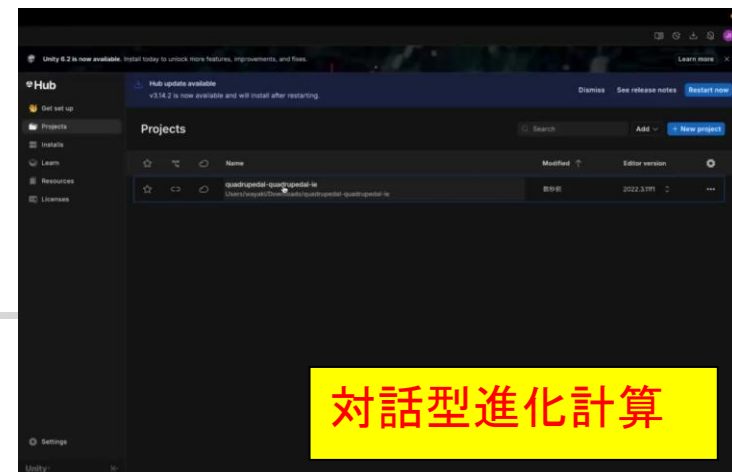


- Option B: サンプルプログラムをもとに人工生命体の進化を創る
- Option C: 面白い応用を創る

条件: Unity上で動くこと

Option B

人工生命体の進化

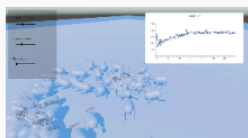


ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を
進化させよう

遺伝的アルゴリズムによる4足歩行の学習

[\[プログラム\(1.6MB\)\]](#)

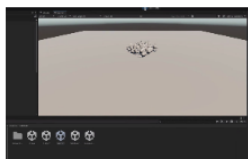
[観察・考察のレポート例](#)



ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を
進化させよう 応用1

4足歩行の学習を以下の5つの環境で進化させました。(1)谷
(Valley), (2)障害物 (Obstacle), (3)谷+水 (SwimValley), (4)障害
物+水 (SwimObstacle), (5)水 (SwimSample)。水のある環境では、
個体が泳ぐ動作を行います。

[\[プログラム\(3.5MB\)\]](#)



ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を
進化させよう 応用2

ロボットの形態を変えて進化の実験を行いました。具体的には、(1)足
の数(6-legs.unity), (2)関節数(joint-2.unity), (3)胴の節(milestone-
1.unity)などを変えています。

[\[プログラム\(1.68MB\)\]](#)



ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を
進化させよう
(演習問題5.3)

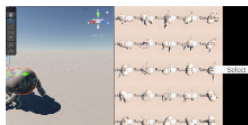
対話型進化計算による動作デザイン

survival rateのスライダーは生存率を決定します。

チェックボックスで選択した個体が「良い」個体とされ、「良い」個体
は生存する確率が高くなります。

「select」をクリックすると進化が進みます。

[\[プログラム\(1.5MB\)\]](#)



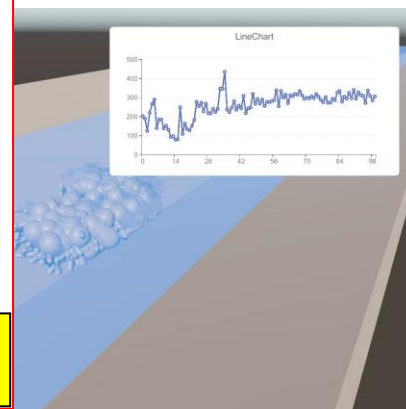
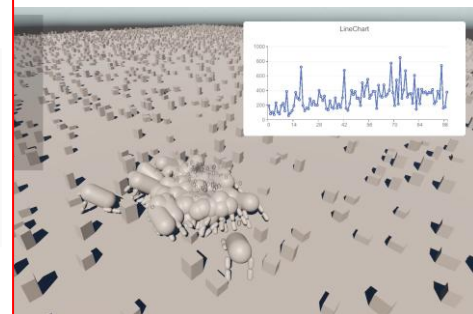
ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を
進化させよう
(演習問題5.3)

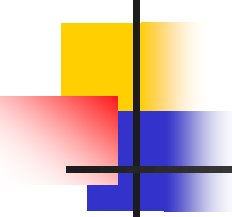
対話型進化計算による動作デザイン(改良版)

「select

[\[プログラ](#)

