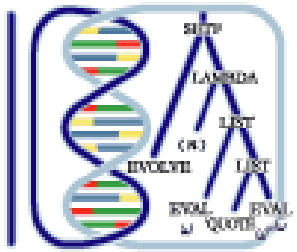
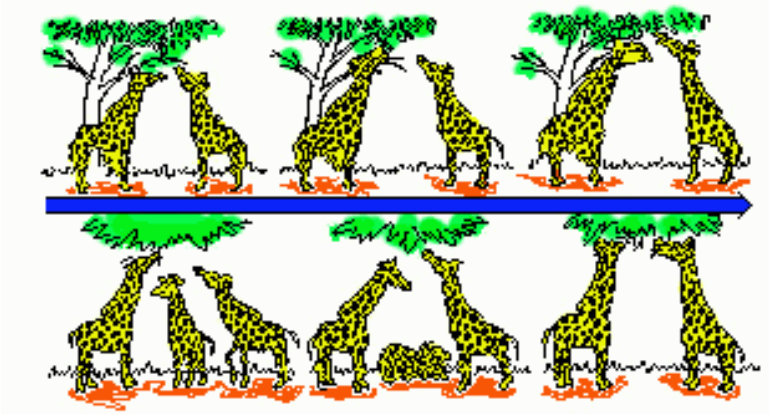


AIゲーム・人工生命を創ろう

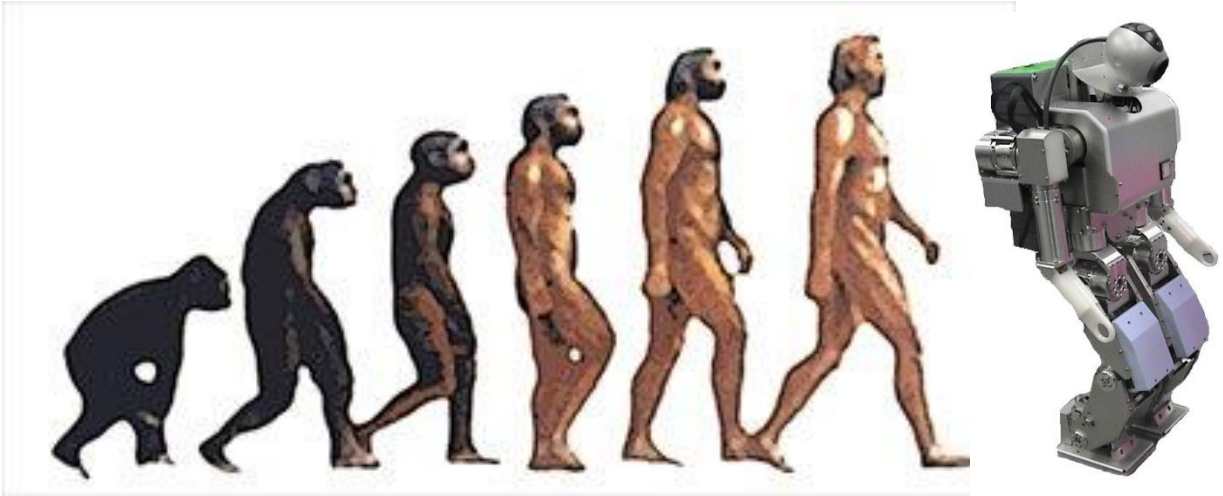
東京大学大学院
工学系科学研究科
電気系工学専攻
伊庭斉志



iba lab.

目次

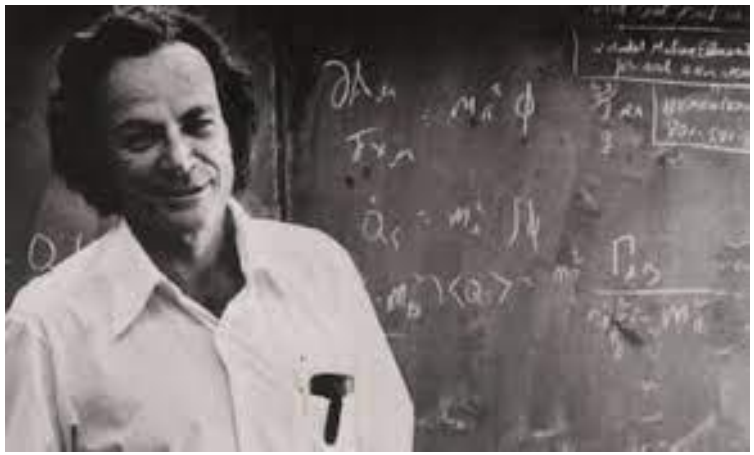
- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ



リチャード・ファイマン

- Richard Phillips Feynman（1918—1988）
  - ノーベル物理学賞(1965)

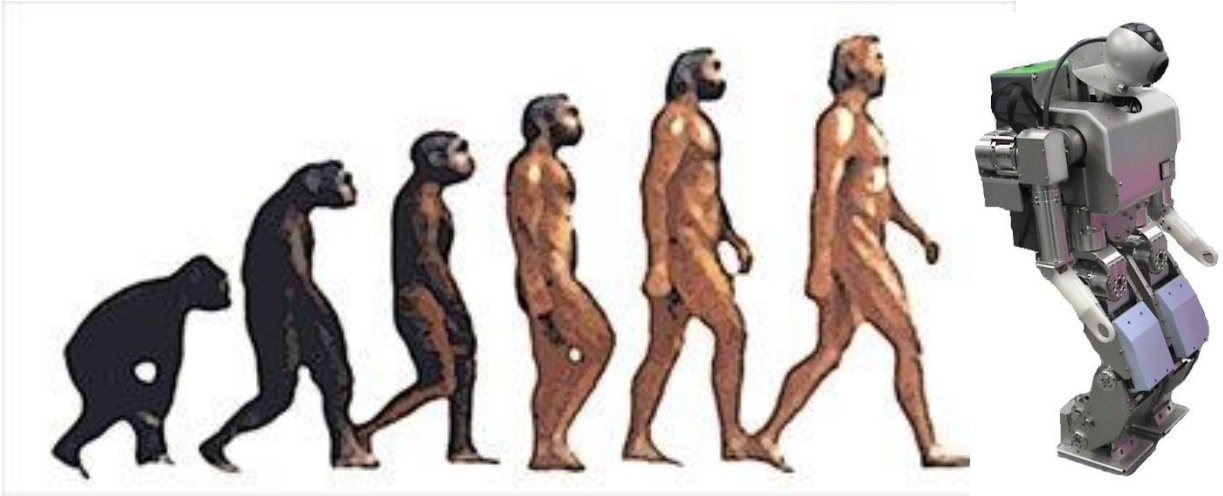
- 「作ることができないものは理解したことにならない」



創って理解するAIとAlife

目次

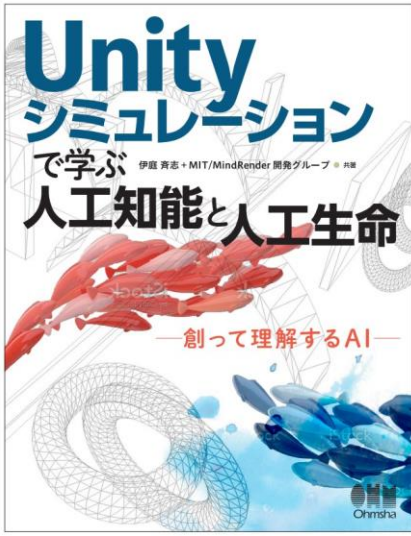
- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ



教科書で習得するAI/AL技法

- 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

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良い

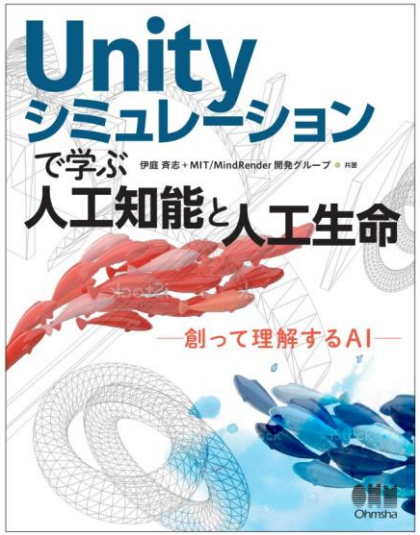


- アリの群知能
- Ant Colony Optimization (ACO)
- 魚・鳥の群行動とBoidアルゴリズム
- Particle Swarm Optimization (PSO)

