

公立はこだて未来大学 2020 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2020 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

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

AI Education Team

プロジェクト番号/Project No.

18

プロジェクトリーダー/Project Leader

豊田哲士 Satoshi Toyota

グループリーダー/Group Leader

佐藤遼平 Ryohei Sato

グループメンバ/Group Member

佐藤遼平 Ryohei Sato

宮下悠 Hisashi Miyashita

小野昂輝 Takaki Ono

菅原遥 Haruka Sugawara

指導教員

角薫 ドミニク・バゲンダ・カスツジャ

Advisor

Kaoru Sumi, Dominic Bagenda Kasujja

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2021

概要

今日、AI人材の育成・確保は緊急的課題であり、また初等中等教育から生涯教育を含めた長期的課題とされている。さらに、2020年度より学習指導要領が改定され、デジタル教科書の導入が制度化された。これからの社会では、AIに関する知識や技術を持ったAI人材の育成と、デジタル教科書に慣れることが必要になってくることが示唆される。よって、AI学習チームでは、タブレット端末への手書きの記入を用いた、児童向けのAI教育アプリを開発する。

キーワード ゲーム, 学習, AI, AI人材, デジタル教科書

(※文責: 佐藤遼平)

Abstract

Today, the training and securing of AI human resources is an urgent issue, and it is also a long-term issue that includes primary and secondary education as well as lifelong education. In addition, the guidelines for teaching have been revised and the introduction of digital textbooks has been institutionalized from the 2020 school year. It is suggested that in the future society, it will be necessary to develop AI human resources who have the knowledge and skills related to AI and to be able to become digital textbooks. Therefore, the AI learning team will develop an AI education app for children using handwritten entries on a tablet device.

Keyword Game, Education, Artificial Intelligence, AI in Human Resources, Digital Textbook

(※文責: 佐藤遼平)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	現場の様子	1
1.4	チームの構成	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	役割分担	4
2.3.1	佐藤遼平	4
2.3.2	宮下悠	4
2.3.3	小野昂輝	4
2.3.4	菅原遥	4
第 3 章	対象となる技術	5
3.1	画像分類	5
3.1.1	Python による推論	5
3.1.2	Unity 上での実装	6
3.2	重み付けアルゴリズム	6
第 4 章	ゲーム内容	7
4.1	ゲームモード	9
4.2	説明モード	12
第 5 章	評価実験	23
5.1	目的	23
5.2	準備	23
5.3	手順	23
5.4	結果	24
5.5	考察	27
第 6 章	課外活動	28
6.1	函館工業高等専門学校ワークショップ	28
第 7 章	中間発表	29
7.1	発表技術について	29
7.2	発表内容について	30
7.3	中間発表の反省	31

7.4	中間発表時点での課題と展望	31
第 8 章	最終発表	32
8.1	発表技術について	32
8.2	発表内容について	33
8.3	最終発表の反省	34
第 9 章	考察	35
9.1	活動のまとめ	35
	9.1.1 前期	35
	9.1.2 後期	36
9.2	今後の課題	37
参考文献		39
付録 A	アンケート	40

第 1 章 はじめに

1.1 背景

今日、AI 人材の育成・確保は緊急的課題であり、また初等中等教育から生涯教育を含めた長期的課題とされている。さらに、2020 年度より学習指導要領が改定され、デジタル教科書の導入が制度化された。

(※文責: 佐藤遼平)

1.2 目的

本プロジェクトでは、このような背景から、タブレット端末に手書き入力をして、AI について学ぶことができる児童向けの教育アプリの開発を行う。

(※文責: 佐藤遼平)

1.3 現場の様子

2020 年度より学習指導要領が改定し、デジタル教科書の導入が制度化された。しかしながら、デジタル教科書の整備状況は 48.4 % と普及が滞っている [3]。また AI 人材育成の推進のために小学校でプログラミング教育が必修化となったが、新型コロナウイルス感染症によって影響が出ている。新型コロナウイルスに対応して多くの学校で臨時休業や分散登校等を実施していることを踏まえて、児童が自宅等でプログラミングの基本的な操作等を学習できるコンテンツが開発されている。これからの社会では、デジタル教科書に慣れていくことと AI に関する知識や技術を身に付けることが必要になると示唆されている。さらに現在世界的に新型コロナウイルスが流行しているため、自宅等で学習ができるデジタルコンテンツは特に重要になってくると考えられる。

(※文責: 佐藤遼平)

1.4 チームの構成

ゲーム・デ・エデュケーションでは、シリアスゲームの開発を目的として活動している。AI チャレンジチーム、AI 学習チーム、ウガンダチームの3チームに分かれ開発を行う。AI チャレンジチームは、AI 技術を使った新しいゲームの開発を目標としている。今年はVR 及びAI を活用した火事を想定した仮想体験型の避難訓練ゲームの開発に取り組んだ。AI 学習チームは、AI 技術の児童向け教育ゲームを開発する。AI との関係性が深まる時代を生きる児童にAI について少しでも理解してもらい、AI 教育への貢献を目指す。ウガンダチームは、ウガンダ共和国が抱えている問題の解決に向けてゲームを開発する。ウガンダ共和国には「生理」に関する差別や偏見があるため、これを解決する第一歩となるようなゲームの開発を目指す。

(※文責: 宮下悠)

第 2 章 プロジェクトの概要

2.1 本プロジェクトにおける目的

ゲーム・デ・エデュケーションにおいて、AI 学習チームは、AI に関する知識を持っていない児童を対象とした、楽しみながら AI の知識を身に着けることができる学習ゲームの開発が目的である。今回は、画像分類、重み付けアルゴリズムに焦点を置き、それらを利用したゲームの開発を行った。ゲームプレイや説明を通じて、両者に対する知見の獲得や理解を促進できることを目標とする。また、AI との関係性がより深まる時代を生きていくことになる児童に、少しでも AI の技術を理解してもらい、児童の AI 学習に貢献することを目指す。

(※文責: 宮下悠)

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、人工知能・強化学習・深層学習に関する知識を持つメンバーが少なかった。そこで、プロジェクト全体で深層学習の勉強会を開催した。勉強会では、“PyTorch による発展ディープラーニング” [4] という書籍の各章に一人ずつ割り当て、要約を行い、メンバー間で学習・内容共有を行った。また、チームごとに可能性の検討として、使用可能性のあるツールを調査し、プロジェクトで共有を行った。AI 学習チームでは、ML-Agents と Sony neural network console (以下 SNNC と表記) を対象に調査を行った。ML-Agents とは、Unity が配布している強化学習用のツールキットである。SNNC は Sony が提供している、ニューラルネットワーク構築をビジュアルプログラミングとして行うことができるオンラインツールである。以上のツールに加え、UI 設計を行うツールの調査を行った。結果、Unity で UI 設計とゲーム開発を並行して行うことにした。また、手書き数字を用いたゲームを開発するため、ゲームをプレイするための端末の検討も行い、タブレットパソコンを使用することにした。

(※文責: 宮下悠)

2.3 役割分担

2.3.1 佐藤遼平

前期では、SNNCを使用した表データ分類の方法を調査したり、ML-Agentsの使い方やGANの調査を行った。後期では、手書き入力プログラムの作成を行ったり、函館工業高等専門学校ワークショップを行ったりした。またチームリーダーという立場から、他のチームリーダーやプロジェクトメンバーに進捗状況を報告した。チーム内では、ミーティング時にファシリテーターを担当し、議論を活性化するように努めた。

(※文責: 佐藤遼平)

2.3.2 宮下悠

前期では、重み付けアルゴリズムを利用したゲームの発案、ML-Agentsの利用方法と活用法を学習した。後期では、説明モードで使用する文章の推敲・作成、ワークショップで用いるアンケート内容の考案、ゲーム内で使用する手書き文字の推論を行うためのプログラム開発をUnity・Pythonで行い、ゲーム内で実装できるようにした。

(※文責: 宮下悠)

2.3.3 小野昂輝

前期では、SNNCの学習、画像分類や重み付けアルゴリズム、物体検出の調査を担当した。また、ゲーム内容やAI技術の発案や説明モードの設計を行った。後期では、ゲームの主な枠組みの作成をしたのち、ヒットアンドブローのプロトタイプの開発を担当した。その後、チームメンバーが各々役割分担して開発したものを1つに統合し、正常に動かすことができるように全体的に調整を行った。

(※文責: 小野昂輝)

2.3.4 菅原遥

前期はSNNCの概要調査と、画像分類・領域抽出の調査を担当した。また、情報共有や発表用のスライドの作成に携わった。後期では、ヒットアンドブローのゲームプロトタイプ開発を担当した。完成したゲームの中ではヒットとブローの判定、ランダム数字の設定、Unityのprefab機能を用いたログのプログラムの開発を行った。また、タイトル画面とメニュー画面、ゲームモード中の画面の背景デザインを担当した。

(※文責: 菅原遥)

第 3 章 対象となる技術

3.1 画像分類

機械学習の画像分類とは、コンピュータがデータから繰り返し学習を行い、学習データから特徴やパターンを抽出し、学習モデルを構築する。そして、学習モデルに入力された画像を分類できるようにする技術である。今回は、学習モデルへ学習させるための学習データと、正しく学習できているかを検証するための検証用データで構築されたデータセットをもとに学習モデルを最適化する、教師あり機械学習の画像分類を用いる。

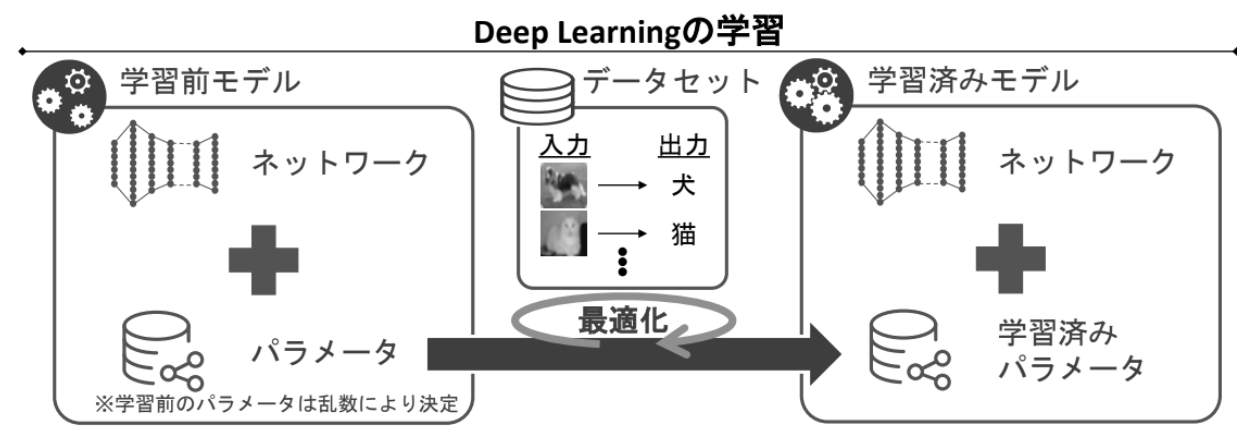


図 3.1 機械学習の画像分類 [5]

