

公立はこだて未来大学 2019 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2019 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

『(新) ゲーム・デ・エデュケーション』

Project Name

Game de Education

グループ名

AI 学習チーム

Group Name

The AI Learning team

プロジェクト番号/**Project No.**

14

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

林拓実 Hayashi Takumi

グループリーダー/**Group Leader**

中村美波 Nakamura Minami

グループメンバ/**Group Member**

蠣崎公亮 Kakizaki Kosuke

田畑希望 Nozomi Tabata

中村美波 Minami Nakamura

林拓実 Takumi Hayashi

藤森友生奈 Yukina Fujimori

指導教員

角薫 ドミニク・バゲンダ・カスツジャ 竹之内高志 アダム・スミス

Advisor

Kaoru Sumi Dominic Bagenda Kasujja Takashi Takenouchi Adam Smith

提出日

2020 年 1 月 22 日

Date of Submission

January 22, 2020

概要

2020 年度から日本ではプログラミング教育が必修科目となる予定で、教員、児童共に新たな技術知識の習得を求められるようになってきている。これからの日本の IT の人材の育成に関して公開した資料 [1][2] では「AI が飛躍的に進歩したことで、その産業領域は広がり続けており、AI に関連する人材が数多く必要となる。しかしながら我が国では AI 関連人材が不足している。」「現在、教員の多忙化や ICT を活用する教員の不足、情報科目における専門教員の不足など多数の課題が生じている。」と書かれている。これからの社会では AI に関する知識や技能を習得することが重要となるが、教育者側の知識も不足していることが示唆されている。上記の二つの状況を考慮した上で、本プロジェクトでは、AI についての知識がほとんどない教員や生徒が、自主的に AI の基礎的な知識を楽しみながら学べることを目的とするシリアスゲームを開発する。

キーワード ゲーム, 学習, ゲームデザイン, 人工知能, ゲーム AI

(文責: 田畑希望)

Abstract

Programming education is scheduled to be a compulsory subject in Japan from 2020, and teachers and children will be required to gain new technical knowledge. According to the published documents [1] and [2] on the future development of IT human resources in Japan, “The AI has made rapid progress, and its industrial area continues to expand, and a large number of AI-related human resources will be required. However, in Japan there is a shortage of AI-related personnel.”, “Now there are many problems such as busy teachers, a shortage of teachers using ICT, and a shortage of specialized teachers in information subjects.” It is important to acquire knowledge and skills related to AI in the future society, but it is suggested that the knowledge of educators is also lacking. In consideration of the above two situations, in this project, we will develop a serious game for teachers and students who have little knowledge of AI to learn voluntarily while enjoying the basic knowledge of AI.

Keyword Game, Learning GameDesign, Artificial Intelligence, GameAI

(文責: 田畑希望)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	シリアスゲームの概要	1
1.4	現場の様子	1
1.4.1	日本	2
1.4.2	ウガンダ	2
1.5	チーム構成	2
第 2 章	プロジェクトの概要	3
2.1	本プロジェクトにおける目的	3
2.2	準備	3
2.3	到達目標	4
2.4	課題の割り当て	4
2.4.1	蠣崎公亮	4
2.4.2	田畑希望	4
2.4.3	中村美波	5
2.4.4	林拓実	5
2.4.5	藤森友生奈	5
第 3 章	対象となる学習と関連研究	7
3.1	決定木	7
3.2	強化学習	7
3.3	遺伝的アルゴリズム	7
3.3.1	交叉	8
3.3.2	突然変異	8
3.4	シリアスゲーム	8
第 4 章	前期の成果物	9
4.1	決定木ゲーム	9
4.2	遺伝的アルゴリズムゲーム	9
4.3	強化学習ゲーム	11
第 5 章	前期からの変更点	13
5.1	チーム構成	13
5.2	ゲームシステム	13
5.2.1	デザイン班	13
5.2.2	開発班	14

第 6 章	シリアスゲームの内容	19
6.1	概要	19
6.2	チュートリアルモード	20
6.3	プレイヤーモード	20
6.4	AI モード	20
第 7 章	評価実験	25
7.1	準備・目的	25
7.2	結果	26
7.3	考察	27
第 8 章	課外活動	31
8.1	FIT2019	31
8.1.1	準備・目的	31
8.1.2	結果	31
8.1.3	考察	32
8.2	赤川小学校未来大学来訪ワークショップ	32
第 9 章	中間発表	35
9.1	発表準備	35
9.2	結果	35
9.3	考察	35
第 10 章	期末発表	37
10.1	準備・発表形態	37
10.2	結果	37
10.3	考察	37
第 11 章	考察	39
11.1	活動のまとめ	39
11.1.1	前期	39
11.1.2	後期	39
11.2	今後の展望	40
	参考文献	43
	付録 A アンケート	45

第 1 章 はじめに

本章では,1.1 では背景,1.2 では目的,1.3 ではシリアスゲームの概要,1.4 では現場の様子,1.5 ではチーム構成について述べる.

(文責: 嶋崎公亮)

1.1 背景

日本では 2020 年度からプログラミング教育が小学校でも必修化になる予定であり, 教員も児童も新しい技術知識の取得が求められるようになってきている. 一方, 発展途上国のウガンダでは, android 端末が生活必需品になっているにも関わらず, 生活に関する知識がないために命を落とす子どもたちが多いのが現状である.

(文責: 中村美波)

1.2 目的

本プロジェクトでは, こういった社会問題を背景に, 日本においては, AI についての知識がほとんどない教員や生徒が, 自主的に AI の基礎的な知識を楽しみながら学べるシリアスゲームの開発を行う. 及び, ウガンダにおいては, 衛生教育を効率的に行える, 年少者を対象としたシリアスゲームの開発を行う.

(文責: 中村美波)

1.3 シリアスゲームの概要

シリアスゲームとは, 通常のゲームと異なりエンターテインメント性のみを目的とせず社会問題の解決を主目的とするゲームジャンルのことである. シリアスゲームは人々がプレイして楽しんでいるという本質的な動機を利用でき仕事上の問題解決や社会問題の解決, コラボレーション, 教育などに期待されている.

(文責: 中村美波)

1.4 現場の様子

1.4.1 では日本,1.4.2 ではウガンダにおける現場の様子について述べる.

(文責: 中村美波)

1.4.1 日本

日本では 2020 年度からプログラミング教育が小学校でも必修化になる予定であり、教員も児童も新しい技術知識の取得が求められるようになってきている。これからの日本の IT 人材の育成について、「AI が飛躍的に進歩したことで、その技術を活用できる産業領域は広がり続けており、AI に関連する人材が数多く必要となる」「現在、教員の多忙化や ICT を活用する教員の不足、情報科目における専門教員の不足など、多数の課題が生じている」と書かれており、これからの社会では、AI に関する知識や技能を習得することが重要であるが、教育者側の知識も不足していることが示唆されている。

(文責: 中村美波)

1.4.2 ウガンダ

発展途上国のウガンダでは、android 端末が生活必需品になっているにもかかわらず、施設や教員の不足で満足に学習できる子どもが少ない状態である。しかし、中学校進学には小学校卒業時に PLE という卒業認定試験を必ず受験しなければならない。また、生活に関する知識がないため命を落とす子どもたちが多い現状もある。発展途上国における子供の死亡原因の半数以上は、下痢・感染症・寄生虫症で占められている。

(文責: 中村美波)

1.5 チーム構成

シリアスゲームを用いて、日本と発展途上国という異なった環境の教育現場への支援を提案するために 2 つのチームを構成した。1 つ目は日本の児童と教員へ新しい技術知識の習得を支援する AI 学習チームである。このチームでは、AI に関する知識を新しい技術知識として扱う。2 つ目は、発展途上国の小学生へ学習の支援を行うウガンダチームである。このチームで支援する学習は、小学校での学習と衛生についての学習も扱う。

(文責: 中村美波)

第 2 章 プロジェクトの概要

本章では本プロジェクトの概要について述べる。2.1 では目的,2.2 では準備,2.3 では到達目標,2.4 では課題の割り当てについて述べる。

(文責: 藤森友生奈)

2.1 本プロジェクトにおける目的

ゲーム・デ・エデュケーションプロジェクト中でも私たち AI 学習チームは, AI についての知識がほとんどない児童や教員でも, 楽しみながら AI の基礎的な知識について学ぶことのできる学習ゲームシステムの開発が目的である。特に今回は, 決定木, 遺伝的アルゴリズム, 強化学習に焦点を置き, それぞれのチームに分かれて開発を行った。決定木チームは, すでに完成した決定木を用いてプレイヤーが考えている動物を言い当てるゲームを開発した。これを実際にプレイした学習者が「決定木にどのようなことができるのか」を学ぶことを目標とする。遺伝的アルゴリズムチームは, 遺伝的アルゴリズムを組み込んだ 2D アクションゲームを開発した。キャラクターがアルゴリズムをもとに解を探索する様子を視覚的にとらえることで, 遺伝的アルゴリズムの探索過程を知ることが目標とする。強化学習チームは, プレイヤーが環境やエージェントの行動を設定することができるドライビングシミュレータを開発した。環境や行動などの強化学習にかかわる要素をプレイヤー自身が設定することで, 強化学習の仕組みと効率の良い学習の仕方を知ることが目標とする。

(文責: 藤森友生奈)

2.2 準備

本プロジェクトでは, シリアスゲームを開発するためのプラットフォームとして Unity を使用した。しかし AI 学習チームには, Unity でのゲーム開発の経験があるメンバーが少なかった。そこでプロジェクト全体で Unity の勉強会を開催した。勉強会では Unity が公式に配信しているチュートリアルを課題とし, 事前に学習してきてもらいメンバー間でピアレビューを行なった。さらに Unity での開発経験がある先輩を招いて意見をもらった。また, チーム内で AI について詳しいメンバーがいなかったため ML-Agents と呼ばれるツールを使用し, 各自で学習を行った。ML-Agents とは, Unity が配布している強化学習用のツールキットの名称である。ML-Agents を用いることにより, エージェントが環境を知覚し, 何らかのアクションを行い, その結果により報酬を得るといった強化学習のサイクルをプログラムする際の簡便化ができる。最終的に, ML-Agents は強化学習チームが使用することになった。

(文責: 林拓実)

2.3 到達目標

本プロジェクトの到達目標は、開発したシリアスゲームを実際の小学生と教員に触れてもらうことで、効果を実証することにある。さらには、実証データを元に更なる改良を加え、AI学習のプラットフォームとしての機能を証明することが目標である。

(文責: 林拓実)

2.4 課題の割り当て

2.4 では各メンバーの課題の割り当てについて述べる。

(文責: 中村美波)