教科書で習得するAI/AL技法

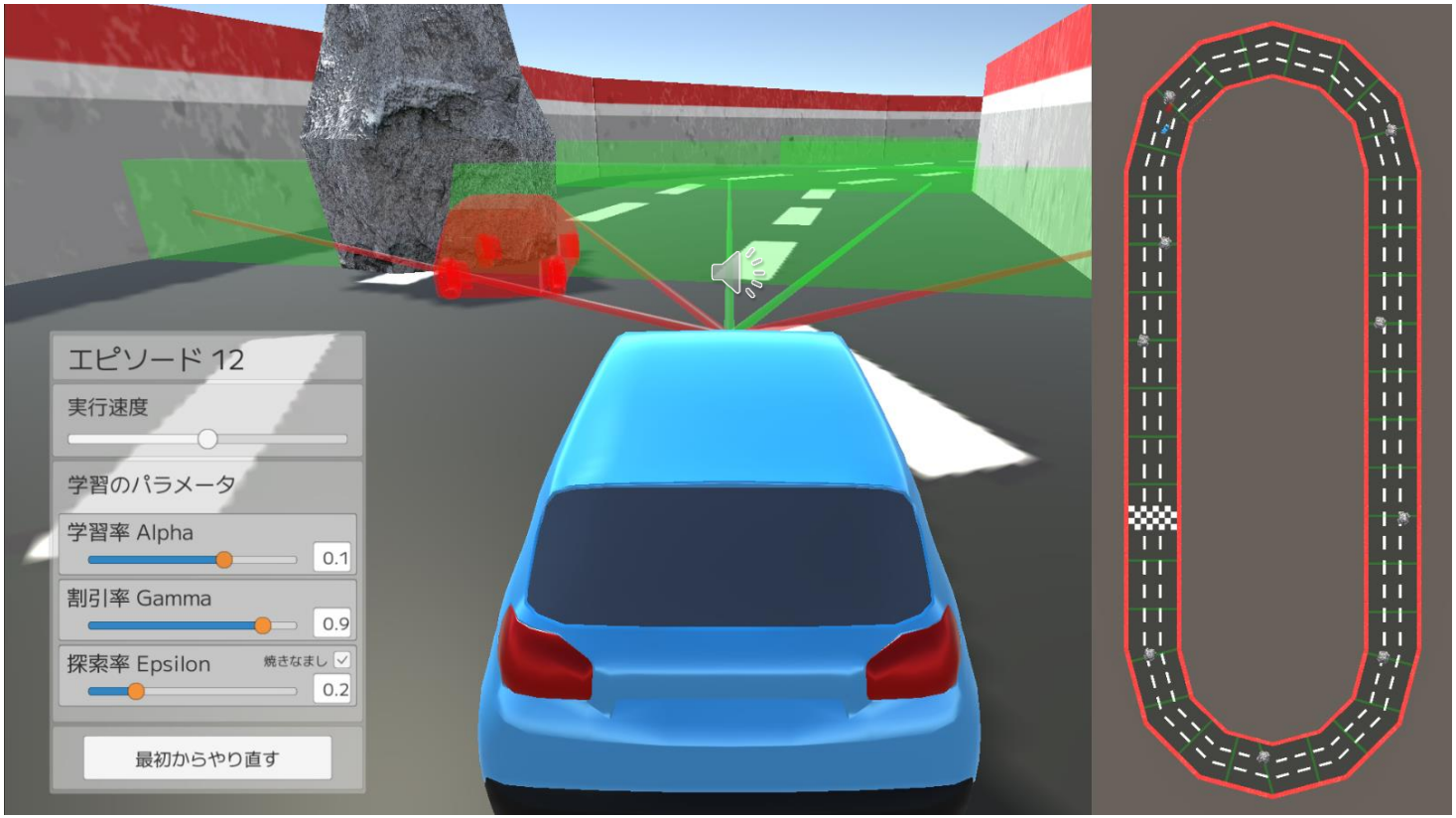
- 強化学習
- ニューロ進化
- 進化計算
- 対話型進化計算
- ニューラルネットワーク学習：バックプロパゲーション

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良い



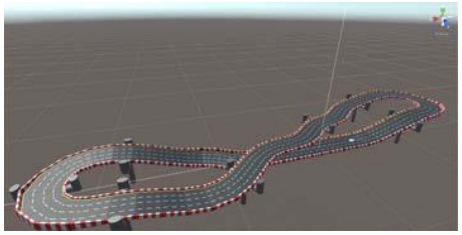
- アリの群知能
- Ant Colony Optimization (ACO)
- 魚・鳥の群行動とBoidアルゴリズム
- Particle Swarm Optimization (PSO)

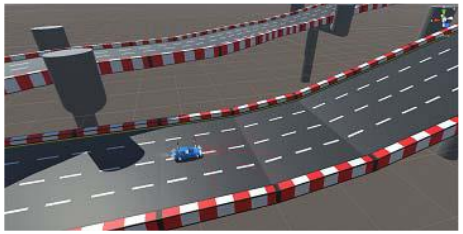
AIによる自動運転学習:
とりあえず動かしてみる

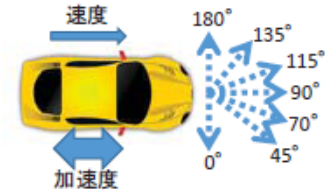


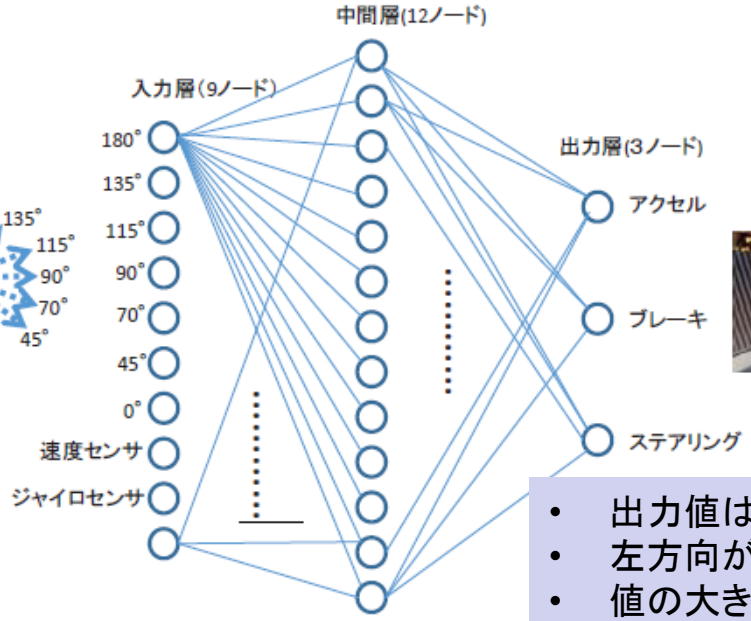
(2.1節)強化学習とニューロ進化による学習シミュレーション

レーシングカーのニューロ進化







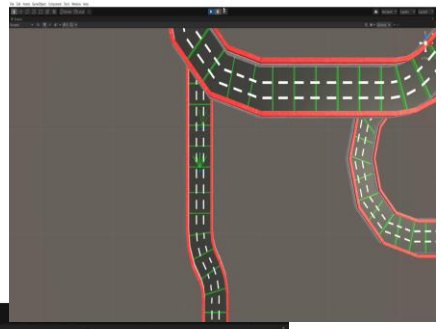


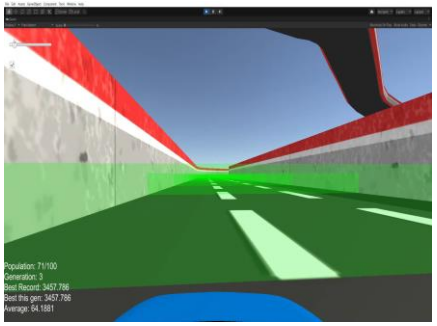
- 出力値は-1から+1
- 左方向がマイナス、右方向がプラス
- 値の大きいほど急ハンドル