(※文責: 宮下悠)

3.1.1 Python による推論

手書き数字の画像分類を Python を用いて行うための学習モデルとして、SNNC で学習モデルを開発した。学習モデルを開発するための学習データと検証用データとして、MNIST データセットを用いた。MNIST データセットとは、解像度 28×28 のグレースケール手書き数字画像が学習データとして 60000 枚、検証用データとして 10000 枚で構成され、それぞれに正解ラベルが付随しているデータセットである。MNIST データセットを用いて開発した学習済み学習モデルを評価した結果、98.9% の正確性があることが分かった。十分な正確性であったため、このデータセットを用いて Python で手書き数字の画像分類プログラムの開発を行った。Python で画像分類するためのコードを作成するにあたって、nnabla ライブラリを使用し、SNNC で作成した学習モデルの使用を可能にした。プログラムは、入力された画像を 28×28 のグレースケールに変換し、変換した画像を数値データに変換する。その数値データを学習モデルに入力し、学習モデルがその数値データに最も近いと考えられる数値を返すという内容である。このプログラムを作成することによって得られた成果として、分類したい画像の形式が指定されている場合、画像の解像度や縦横比に関係なく手書き数字の画像分類ができるプログラムができたことや、Python における SNNC で作成した学習モデルの運用方法などがわかった。このプログラムを Unity で使用することを試み

たが、Unity での Python コードの実行にあたって、Unity-Python 間に IronPython というソフトを介す必要があった。IronPython を用いた場合、Python から返せる値が String 形式のみであることや、nnabla ライブラリの使用ができないことから、Unity での使用を断念する形となった。実際に用いた手書き文字推論の手法は、Unity のみで手書き文字を推論できるように実装した。詳細は、後述の Unity 上での実装で記載する。

(※文責: 宮下悠)

3.1.2 Unity 上での実装

Unity 上での実装には、オープンソースの ONNX を用いた。ONNX とは、Open Neural Network Exchange の略であり、ディープラーニングモデルを様々なフレームワーク間で交換するためのフォーマットである。28 × 28 ピクセルのクリックした座標のピクセルを白く塗りつぶすことで、手書きでの入力を疑似的に再現している。その後、ピクセルの塗りつぶした部分を 1、それ以外の部分を 0 として float 型の配列に代入し、推論する学習データに入力する。推論した結果、0 9 の中で一番その数字である確率が高い整数を出力としている。

(※文責: 小野昂輝)

3.2 重み付けアルゴリズム

重みとは、入力値の重要性を数値化したものであり、重みが大きければ大きいほどその入力値は学習のための特徴に深く関連していると言える。また、その入力値に対する重みが 0 であるならば、その入力値は学習のための特徴に関連していないので一切考慮されない。重み付けアルゴリズムとは、評価する項目毎に重みをつけ、その値によって次の行動を決定していく考え方（アルゴリズム）である。

(※文責: 小野昂輝)

第 4 章 ゲーム内容

AI 学習チームの成果物である「ヒットアンドブローを用いた文字認識を学ぶゲーム」の実装方法について以下に述べる。また, 4.1, 4.2 ではそれぞれ「ヒットアンドブローを用いた文字認識を学ぶゲーム」のゲームモード, 説明モードについて述べる。

本プロジェクト AI 学習チームの成果物「ヒットアンドブローを用いた文字認識を学ぶゲーム」はゲームエンジン「Unity」によって制作した 2D のゲームである。以下はこのゲームの画面遷移図 (図 4.1, 図 4.2, 図 4.3) である。詳細については後述する。

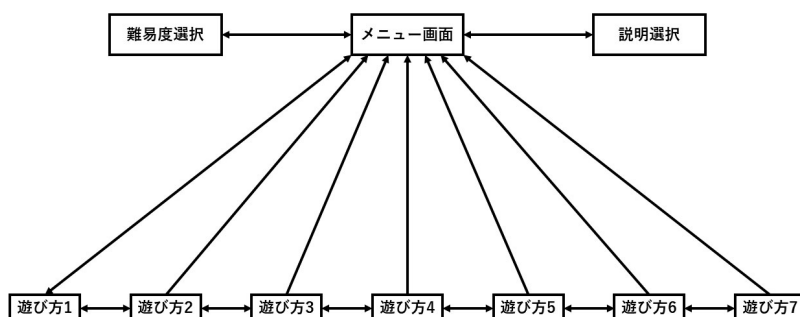


図 4.1 メニュー画面からの画面遷移

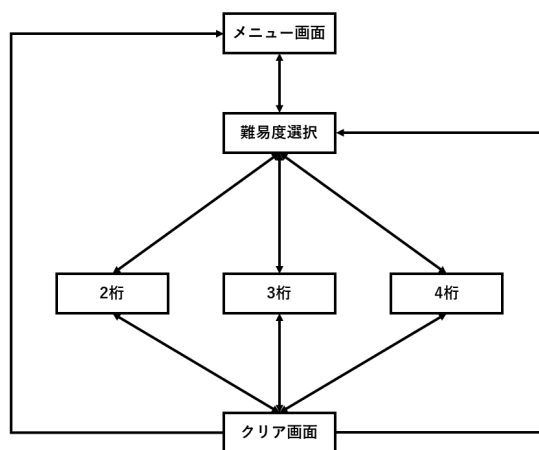


図 4.2 ゲーム難易度選択画面からの画面遷移

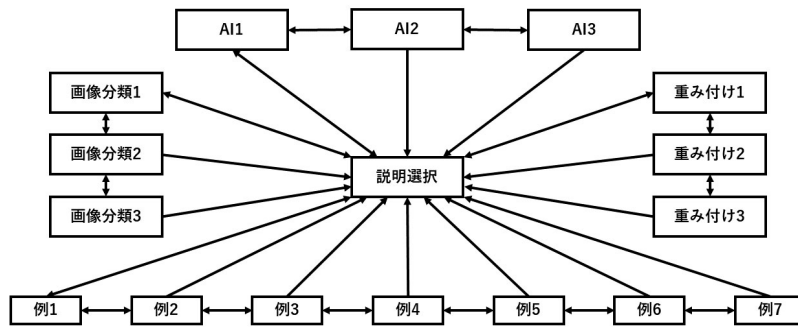


図 4.3 説明選択画面からの画面遷移

メニュー画面（図 4.4）では、ゲーム難易度選択画面への遷移、遊び方説明画面への遷移、説明選択画面への遷移が可能である。

ゲーム難易度選択画面（図 4.5）では、「ヒットアンドブロー」というゲームの難易度を 24 桁の範囲で選択することが可能である。

説明選択画面（図 4.6）では、ゲームモードで使用されている技術（AI, 画像分類, 重み付けアルゴリズム）についての説明と、ゲームの難易度が 2 桁の場合での具体例を見ることが可能である。



図 4.4 メニュー画面

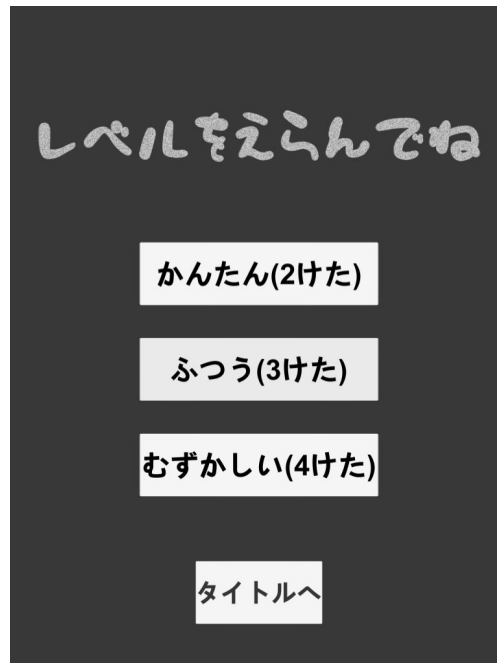


図 4.5 ゲーム難易度選択画面

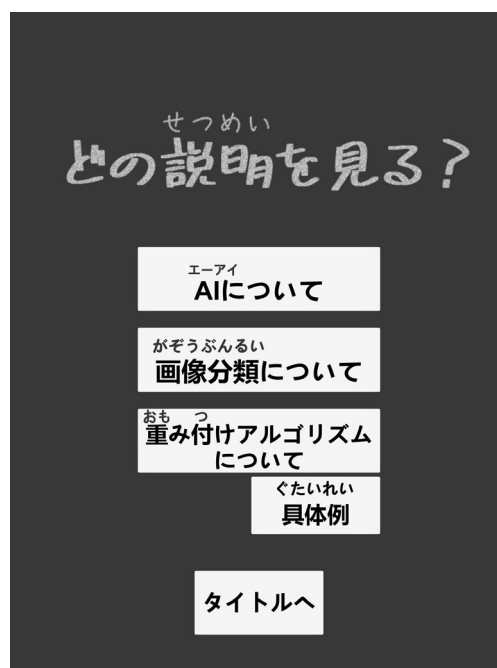


図 4.6 説明選択画面

(※文責: 小野昂輝)

4.1 ゲームモード

ゲームモードでは、「ヒットアンドブロー」というゲームを行う。「ヒットアンドブロー」とは、ランダムに決められた重複なしの数字を、ヒントをもとに推理していくゲームである。ヒントは、「ヒット」と「ブロー」の2種類があり、自分が入力した数字と指定の数字を比較した時、「ヒット」とは数字と位置が一致している数を表し、「ブロー」とは位置は違うが含まれている数字の数を表

す。例えば、指定の数字が 5478 であり 5869 と入力すると、「1 ヒット 1 ブロー」と返ってくる。

このランダムな数字の開発には List を用いており、List に 0~9 までの整数を格納し、UnityEngine.Random.Range() を用いて格納された整数を 1 つずつ取り出すことで、重複なしの整数の開発を実現している。

また、本ゲームでは、手書き入力した数字を画像分類技術によって推論し、その推論結果をゲームの入力として使用している。

まず、プレイヤーはゲームの難易度を選択する。選択できる難易度は、かんたん (2 桁)、ふつう (3 桁)、むずかしい (4 桁) の 3 種類であり、正解の数の桁数を選択できる。その後、プレイヤーは、画面左下にある黒い四角の上に手書き数字による入力を行い (図 4.7)、「にゅうりょく」ボタンを押すことで、手書き数字を画面中央の吹き出しに入力することができる (図 4.8)。この際、画面右下の「かきなおす」ボタンを押すことで、手書き入力をやり直すことができ、画面右側の「けす」ボタンを押すことで、吹き出しの数字を一文字ずつ消すことができる。この入力を繰り返し、正解の桁数を入力し終わったら画面左側の「これでいく！」ボタンを押すことで、画面左上の黒板に入力結果とヒントが表示される (図 4.9)。そのヒントをもとに次の入力を考える。最終的に、自分が入力した数字と指定の数字が完全に一致するとゲームクリアとなる (図 4.10)。この過程から、重み付けアルゴリズムを実際に体験しながら学ぶことができる。