2.4.1 蠣崎公亮

前期では、小学生に対しどのように人工知能の何をどのように教育すべきかに関して議論を行い、強化学習チームとして活動した。チームの活動として、Unity上で強化学習をすることができるML-Agentsというツールを利用したシリアスゲームを開発した。最終的には「Driving Simulator」という車のドライバーに運転を強化学習させ、強化学習の仕組みを学ばせるゲームを開発した。また、プロジェクトの活動や開発したシリアスゲームのシステム説明を論文にまとめ、岡山大学で行われた第18回情報科学技術フォーラムで発表した。同学会では聴講参加も行い、プロジェクト開発に関係の深いセッションでの講演を聴講した。後期では、遺伝的アルゴリズムを学ぶシリアスゲーム「うめぼしジャンプ」の開発を行った。主にシステム面での開発に携わり、バグ修正や機能追加といった作業を行った。赤川小学校の小学生を対象としたワークショップでは、ゲームのプレイヤーが操作するモードの説明や小学生のプレイのサポートを行った。

(文責: 蠣崎公亮)

2.4.2 田畑希望

後期から「うめぼしジャンプ」の開発に携わった。前期では別のチームに所属していたため、まず、「うめぼしジャンプ」の全容の理解に努め、発見したバグをピックアップし、それらの修正を行った。その後、チーム全体で話し合いを行い、実装したい機能を考え、それをチームメンバーと協力し、実装した。自分が実装した機能は一時停止ボタン、メニューに戻るボタン、手動で設置したトラップを一括で消去できるボタンなど、ボタンに関連するものがほとんどであった。上記の他に赤川小学校でのワークショップや本校での赤川小学校の児童を対象としたプログラミング教室の為に赤川小学校との連絡役をした。赤川小学校でのワークショップでは写真撮影を、プログラミング教室ではタイムキーパーを担った。

(文責: 田畑希望)

2.4.3 中村美波

前期では、遺伝的アルゴリズムチームに所属し、チームメンバーの作業分担や計画立てを行い、趣味で扱っていた Unity の知識を活かしたゲームシステムの基盤制作や Python で書かれた遺伝的アルゴリズムに関するコードの翻訳を行った。後期では、引き続き遺伝的アルゴリズムゲームのシステム制作に関わり、デザインチームに所属し、統一感のあるゲームデザイン・UI の実装や、チーム全体のサポートをした。赤川小学校のワークショップでは、大学訪問やワークショップの全体においての具体的な計画、プログラミング体験での発表を行った。当日はワークショップの導入やタイムキーパーを行った。また、全体を通して、AI 学習チームのチームリーダーの役割を担い、リーダー同士での活動の情報共有や中間発表・最終発表におけるスライドやポスターなどの制作を率先して行った。

(文責: 中村美波)

2.4.4 林拓実

前期の活動では、決定木チームに所属し、ゲーム内容の発案と UI 設計を担当した。決定木を用いて動物を分類するため、動物の特徴を調査しゲームで扱う各動物に属性値を付与した。また、ゲームのストーリー部分を作成しゲームに盛り込んだ。後期の活動では、「うめぼしジャンプ」作成の開発班に所属した。担当した作業は、デザイン班が作成した UI 案をゲーム本体への統合、各種ボタンの追加、画面遷移の調整を担当した。赤川小学校で行われたワークショップでは、主に AI モードの説明、遺伝的アルゴリズムで用いられる各用語の再確認を行なった。活動全体を通して、プロジェクトリーダーを任せられ、プロジェクトメンバー全体への情報共有や進捗報告会の司会進行、各種調整を担当した。

(文責: 林拓実)

2.4.5 藤森友生奈

前期の活動では遺伝的アルゴリズムチームに所属し Unity に関する知識を習得し、コードの解説などをした。後期はデザインチームに所属し、「うめぼしジャンプ」のチュートリアルモードの作成をした。小学生でも理解できるような遺伝や遺伝的アルゴリズムの仕組みを適宜アニメーションや小学生にも分かりやすい言い回しで工夫して 5 分程度の動画を作成した。動画で出てきた単語を復習できるような単語モードの作成を担当した。特にキーワードになるようなワード（交叉、トラップの数など）を画像を交えて簡潔に説明し、適宜画面遷移やボタンを設置した。赤川小学校でのワークショップではチュートリアルモードの使い方の説明や動画の簡単な解説などを行った。

(文責: 藤森友生奈)

第 3 章 対象となる学習と関連研究

本章では対象となる学習と関連研究について述べる。3.1 では決定木、3.2 では遺伝的アルゴリズム、3.3 では強化学習、3.4 ではシリアスゲームについてそれぞれ述べる。

(文責: 藤森友生奈)

3.1 決定木

決定木とは木構造を用いて「分類」や「回帰」を行う機械学習の手法の一つである。決定木は答えの集団に対して、複数の質問に答えていくと答えの集団から一つの答えを導出するグラフである。決定木はその質問の属性の値をもとに判断を下す。

(文責: 林拓実)

3.2 強化学習

機械学習とは、人間が自然に行っている学習と同等の機能を、機械に学習させようという試みである。具体的には、大量のデータを反復的に学習し、その中に潜むパターンを発見して、それに基づいて構築したモデルを用い、新たなデータの結果を予測する技術である。

(文責: 嶋崎公亮)

3.3 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムとは、解の候補を遺伝子で表現した個体を複数用意し、環境への適応度が高い個体（以下、優秀個体とする）を選択して交叉や突然変異を繰り返しながら解を探索するアルゴリズムである。遺伝的アルゴリズムによって、最適解を生成する手順を以下に示す。

- 1 ある世代に、 n 個の個体をランダムに生成する
- 2 環境への適応度をそれぞれ計算する
- 3 ある確率で、以下の処理 a,b,c のどれかを行う
 - a 優秀個体を二つ選択し、交叉 (3.1.1) を行う
 - b 個体を一つ選択し、突然変異 (3.1.2) を行う
 - c 個体を一つ選択し、コピーする
- 4 生成した個体を次世代に繰り越す
- 5 次世代の個体数が n 個になるまで 3 4 の処理を行う
- 6 定められた世代数分 1 5 を繰り返し、最も適応度の高い個体を「解」として出力する

3.3.1 交叉

遺伝的アルゴリズムにおける「交叉」の意味について説明する。交叉とは、個体同士が定められた優秀個体の定義に基づいて、遺伝子を掛け合わせ、子の遺伝子を生成する過程をいう。交叉には多点交叉法や一様交叉法など様々な種類が存在するが、今回制作したゲームでは、二点交叉法を用いた。これについて具体例を用い説明する。例えば、遺伝子は0又は1で表されるとした時、遺伝子a「01000110」を持つ個体Aと遺伝子b「11001011」を持つ個体Bが存在する。個体Aと個体Bを二点交叉法を用いて交叉する場合、まず交叉点をランダムに2点決定する。(交叉点を3,6にした場合:a「010—001—10」,b「110—010—11」)その後、交叉点の間で個体aと個体bの遺伝子を変換し、子を生成する。(子:「01001010」,「11000111」)この手順を交叉と呼び、遺伝的アルゴリズムでは世代が変わるごとに交叉を行う。

(文責: 中村美波)

3.3.2 突然変異

遺伝的アルゴリズムにおける「突然変異」の意味について説明する。突然変異とは、ランダムな確率によって、遺伝子の一部が対立遺伝子に置き換わることを意味する。例えば、遺伝子は0又は1で表されるとした時、「0」が「1」又は「1」が「0」に置き換わる機会をいう。一般的に、突然変異を行うことによって局所的な解からの脱出をすることができる。一方、この確率を大きくした場合、ランダム探索となってしまうため、通常は小さな値が用いられる。

(文責: 中村美波)

3.4 シリアスゲーム

シリアスゲームとは、ゲームとしての純粋なエンターテインメント性のみを目的とせず、災害、教育、環境問題、公衆衛生、経営などといった社会的問題に対して考えることや、知識を身に着けたりするという教育的価値を目的とした、コンピュータゲームのジャンルである。「3.1 生かすべき長所」[3]から引用し、藤本は「一般的にデジタルゲームを用いることで、学習者の意欲が高まるという傾向が示されている」、「学習サイクルを早め、学習の密度を高めることで、効果的に学習改善を進めることができる」と述べており、デジタルゲームを学習に用いることは、学習者の意欲向上につながる事がわかる。ただし、現状の問題点として、「ゲームを使いさえすれば学習者のモチベーションが高まる」といった過剰な期待を学習者に持たせてしまうことや、複雑なゲームは教育への導入が困難、などといった問題点が挙げられている。

(文責: 中村美波)

第 4 章 前期の成果物

本章では前期に制作した 3 つの成果物について述べる。4.1 では決定木ゲーム、4.2 では遺伝的アルゴリズムゲーム、4.3 では強化学習ゲームについて述べる。

(文責: 蠣崎公亮)

4.1 決定木ゲーム

ゲーム概要として、プレイヤーが思い浮かべている動物に関して、いくつかの簡単な質問に答えていくと、その動物を当てられるものである。決定木では質問の属性の値をもとに判断を下すため、このゲームでは動物の特徴を属性の値として用いる。まず、プレイヤーは牛や犬など、何らかの動物について思い浮かべる (図 4.1)。ゲーム上では動物の特徴に関する様々な質問が出題されるので、思い浮かべた動物について「はい」「いいえ」の選択肢を回答する (図 4.2)。質問に答えていくと、決定木を元にゲーム上でプレイヤーが思い浮かべた動物を提示する。その後、このゲームの決定木がどのようにプレイヤーの思い浮かべた動物を特徴から判断したかについて、簡単な説明がなされる。また、小学生がこのシリアスゲームに自主的に取り組みやすいようにストーリーを盛り込んだ (図 4.3)。この過程から、決定木がどのようにして判断を下すかの過程を視覚的に学習することができる。

(文責: 蠣崎公亮)

4.2 遺伝的アルゴリズムゲーム

ゲーム概要として、遺伝的アルゴリズムを 2D スクロールアクションゲームに組み込んだものである。まず、プレイヤーはキャラクターの学習する世代数、交配させるキャラクターの割合、突然変異の割合、設置される障害物の数を設定する (図 4.4)。キャラクターの目標は、飛んだり飛ばなかったりすることで、ステージ上の障害物を可能な限り避けることである。キャラクターは複数の「1」または「0」からなる配列で示される遺伝子を持つ。「1」を飛ぶ、「0」を飛ばないという操作として読み取り、動作を行う。スタートからゴールまで進む一連の流れを 1 世代とする。世代が終わるごとに罠に当たった回数が少ない個体を選択し、その遺伝子に交叉・突然変異を適用する (図 4.5)。この操作を繰り返し行い最適解となる遺伝子の配列を探索する。全ての世代が学習し終わると、最適な遺伝子では障害物に何回ぶつかったかについての結果が提示される (図 4.6)。この過程から、世代を追うごとに、遺伝的アルゴリズムが交叉や突然変異を繰り返すことで正確になっていく様子を視覚的に学ぶことができる。