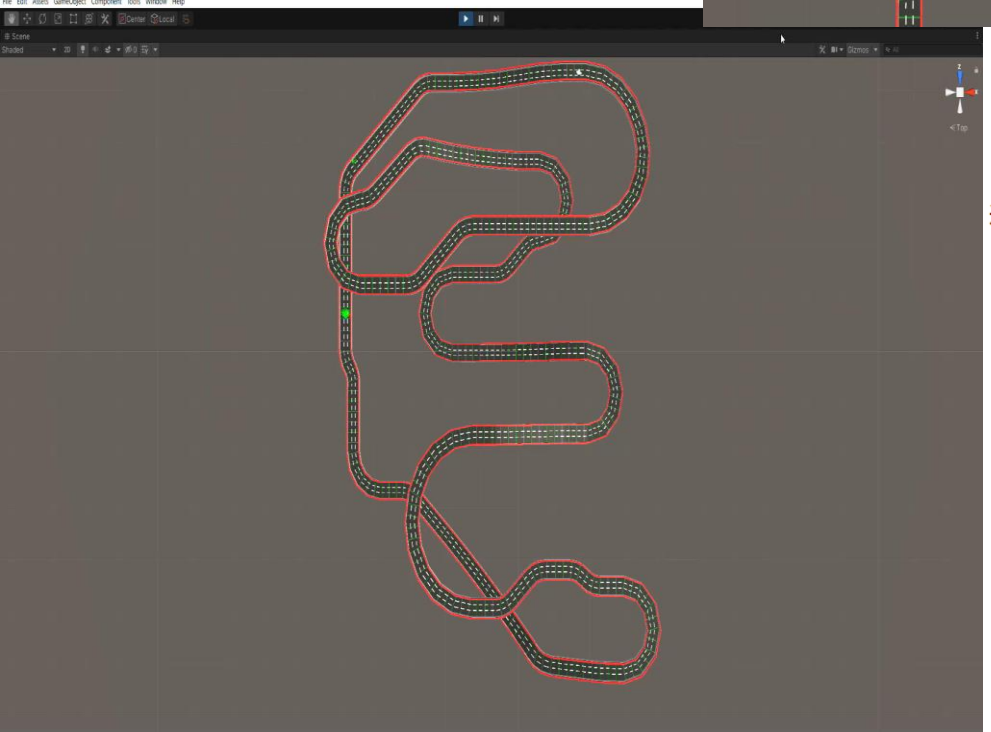
図 5.2: レーシングカーのニューラルネット構造

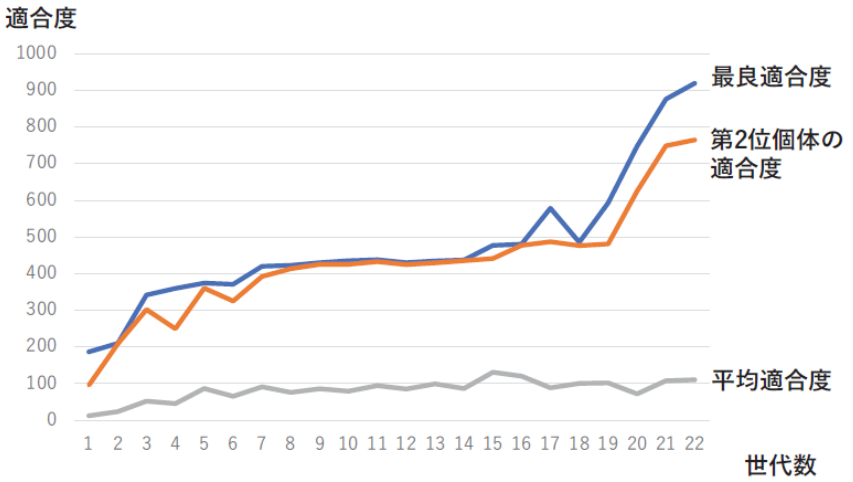
レーシングカーのニューロ進化

学習初期



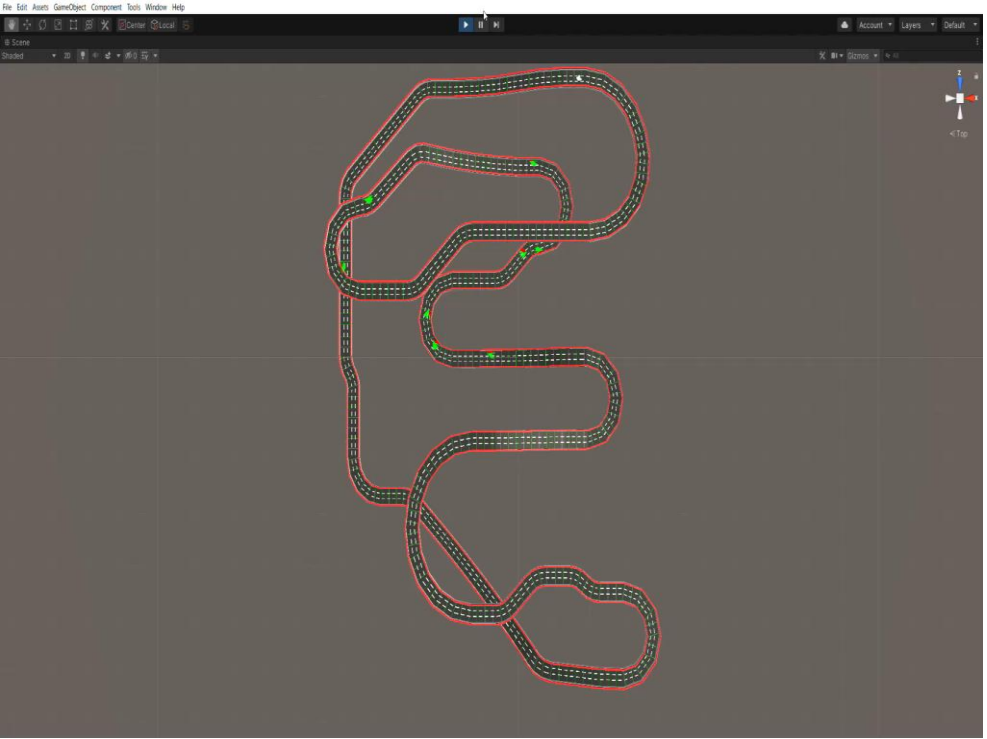


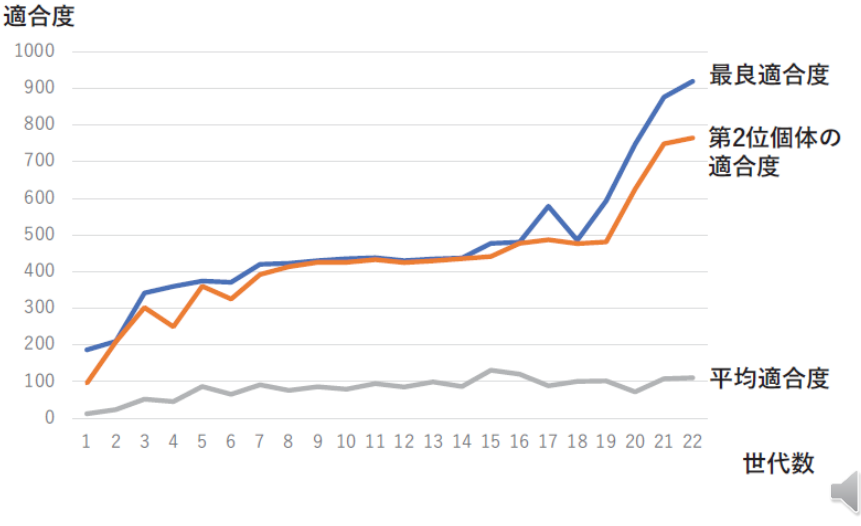




レーシングカーのニューロ進化

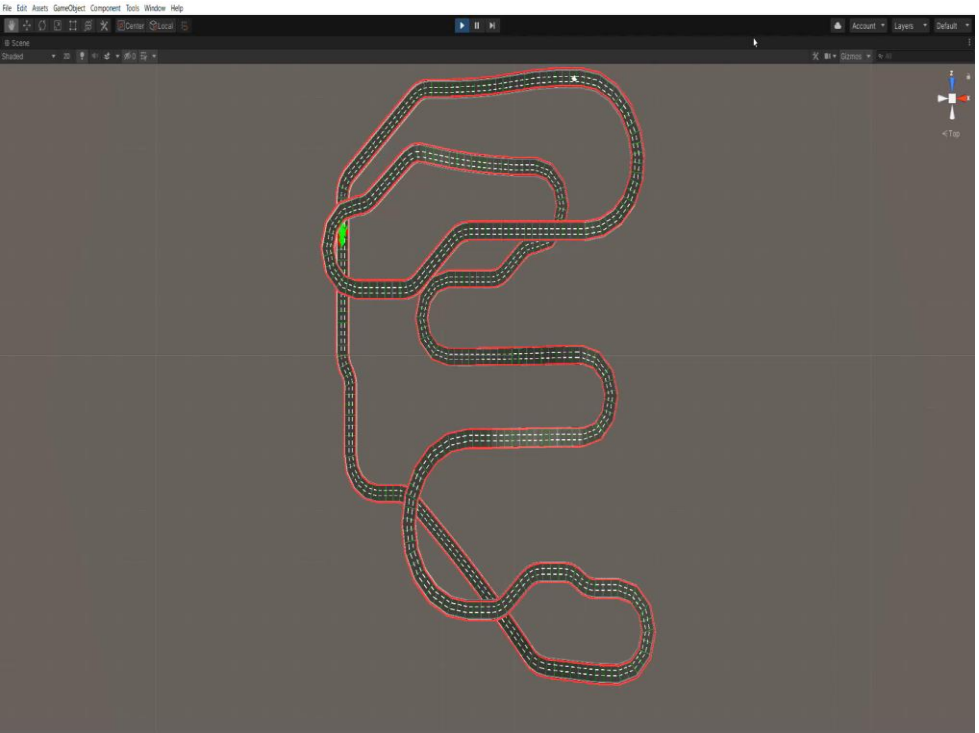
学習中期

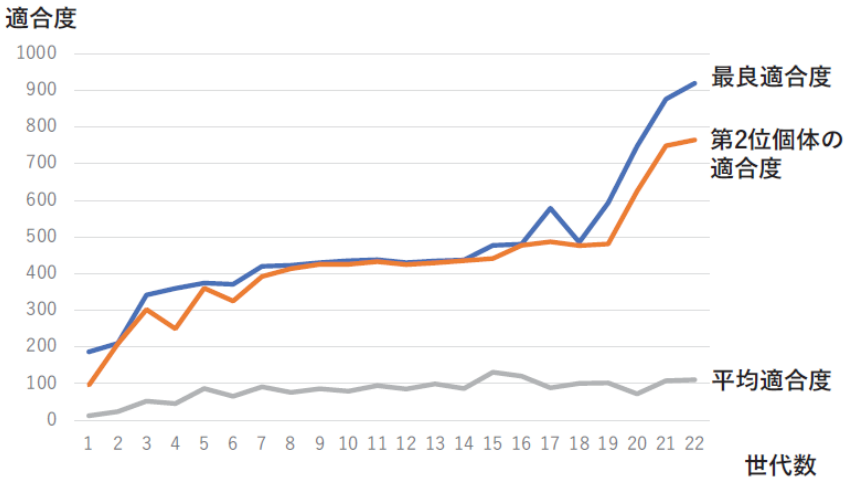




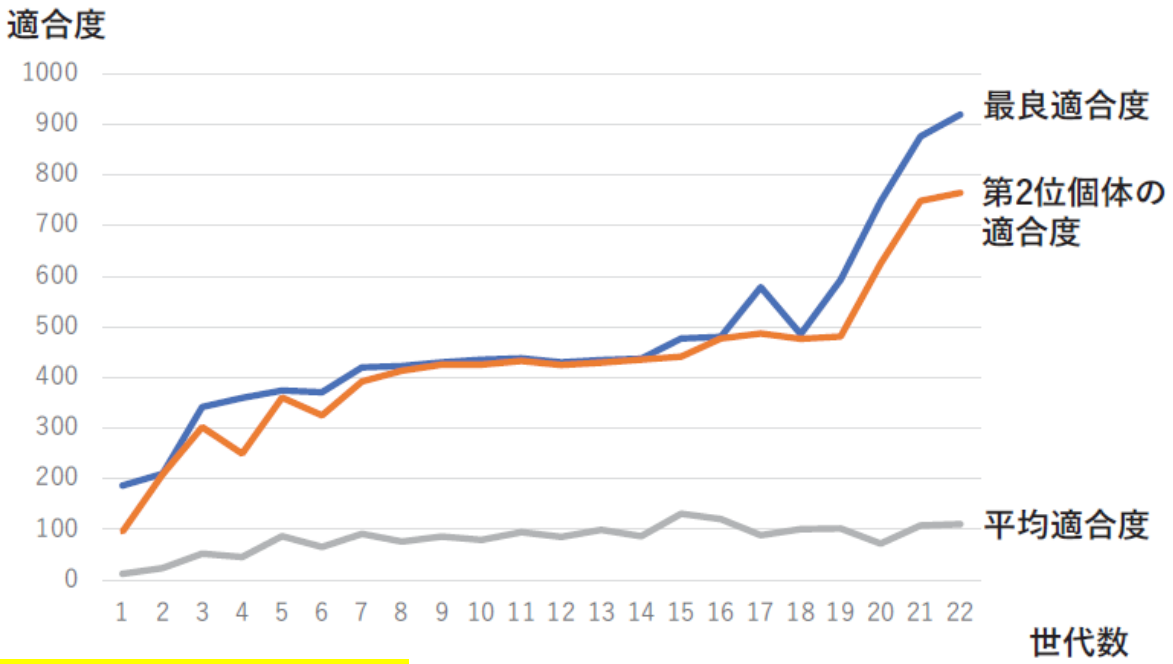
レーシングカーのニューロ進化

学習終期





レーシングカーのニューロ進化

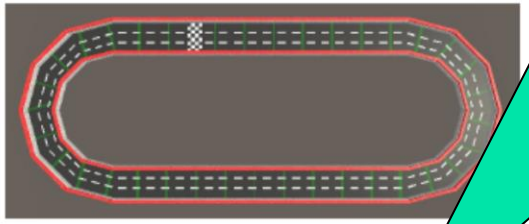
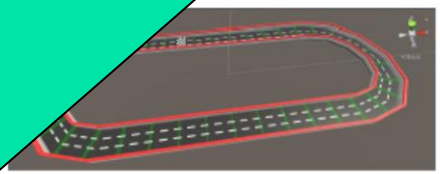