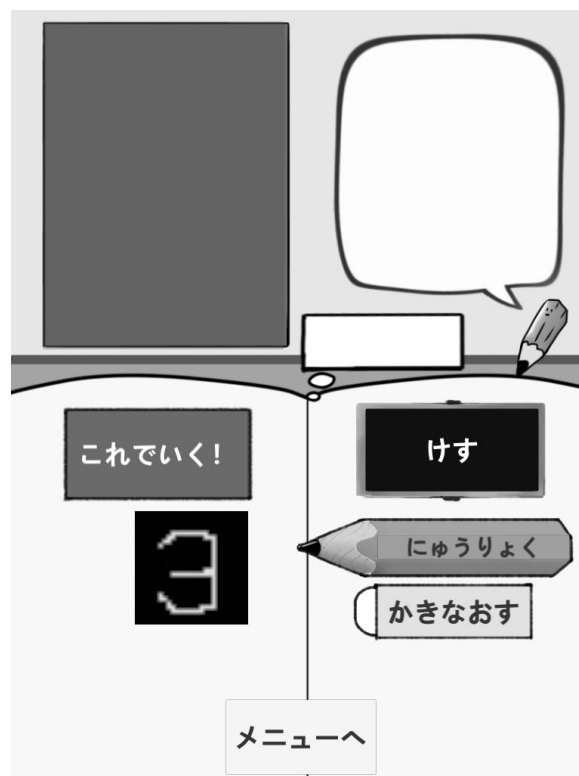


図 4.7 手書きでの入力

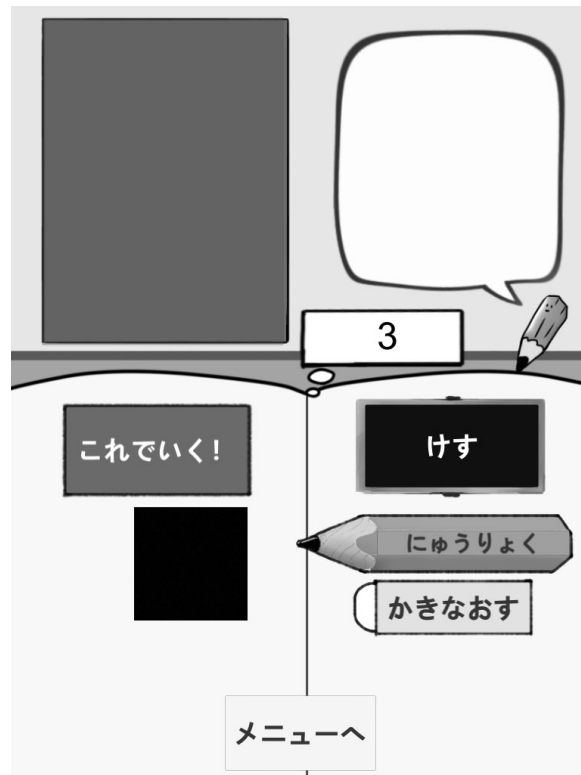


図 4.8 吹き出しへの入力

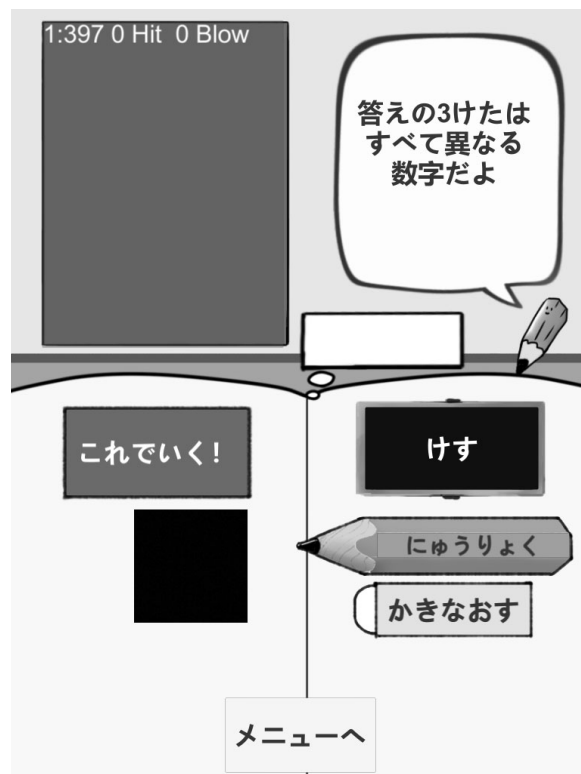


図 4.9 黒板への出力

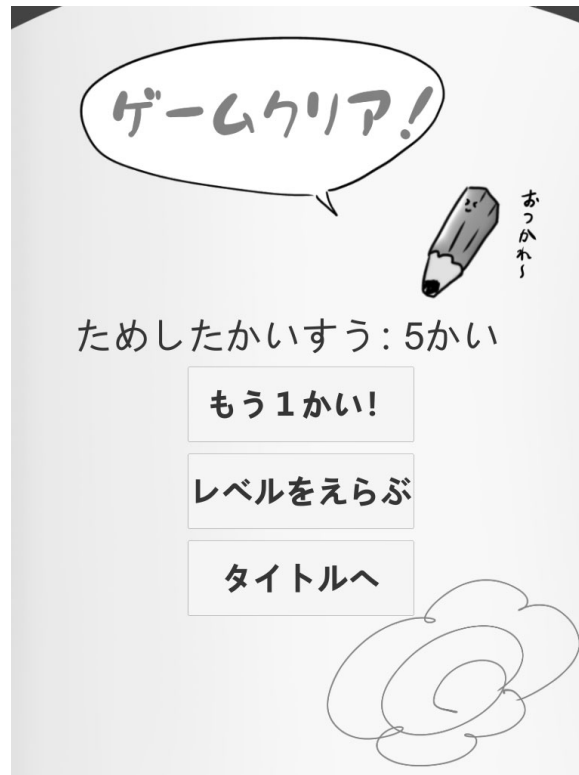


図 4.10 ゲームクリア画面

(※文責: 小野昂輝)

4.2 説明モード

説明モードでは、ゲームモードで用いている技術について、スライドを用いて説明した。「AI」「画像分類」「重み付けアルゴリズム」の3つの説明を用意した。各説明は児童向けに簡単な言葉を使い、漢字には全て振り仮名を振った。また児童が普段学校で授業を受けているような黒板の背景デザインを用いた。

「AI」についての説明では、まず AI とは Artificial Intelligence の略称であることを説明する(図 4.9)。次に、AI とは人間が頭を使って行う活動をコンピュータでもできるようにしたシステムであることを説明する(図 4.10)。最後に、AI がどのようにして人間の知的作業を模倣するのか(図 4.11)を説明する。

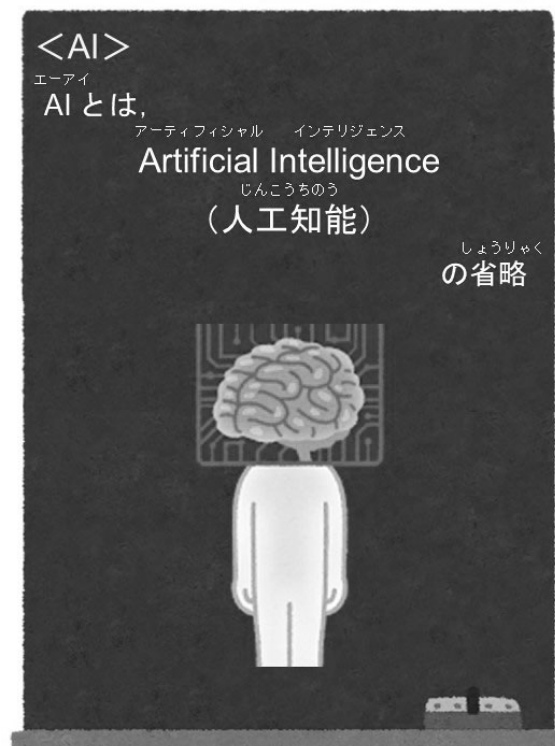


図 4.11 AI についての説明モード (1)

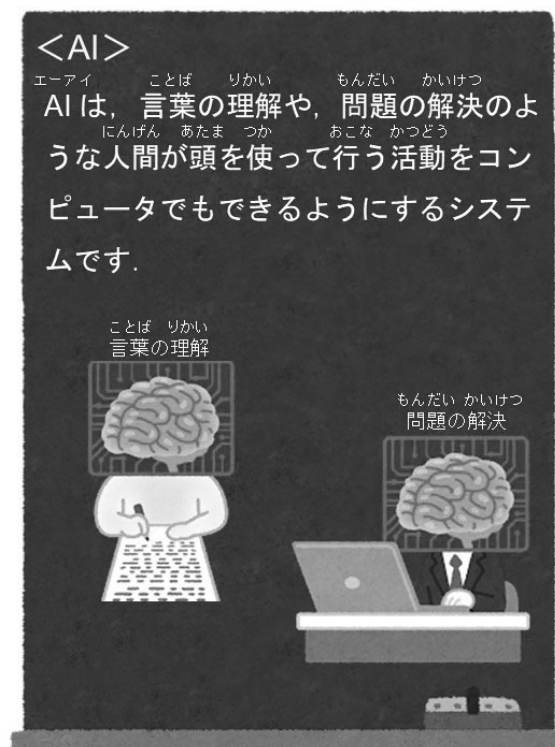


図 4.12 AI についての説明モード (2)

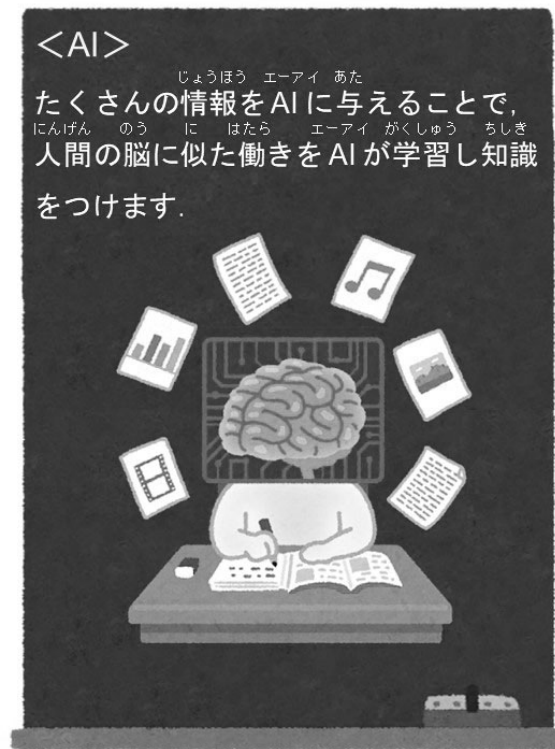


図 4.13 AI についての説明モード (3)