Option B: サンプル提供



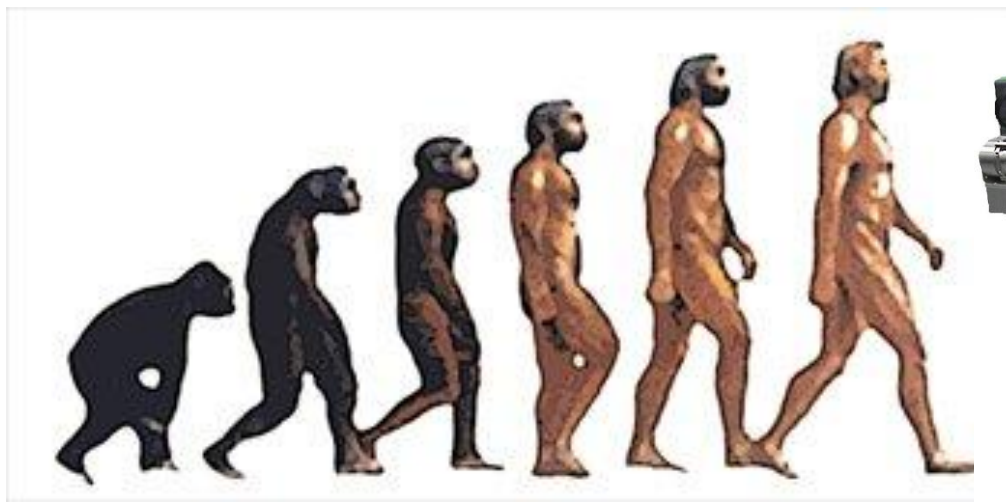


実験の日程

- 第1日 実験課題の説明。基礎技術の説明。操作環境のインストールとセットアップ。目標とするタスクの設定。
- 第2日 操作環境のインストールとセットアップ。基本操作の習得とサンプルプログラムのテストラン。目標とするタスクの最終決定。
- 第5日(?) 中間報告会(進捗状況と今後の展開、問題点など。1チーム5分程度)。集中的に質問を受け付ける。レーシングチームは予選を行う。
- 第10日 成果発表会(1チーム5分～10分程度)。パワーポイントによる説明とデモンストレーション。

目次

- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ





Open Endedness in Artificial Life

- オープンエンド性
- 「**終わりになき進化**」を目指す
- 通常の進化計算、最適化、AIの応用
 - 環境が固定されているか、またはあまり劇的に変わらない
 - 時間がたつと進化が停滞する
- これに対して**環境自体も進化**するようにシミュレーションを行うとオープンエンド性に近づく。
- 例：自動車形状の進化シミュレーション

Stanley, K.O., Lehman, J., Soros, L.,
``Open-endedness: The last grand challenge you've never heard of,"
<https://www.oreilly.com/ideas>, 2017.

教科書



東京大学情報理工学系研究科
電子情報学専攻
伊庭研究室

HOME アクセス ENGLISH

研究内容 | 講義関連 | ソフトウェア | 発表文献 | 書籍サポート | メンバー

書籍サポート

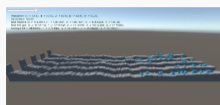
Unity シミュレーションで学ぶ人工知能と人工生命-- 創って理解するAI--



「Unity シミュレーションで学ぶ人工知能と人工生命-- 創って理解するAI--」, 伊庭 志 + MIT/MindRender 開発グループ, (オーム社)
で解説されているソフトウェアのページです。

ソフトウェア等のご利用にあたって

演習問題のヒントと解答例

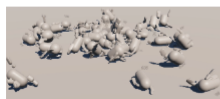


オープンエンド性 (終わりのない進化)
(演習問題5.2)

自動車の形態と地面の形状の共進化シミュレーション。
一部の機能は未完成です。

[\[プログラム\(65KB\)\]](#)

[観察・考察のレポート例 PDF](#)

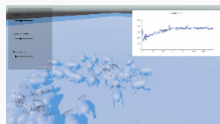


ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を進化させよう

遺伝的アルゴリズムによる4足歩行の学習

[\[プログラム\(1.6MB\)\]](#)

[観察・考察のレポート例 PDF](#)



ロボットの動き(人工生命の4足歩行)を進化させよう 応用 1

4足歩行の学習を以下の5つの環境で進化させました。
(1)谷 (Valley), (2)障害物 (Obstacle), (3)谷+水 (SwimValley), (4)障害物+水 (SwimObstacle), (5)水 (SwimSample). 水のある環境では、個体が泳ぐ動作を行います。

[\[プログラム\(3.5MB\)\]](#)

ロボットの形態を変えて進化の実験を行いました。具体的

他に提供可能な参考書

■ 強化学習、進化計算

■ ゲームAI

■ C# 入門書

■ Unityの教科書