レポートにはこのような必ず学習過程のプロット図をのせること

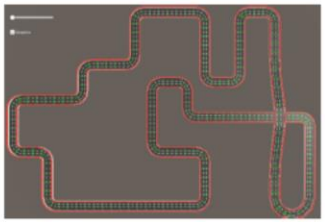
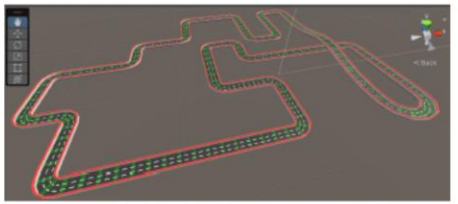
図 5.3: レーシングカーの進化過程

自重　ンジ版

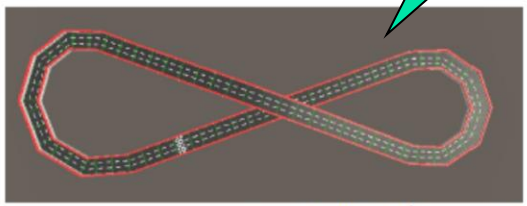
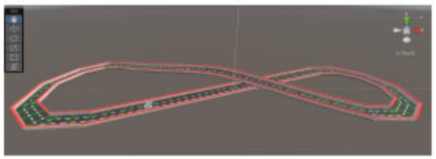
- コース上に数個の岩が設置される(岩の位置は固定)
- コース上に数個の岩が設置される(岩の位置はランダム)
- 坂の上から岩が転がり落ちてくる
- 岩の大きさや形状がランダムに変わる
- 岩の転がる速度がランダムに変わる

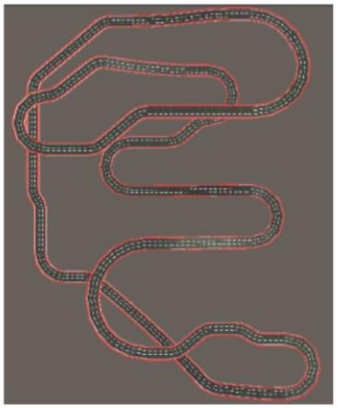
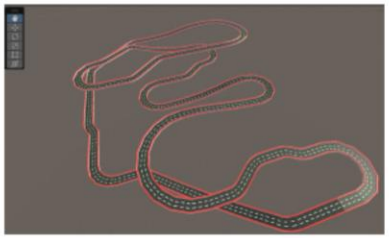
stage　純なコース