「画像分類」についての説明では、まず画像分類とは AI の一つであることと、どのような技術であるのかを説明する。また、開発した「ヒットアンドブローを用いた文字認識を学ぶゲーム」で画像分類が手書き入力の文字の認識をするために使われているということも教える (図 4.12)。次に、どのようにして画像を分類するための知識をつけるのかを説明する (図 4.13)。最後に、学習とテストを繰り返すことで画像分類の精度を高めているということを説明する (図 4.14)。



図 4.14 画像分類についての説明モード (1)

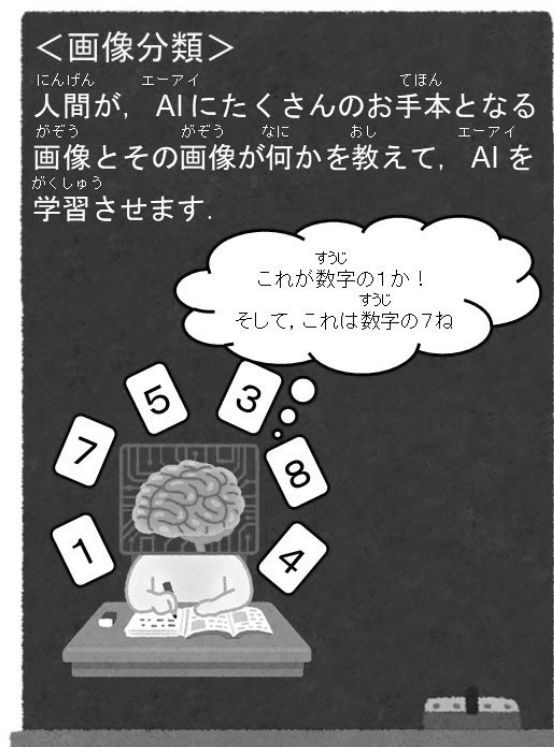


図 4.15 画像分類についての説明モード (2)

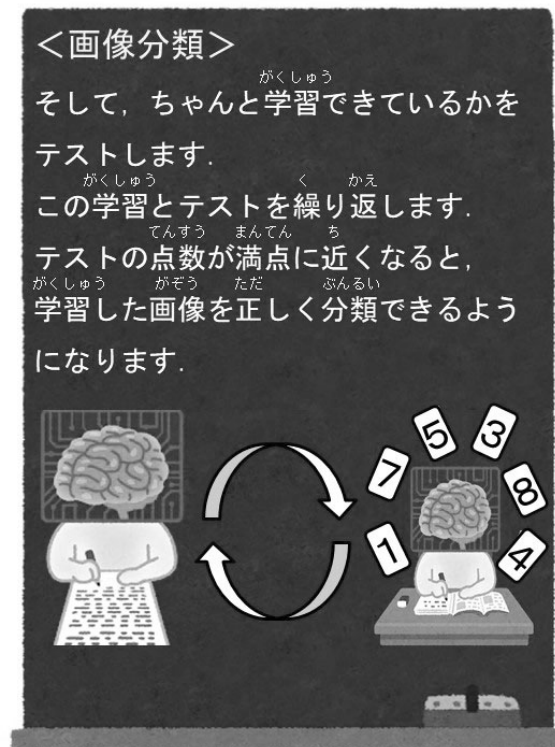


図 4.16 画像分類についての説明モード (3)

「重み付けアルゴリズム」についての説明では、重み付けアルゴリズムとヒットアンドブローの関係 (図 4.15) や、報酬という言葉を使って重みとはどのようなものなのか (図 4.16) を説明する。そして、重み付けアルゴリズムとはどのような問題解決の流れであるのかをイラストを用いながら説明する (図 4.17)。

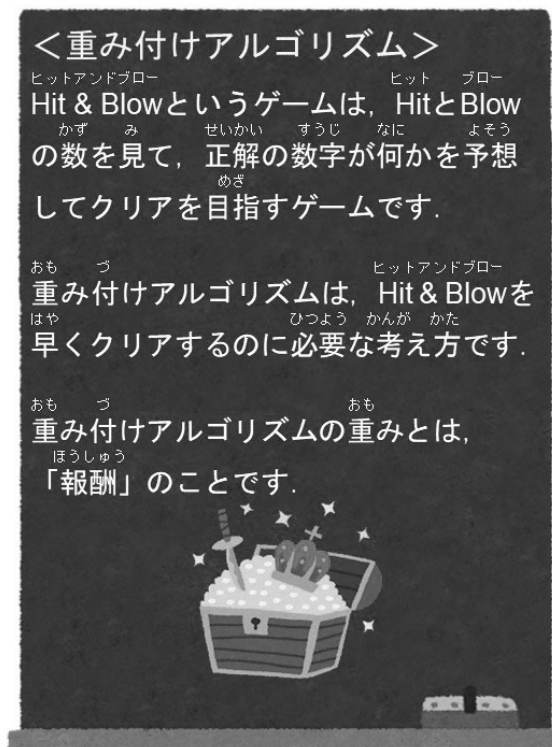


図 4.17 重み付けアルゴリズムについての説明モード (1)

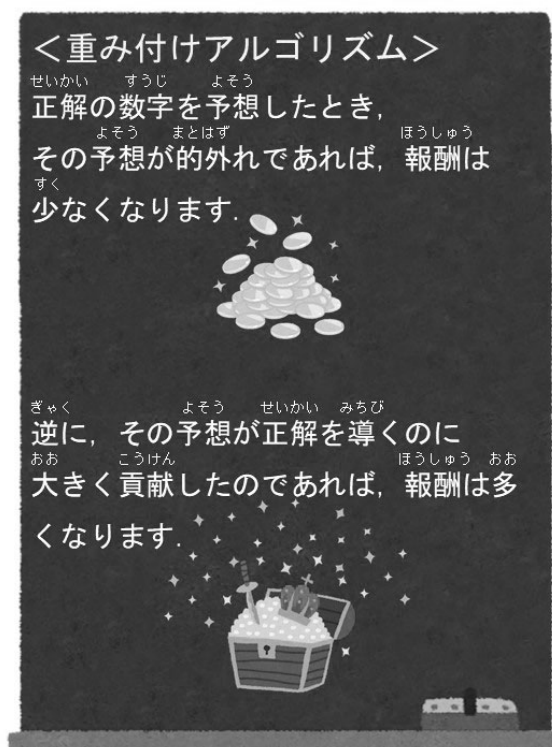


図 4.18 重み付けアルゴリズムについての説明モード (2)

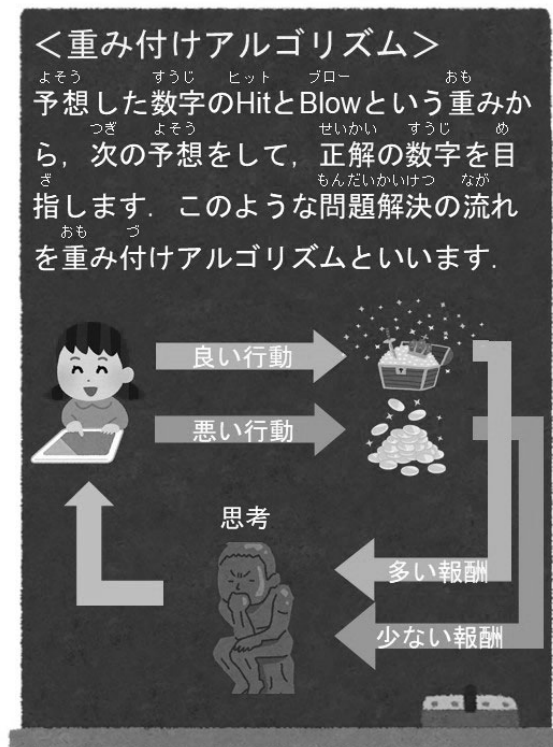


図 4.19 重み付けアルゴリズムについての説明モード (3)

さらに、「重み付けアルゴリズム」については、具体例を用いたより詳しい説明も追加している。具体例で使用した問題としては、最も難易度の低い2桁を選んでいる。まず、2桁のヒットアンドブローの場合、考えられるヒットとブローの組み合わせが5パターンあることを紹介する(図4.18)。次に、具体的に正解の数字とその予想を設定し、全5パターンにおいて、正解の数字に含まれる可能性のある数字の組み合わせが何通りあるのかを計算している(図4.19, 図4.20, 図4.21, 図4.22, 図4.23)。そして、各パターンがどれほど正解の数字を求めるのに貢献したのかを説明する(図4.24)。

(※文責: 佐藤遼平)

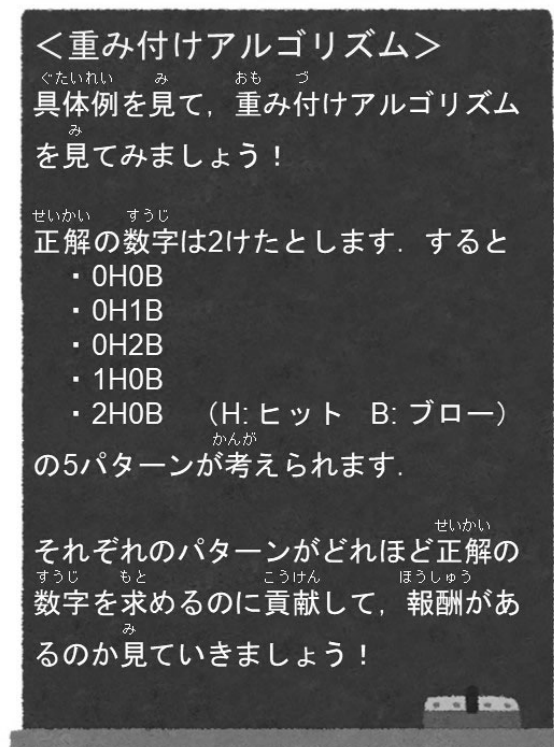


図 4.20 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (1)