(文責: 蠣崎公亮)

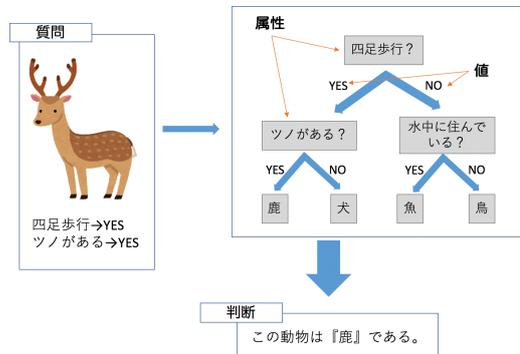


図 4.1 動物を思い浮かべる



図 4.2 質問の例



図 4.3 ストーリーの例



図 4.4 遺伝的アルゴリズムゲーム設定画面



図 4.5 遺伝的アルゴリズムゲームゲーム画面



図 4.6 結果

4.3 強化学習ゲーム

ゲーム概要として、強化学習を組み込んだ自動運転車の学習の様子を見たり、コース上で走らせたりするものである。まずプレイヤーは、強化学習を行うエージェントの学習要素を設定する(図 4.7)。設定できる要素には、学習にかかる時間、学習中の視界の広さ、意思決定の速さの三つである。その後、実際に設定された条件で学習した自動運転車をコース上で走らせる。プレイヤーは簡易化されたマップと、それぞれの自動運転車の車載カメラのような視点から走る様子を観察でき、各カメラは設定された視界の広さを反映させたものとなっている(図 4.8)。この過程と自動運転車の学習結果より、エージェントのよりよい学習方法と強化学習の仕組みを学ぶことができる。

(文責: 嶋崎公亮)



図 4.7 強化学習ゲーム設定画面

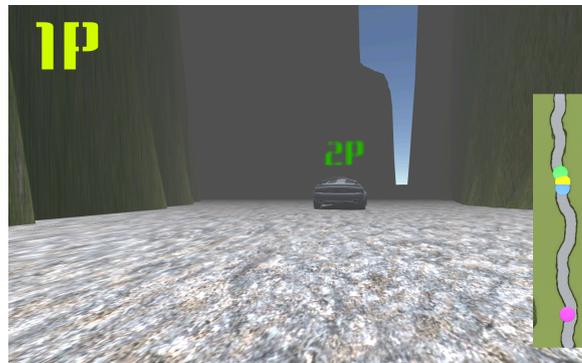


図 4.8 強化学習ゲームゲーム画面

第 5 章 前期からの変更点

本章では前期の活動内容の変更点を述べる。5.1 ではチーム構成について、5.2 ではゲームシステムについて述べる。

(文責: 中村美波)

5.1 チーム構成

後期では前期で制作した遺伝的アルゴリズムゲームに対して、改善案や新たな機能について話し合った。また意見に対して、ゲームの基盤やコードに関わる部分を開発班、それ以外の部分をデザイン班として、活動を進めた。

(文責: 中村美波)

5.2 ゲームシステム

5.2.1 ではデザイン班、5.2.2 では開発班の活動について述べる。

(文責: 中村美波)

5.2.1 デザイン班

デザイン班では、新機能となるチュートリアルモード作成とゲームに面白みを持たせるための UI の改善を行った。5.2.1.1 ではチュートリアルモードの作成について、5.2.1.2. では UI の改善について述べる。

(文責: 中村美波)

チュートリアルモードの作成

遺伝的アルゴリズムについての知識を事前に簡単に学んでもらうことで、ゲームを用いて学習したときの効果は上昇すると考え、新たにチュートリアルモード (図 5.1) の実装を行った。チュートリアルモードに実装した遺伝学習モード (図 5.2) と単語モード (図 5.3) の二種類のモードについて説明する。まず遺伝学習モードでは、遺伝的アルゴリズムの基礎である生物遺伝の仕組みについて具体的な例を用いて動画形式で説明する。また、これらの説明を踏まえた上で、ゲーム上でその仕組みがどう用いられているのかを知ることができるため、より理解度を深めることが可能となる。次に単語モードでは実際にゲームでユーザーが任意に変更することのできる値「エリート割合」「突然変異」「世代数」「トラップの数」について単語ごとに解説する。チュートリアルモードはメニュー画面から開くことができるため、ゲームによる学習途中にも随時確認することができる。

(文責: 中村美波)

UI の改善

小学生が親しみやすくするため、ゲームの全面的な UI 改善を行った。ゲームとしての統一感を持たせるために、今まで AI モードやプレイヤーモードで用いていたアセットを全面的に使用すること、ボタンをクリックした際のサウンドエフェクトやバッググラウンドミュージックの追加、フォントをゴシック体からポップ体 (図 5.4) にすることをゲームとしての面白みを持たせた。

(文責: 中村美波)

5.2.2 開発班

開発班は、前期時点で残ってしまったバグの修正やユーザの利便性を向上させるべく新機能の実装を行なった。各点について以下に示す。

(文責: 林拓実)

バグの修正

前期時点の「うめぼしジャンプ」にはいくつかのバグが残されていた。画面遷移が正常に行われていないことやボタンが動作しない、トグルの動作が想定と異なるなどが挙げられる。前期と後期ではチームの再編のため、開発者が違うことが問題点として挙げられ、スクリプトの読み解きなどに時間が取られてしまった。

(文責: 林拓実)

トラップ配置画面の作成

後期の開発のメインとなったものは、ステージで表示されるトラップをプレイヤー自身が配置できるように Maker (図 5.5) の実装であった。Maker では、画面をタップすることでステージ上にトラップを配置することができる。これに伴い、トラップの配置と削除のどちらを行うかを相互に切り換えが行えるボタンの実装や、ステージ上に配置したトラップを一度に削除することができるボタンの実装を行なった。Maker を実装することの意義とは、キャラクターに搭載された遺伝的アルゴリズムはどういったトラップの配置に強く、動作の正確さの向上とトラップの配置がどのように関わりを持つかを学習するといった狙いがある。また、トラップを自動配置のみに限定してしまうと、ゲームの奥深さや面白さといったものが低減されてしまうのではないかといった意見が、メンバーから提言されたため、Maker を実装するに至った。

(文責: 林拓実)

再生速度の変更機能の作成

前期の反省点として、「うめぼしジャンプ」では動作速度が x1 のみであったが、世代数を増やしていくと、プレイヤーがゲームに作用できない時間が増えてしまうという欠点が見つけた。そのため、キャラクターの動作速度を x1, x2 から選べるようにした (図 5.6)。この機能の実装により、副次的にゲームのデバックのかかる時間の削減にもつながった。



図 5.1 チュートリアルモード

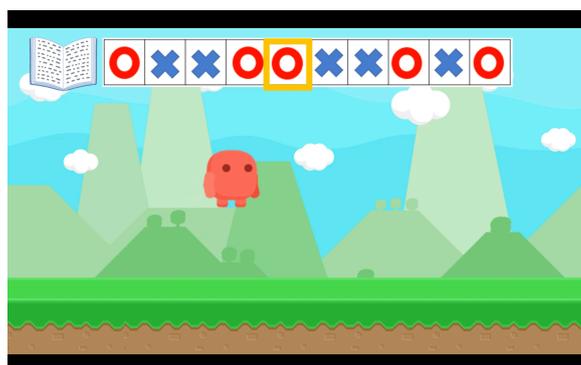


図 5.2 遺伝学習モード

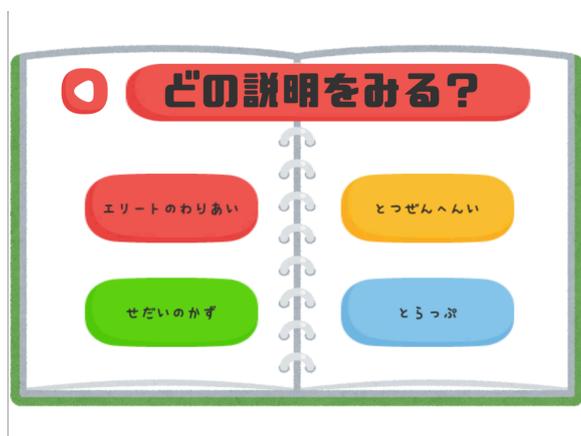


図 5.3 単語モード

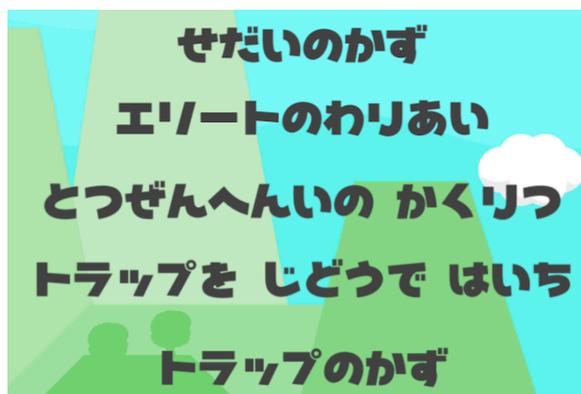


図 5.4 ゲーム内のフォント

各種ボタンの作成

ゲームの利便性を向上させるため、各シーンに MenuScene やそれ以前の画面 (図 5.7), ゲームのやり直しなどを行えるボタンを実装した。このボタンをタップすることでタイトル画面およびメニュー画面へと移動することができる。また、トラップを全て削除することができるボタン (図 5.8) 等も追加した。このボタンでは Maker 画面で配置した画面上のトラップを全て削除することができる。



図 5.5 Maker



図 5.6 速度変更ボタン

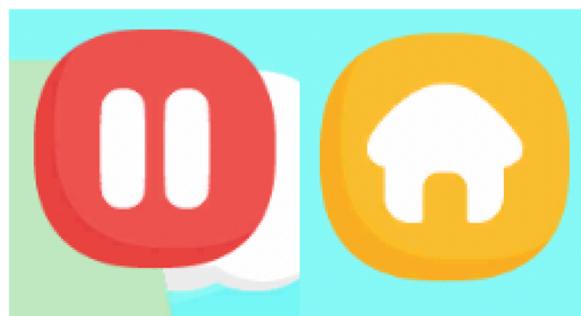


図 5.7 ホームボタン



図 5.8 トラップ配置に関するボタン群

第 6 章 シリアスゲームの内容

AI 学習チームの成果物である「うめぼしジャンプ」の実装方法について以下に述べる。また、6.1, 6.2, 6.3 ではそれぞれ「うめぼしジャンプ」のチュートリアルモード、プレイヤーモード、AI モードについて述べる。

(文責: 田畑希望)