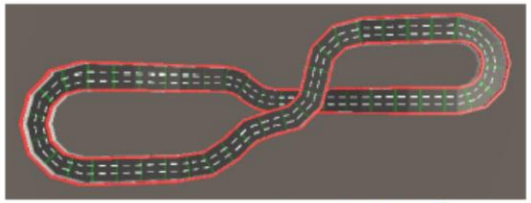
stage4:より複雑なコース

stage2:８の字コース（ゆるやかな斜面）

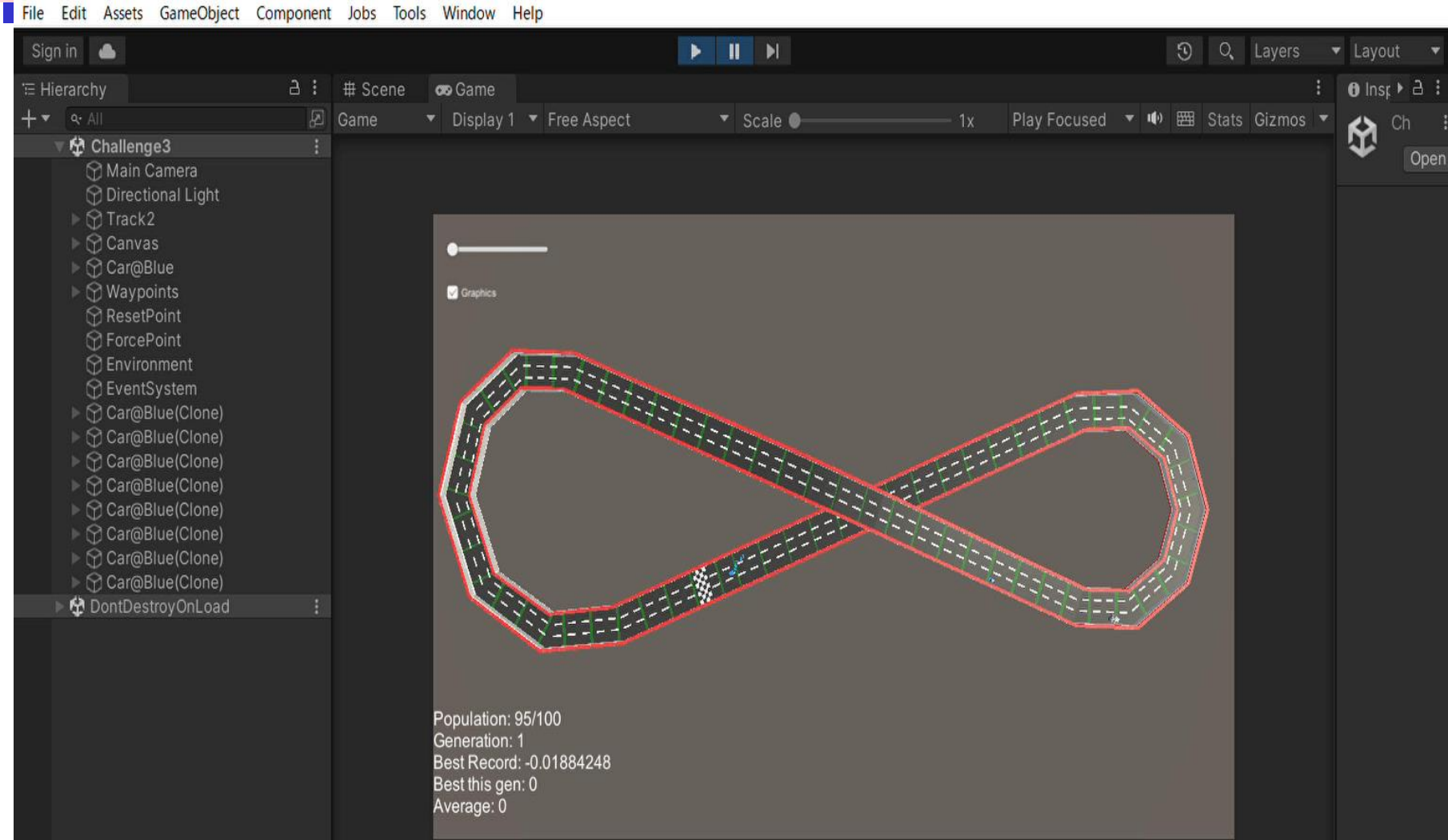
stage5:難関なコース



stage3:８の字コース（急激な斜面）

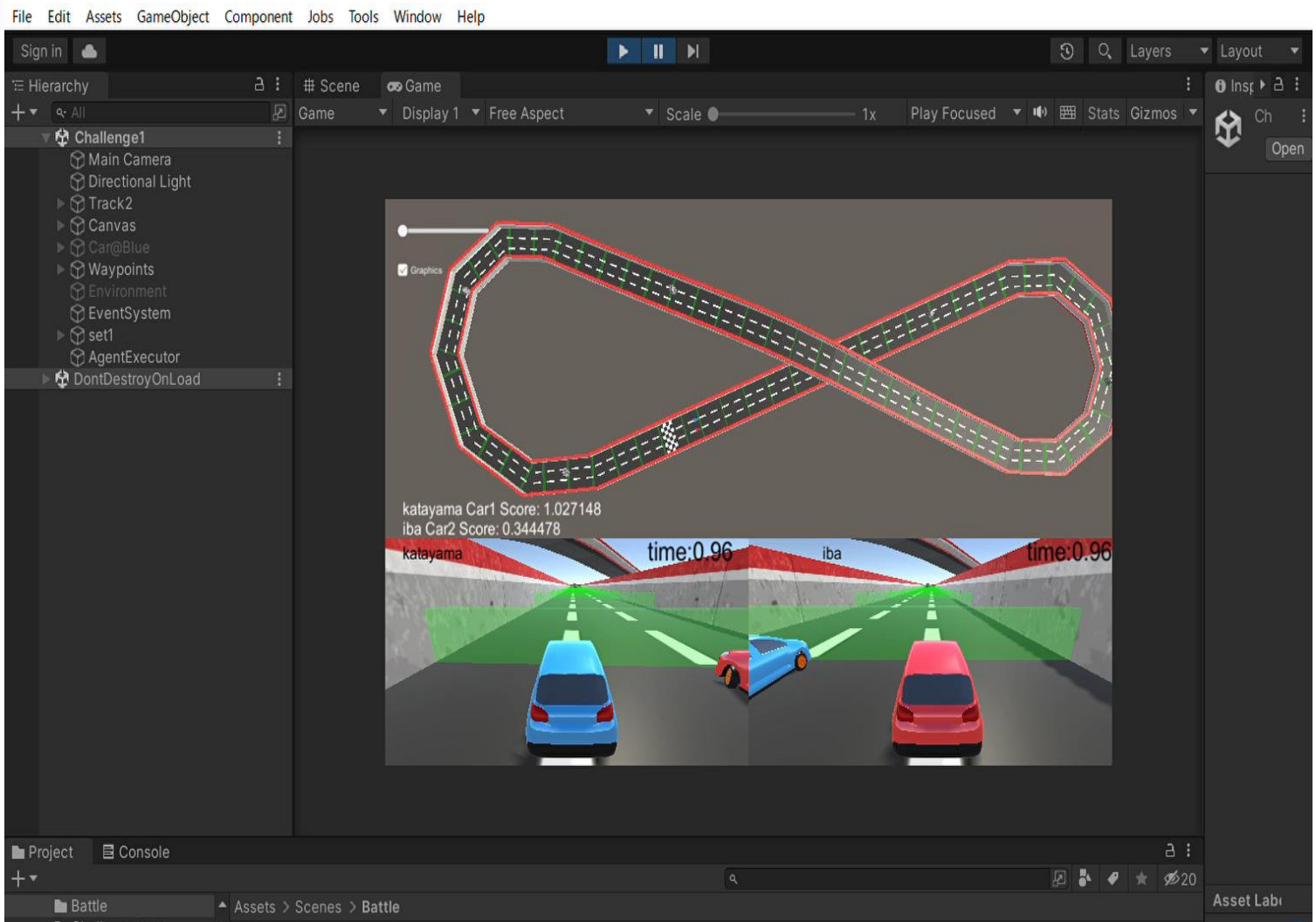
AIによる自動運転学習のプロジェクト

(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

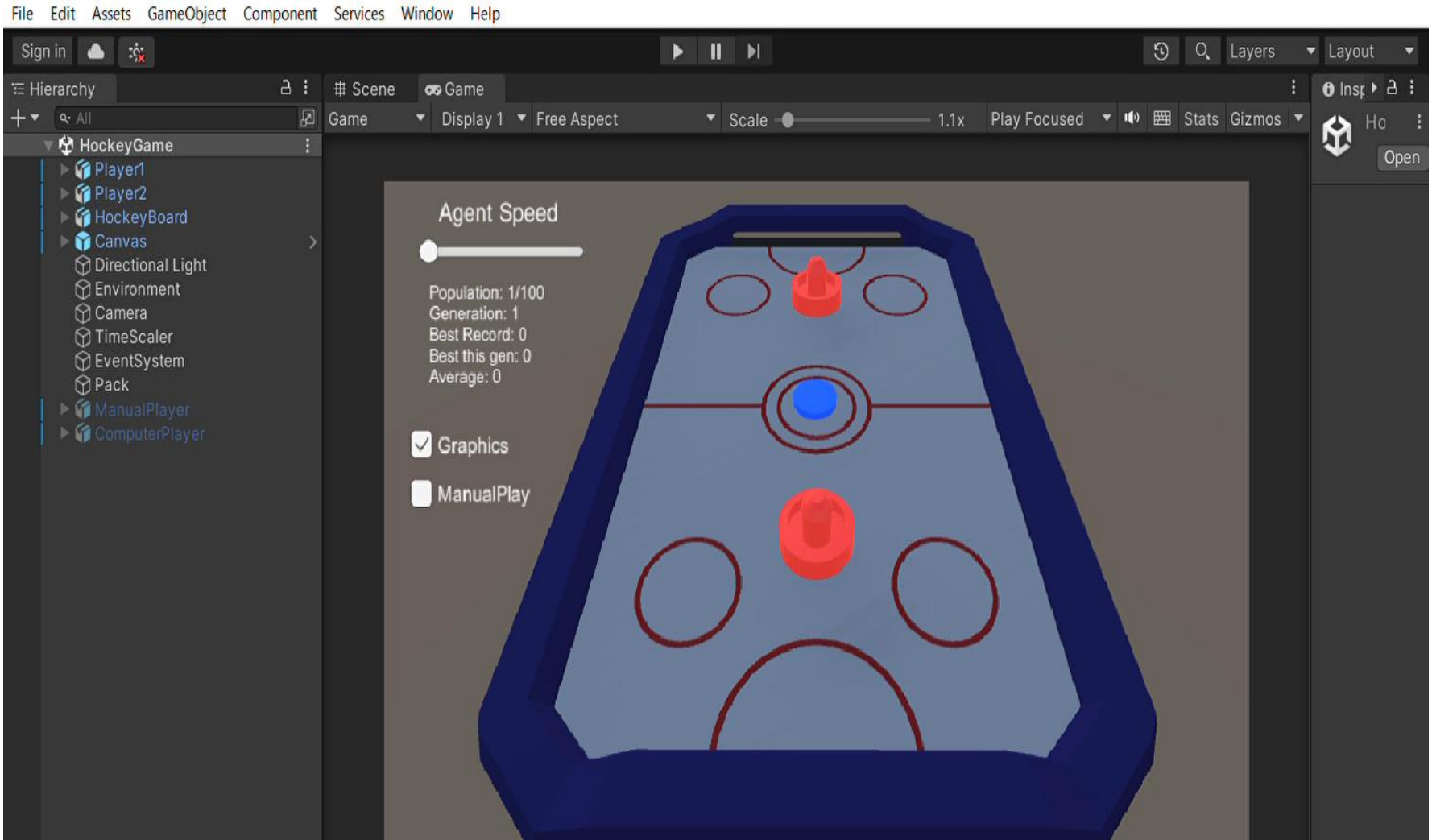


レポート課題の1つ
各自の作成したプログラムで対戦をする

自動運転学習で競走しよう

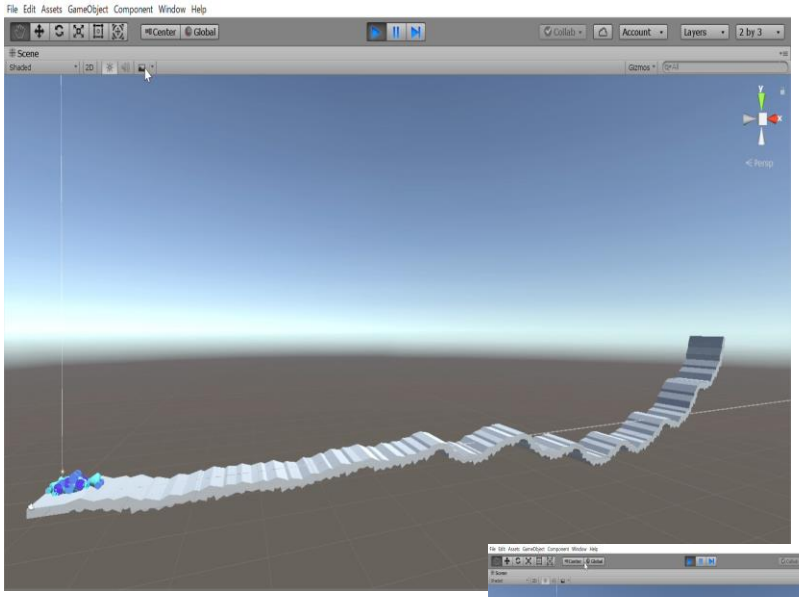


エアーホッケーでAIと対戦してみよう

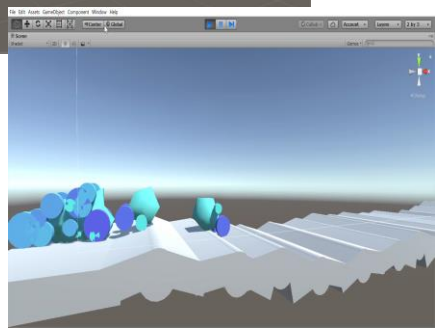


GAの例：自動車形状の最適化

- サンプルプログラム



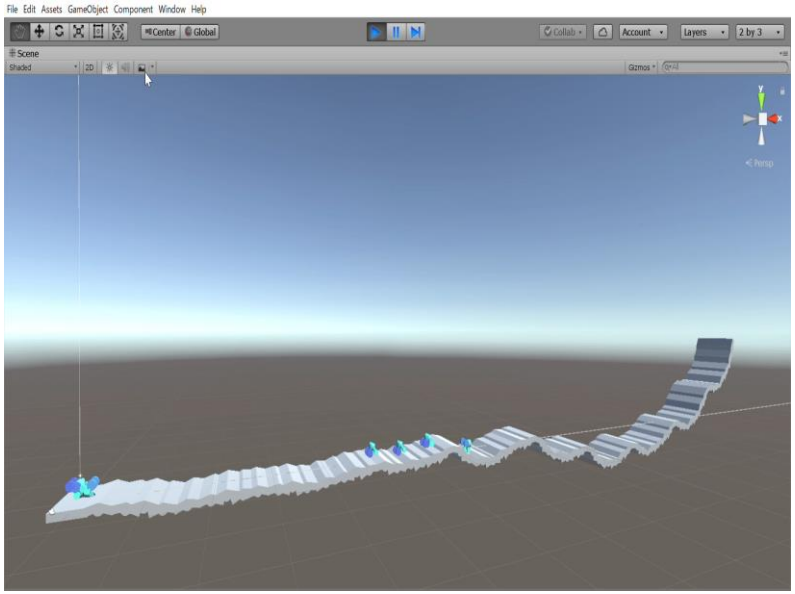
初期世代



- 自動車の形を進化させる
  - 車輪の位置
  - 車輪の大きさ
  - 車輪の数
  - 車体の形状
  - ……

GAの例：自動車形状の最適化

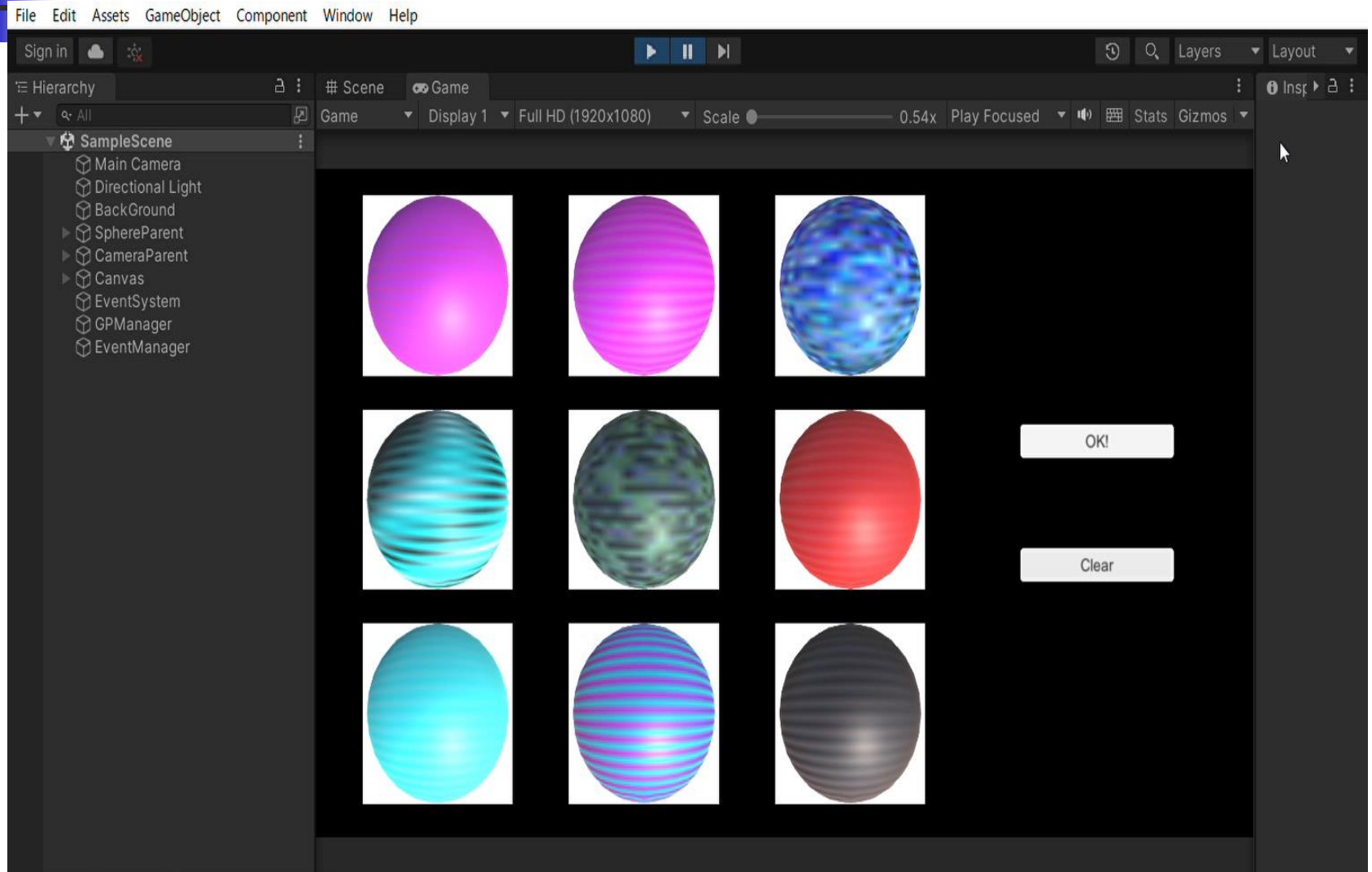
- サンプルプログラム



後の世代

- 自動車の形を進化させる
  - 車輪の位置
  - 車輪の大きさ
  - 車輪の数
  - 車体の形状
  - ……

球体に色付けしよう

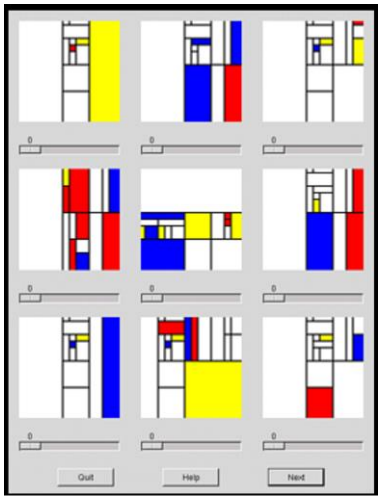