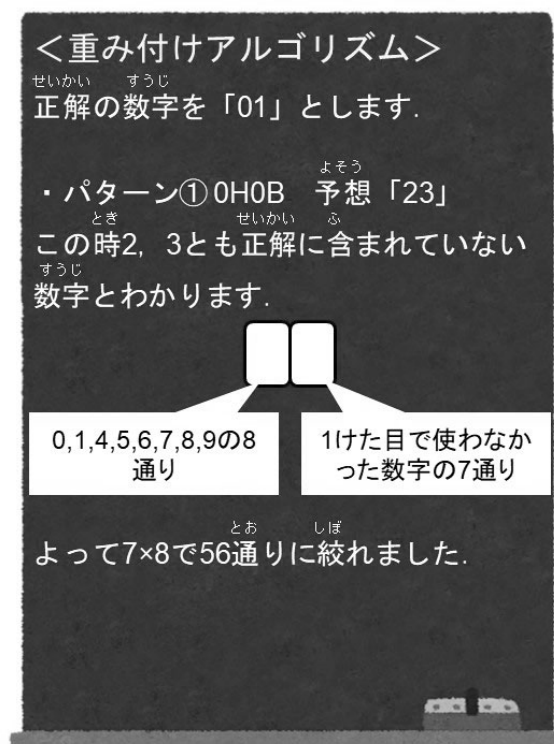


図 4.21 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (2)

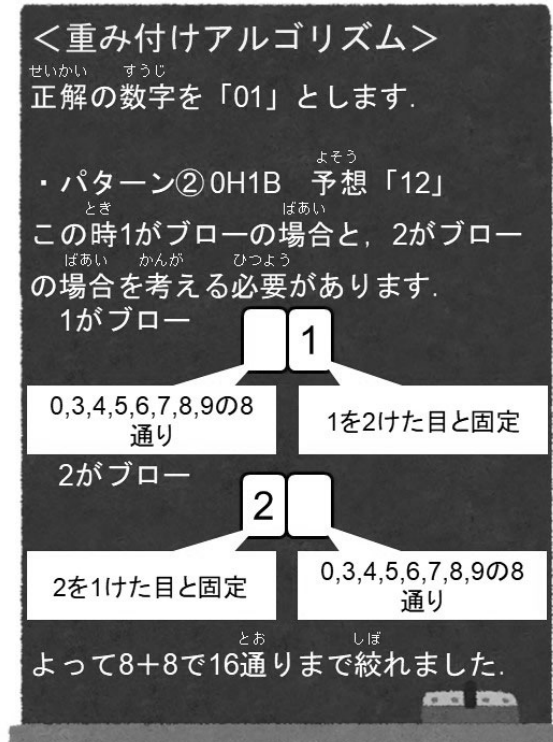


図 4.22 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (3)

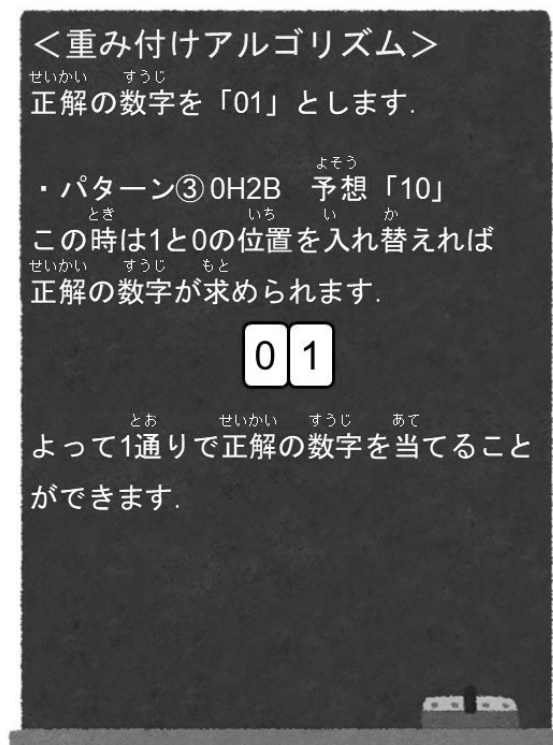


図 4.23 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (4)

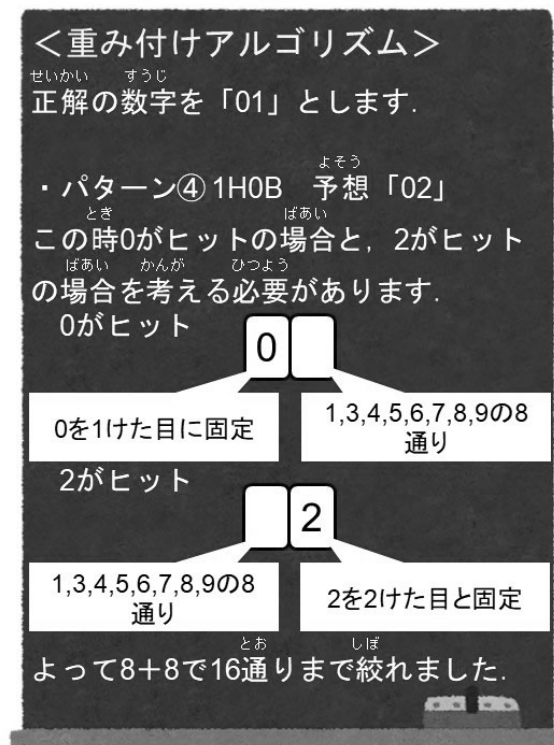


図 4.24 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (5)

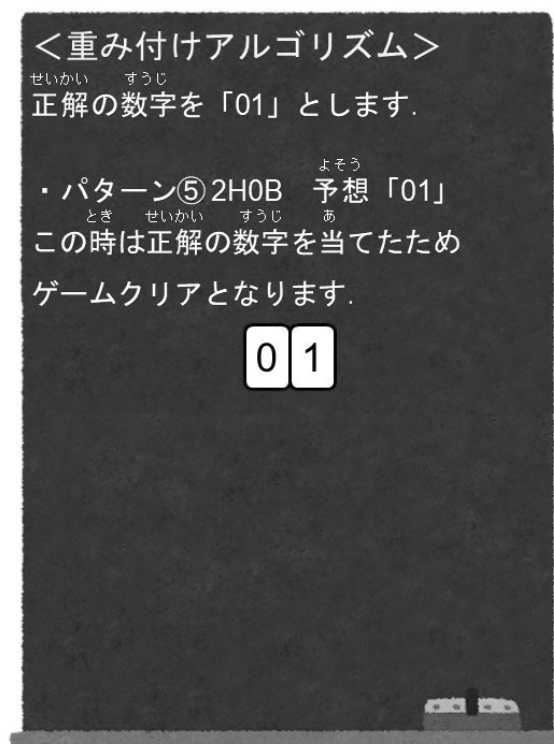


図 4.25 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (6)

<重み付けアルゴリズム>
ぐたいれい み かんが
 具体例を見ながら、5パターンを考えま
かく ほうしゅう いか とお
 した。各パターンの報酬は以下の通り
 です。

パターン	正解の可能性	報酬
0H0B	56通り	小
0H1B	16通り	中
0H2B	1通り	大
1H0B	16通り	中
2H0B	ゲームクリア！	

すうじ く あ とお
 このように数字の組み合わせの通りを
すく ほうしゅう おお
 より少なくできると報酬は大きくなり
 ます。

図 4.26 具体例ありの重み付けアルゴリズムについての説明モード (7)

第 5 章 評価実験

2020 年 12 月 3 日に函館工業高等専門学校 1 年生 6 人を対象に評価実験を実施した。函館工業高等専門学校ワークショップに、開発した「ヒットアンドブローを用いた文字認識を学ぶゲーム」を持ち込み、高専生に対して実験、評価を行った。5.1 ではワークショップの目的について、5.2 では準備について、5.3 では結果について、5.4 では考察について述べる。

(※文責: 佐藤遼平)

5.1 目的

函館工業高等専門学校で行ったワークショップの目的は、AI 学習チームで開発した「ヒットアンドブローを用いた文字認識を学ぶゲーム」が画像分類と重み付けアルゴリズム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ことである。

(※文責: 菅原遥)

5.2 準備

評価実験の準備として、事前アンケートと事後アンケートを用意した。実際にゲームをプレイしてもらう前に行う事前アンケートでは、画像分類と重み付けアルゴリズムの理解度を確認した。また、画像分類と重み付けアルゴリズムの説明とイメージをそれぞれ自由記述で回答してもらった。また、ゲームプレイ終了後には、事後アンケートの内容に加えて、ヒットアンドブローの各難易度 2 桁、3 桁、4 桁でのクリア回数、手書き入力のしやすさ、ゲームのルール説明である「遊び方」と「説明モード」の各説明の理解度を確認する質問をした。アンケートの質問内容、回答方法を以下の表にまとめた (表 5.1)。

(※文責: 佐藤遼平)

5.3 手順

実験の手順としては、初めに事前アンケートに答えるように指示した。次にゲームをプレイしてもらい、最後に事後アンケートに答えてもらった。ゲームプレイ時は、初めにルール説明の「遊び方」を読んでもらい、その後ヒットアンドブローをプレイし、最後に「説明モード」を読んでもらった。AI 学習チームの教材を体験したのは 6 人の高専生であったが、機材のトラブルによって、1 人はタブレットパソコンではなく、ノートパソコンで体験してもらうこととなってしまった。そのため、評価実験のためのデータとしては使用しなかった。

(※文責: 佐藤遼平)

表 5.1 アンケート内容

質問	質問内容	回答方法
1	画像分類は知っていますか	「はい」か「いいえ」
2	画像分類の説明, イメージを教えてください	自由記述
3	重み付けアルゴリズムは知っていますか	「はい」か「いいえ」
4	重み付けアルゴリズムの説明, イメージを教えてください	自由記述
5	画像分類について理解しましたか	「はい」か「いいえ」
6	画像分類の説明をしてください	自由記述
7	重み付けアルゴリズムについて理解できましたか	「はい」か「いいえ」
8	重み付けアルゴリズムの説明をしてください	自由記述
9	Hit & Blowは何回クリアできましたか	2桁, 3桁, 4桁でのクリア回数を記述
10	手書きの入力はしやすかったですか	「非常にそう思う」「そう思う」「そう思わない」「非常にそう思わない」の4段階から選択
11	「遊び方」はわかりやすかったですか	「非常にそう思う」「そう思う」「そう思わない」「非常にそう思わない」の4段階から選択
12	「説明モード」の各説明はわかりやすかったですか	「非常にそう思う」「そう思う」「そう思わない」「非常にそう思わない」の4段階から選択
13	今日の授業の感想・意見	自由記述