6.1 概要

本プロジェクト AI 学習チームの成果物「うめぼしジャンプ」はゲームエンジン「Unity」によって制作した 2D 横スクロールのゲームである。以下はこのゲームの画面遷移図 (図 6.1) である。詳細については後述する。メニュー画面 (図 6.2) ではスタート画面への遷移, AI モード用のステータスの調整, モードの選択, トラップの配置方法の切替が可能である。モード選択でチュートリアルモード以外の二つのモードを選択する際に, トラップを自動で配置にチェックを入れていれば, 即座にプレイ画面に遷移し, 入れていなければトラップを設置するための画面に遷移する。また, スタート画面とメニュー画面ではキャラクターが乗っているボタンにカーソルを合わせるとそれに合わせてキャラクターがジャンプしてくれる。この機能は Unity の Event Trigger というシステムを用いて実装した。そのシステムを使うことによってオブジェクトに関する動作に対して条件を管理することが可能である。上記の機能では「オブジェクトにポインターが乗った時」という条件の Pointer Enter と「オブジェクトからポインターが離れた時」という条件の Pointer Exit という Event Trigger を使用した。トラップの設置画面 (図 6.3) では左右移動のボタン, 全消去ボタン, スタートボタンを実装した。このゲームのトラップは更に List で管理されているため, 全消去ボタンには for 文ではなく foreach 構文を採用している。後者を使用すれば, 要素数を考慮する必要がなく, 子オブジェクトを全て取得し処理するので, 機能の実装を簡易化が可能となる。設置と消去は切り替える黄色のボタンが存在し, 今自分がどちらの状態であるかは, そのボタンの下に「おくモード」, 「消すモード」と表示される。トラップの設置は画面をタップすることでできる。また, 画面遷移図ではトラップ設置画面からプレイ画面に遷移しているが, AI モードとプレイヤーモードではコードの内容が異なる部分が存在するため, 実際には 2 つあるプレイ画面のうち, メニュー画面で選んだ方のプレイ画面に遷移するようになっている。また, シーンの遷移は全て SceneManager を使い, 実装している。最後にリザルト画面 (図 6.4) ではトラップの数とキャラクターがトラップに接触した回数, また, その二つから算出されたスコアが表示される。ただし, 異なる Scene 間では基本的に変数は引き継がれることがないので, public で static な変数をそれぞれ宣言する必要がある。その他にリプレイボタンとメニュー画面に戻るボタンを実装した。リプレイボタンはもう一度同じ配置のトラップのステージで遊ぶことができる。また, メニュー戻ったとしても, トラップ設置画面で全消去ボタンを押さない限りはそのトラップの配置のデータは残り続けるので, 同じステージでゲームを行うことが可能である。また, プレイ画面とは違い, トラップの設置画面は 2 つのモードで共通であるため, 人がプレイするために作ったトラップのステージを AI にプレイさせることも可能である。これはメニュー画面の「プレイヤーモード」, 「AI モード」のいずれかのボタンを押したことによって入力された値からトラップ設置画面で画面遷移するシーンを決定する様に実装

したため、可能となったことである。また、1世代のスタートからゴールするまでの時間を短縮するために「ゲームスピードを早めるボタン」と「ゲームスピードを元に戻すボタン」をプレイ画面に設置した。ゲームスピードの設定はUnityのtimescaleというメソッドを使えば変更が可能になる。また、一時停止の機能もこのメソッドを利用している。

(文責: 田畑希望)

6.2 チュートリアルモード

チュートリアルモード(図6.4)には遺伝学習モード(図6.5)と単語モード(図6.6)の2つのモードがある。遺伝学習モードでは、遺伝的アルゴリズム、及びこのゲームの詳細について説明した5分程度の動画が流れる。単語モードはこのゲームに出てくる用語の解説をまとめたものである。また、解説は小学生向けに噛み砕いた表現をするように努めた。チュートリアルモードの中の二つのモードによってゲームプレイする前に遺伝的アルゴリズムとこのゲームの中に使われている専門用語を理解することができる。

(文責: 田畑希望)

6.3 プレイヤーモード

プレイヤーモード(図6.8)では自分、またはゲームシステムが自動で設置したトラップをキャラクターがプレイヤーの操作で避けてくモードである。設置したトラップの数に対してキャラクターがトラップに当たった回数でスコアが決まる。

(文責: 田畑希望)

6.4 AIモード

AIモード(図6.9)はAIが搭載されたキャラクターが自分、またはゲームシステムが自動で設置したトラップを遺伝的アルゴリズムに沿って避けていくモードである。プレイヤーが直接操作することはできないが、「世代の数」や「エリートの割合」、「突然変異の確率」の三つのステータスを調整することが可能である。AIモードはプレイヤーモードとは異なり、10体のAIが組み込まれたキャラクターが自ら動く。また、キャラクターがメニュー画面で設定された世代数を経て、トラップに当たらないような動きを探索する。その探索の様子を見ることによって、遺伝的アルゴリズムについて理解を深めることがこのモードの目的である。

(文責: 田畑希望)

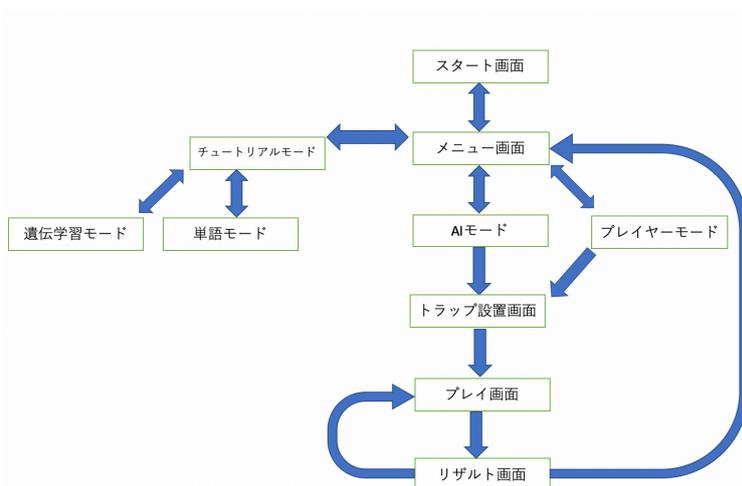


図 6.1 画面遷移図



図 6.2 メニュー画面



図 6.3 トラップの設置画面



図 6.4 リザルト画面

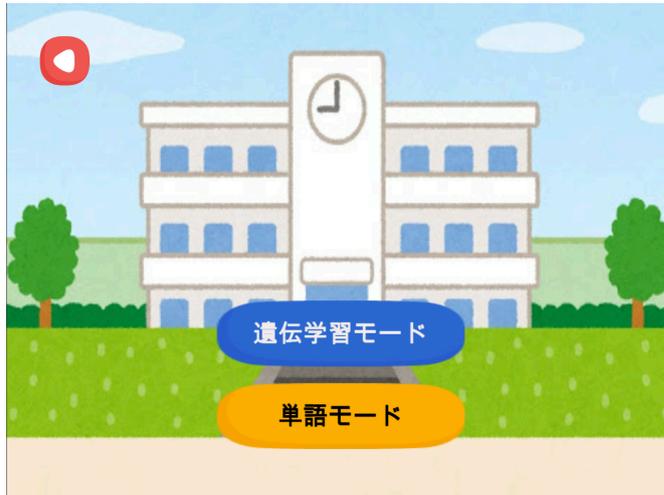


図 6.5 チュートリアルモード

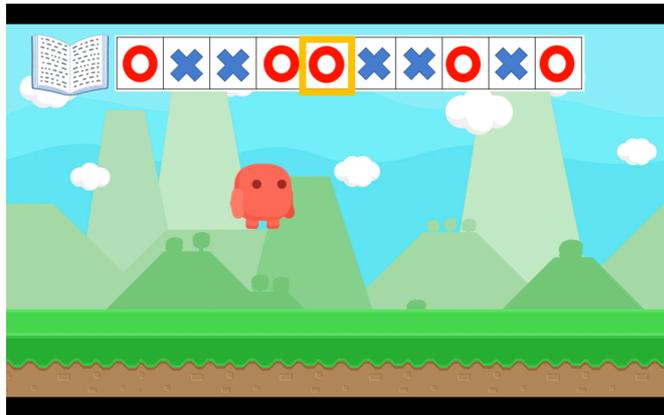


図 6.6 遺伝学習モード

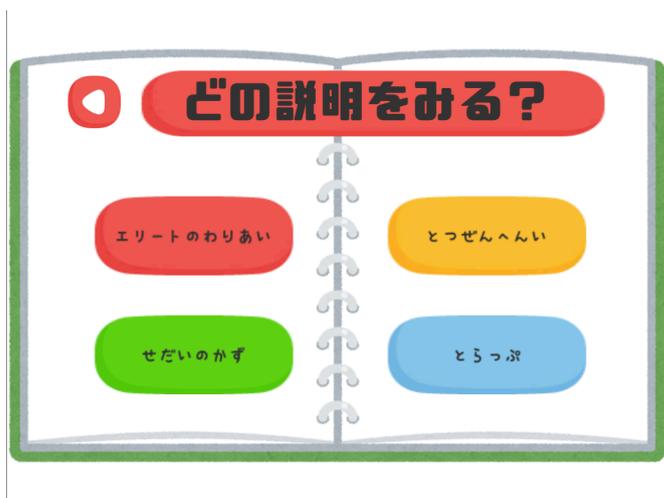


図 6.7 単語モード

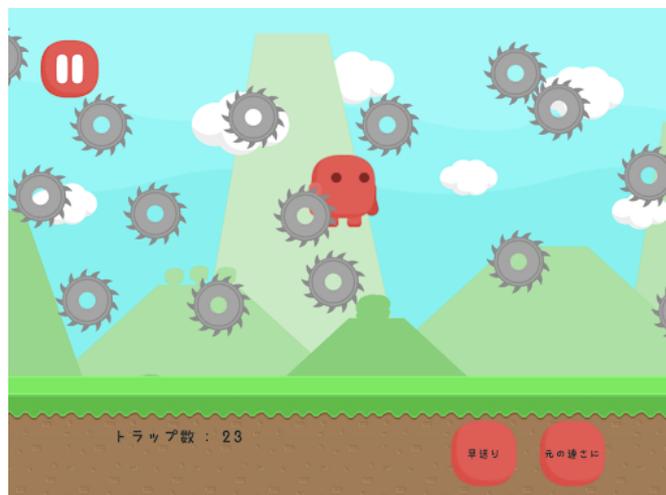


図 6.8 プレイヤーモード

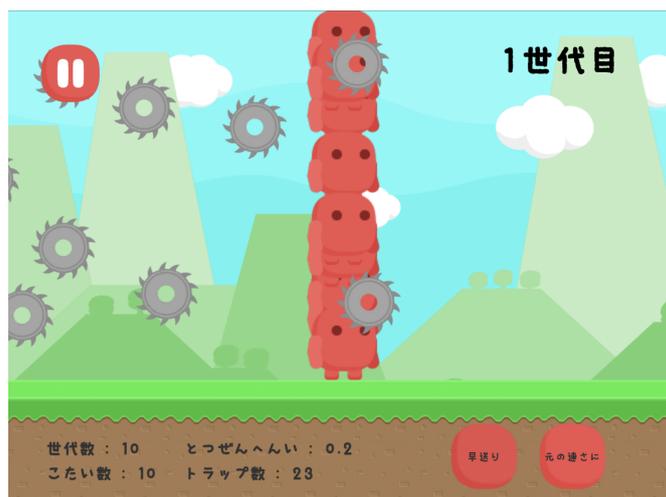


図 6.9 AI モード

第 7 章 評価実験

2019 年 11 月 5 日に赤川小学校 6 年生の児童 16 人を対象にワークショップを行った。小学校には開発したゲームである「うめぼしジャンプ」を持ち込み、児童に対して実験、評価を行った。7.1 ではワークショップの準備や目的について、7.2 では赤川小学校で行ったワークショップの結果を 7.3 では 7.2 の結果を用いてワークショップの考察について述べる。