File Edit Assets GameObject Component Window Help
Sign in
Layers
Layout
Hierarchy
Scene
Game
Game
Display 1
Full HD (1920x1080)
Scale
0.54x
Play Focused
Stats
Gizmos
SampleScene
Main Camera
Directional Light
BackGround
SphereParent
CameraParent
Canvas
EventSystem
GPManager
EventManager
OK!
Clear

対話型進化計算の例

- NIGAO　by 苗村 lab
- 顔モルフ：モンタージュ作成
- SBART(抽象画生成)
- Mondrian Art by Evolution

https://nae-lab.org/project/nigao/

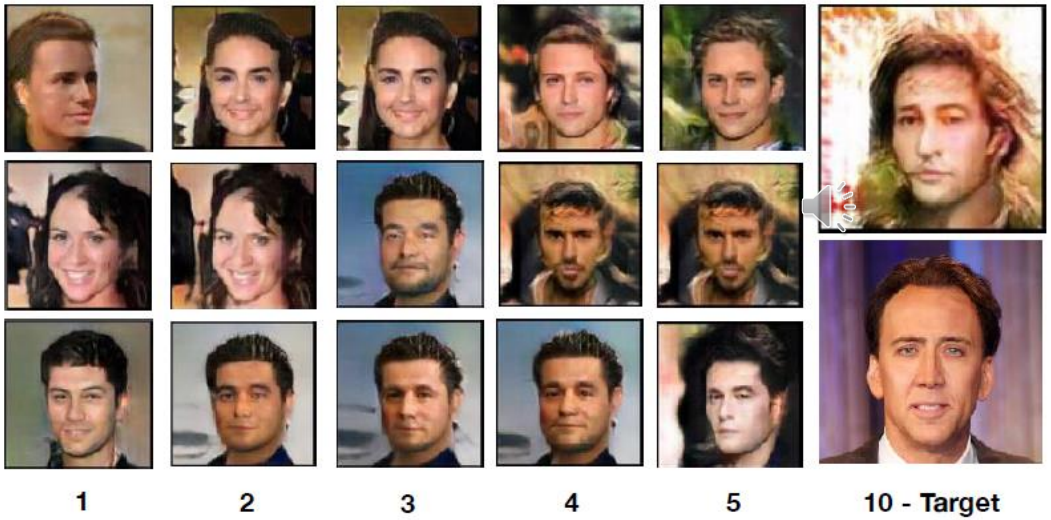
https://www.alife.cs.is.nagoya-u.ac.jp/~reiji/facemorph/

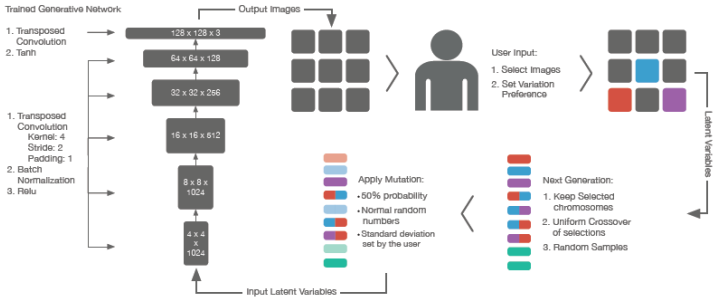


http://www.vanhemert.co.uk/mondriaan/

Deep Interactive Evolution

- Deep learning + IEC

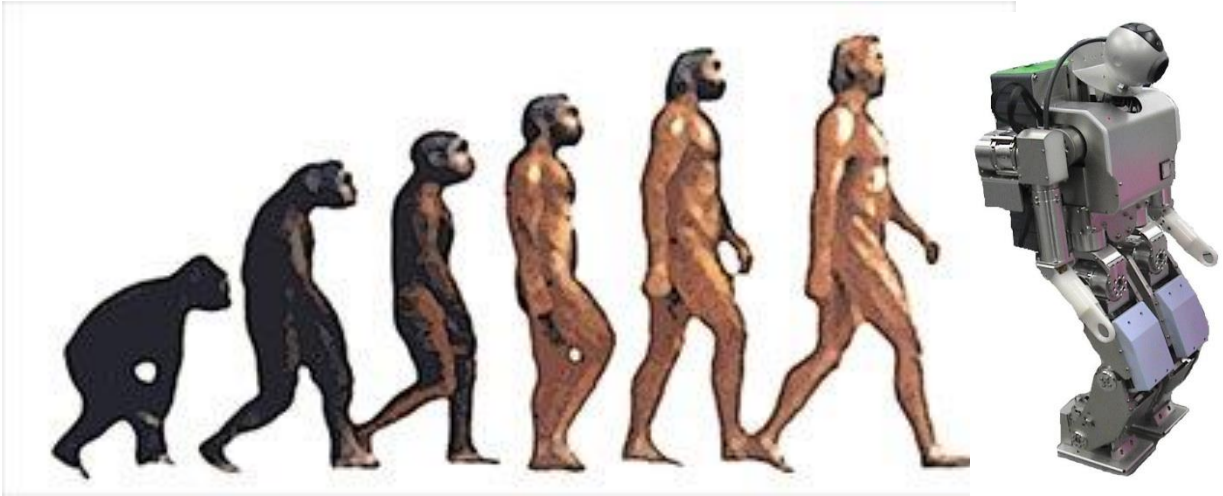




Deep Interactive Evolution
Philip Bontrager, Wending Lin, Julian Togelius, Sebastian Risi
arXiv:1801.08230 , 2018.