5.4 結果

画像分類と重み付けアルゴリズムに関する質問を, 事前アンケートでは「画像分類を知っていますか」「重み付けアルゴリズムを知っていますか」の2つを出題した. また, 事後アンケートでは, 「画像分類について理解しましたか」「重み付けアルゴリズムについて理解できましたか」の2つを出題した. 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. 各質問で「はい」の回答に1点, 「いいえ」の回答に0点を与え高専生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. 画像分類の理解への質問に対し事前アンケートでは「はい」と回答した高専生が0人, 「いいえ」と回答した高専生が5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」と回答した高専生が5人, 「いいえ」と回答した高専生が0人であり, 平均点は1点であった. 画像分類の理解への質問の事前アンケートと事後アンケートの結果に有意差があることは自明である. 重み付けアルゴリズムの理解への質問に対し事前アンケートでは, 「はい」と回答した高専生が0人, 「いいえ」と回答した高専生が5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」と回答した高専生が4人, 「いいえ」と回答した高専生が1人であり, 平均点は0.8

表 5.2 重み付けアルゴリズムへの理解についての t 検定

	変数 1	変数 2
平均	0	0.8
分散	0	0.2
観測数	5	5
仮説平均との差異	0	
自由度	4	
t	-4	
$P(T \leq t)$ 片側	0.008065	
t 境界線片側	2.131847	
$P(T \leq t)$ 両側	0.01613	
t 境界線両側	2.776445	

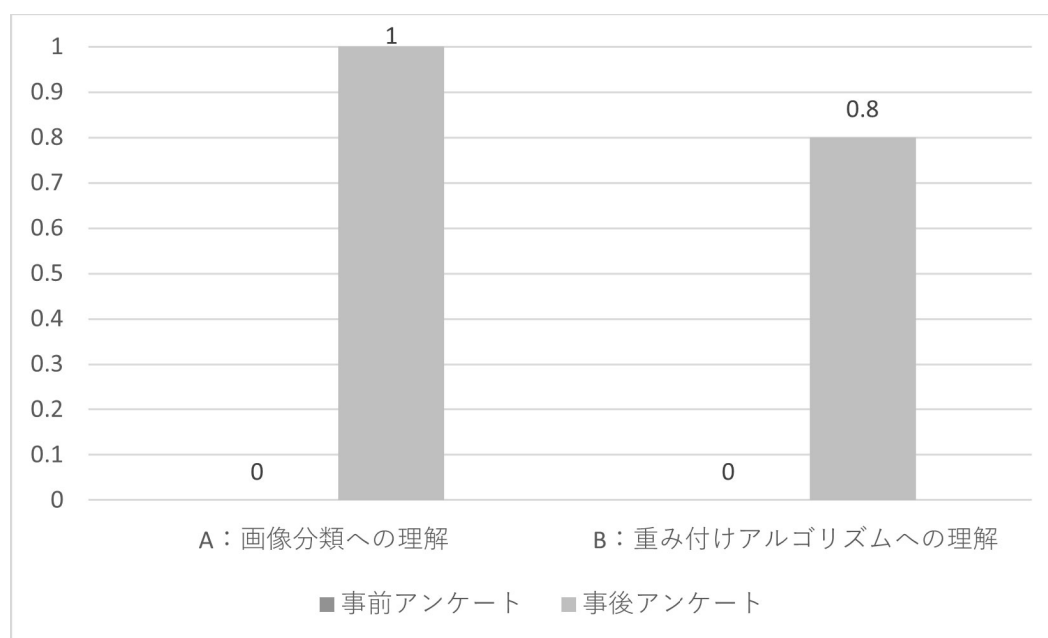


図 5.1 事前・事後アンケートの平均点

点であった。重み付けアルゴリズムの理解への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 (表 5.2)。図の変数 1 が事前アンケートの結果であり、変数 2 が事後アンケート結果である。 $p < .05$ であるから重み付けアルゴリズムに対する理解へ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、有意差があるといえる。これらの検定から、ゲームをプレイすることで、画像分類と重み付けアルゴリズムへの理解が得られることがわかる。また、事前アンケートでは「画像分類の説明、イメージを教えてください」「重み付けアルゴリズムの説明、イメージを教えてください」と、自由回答欄を設け、ゲームプレイ前時点での画像分類と重み付けアルゴリズムのイメージを書けるようにした。また事後アンケートでは「画像分類の説明をしてください」「重み付けアルゴリズムについて説明してください」と自由回答欄を設けた。事前アンケートの「画像分類の説明、イメージを教えてください」では、「とった写真をどのような背景が写っているかによって分類すること」「画像をタグごとに分けるみたいなイメージ」「画像を種類別に分類するもの」「AI を使って風景などを

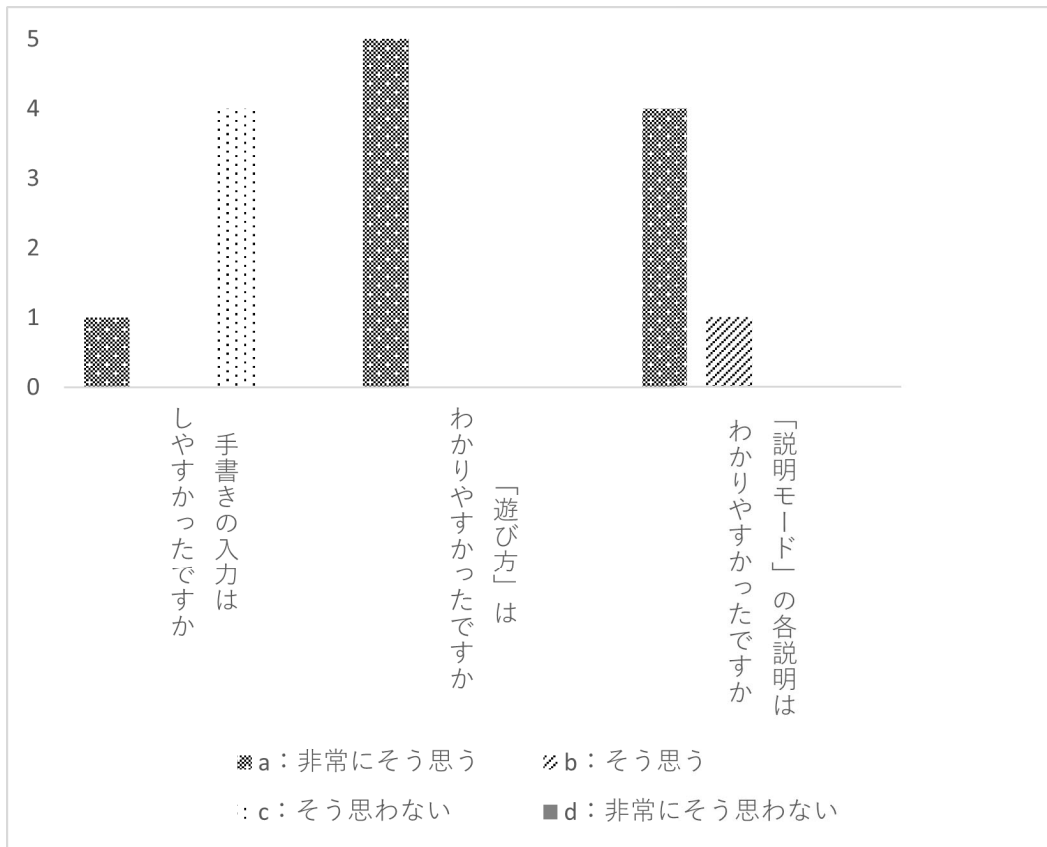


図 5.2 ゲームについてのアンケート結果

分類する」という回答が得られた。事後アンケートの「画像分類の説明をしてください」では「AIが学習する為に数パターンの画像を読み取らせ学習させること」「AIが親となるものをみてOKかNOかを判別するもの」「AIに画像を記憶させて、画像を分類させる技術」「画像が何か判別するAI」「AIに画像を見せてそれが何であるかを理解させること」という回答が得られた。事前アンケートの「重み付けアルゴリズムの説明、イメージを教えてください」では「何かを組み立てる際のアルゴリズム」「アルゴリズムを重ねがけするもの」「順番が決まったアルゴリズム」という回答が得られた。事後アンケートの「重み付けアルゴリズムの説明をしてください」では「報酬の大小によって考え方が変わってくること」「どれだけよいものを得られるかを考えるための思考」「次の予想にどれだけ貢献できているかで、次の数字を予想すること」「少ない試行回数でより多くの情報を読み取る考え方」という回答が得られた。画像分類の理解への質問を「質問 A」、重み付けアルゴリズムの理解への質問を「質問 B」として事前アンケートと事後アンケートの結果をグラフにまとめた(図 5.1)。事後アンケートでは、ゲームに対する以下の4つの質問を行った。「ヒットアンドブローは何回クリアできましたか」「手書きの入力はしやすかったですか」「遊び方」はわかりやすかったですか」「説明モード」の各説明はわかりやすかったですか」という質問を設けた。「ヒットアンドブローは何回クリアできましたか」という質問は各桁(24桁)に書くように指示した。他3つの質問は、それぞれ4つの選択肢「a. 非常にそう思う」「b. そう思う」「c. そう思わない」「d. 非常にそう思わない」(以下、回答 a, b, c, dとする)を設け、最も当てはまるものひとつを丸で囲むよう示唆した。「ヒットアンドブローは何回クリアできましたか」という質問では、5人中3人が2桁のみを1回クリアできているが、他の人はすべての桁をクリアできていなかった。「手書きの入力はしやすかったですか」という質問では、回答 a が1人、回答 b が0人、回答 c が4人、回答 d が0人だった。「遊び方」はわかりやすかったですか」という質問では、回答 a が

5人、回答bが0人、回答cが0人、回答dが0人だった。「説明モード」の各説明はわかりやすかったですか」という質問では、回答aが4人、回答bが1人、回答cが0人、回答dが0人だった。これらの回答の結果をグラフにまとめた(図5.2)。アンケートでは最後に「今日の授業の感想・意見」という自由記述欄を設定していたが、9.1.2 後期にて結果を述べる。

(※文責: 菅原遥)

5.5 考察

事前アンケートでは、「画像分類を知っていますか」には全員「いいえ」と回答した。また、「重み付けアルゴリズムを知っていますか」には、全員「いいえ」と回答した。画像分類も重み付けアルゴリズムも、馴染みのない言葉だとわかった。事後アンケートでは、「画像分類について理解できましたか」に全員「はい」と回答した。「重み付けアルゴリズムについて理解できましたか」には5人中4人が「はい」と回答したが1人のみ「いいえ」と回答した。質問1は自明により、また質問2はt検定により、ともに有意差があることが確認された。よって、AI学習チームで作成したゲームを遊ぶことによって、画像分類と重み付けアルゴリズムへの理解を十分に得られるとわかった。しかし、重み付けアルゴリズムに対してゲームプレイ後でも1人が理解できなかった事実があったため、これを今後の課題とする。また、「手書きの入力はしやすかったですか」という質問に対し、回答「c. そう思わない」を選んだ人がほとんどだった。原因は2つ考えられる。一つ目は、一桁ずつの記入しかできない点である。二つ目は、数字を書く時に、動きが速いとうまく描画できず、数字の判定が正確ではなくなる点である。この2つを修正し、機能性の向上を目指すべきである。最後に、根本的な課題として、実際に児童に触ってもらい、フィードバックを得られていないことが挙げられる。児童向けのゲーム作成がAI学習チームの目標であるので、今回の函館高等専門学校から得られたフィードバックをもとに修正し、児童にもゲームに触ってもらいたい。