(文責: 藤森友生奈)

7.1 準備・目的

赤川小学校で行ったワークショップの目的は AI 学習チームで作成した「うめぼしジャンプ」が小学生が AI について学習するには十分な効果があるのかを評価実験するためである。対象者は小学 6 年生 16 人である。小学 6 年生がゲームで学習するにあたり適切なゲームデザイン、UI、またゲームの難易度適切であるかを実際に小学生に使用してもらい評価を聞いた。ワークショップでは、AI や遺伝的アルゴリズムの説明と AI や遺伝的アルゴリズムが実際にどこでどのように使用されているかを紹介した。実際にゲームを使用してもらう前にアンケートを行い、人工知能と遺伝的アルゴリズムの理解度を確認した。人工知能という言葉が分かるか、説明できるかを「はい」か「いいえ」で回答してもらった。また説明できるかという質問に対し「はい」を回答した児童には自由記述で回答するように示唆した。遺伝的アルゴリズムも同様に遺伝的アルゴリズムという言葉が分かるか、説明できるかを「はい」か「いいえ」で回答してもらった。また説明できるかという質問に対し「はい」を回答した児童には自由記述で回答するように示唆した。アンケートの質問内容、選択肢、自由記述の有無を表にまとめた(表 1)。また、ゲーム使用後には事前アンケートの内容に加えて AI モード、プレイヤーモード、チュートリアルモードでのデザインや、理解度についての質問。また、ゲームを使用し世代数、交叉の割合、突然変異の確率について質問した。事前アンケートの内容は以下のようである。

(文責: 藤森友生奈)

表 7.1 質問内容

	質問内容	選択肢	自由記述
質問 1	人工知能 (AI) という言葉を知っていますか	「はい」か「いいえ」	なし
質問 2	人工知能 (A) という言葉を説明できますか	「はい」か「いいえ」	あり
質問 3	遺伝的アルゴリズムという言葉を知っていますか	「はい」か「いいえ」	なし
質問 4	遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか	「はい」か「いいえ」	あり

7.2 結果

事前アンケート、事後アンケートともに 16 人の児童から回答してもらった。事前アンケートと事後アンケートで共通の質問を「人工知能 (AI) という言葉を知っていますか」、「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」、「遺伝的アルゴリズムという言葉を知っていますか」、「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」の 4 つ出題した。それぞれの質問は「はい」か「いいえ」で答えるように示唆した。また、「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」と「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」の 2 つは自由回答を設け児童たちに自身の言葉で説明してもらった。各質問で「はい」の回答に 1 点、「いいえ」の回答に 0 点を与え児童がゲームをする事前と事後でどの程度知識の差が出るか分析した。「人工知能 (AI) という言葉を知っていますか」という質問に対し事前アンケートでは「はい」と回答した児童が 15 人、「いいえ」と回答した児童が 1 人であった。「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」という質問に対し事前アンケートでは「はい」と回答した児童が 0 人、「いいえ」と回答した児童が 16 人であり平均点は 0 点であった。事後アンケートでは「はい」と回答した児童が 12 人、「いいえ」と回答した児童が 4 人であり平均点は 0.75 点であった。「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」という質問の事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説を立てて有意水準 5% で t 検定を行った (図 7.1)。図の変数 1 が事前アンケートの結果であり、変数 2 が事後アンケートの結果である。p<0.05 であるから、「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」という質問の事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説は棄却され、有意差があると言える。「遺伝的アルゴリズムという言葉を知っていますか」という質問に対しては事前アンケートでは「はい」と回答した児童が 1 人、「いいえ」と回答した児童が 15 人であり、平均点は 0.0625 点であった。事後アンケートでは「はい」と回答した児童が 16 人で「いいえ」と回答した児童が 0 人であり、平均点は 1 点であった。「遺伝的アルゴリズムという言葉を知っていますか」という質問の事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説を立て有意水準 5% で t 検定を行った (図 7.2)。図の変数 1 が事前アンケートの結果であり、変数 2 が事後アンケートの結果である。p<0.05 であるから、「遺伝的アルゴリズムという言葉を知っていますか」という質問の事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説は棄却され、有意差があると言える。「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」という質問に対しては事前アンケートでは「はい」と回答した児童が 0 人、「いいえ」と回答した児童が 16 人であり、平均点は 0 点であった。事後アンケートでは「はい」と回答した児童が 7 人で「いいえ」と回答した児童が 9 人であり、平均点は 0.4375 点であった。「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」という質問の事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説を立て有意水準 5% で t 検定を行った (図 7.3)。図の変数 1 が事前アンケートの結果であり、変数 2 が事後アンケートの結果である。p<0.05 であるから「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」という質問の事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説は棄却され、有意差があると言える。また自由記述では「親から遺伝されたもの」、「前の世代の遺伝子を受け継いで、前よりもよくなっていくこと」、「学習し、重なるごとに動きが良くなるコンピューター」、「遺伝子と交叉をうまく、活用するもの」という回答が得られた。「人工知能 (AI) という言葉を知っていますか」という質問を「質問 1」、「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」という質問を「質問 2」、「遺伝的アルゴリズムという言葉を知っていますか」という質問を「質問 3」、「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」という質問を「質問 4」として事前アンケートと事後ア

アンケートの結果をグラフにまとめた(図 7.4). 事後アンケートではゲームのデザインや UI についての質問を質問 5,6,9,10,11 で質問した。質問内容は質問 5 では「メニュー画面のボタンの配置は分かりやすかったですか?」, 質問 6 では「チュートリアルモードの動画の図やイラストはわかりやすかったですか?」, 質問 9 では「AI モード/プレイヤーモードのトラップの配置はしやすかったですか?」, 質問 10 では「AI モードの言葉の表記はわかりやすかったですか?」, 質問 11 では「プレイヤーモードの操作はしやすかったですか?」というものである。質問 5,6,9,10,11 でとてもそう思う, そう思うと答えた割合をグラフにしたものが(図 7.5)である。質問 5 の「メニュー画面のボタンの配置は分かりやすかったですか?」ではとてもそう思う, そう思うと答えた人の割合は約 94 %であった。質問 6 の「チュートリアルモードの動画の図やイラストはわかりやすかったですか?」ではとてもそう思う, そう思うと答えた人の割合は約 81 %であった。質問 9 の「AI モード/プレイヤーモードのトラップの配置はしやすかったですか?」ではとてもそう思う, そう思うと答えた人の割合は約 81 %であった。質問 10 の「AI モードの言葉の表記はわかりやすかったですか?」ではとてもそう思う, そう思うと答えた人の割合は 75 %であった。質問 11 の「プレイヤーモードの操作はしやすかったですか?」ではとてもそう思う, そう思うと答えた人の割合は 75 %であった。事後アンケートの質問 7 で「チュートリアルモードの動画で遺伝的アルゴリズムについて理解できましたか」という質問をした。「とてもそう思う」を塗りつぶし, 「そう思う」を斜線, 「普通」を格子, 「そう思わない」を点, 「回答無し」を縦線を使用しグラフで表した(図 7.6). とてもそう思う, そう思うと回答した割合は約 56 %であった。事後アンケートの質問 13 の世代数が増えるに比例してスコアが良くなるという趣旨の質問では正答率が 94 %だった。質問 14 のエリート(交叉)の割合が低くなるにつれスコアが良くなるという趣旨についての質問での正答率は 81 %であった。質問 15 の突然変異をどのくらいの割合で起こせばスコアが良くなるかという趣旨の質問では正答率が 87% であった。

(文責: 藤森友生奈)

7.3 考察

質問 1 の「人工知能 (AI) という言葉は知っていますか」という質問は事前アンケートと事後アンケートともに高い正答率であった。今の児童はスマートフォンやパソコンに触れる機会が多いことや, ニュースでも人工知能が取り上げられていることから人工知能という言葉が小学生にとっても身近であることが分かった。また, 質問 2 の「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」については t 検定でも有意差があり, ゲームを通して人工知能がどのようなものなのかを理解したと言える。質問 3 の「遺伝的アルゴリズムという言葉をしっていますか」については事前アンケートでは「はい」と回答した児童が 1 人だったことに対し, 事後アンケートでは「はい」と回答した児童が 16 人となった。また t 検定により有意差があることが言え, ゲームを通して児童が遺伝的アルゴリズムという言葉に触れてもらう機会を作ることができたと言える。「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」という質問に対しては事前アンケートで「はい」と回答した児童が 0 人であったのに対し, 事後アンケートでは「はい」と回答した児童が 7 人に増えた。t 検定により有意差があることがいえた。また自由記述でも「前の世代の遺伝子を受け継いで, 前よりもよくなっていくこと」や「遺伝子と交叉をうまく, 活用するもの」という記述がみられた。遺伝的アルゴリズムの仕組みを理解してもらえたと言える。図 7.4 を見ても質問 1 「人工知能 (AI) という言葉を知っていますか」、質問 2 の「人工知能 (AI) という言葉を説明できますか」、質問 3 の「遺伝的アルゴ

	変数 1	変数 2
平均	0	0.75
分散	0	0.2
観測数	16	16
仮説平均との差異	0	
自由度	15	
t	-6.7082	
P(T<=t) 片側	3.5E-06	
t 境界値 片側	1.75305	
P(T<=t) 両側	7.E-06	
t 境界値 両側	2.13145	

図 7.1 質問 2 の t 検定

	変数 1	変数 2
平均	0.0625	1
分散	0.0625	0
観測数	16	16
仮説平均との差異	0	
自由度	15	
t	-15	
P(T<=t) 片側	9.7E-11	
t 境界値 片側	1.75305	
P(T<=t) 両側	1.9E-10	
t 境界値 両側	2.13145	