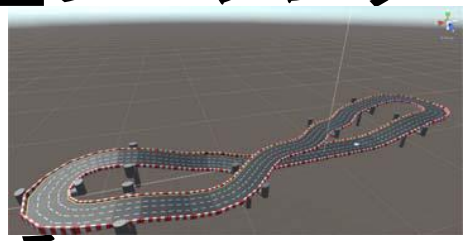
目次

- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ



課題内容：1つ選択

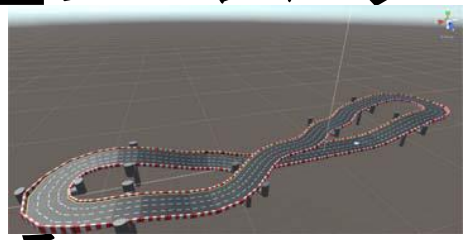
- Option A: (3.8節) 自動運転・対戦型レーシング・シミュレーションでのプログラム作成



  - 最終日に対戦を行い順位を付ける
  - コース、難易度は中間日（？）に発表する
  - 8名程度
- Option B: 教科書の演習問題（進化計算）を解く
  - 演習5.2, 演習5.3：人工生命の動きやIECのサンプル
- Option C: 面白い応用を創る
  - 条件：Unity上で動くこと

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
  - 最終日に対戦を行い順位を付ける

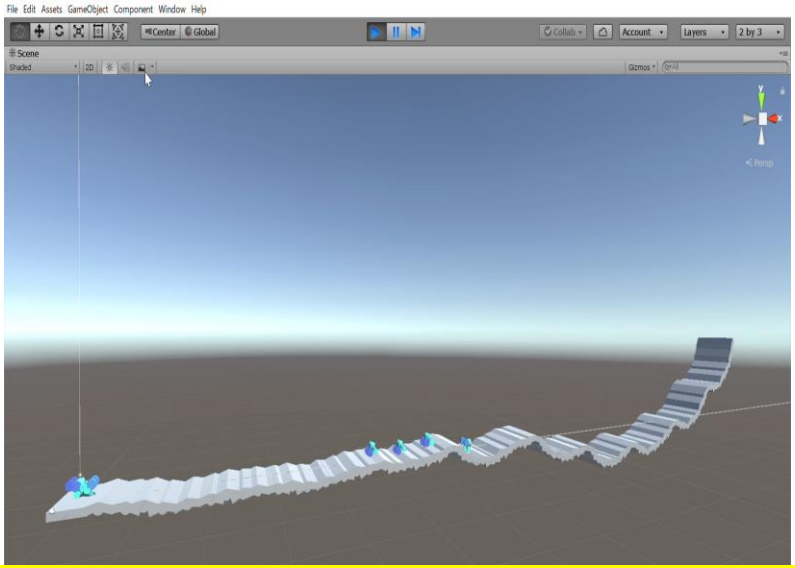


注意事項：
本演習の目的は，AI・人工生命を自分で創って理解することであるため，ML-Agentsの使用は**原則禁止**です．
ただし，ML-Agentsの低レベルAPIを使用して，アルゴリズムを自分で実装する場合は，この限りではありません．
使用を検討している人はTAに**事前に必ず相談**してください．

- 計算）を解く
  - ECのサンプル
- Option C: 面白い応用を創る
  - 条件：Unity上で動くこと

Option B: 推奨する演習課題

- サンプルプログラム



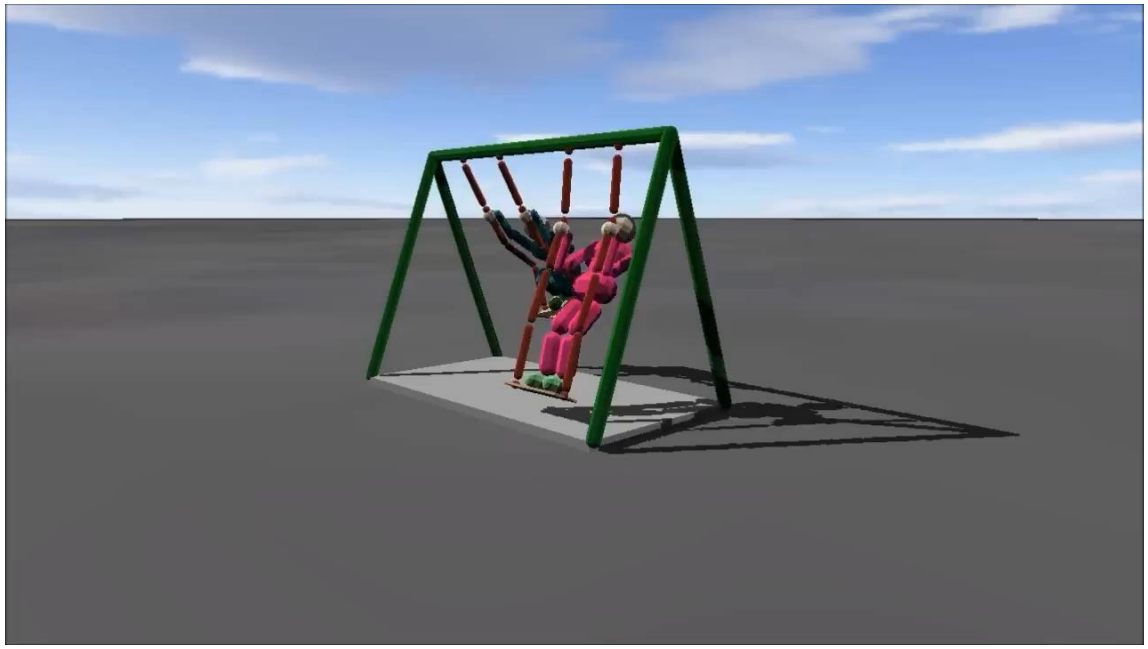
- 自動車の形を進化させる
  - 車輪の位置
  - 車輪の大きさ
  - 車輪の数
  - 車体の形状
  - ……