(※文責: 菅原遥)

第 6 章 課外活動

6.1 函館工業高等専門学校ワークショップ

2020 年 12 月 3 日に函館工業高等専門学校 1 年生 40 人を対象にワークショップを実施した。初めに大学生が高専生全体に、プロジェクト学習の説明と自己紹介を行った。その後は高専生を 8 人、6 人、26 人の 3 つに分けた。8 人の高専生が AI チャレンジチーム、6 人の高専生が AI 学習チーム、26 人の高専生がウガンダチームの教材を体験した。AI 学習チームの教材の体験では、初めにスライドを見せながら、AI 学習チームの概要と目的を説明し、その後に評価実験の手順通り進めた。評価実験終了後は、高専生が AI チャレンジチーム、AI 学習チーム、ウガンダチームの好きなチームに移動し、自由に教材の体験をした。この時間に「ヒットアンドブローを用いて文字認識を学ぶゲーム」を体験した高専生のほとんどがヒットアンドブローをプレイして、説明モードを読んではいなかったことは少し残念ではあった。しかし、教材体験時間終了直前まで最高難易度である 4 桁のヒットアンドブローをクリアしようと一生懸命プレイしてくれる高専生がいたり、高専生同士で協力してクリアしようとしていたりする姿を見ることができて良かった (図 6.1)。

(※文責: 佐藤遼平)

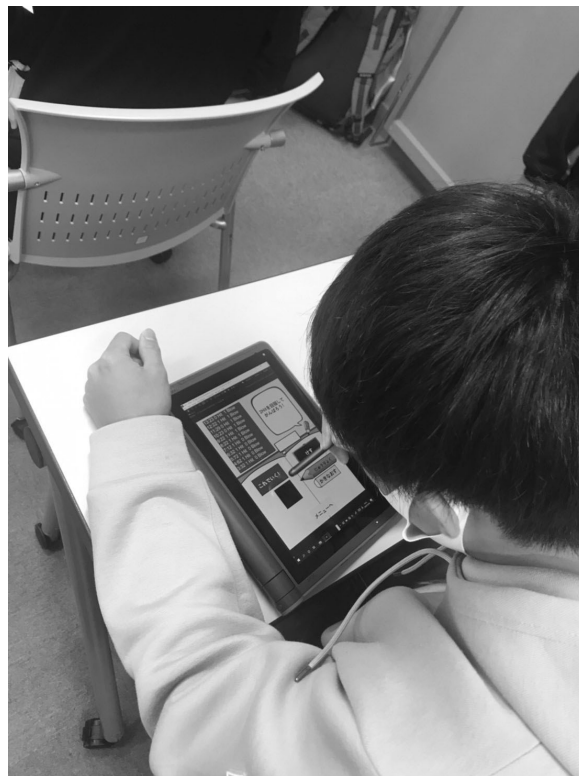


図 6.1 函館工業高等専門学校ワークショップでの様子

第 7 章 中間発表

中間発表は 2020 年 7 月 17 日、15 時から各プロジェクトの概要説明の閲覧、16 時 10 分から Zoom を用いた質疑応答がオンライン上で行われた。発表の流れとしては、大まかな概要の説明、AI チャレンジチーム・AI 学習チーム・ウガンダチームそれぞれの概要についての説明を行った。説明はなるべく省略し、質疑応答の時間を多くとった。総来場者数は 40 名であり、発表で用いたアンケートから、発表技術と発表内容についての 2 つの項目の意見を頂いた。以下は、プロジェクト全体と AI 学習チームに関する意見をピックアップしたものである。

(※文責: 菅原遥)

7.1 発表技術について

ポジティブな意見

- ・発表はわかりやすかったです。
- ・時間調整なども上手で段取りもしっかりしていてよかったです。
- ・ポスターが見やすかったです。
- ・序盤で簡単に説明していて改めて内容が頭に入ってきた。
- ・質疑応答がしっかりしていて、食いついてくる質問者を上手くさばっていた。
- ・ポスターがとても分かりやすかった。
- ・AI で複雑性を持たせるのって難しいと思うから頑張ってください。
- ・スムーズに進行していて良かった。
- ・質問への回答がていねいでした。
- ・図などを使ってわかりやすく説明されていた。
- ・動画による親切で丁寧な説明が分かりやすかったと思います。
- ・しっかりと聞き取れた。
- ・実際のデモ画像やイメージ図などがあり発表がわかりやすかった。
- ・聞き取りやすかった。
- ・質問に回答してくれた人がビデオオンにしてくれて、明るく回答してくれたのでありがたかったです。声もはっきり聞き取りやすく、的確な答えをいただけただけで勉強になりました。
- ・グループ内容説明がわかりやすかった。
- ・質問の対応が的確にできていた。
- ・画像やイメージが多くて非常に分かり易かったです。
- ・スライドの表現が統一されて伝わりやすかったです。
- ・とても聞きやすく興味を引く発表の仕方でした。
- ・非常に質問しやすい環境を作っていました。
- ・質問に丁寧に答えていたのでわかりやすかったです。
- ・質問に対する回答者がカメラ ON にして質問に答えるのはとても良い方法だと思った。

ネガティブな意見

- ・具体的なポイントまで絞っていない感じがした。
- ・ポスターの文字が多いため、重要なメッセージを掴むのが少々難しかった。
- ・ポスターの文字が見にくかったので Zoom の会議でも別でポスターを表示させなければならないことが手間であった。

(※文責: 菅原遥)

7.2 発表内容について

ポジティブな意見

- ・受け答えがしっかりしていて、わかりやすかったです。
- ・スライドが見やすくとても分かりやすかった。
- ・説明が端的でわかりやすく、質問がしやすかった。
- ・質問に対してしっかり回答が用意されていて、計画や今後についてしっかり考えられていると感じた。
- ・プレゼンがわかりやすかったです。
- ・目的が人間として必要な知識を中心に考えられていてよいと思った。
- ・すべての疑問点について満足できる返答をしていました。
- ・わかりやすいようにスライドづくりがされていた。
- ・現状にどのような課題が存在し、どのような解決策を考えているかが記述されており、非常にわかりやすかった。
- ・早い段階で質疑応答に移っていたのが好印象でした。回答も簡潔でわかりやすいものでした。
- ・とても気になるので、完成したらプレイしてみたいです。
- ・原因や目的が明確でどれも実用的で素晴らしい課題だった。
- ・作りたいもの（問題も含めて）が良く考えられており、最終的なビジョンも持っているように感じられた点を評価した。
- ・教育に特化したゲーム開発、特に学校では教わりにくい部分をピックアップしていて面白い。
- ・具体的な計画が練られていたため、非常に良いと思う。
- ・ある程度質問に対する回答が用意できていたのかなと思う。
- ・これから何をするか、なぜその問題に取り組もうとしているのかを詳しく説明されていて、とてもわかりやすかった。

ネガティブな意見

- ・AI との関連がやや判り辛かったです。
- ・質問者の質問の意味をあまり理解できていないような印象が見られた。
- ・文字認識技術については、もうある程度確立されてきていると思います。その上でアレンジする（従来にはない点の補填）に何をを用いるかがわかりませんでした。
- ・「今後のゲーム開発」のスライドがあればいいなと思いました。
- ・「ゲーム化によってでしか伝えられないこととは何か」、について明確に書いていただけると、開発物の根拠が明確になって良いかと思いました。

(※文責: 菅原遥)

7.3 中間発表の反省

発表技術については、質問への回答が良いという意見が多かった。特に、回答者がカメラをオンにしていた点に対してポジティブな意見が寄せられた。今回が初めてとなるオンラインでの発表だったが、カメラをオンにすることで良い印象を与えられた。また、ポスターについては、情報量が多いというネガティブな意見があった。要点を端的にまとめ、一番伝えたいことだけに絞るべきであった。スライドについては、「見やすい」、「わかりやすい」のような、ポジティブな意見のみが寄せられた。よってスライド開発については今後も、画像の使用や、デザインの統一を心掛けるべきだ。発表内容については、特に質問への回答の明快さへの意見が多かった。事前にある程度の回答を用意していたことが明快さに繋がったと考える。ゲーム化の理由や今後の予定について触れていないと指摘を受けた。また、文字認識技術について、どのように応用するのかわかりにくいとの意見があった。

(※文責: 菅原遥)

7.4 中間発表時点での課題と展望

中間発表時点で見つかった課題は、中間発表で戴いた評価や指摘された点を中心にゲームの内容を改めて考え、ゲーム開発をしていくことであった。中間発表までの段階では、勉強会やツールの調査、ゲーム内容の検討を行った。そのため後期の活動は主に、ゲームを実際に作成し、動作確認を行って問題点を見つけていく必要があると考えた。後期からの活動の展望としては、9月にはゲームのプロトタイプを作成し、10月には動作確認と内容の検討を繰り返し行っていく予定であった。11月には赤川小学校を訪問してワークショップを開催する予定であったため、児童が楽しく、尚且つ人工知能のしくみのひとつを理解しやすいゲームの開発を目指した。

(※文責: 菅原遥)

第 8 章 最終発表

最終発表は 2020 年 12 月 4 日、15 時から各プロジェクトの概要説明の閲覧、16 時から Zoom を用いた質疑応答がオンライン上で行われた。発表の流れとしては、大まかな概要の説明、AI チャレンジチーム・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、函館工業高等専門学校でのワークショップの様子について説明を行った。総来場者数は 38 名であり、発表で用いたアンケートの結果、発表技術と発表内容の 2 つの項目の意見を頂いた。以下は、プロジェクト全体と AI 学習チームに関する意見をピックアップしたものである。

(※文責: 宮下悠)

8.1 発表技術について

ポジティブな意見

- ・ゲームプレイ動画を発表スライドに載せていたのでわかりやすかった。
- ・児童向けで理解しやすいゲームを作り上げることをうまく伝えていた。
- ・プレゼンテーション全体がよいと思った。
- ・質問がない時間を作らないように発表が工夫されていた。
- ・質問に対して丁寧な返信が行われていた。
- ・ポスターが文章量が多いのにもかかわらず、とても見やすかった。
- ・スライドに各チームの開発したゲーム画面を映してくれていたのもとても見やすく、わかりやすかった。
- ・それぞれのチームに、制作したアプリの動画が含まれており、成果を具体的にみることができよかった。
- ・うまく回答をまとめられていてよかったと思う。
- ・質疑応答が聞き取りやすく、内容への理解を助けられていたように思う。
- ・初めにグループごとの概要を説明していたのでとても分かりやすかった。
- ・動画やポスターから各チームの内容がよくわかった。
- ・回答してくれる方がカメラをオンにして話してくれるのがよかった。表情がわかり、雰囲気がよく伝わった。
- ・それぞれのグループがどのような活動を行っていたかがわかりやすくよかった。
- ・質問に的確に回答してもらった。