図 7.2 質問 3 の t 検定

	変数 1	変数 2
平均	0	0.4375
分散	0	0.2625
観測数	16	16
仮説平均との差異	0	
自由度	15	
t	-3.41565	
P(T<=t) 片側	0.00192	
t 境界値 片側	1.75305	
P(T<=t) 両側	0.00383	
t 境界値 両側	2.13145	

図 7.3 質問 4 の t 検定

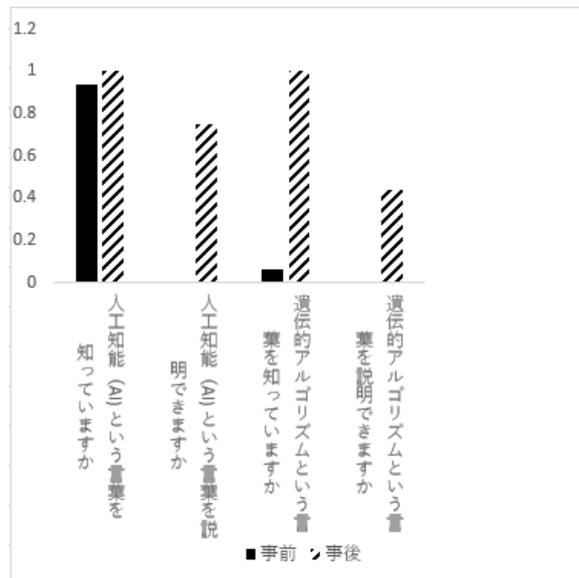


図 7.4 事前・事後アンケートの平均点

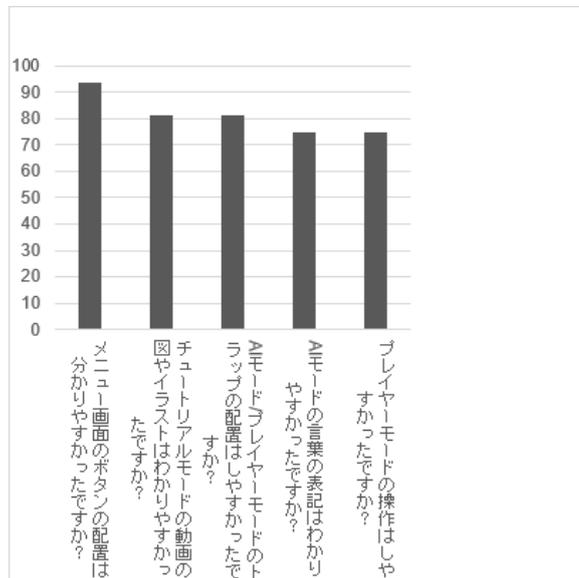


図 7.5 ゲームデザインやUIの質問でとてもそう思う, そう思うと答えた人の割合

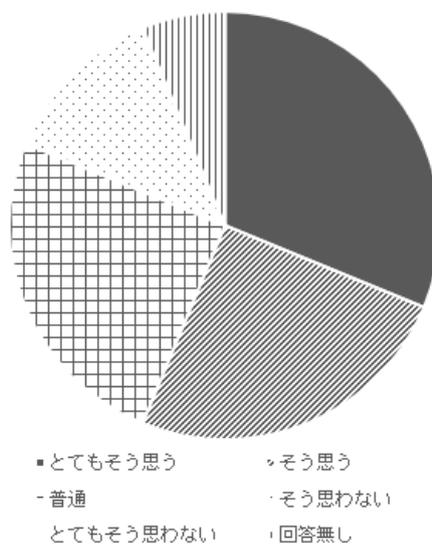


図 7.6 チュートリアルモードの動画による遺伝的アルゴリズムの理解度

リズムという言葉を知っていますか」、質問4の「遺伝的アルゴリズムという言葉の説明できますか」の4つの質問の平均点は事前アンケートに比べて事後アンケートの方が高い。このアンケートの結果から「うめぼしジャンプ」というゲームを使用したことにより人工知能や遺伝的アルゴリズムについての理解が深まったと言える。図7.5からも分かるようにゲームデザインやUIについて肯定的に感じた割合は全ての質問で7割を超えている。ゲームデザインやUIについては適切であると言える。ゲームデザインやUIについて肯定的な割合が75%と一番低い質問は質問10の「AIモードの言葉の表記はわかりやすかったですか？」と質問11の「プレイヤーモードの操作はしやすかったですか？」であった。小学生にとってあまり身近でない遺伝的アルゴリズムの用語である「世代数」、「エリート」、「突然変異」の説明はAIモードの中ではされていなくチュートリアルモードに戻らないと復習できないからであると考えられる。用語の意味を忘れてもすぐに復習できるようなUIにすることが必要であった。事後アンケートの質問7「チュートリアルモードの動画で遺伝的アルゴリズムについて理解できましたか？」という質問では、とてもそう思う、そう思うと回答した割合が合わせて約56%であった。これはチュートリアルモードの動画はただ動画を視聴して学習するだけであり、受動的な学習になってしまった事が原因であると考えられる。動画の合間にクイズなどを入れることにより自ら学習そして復習できるような形式にするべきであった。ただし図7.5からわかるように質問6の「チュートリアルモードの動画の図やイラストはわかりやすかったですか？」で肯定的な意見は約81%であったので図やイラストは適切であると言える。事後アンケートの質問13の世代数が増えるに比例してスコアが良くなるという内容、質問14のエリート（交叉）の割合が低くなるにつれスコアが良くなるという内容、質問15の突然変異をどのくらいの割合で起こせばスコアが良くなるかという内容の3つの質問は遺伝的アルゴリズムについて詳しい内容の質問となっているため小学6年生にとっては難易度が高い質問であるが、3つの質問全てが正答率が8割を超えている。この結果より遺伝的アルゴリズムの世代、交叉、突然変異の内容について理解して頂けたと考えられる。質問13の世代数が増えるに比例してスコアが良くなるという内容の質問の正答率は94%でありとても高いものであった。「うめぼしジャンプ」のAIモードではキャラクターが世代を追うごとにトラップを避けていく様子が観察できるため、小学生にとって理解しやすかったと考えられる。質問14のエリート（交叉）の割合が低くなるにつれスコアが良くなるという内容の質問の正答率は81%であり、正答率は8割を超えているが質問13と比べると正答率が10%以上低い。世代数と同様に交叉の割合を自分で設定できるがどのキャラクターが交叉しているかということが分からない仕様になっている。このため世代数と比べると交叉の視覚化は上手くできていない。このため正答率に10%の違いが出ていると考えられる。質問15の突然変異をどのくらいの割合で起こせばスコアが良くなるかという内容の質問の正答率は87%と高いが9割を超えることはできなかった。「うめぼしジャンプ」ではどのキャラクターが突然変異を起こしているかそのキャラクターが突然変異を起こしていないのかが差別化できていないためだと考えられる。事前アンケートや事後アンケートの結果を踏まえると赤川小学校でのワークショップでは私たちが作成したゲームは人工知能や遺伝的アルゴリズムを理解してもらうには十分に効果があった。遺伝的アルゴリズムは小学生にとって身近なものではないが、小学生にとって身近であるゲームを教育に取り入れることで児童たちが意欲的に学習に取り組んでくれたことが知識の習得につながったと考えられる。

(文責: 藤森友生奈)

第 8 章 課外活動

本章では、プロジェクト活動内で行った課外活動について述べる。8.1,8.2 ではそれぞれ FIT2019、赤川小学校ワークショップについて説明する。

(文責: 藤森友生奈)

8.1 FIT2019

8.1.1 準備・目的

2019年9月3日(火)から5日(木)までに岡山大学で開催された、第18回情報科学技術フォーラム(FIT2019)に参加した。情報科学技術フォーラムは情報処理学会と電子情報通信学会の情報・システムソサイエティおよびヒューマンコミュニケーショングループとの共催で年1回(秋期)に開催する大規模イベントである。FIT2019では多くの研究に関する講演を聴講するだけでなく、講演者として参加することで本プロジェクトへの意見、改善案を得ることを目的とした。講演に向け、6月21日にプロジェクトの活動、開発するシステムについての論文を提出した。本プロジェクトは9月4日に一般・コンピュータと教育セッションで講演を行った。講演では、比較的完成度の高かった遺伝的アルゴリズムを学ぶシリアスゲームとウガンダでの衛生教育を行うシリアスゲームの説明を行い、実際のゲームプレイを動画と合わせることで解説した。また、FIT2019に参加した他の研究者と交流するため、9月3日に後楽園・鶴鳴館で行われた情報交換会に参加した。9月5日には岡山大学の研究生との交流を行い、お互いの研究内容についての意見交換を行った。

(文責: 蠣崎公亮)

8.1.2 結果

聴講参加では、ゲーミフィケーション、コンピュータ教育といった本プロジェクトの活動と関わりのあるセッションでの講演を聴講し、多くの知識を得ることができた。また、講演参加では、15分間の発表の後、5分間の質疑応答を行った。聴講者からは、「ウガンダで衛生教育を行うゲームについて、言葉の問題についてどう考えているか」「AIを学ぶゲームについて、遺伝的アルゴリズムの何を、小学生の誰を対象に教育すると考えているか」といった質問が寄せられた。また、岡山大学の研究生との交流では、「遺伝的アルゴリズムがどのように学習するのか、過程をもっと丁寧に理解できるようなゲームにしたほうがいい」といった意見が寄せられた。また、実際にプレイしてもらった際には、プレイヤーが自分で配置した障害物を、キャラクターが遺伝的アルゴリズムによって自動的に回避している様子が高く評価されていた。

(文責: 蠣崎公亮)

8.1.3 考察

聴講参加では、ゲーミフィケーションに関する講演を聞くことで、学習者がより積極的に学習するために重要な要素について学ぶことができた。「教育にゲーム要素を取り入れるには、学ぶこと以外のゲームとしての目的が必要である」「現実問題を非現実で取り扱うことで、余計なストレスやプレッシャーを感じさせることなく学習させることができる」「能動的参加（自主的にやりたくなるような理由、動機付け）、称讃演出（目標達成や進行に応じて褒めるような演出）、即時フィードバック（行動に対して即座にフィードバック、結果や反応が返ってくる）、独自性の歓迎（プレイヤーごとに独自の攻略法が存在）、成長の可視化（キャラクターが成長した様子を可視化）、達成可能（頑張れば達成可能な目標設定）」「PBL（Point Badge Leaderboard）というプレイヤーのやる気を促進する方法（Point, 進行したものがそのまま反映される。Badge, 一定の進行度毎に進行が反映される。Leaderboard, 他人のポイントと競う）」「ゲームだから試しにやってみよう、失敗しても何回でもやり直してみようという気にできる」「ゲーミフィケーション自体に持続性はそこまでない（数週間で飽きてしまう）ため、人の自発的な意欲を刺激するために、方法を段階的に変える必要がある」「チャレンジするきっかけとしてゲーミフィケーションは有効」といった、ゲームを教育に取り入れる際に重要な多くの知識を得ることができた。コンピュータ教育に関する講演では、プログラミング初心者に対してプログラミングを教育する際にどのような手法を用いると有効であるのかについて学ぶことができた。セッション内では主に空欄のあるプログラムを完成させるという形での教育とそのよりよい手法について研究が行われていた。多くの研究者の研究内で「学習者の知識習得レベルに合わせた問題を用意し、確実に修得できているかを確認する必要がある」という意見を述べていた。