Level 1: 自動車の形状を複雑にする
車輪の形、大きさ、数、位置、車体の形状

Level 2:　地形を複雑にしたらどう進化するか？
例：　2次元の山登り形状、障害物のある地面

Option B: 推奨する演習課題

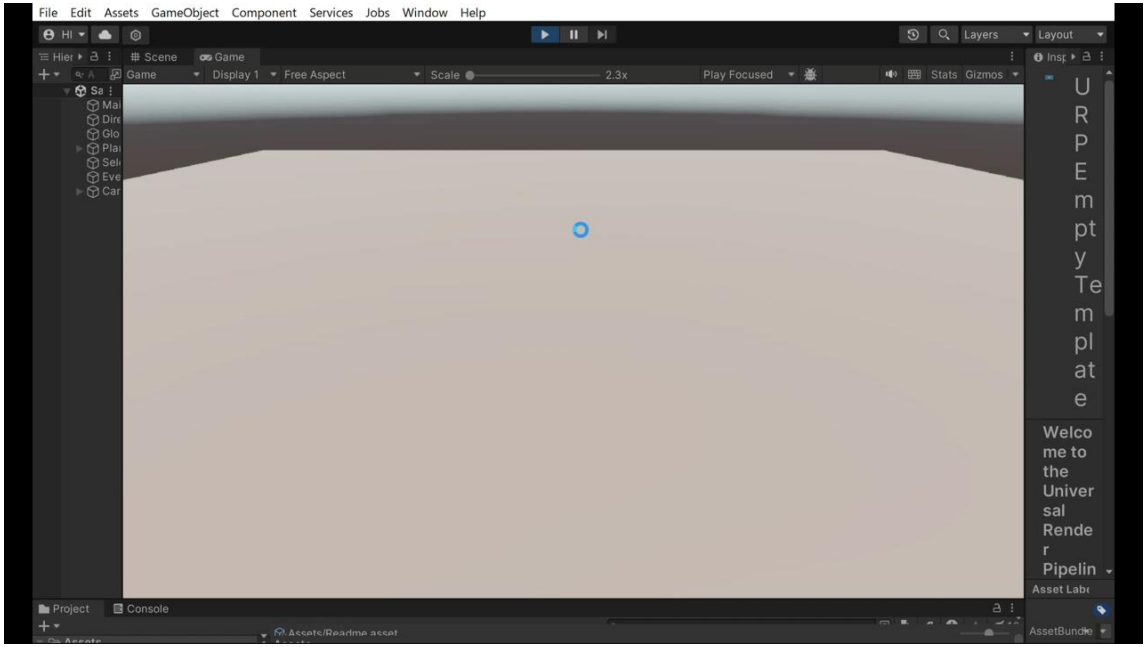
- 進化計算の応用
  - 動きを進化させる



遺伝的アルゴリズムでブランコの漕ぎ方を進化させる

Option B: 推奨する演習課題

- 進化計算の応用
  - 動きを進化させる



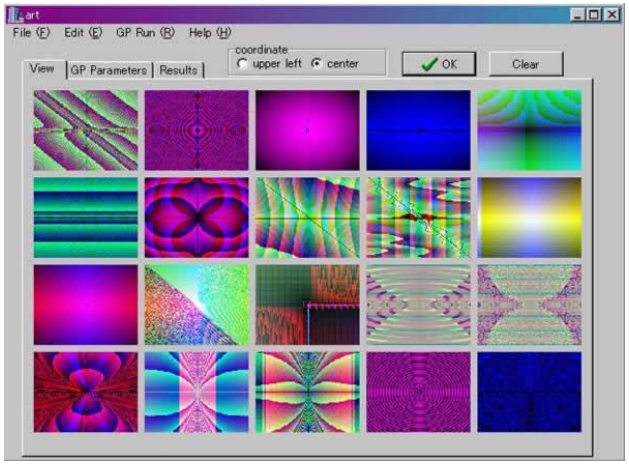
人工生命の4足歩行を進化させる

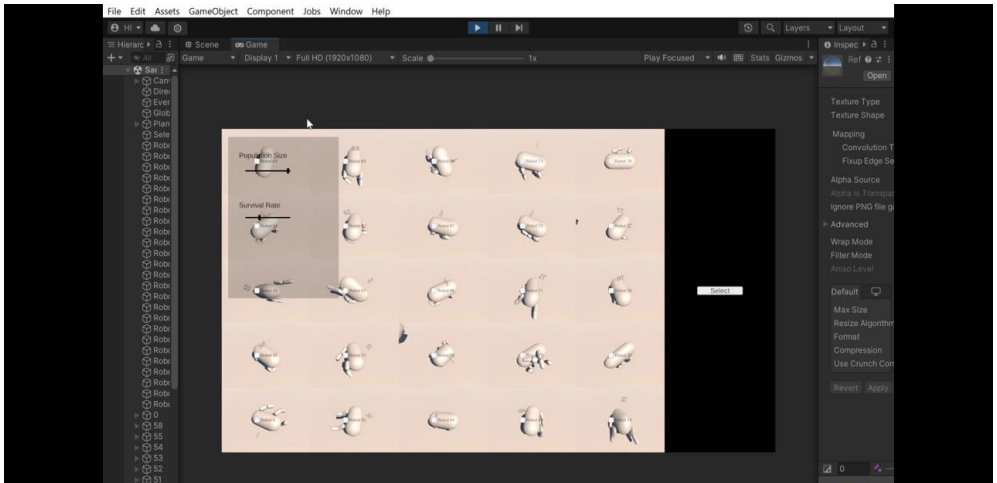
サンプルプログラムとして提供している

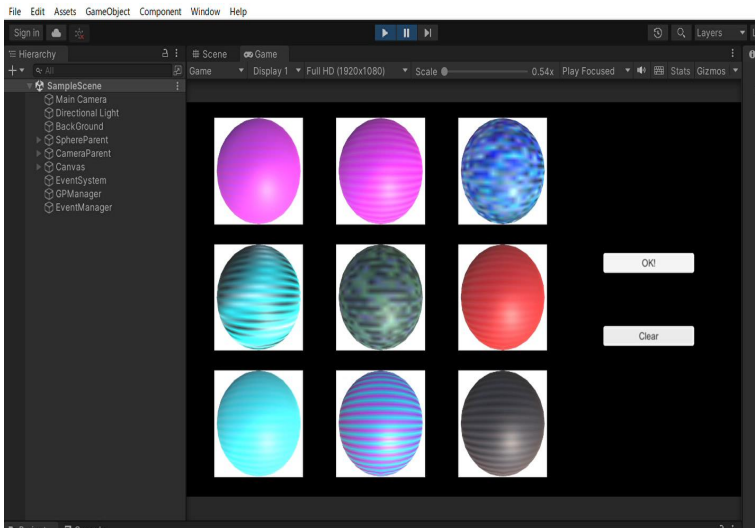
より複雑な動きや形態を進化させてみよう

Option B: 推奨する演習課題

- 5章： 演習問題5.3
  - 対話型進化計算の応用
  - 自分で面白いデザイン課題を探す
    - 形状、音、色、動き。。。など
  - 動きを対話的に進化させる





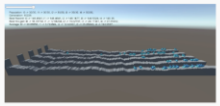


- 未完成の部分やバグの可能あり
- そのまま使うのではない
- 各自で修正・拡張して使用すること

提供可能なソース（★★向け）

- 自動車の形態と地面の形状の共進化
  - 課題レポート例あり
  - 2次元平面やより複雑な車形態に拡張してみる
- GAによる人工生命の4足歩行
- 対話型進化による4足歩行の進化学習

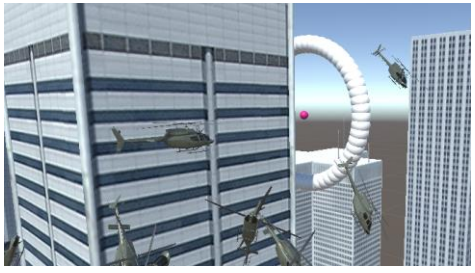
演習問題のヒントと解答例

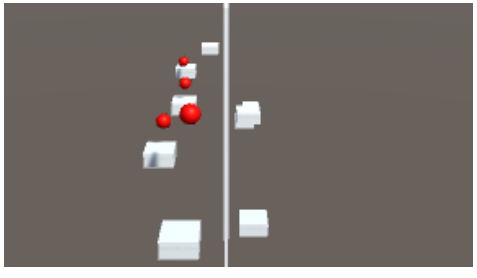
	オープンエンド性（終わりなき進化） (演習問題5.2)	自動車の形態と地面の形状の共進化シミュレーション。 一部の機能は未完成です。 [プログラム(65KB)] 観察・考察のレポート例
	ロボットの動き(人工生命の４足歩行)を進化させよう	遺伝的アルゴリズムによる４足歩行の学習 [プログラム(1.6MB)] 観察・考察のレポート例
	ロボットの動き(人工生命の４足歩行)を進化させよう (演習問題5.3)	対話型進化計算による動作デザイン survival rateのスライダーは生存率を決定します。 チェックボックスで選択した個体が「良い」個体とされ、「良い」個体は生存する確率が高くなります。 「select」をクリックすると進化が進みます。

- 未完成の部分やバグの可能あり
- そのまま使うのではない
- 各自で修正・拡張して使用すること

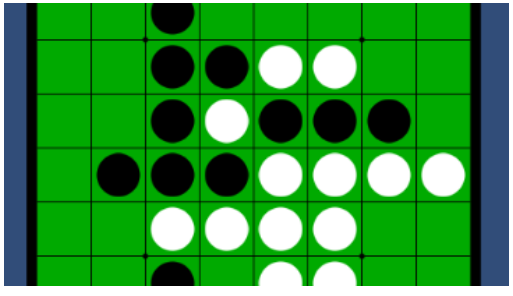
その他の提供プログラム(★ ★ ★向け)

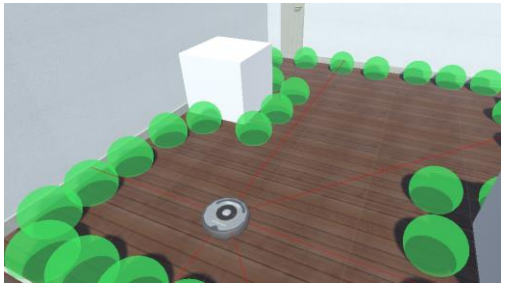
- 希望者にはTAから個別に配布します.





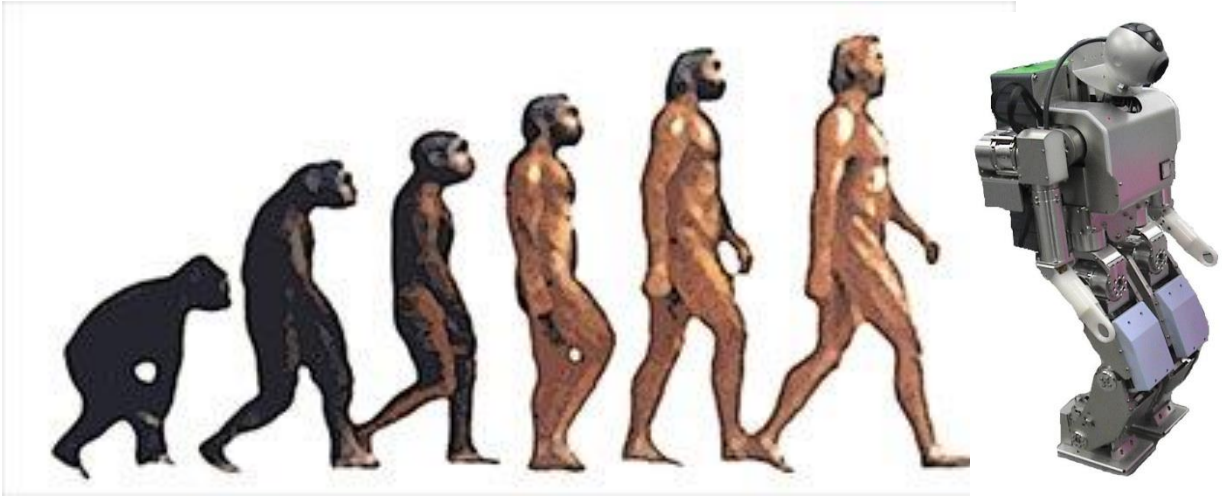
- ヘリの操縦 Q学習・ニューロ進化.
- ジャグリング Q学習・ニューロ進化
- パズルゲーム(倉庫番・15パズル) A*アルゴリズム
- リバーシ ミニマックス法.
- お掃除ロボット GP
- ...





目次

- 実験概要
- 各章の概要
- 課題内容
- まとめ

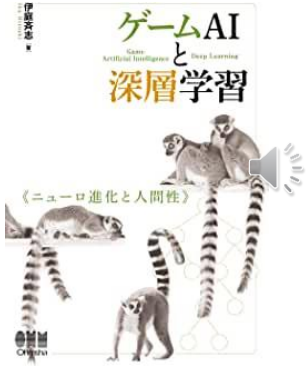


実験の日程

- 第1日　実験課題と基礎技術の説明。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選択。
- 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）。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（各自1分～5分程度）。デモンストレーションとレース競技会。

他に提供可能な参考書

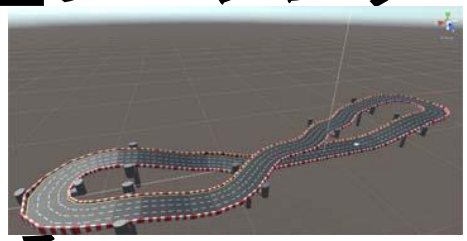
- 強化学習、進化計算
- ゲームAI



- C#入門書
- Unityの教科書

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 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
  - 最終日に対戦を行い順位を付ける
  - コース、難易度は中間日（？）に発表する
  - 8名程度



- Option B: 教科書の演習問題（進化計算）を解く
  - 演習5.2, 演習5.3：人工生命の動きやIECのサンプル
- Option C: 面白い応用を創る
  - Unityを使うこと

条件：Unity上で動くこと