（文責：蠣崎公亮）

8.2 赤川小学校未来大学来訪ワークショップ

2019年10月29日に函館市立赤川小学校6年生の児童に実際に未来大に来訪してもらい、事前ワークショップを実施した。学内見学、フリートークを通してアイスブレイクを行った後、教材を用いてプログラミング体験をしてもらった。学内見学では、未来大学の学内を大学生の解説とともに歩いて案内することで大学生の普段生活・勉強している場所について知ってもらうことができた。また、フリートークでは、「大学生の生活」「出身地」の2つのテーマに関して質問やクイズ形式で楽しく話しながら、距離を縮めた。メインであるプログラミング体験では、株式会社ディー・エヌ・エー（DeNA）が提供している「プログラミングゼミ」(図8.1)[4]というビジュアルプログラミング(図8.2)を疑似体験できるアプリケーションを用いて行なった。図8.2は実際にアプリケーションでビジュアルを組んでいる図である。ここでは、簡単なプログラム制作に触れてもらいプログラミングの基本から、応用まで幅広く学んでもらった。これらの活動により、翌週からの赤川小学校でのワークショップの導入がよりスムーズになったと言える。

（文責：中村美波）



図 8.1 プログラミングゼミのタイトル画面



図 8.2 アプリ内のプログラミングの様子

第 9 章 中間発表

本章では、前期に行われた中間発表について述べる。9.1,9.2,9.3 ではそれぞれ、発表準備、結果、考察について説明する。

(文責: 蠣崎公亮)

9.1 発表準備

2019 年 7 月 19 日に大講義室前で行われた中間発表では、本プロジェクトの目的、活動内容、今後の活動をまとめたスライド、ポスター、実際に開発したシリアスゲームを用意し、発表に用いた。AI チームでは、強化学習、決定木、遺伝的アルゴリズムの 3 つの AI 技術を学ぶためのゲームを開発した。発表では、まずスライドで本プロジェクトの目的、活動内容、今後の目的を AI チーム、ウガンダチームに分けて説明した。その後、開発したシリアスゲームを開発者がゲームの説明を行いながらプレイすることでデモを行った。開発したゲーム数が多かったため、3 つのチームのゲームのデモを同時に行い、聴講者には興味のあるゲームのデモを見に行ってもらおうという形になった。その後質疑応答の時間を設け、プロジェクト全体やシリアスゲームについての質問を受け付けた。

(文責: 蠣崎公亮)

9.2 結果

中間発表では来訪者にアンケートを行っていただいた。アンケートの内容は発表技術と発表内容についてで、各々 10 段階の評価とコメントを頂いた。発表技術についての平均点は 7.16 点で、発表内容についての平均点は 7.94 点であった。発表の仕方について、スライドでは重点がまとめられて良かったとスライドの文章が多いという意見が多かった。スライドの内容を文章で上手くまとめられていたがもう少し図を使って要約すると良かった。スライドを使って概要を発表する時の声の音量やスピード、また発表原稿を見すぎであるという意見が多かったのでスライド発表の練習時間をもう少しとるべきであった。デモンストレーションを交えた発表形式はゲーム概要が分かりやすくなって良いという肯定的な意見が多かった。ゲームの内容について小学生に対しては難しすぎるのではないかという意見も頂いた。

(文責: 蠣崎公亮)

9.3 考察

チーム毎に活動内容が異なり、合計で 5 チーム分もの活動説明とデモを行ったため、聴講者にプロジェクト全体としての活動とチーム毎の活動が伝わりづらかったと感じられる意見が多く寄せられた。しかし、ゲームで教育を行うことは、小学生から新しい分野に興味を持ってもらう手法としては高く評価されているような意見も多く寄せられた。これらの結果から、今後は活動内容をより詳

Game de Education

細に計画し, 注力すべき部分を明確化する必要があると考えられた.

(文責: 蠣崎公亮)

第 10 章 期末発表

10.1 では期末発表の準備と発表形態について 10.2, 10.3 では結果とその考察について述べる。

(文責: 藤森友生奈)

10.1 準備・発表形態

期末発表は 2019 年 12 月 6 日, 時間, 本学 3 階大講義室前にて行われた。準備の際にバインダー, を用意した。発表の流れとしては大まかな概要の説明, AI 学習チーム・ウガンダチームそれぞれの成果物についての説明, 最後に各チームの成果物のデモンストレーションを行った。

(文責: 田畑希望)

10.2 結果

発表で用いたアンケートの結果, 来場者数は 62 名であった。発表技術と発表内容の 2 つの項目の意見を頂いた。発表技術の平均点は 10 段階評価中 8.16 点であった。発表技術でのポジティブな意見は「声が大きく, ハキハキしていて分かりやすかった」, 「身振り手振りがあって分かりやすかった」, 「説明が簡潔で何を説明したいのかが分かりやすかった」, 「アンケートのグラフやゲームの紹介などが分かりやすく表示されていた」, 「すごく細かく教えてくれたので分かりやすかった」, 「3 つに分けて発表したのが良いと思いました」などの意見を頂いた。発表技術のネガティブな意見としては「発表者によって聞き取りやすさや, 態度が違った」, 「声が小さかった」, 「話の要点がいまいち分からず, 冗長性を感じる点もあった」などの意見を頂いた。次に発表内容の平均点は 10 段階評価中 8.48 点であった。発表内容についてのポジティブな意見は「実際に赤川小学校と合同で行っていることも踏まえ信頼性のあるものとなっている」, 「対象向けのゲームデザインが良いとおもう」, 「実際に AI 学習をするとどのようになるのか, 子供でも視覚的に分かり, とても面白く AI について興味を持てるようなゲームだと思った」などの意見を頂いた。またネガティブな意見としては「小学生でプログラミングを学んでいない人が基礎を飛ばして GA を学ぶ必要があるのか」, 「質疑応答で減点, GA の説明ぐらいいはできてほしい」, 「所々ゲームを作成した意図見えない部分があった」などの意見を頂いた。

(文責: 藤森友生奈)

10.3 考察

プロジェクトの全体説明から各チームの説明, 各ブースに分かれてのデモンストレーションという流れで発表を行った。アンケートの意見でも見られたように始めにゲームの目的やシステム内容などの詳細な説明をしてから実際にデモンストレーションを行うことでシステムの説明をした後に作成したゲームを見てもらうことができ, 聞き手により伝わりやすかった。スライドや発表は簡潔

Game de Education

で分かりやすかったという意見が多かった。中間発表では「早口で内容が伝わらない」、「原稿を見すぎている」という意見を頂いていた。中間発表では発表する情報が多すぎた、情報を上手くまとめることができなかったという反省を活かして発表内容を要点が伝わりやすいようにできるだけ簡潔にしたことが良かった。また、発表スライドも発表者によって聞き取りやすさや態度が違うという意見を頂いた。これにおいてはウガンダチームの発表者ともっと一緒に発表練習をすることによって意見を出し合い、互いの発表の内容や発表態度を見て発表に統一性を出すべきであった。また、「説明が簡潔であった」という意見と「話の要点がいまいち分からない」という意見を両方頂いた。AI 学習チームとウガンダチームの各発表者が個別に発表原稿の言い回しの工夫や練習を行ったことにより起こったと考えられる。前半発表と後半発表加えて発表者により伝わり方に違いを出さないためにも AI 学習チームとプロジェクト全体での発表練習も実施すべきだった。アンケートで遺伝的アルゴリズムの説明はできてほしいという指摘があったが、チーム内で遺伝的アルゴリズムの説明をできるように事前にチーム全体で確認しておくべきだった。プロジェクト全体のアンケートを取ったのでどちらのチームについての意見が分からない点があったので各チームごとの印象や意見をもらえるようなアンケートの形式にするべきだった。ゲームについての意見では対象者への適切なゲームデザインの適応が評価された。また、ゲームを使用して学習することについての肯定的な意見が多く見られた。

(文責: 藤森友生奈)

第 11 章 考察

本章では本プロジェクトの一年間を通しての考察を 11.1 では活動のまとめ,11.2 では今後の展望の 2 点に分けて述べる.

(文責: 藤森友生奈)

11.1 活動のまとめ

11.1.1 では前期,11.1.2 では後期の活動についてまとめて述べる.

(文責: 藤森友生奈)

11.1.1 前期

プロジェクトの開始段階では, 人工知能 (AI) を構成する手法のうち, どの分野が児童向けのシリアスゲームとして適しているか判断できなかった. そこで私たちの知識不足を補い, 最終的な成果物としてどの手法を扱うかを吟味するべく, チームメンバー個人が興味のある分野へと別れて, 前期の開発を行うことにした. その結果, 前期での活動チームは, 「決定木」「遺伝的アルゴリズム」「強化学習」の 3 つのチームに別れ, それぞれ 1 つずつゲームを開発することとなった. 開発環境としては, 全チーム共通でゲームエンジンの Unity を用いた. しかし, チームメンバー内でゲーム開発の経験があるものが少数だったため, Unity の基本的な扱い方を学ぶべく, OB の方を招待し学習会を開催した. 6 月には赤川小学校を訪問して先方の教員と会談を行い, 後期に実施されるワークショップの日程と内容の調整を行なった. 7 月にはプロジェクトとして初めての発表となる中間発表を行なった. 中間発表では各チームのシリアスゲームをスライドで発表したあと, 各ブースを設けてデモンストレーション形式で発表を行なった. スライドでの発表について, 中間発表で得られた意見として, 声量やスピード, 発表原稿を見過ぎであるといった意見が多かった. 後期では, 赤川小学校でのワークショップやプログラミング教室を予定していたので, 発表技術の改善すべき点を発見できたのは有意義であった. ゲームの内容についても, 小学生に対しては難しすぎるのではないかという意見を多くいただいた.

(文責: 林拓実)

11.1.2 後期

後期の最初の活動は, 夏休み期間中に岡山大学で行われた FIT2019(第 18 回情報科学技術フォーラム)での発表であった. FIT2019 では多くの研究に関する講演を聴講するだけでなく, 講演者として参加することで本プロジェクトへの意見, 改善案を得ることを目的とした. 中間発表でいただいた意見や FIT2019 でいただいた意見を参考に, 前期に開発したゲームを見直し, どのゲームが児童向けのシリアスゲームとして適しているかを再度, 議論した. その結果, アルゴリズムの単純さ

や、UIの親しみやすさといった点で「遺伝的アルゴリズム」の1つに絞って完成度を高めることになった。そのため、チームの再編を行い、主にゲームの動作の開発を行う「開発班」と、UIの調整と学習要素の開発を行う「デザイン班」に分かれ、開発を進めることになった。開発班が後期行った作業は、ゲームの主となる部分は前期で完成済みであったため、主にバグの修正と利便性の向上であった。デザイン班の後期の作業は、ゲームタイトルの決定とゲーム中の各種ボタンや効果音の修正、学習要素となるチュートリアルモードの作成であった。ゲームタイトルは、キャラクターの見た目が赤く丸いことから「うめぼしジャンプ」となった。10月には、ワークショップを行う前の顔合わせとして、未来大へ赤川小学校の6年生に招待し、プログラミング教室を開催した。ここでは、プログラミング教室の他にも、大学見学やフリートークなどのレクリエーションを通して交流を深めることができた。11月に、赤川小学校を訪問して6年生を対象にワークショップを開催した。ワークショップでは、事前に顔合わせを行っていたこともあり、終始和やかなムードで信仰を進めることができた。ワークショップで得たアンケート結果を集計を行った。その結果、一年を通して開発したシリアスゲームは、遺伝的アルゴリズムの動作の仕組みについての学習効果の高さを示唆することができた。発表技術についても、事前に複数回練習を行い、中間発表での反省を克服することができた。

(文責: 林拓実)

11.2 今後の展望

「うめぼしジャンプ」では遺伝的アルゴリズムについての学習要素として、「チュートリアルモード」、「プレイヤーモード」、「AIモード」の3つを用意した。今期の活動の活動を終えるにあたり、それぞれのモードには未だ多くの改善点が残されている。チュートリアルモードでは、遺伝学習モードと単語モードが用意されている。遺伝学習モードでは、遺伝的アルゴリズムの動作についての説明がなされる動画が再生される。ここでの失敗点として、一度動画を再生すると、動画が終わるまで前の画面に戻れないことが挙げられる。ユーザの利便性を上げるためには動画の途中であっても、スキップや早戻しといった操作を導入するべきであった。また、この動画は再生時間が5分強あった。あまりにも動画が長すぎると、動画の冒頭部分を忘れてしまったり、集中力が途切れてしまうことが予想される。そのため、学習効果を上げるべく、用語ごとにチャプター分けを行うべきであった。単語モードでは、世代の数やエリートの割合といった、メニュー画面で実際に数値を操作できる用語についての説明文が表示される設計であった。ワークショップ後の反省として、メニュー画面の数値を操作する場面で、用語の説明を表示させた方が良いのではないかという意見が挙げられた。実際にワークショップで使用した、「うめぼしジャンプ」ではメニュー画面で分からない用語が出てきた際に、一度チュートリアルモードへ移動して、さらに単語モード内から、その用語をタップする必要があった。ユーザが気になった用語はその場で即時、調べることができた方が学習に繋がると考えられる。プレイヤーモードとAI学習モードでは、トラップをプレイヤー自身が配置できるモードが存在する。このモードからメニュー画面に戻るためには、画面左上のボタンをタップする必要がある。このボタンに対するタップとトラップ設置のタップを同一のものと感知される不具合があり、左上のボタンを押した際にボタンの位置にトラップが配置されてしまう。AI学習モードでは、開発段階でこれから実装した方が良いと考えていた4つの機能が存在する。第一に、それぞれの個体の軌跡を表示するものである。個体の軌跡を表示することで、それ以前の世代とどのように軌跡を変化し、移動ルートを決めたのかを視覚的に得ることにより学習効果の向上が

できると考えていたが実装には至らなかった。第二に、次の世代に受け継ぐ個体を、プレイヤー自身が選択できる機能である。この機能は、FIT2019 で得た意見をもとに考えられた。プレイヤーが自身で選択した個体を次世代に受け継ぐ場合と、アルゴリズムの中で自動的に選択された個体を受け継いだ場合の、次世代の個体の動作の差異を見比べることで、遺伝的アルゴリズムへの理解度を深めることができると考えられた。第三に、個体が全て同じ色だったため、他の個体との違いを見比べづらいという点である。これでは、他のキャラクターとの識別がしづらくキャラクターの軌跡が目で見えづらくなってしまったため改善が必要である。第四に、トラップ位置の保存機能である。この機能により、良い成績を修めたステージを後から見直したり、良い成績を修められなかったステージと見比べることが遺伝的アルゴリズムの動作を学ぶ上で役立つだろうと考えられる。しかしながら、今季の活動では遺伝的アルゴリズムを学習するシリアスゲーム である「うめぼしジャンプ」は一定の効果があることを証明できた。来年度以降のゲーム・デ・エデュケーションでは、前期で頓挫してしまった、「決定木」や「強化学習」と行った手法のシリアスゲームについても開発を行い、人工知能を学習できるプラットフォームの整備を進めてほしい。前期、後期の活動を振り返ると本プロジェクトの改善点を見つけ出すことができた。後期では「遺伝的アルゴリズム」チームの1つに絞ることになったが、前期の活動でゲームシステムの根幹を成す部分を開発していたメンバーが留学によって遠方に行ってしまったため、後期のチーム再編の際に、システムの根幹部のプログラムを読み取る作業から始まった。このことから、チームで開発を行う際、それぞれの作業部分をメンバー間で共有すること、引き継ぎを確実に行うことの大切さを学んだ。以後、プロジェクトに関わる際はチームメンバー各位、ここで学んだことを大いに活かして欲しい。

(文責: 林拓実)

参考文献

- [1] 文部科学省, 小学校プログラミング教育の手引き (第二版), 小学校プログラミング教育の手引き (第二版) - 文部科学省, 2018 年 (最終閲覧日:2020 年 1 月 22 日) https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf
- [2] 前一平, AI 時代を担う人材の育成, AI 時代を担う人材の育成 - 参議院, 文教科学委員会調査室, 2018 年 (最終閲覧日:2020 年 1 月 22 日) https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2018pdf/20181001046.pdf
- [3] 藤本 徹, 効果的なデジタルゲーム利用教育のための考え方, 東京大学 (最終閲覧日:2020 年 1 月 22 日) https://www.jstage.jst.go.jp/article/konpyutariyoukyouiku/31/0/31_10/_pdf/-char/ja
- [4] 株式会社ディー・エヌ・エー, プログラミングゼミ (最終閲覧日:2020 年 1 月 22 日) <https://programmingzemi.com/>

付録 A アンケート

事前アンケート
11/5 赤川小学校(AI学習チーム)授業

名前 _____

今日の授業を通して体験前と体験後でどのくらい学ぶことができたかを評価するアンケートです。当てはまるものに○をつけてください。

質問1：人工知能(AI)という言葉がわかりますか？ (はい・いいえ)

質問2：人工知能(AI)という言葉が説明できますか？ (はい・いいえ)

「はい」と答えた方は、人工知能(AI)がどのようなものか、下記に書いてください。

質問3：遺伝的アルゴリズムという言葉がわかりますか？ (はい・いいえ)

質問4：遺伝的アルゴリズムという言葉が説明できますか？ (はい・いいえ)

「はい」と答えた方は、遺伝的アルゴリズムがどのようなものか、下記に書いてください。

図 A.1 赤川小学校 WS で実施した事前アンケート 1

質問5：学校や習い事でプログラミングを学んだことがありますか？ (はい・いいえ)

質問6：好きなゲームはありますか？ (はい・いいえ)

質問7：質問6で「はい」と答えた人に質問します。

(1)そのゲームのタイトルを教えてください。(いくつでも大丈夫です)

(2)そのゲームのどんなところが好きですか？

ご協力ありがとうございました！

図 A.2 赤川小学校 WS で実施した事前アンケート 2

事後アンケート
11/5 赤川小学校(AI学習チーム)授業

名前_____

今日の授業を通して体験前と体験後でどのくらい学ぶことができたかを評価するアンケートです。当てはまるものに○をつけてください。

質問1：人工知能(AI)という言葉がわかりましたか？ (はい・いいえ)

質問2：人工知能(AI)という言葉が説明できますか？ (はい・いいえ)

「はい」と答えた方は、人工知能(AI)がどのようなものか、下記に書いてください。

質問3：遺伝的アルゴリズムという言葉がわかりましたか？ (はい・いいえ)

質問4：遺伝的アルゴリズムという言葉が説明できますか？ (はい・いいえ)

「はい」と答えた方は、遺伝的アルゴリズムがどのようなものか、下記に書いてください。

図 A.3 赤川小学校 WS で実施した事後アンケート 1

今日のゲームについてお聞きします。当てはまるものに○をつけてください。

質問5：メニュー画面のボタンの配置は分かりやすかったですか？

とてもそう思う
 ふつう
 とてもそう思わない



質問6：チュートリアルモードの動画の図やイラストはわかりやすかったですか？

とてもそう思う
 ふつう
 とてもそう思わない

質問7：チュートリアルモードの動画で遺伝的アルゴリズムについて理解できましたか？

とてもそう思う
 ふつう
 とてもそう思わない

質問8：チュートリアルモードの動画でゲームルールについて理解できましたか？

とてもそう思う
 ふつう
 とてもそう思わない



図 A.4 赤川小学校 WS で実施した事後アンケート 2

質問9：AIモード/プレイヤーモードのトラップの配置はしやすかったですか？



質問10：AIモードの言葉の表記は分かりやすかったですか？



質問11：プレイヤーモードの操作はしやすかったですか？



図 A.5 赤川小学校 WS で実施した事後アンケート 3

質問12：体験したゲームについての感想や意見を自由に書いてください。

ここからは今日の授業で体験したことを踏まえての質問です。

質問13：ア～ウの中で正しいと思う文章を1つ選んで（ ）に丸を書いてください。

- ア. 世代数が10世代より、20世代の方が最後のスコアは良くなる。 ()
- イ. 世代数が10世代より、5世代の方が最後のスコアは良くなる。 ()
- ウ. 世代数が「10」と「100」では、最後のスコアは同じ。 ()

質問14：ア～ウの中で正しいと思う文章を1つ選んで（ ）に丸を書いてください。

- ア. エリートの割合が0.2より、0.8の方が最後のスコアは悪くなる。 ()
- イ. エリートの割合が0.2より、0.1の方が最後のスコアは悪くなる。 ()
- ウ. エリートの割合が0.2と1.0では、最後のスコアは同じ。 ()

質問15：ア～ウの中で正しいと思う文章を1つ選んで（ ）に丸を書いてください。

- ア. 突然変異の確率が大きいほど、親と似た動きをする。 ()
- イ. 突然変異の確率が小さいほど、親と似た動きをする。 ()
- ウ. 突然変異の確率は親の動きと関係ない。 ()

図 A.6 赤川小学校 WS で実施した事後アンケート 4