ネガティブな意見

- ・動画の音声が少し聞き取りづらいところがあった。
- ・もう少しポスターを大きく見せてほしかった。
- ・確認のための発表をプレゼンテーションで発表していなかったため、言葉だけではわかりづらかった。
- ・発表者によっては早口で聞き取りづらいことがあった。

- ・ 応答の間に時間がありすぎてどのような応答なのか伝わりづらかった。
- ・ 動画で説明が早口になってしまい聞き取りづらい部分がある部分が目立った。
- ・ スライドで、協調したい部分があるなら色変更やフォントサイズ変更を行ったほうが良かった。
- ・ 環境音やボリュームで聞き取りづらくなっているため、発言者はなるべく少なくしたほうがよいと思った。
- ・ プロジェクト内で3チームあるので、動画とポスターだけでなくサイトがあればわかりやすかったと思う。
- ・ 動画がとてもよかったので、バックグラウンドで流してもよかったと思う。
- ・ 一部表現があいまいに感じられたため、もう少し詳しく書いてもらいたいと思った。
- ・ 図などを使って説明を行うともっとわかりやすかったと思う。

(※文責: 宮下悠)

8.2 発表内容について

ポジティブな意見

- ・ プロジェクトで作られたものをうまく伝えていた。
- ・ 活動内容がわかりやすかった。
- ・ どの内容も実際に使えるようなレベルだった。これからの発展に期待できる。
- ・ 将来に向けて小学生に機械学習について知ってもらおうという発想がよかった。
- ・ 将来性があったと思った。
- ・ 3チームとも今後の課題も見据えられていてよいと思った。
- ・ 成果物のゲームがとても分かりやすく誰でも楽しめるゲーム内容になっていてとてもよいと思った。
- ・ デモ動画がありよいと思った。
- ・ 小学生はプログラミングを学ぶ教材は多く開発されているが、AIの仕組みを理解するための教材はほとんどない中で、今回のものはその第一歩として今後期待できる。
- ・ 様々な活用方法を指向することで、AIの可能性を探っていくような意義があり、学習としてとてもよいものであると感じた。
- ・ 各グループのゲームの作りこみがすごく、でも動画もありとても分かりやすく作られているなど思った。
- ・ 質問に丁寧に対応してくれた。疑問点をわかりやすく説明してくれた。
- ・ コロナ禍で想定していた利用者に体験してもらうことができなかつたのが残念だと思うが、身近な学校で実験を行っておりフィードバックをもらえており良かったと思う。
- ・ ゲーム画面が出ていてどのようなものを作ったのかよく分かった。
- ・ 目標を達成するための活動が十分に行われていると思う。
- ・ プロジェクトの目標に沿った成果になっていてよいと思った。
- ・ 目標の設定がきちんとしてあり、計画性もありとてもよかった。今後の計画まで考えられていることが特に良かったと思う。

ネガティブな意見

- ・概要だけなので良くもなく悪くもなくだった。
- ・開発物が対象としているユーザーに高専生を含んでいないものがいくつかあるように感じた。
- ・チームの目的とゲームの内容がかみ合っていないように感じた。

(※文責: 宮下悠)

8.3 最終発表の反省

発表技術について、中間発表と同じように、質疑応答時の回答者がカメラをオンにしていた点にポジティブな意見として多く見られた。そして、ポスターやスライドの面で、「ゲームプレイ動画が含まれており、どのようなものを開発したのかわかりやすい」、「活動内容がよくわかる」などのポジティブな意見が多く寄せられていた。しかし、「動画内での説明音声の聞き取りづらい」というネガティブな意見が複数見受けられた。全員で発表したものを録音するのではなく、少数で録音する、もしくは同じ環境での録音を行ったほうがよかった。また、完成した動画を繰り返し視聴し改善する機会を設けるべきであった。そして、全チームのゲームプレイ動画を発表しておらず、どのようなものを作成したのかが不明確であったため、それが曖昧さにつながったと考える。発表内容に組み込むことで曖昧さを回避するべきだった。発表内容について、プロジェクトの目標を達成するための活動が行われているというような活動内容に対する意見や、質問の対応が丁寧で疑問をわかりやすく解決してくれたなど質疑応答に対して多くのポジティブな意見が寄せられた。しかし、ネガティブな意見は、「開発物が高専生を対象としていない」や、「チームの目的と内容がかみ合っていない」など、内容を理解できていないような内容がほとんどであったため、目標や活動内容を明快かつ伝えたいことを強調して伝えるべきであった。また、質疑応答前に、各チームで目標・内容・成果を伝えるべきであったと考える。

(※文責: 宮下悠)

第9章 考察

本章では、9.1 では本プロジェクトの一年間を通しての活動を、9.2 では今後の課題について述べる。

(※文責: 小野昂輝)

9.1 活動のまとめ

9.1.1 では前期、9.1.2 では後期の活動についてまとめて述べる。

(※文責: 小野昂輝)

9.1.1 前期

プロジェクト学習の開始段階では、小学校でのプログラミング学習が必修化したことに伴い、児童にプログラミングを教えるゲームを開発する方針であったが、小学校の授業でどこまでプログラミングについて学習しているのか、どの程度までプログラミングができるようになることを目標としているのかがわからなかったため、AIに関する技術を教えるゲームを開発する方針へ変更した。チームメンバーが各々 AI や機械学習に関する技術を調べて持ち寄り、それぞれの技術を用いることでどのようなゲームを開発できるかの検討を行った。持ち寄った技術は、「決定木」、「アソシエーション分析」、「協調フィルタリング」、「強化学習」、「画像分類」、「物体検出」であった。これらの技術を用いて実現できるゲームの案として挙げたのは、「アイテム探し」、「ビジュアルプログラミング」、「キャラクターの生成」、「手書きの自動認識」であった。

また、同時並行で AI 勉強会を行い、AI に関する知識の習得やツールの可能性の調査を行った。調査を行ったものは、SNNC、ML-Agents、GAN (Generative Adversarial Network) の3つであった。GAN とは、画像を生成するニューラルネットワーク Generator (生成器、以下 G と表記) と、画像が G から生成された偽画像かそれとも訓練データで用意した画像なのかを分類するニューラルネットワーク Discriminator (識別器、以下 D と表記) の2種類のニューラルネットワークのことであり、G は D を騙そうと、より訓練データに近い画像を生成できるように学習し、D は G に騙されないようにより真贋を見分けられるように学習し、互いに学習を進めることで最終的に G が訓練データで用意した現実に存在するような画像を生成できるようになるという技術である。

「アイテム探し」では案が2つあり、1つ目の案は、あらかじめたくさんのお物が映っている画像を開発しておき、物体検出で目的のアイテムを見つけ出すといったものであり、2つ目の案は、画像を自動生成し、それらを多数並べて、1つだけ存在している物体を探すといったものであった。「ビジュアルプログラミング」では、データのインプット、分類等、プログラムのブロックを用意し、ブロックを正しい順番に並べるといったものであった。「キャラクターの生成」では、GAN を用いて顔をパーツごとに選択していき、全て選択し終わった後に生成されたキャラクターを表示する。また、途中経過はわからないようになっているといったものであった。「手書きの自動認識」

では、数値や記号で答える問題を開発し、手書き文字を画像分類することで正誤判定を行うといったものであった。以上を踏まえ、「アイテム探し」では、見づらい画像の生成難易度が高く、技術を使いたがためのゲームになってしまっている点、「ビジュアルプログラミング」では、児童に機械学習技術を教えることがゲームというより学習要素が高くなってしまいう点、「キャラクターの生成」では、キャラクターを作るだけのゲームでは面白みにかけてしまい、他の要素を入れると自動生成する必要がなくなってしまう点から、「手書きの自動認識」に焦点を当てて開発を進めることになった。

ゲームの内容としては、単純計算問題、虫食い計算問題、魔法陣穴埋め問題などを手書きで解答し、自動採点するというメインモード、AIに関する問題を解いて敵を倒していくサブモードの2つのモードがあるというものであった。しかし、チームメンバーと議論を進めていく中で、メインモードでは、AIに関する技術より学習要素が多くなってしまいうため、計算問題とは別の方向性を考えるという点、サブモードでは、メインモードで使用している技術をプレイヤーに理解してもらうことが目的であるため、使用するAIに関する技術を問題形式で出題するより、アニメーションを用いて説明する仕様に変更するという点の2つの問題点が浮き彫りになった。そこで、チームメンバーで再びゲーム内容を議論し直し、ゲーム内容を数字を取り扱うようなゲームに変更して開発することになった。また、メインモードをゲームモード、サブモードを説明モードと名称を変更した。数字を取り扱うゲームとして、ヒットアンドブローというゲームが案として挙げられ、このゲームをクリアするための手順が、AIに関する技術の1つである「重み付けアルゴリズム」の手順に沿っているという点から、このゲームを作成する方針に決定した。

7月にはプロジェクトの中間発表があり、今年度は新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため、オンラインでの開催となった。そのため、口頭での発表という形式ではなく、スライドを用いた発表動画をあらかじめ作成し事前に関覧してもらい、質疑応答のみを行うという形式で行われた。中間発表で得られた意見として、発表技術やスライドについてはポジティブな意見が多く寄せられたが、ポスターの内容については、情報量が多くわかりにくいというネガティブな意見が寄せられた。また、ゲーム化の理由や今後の予定について、文字認識技術をどのように応用するのかについての説明が不明瞭であるという指摘が寄せられた。

(※文責: 小野昂輝)

9.1.2 後期

後期の活動として、9月中までに手書き入力の実装を除いた、画面上のボタンを操作することによって操作するゲームのプロトタイプを作成する予定であった。しかし、ログの出力と保存をうまく実装することができなかつたため、10月中旬までプロトタイプの完成が遅れてしまった。ログの実装方法としては、Unityのprefab機能を用いることで、ログの出力と保存を実装することができた。

次に、手書き入力を実装するため、SNNCで開発した学習モデルをPythonを用いてUnity上で実装できるように開発を始め、Unity上で手書き入力による描写をUnityのLine Renderer機能を用いることで実装した。しかし、Unity上でこのPythonのプログラムを呼び出すことが、学習モデルに使用しているライブラリの都合上、使用することができなかつた。そのため、オープンソースのONNXを用いて手書き数字の推論を実装した。

また、11月に赤川小学校ワークショップを控えていたが、新型コロナウイルス感染症の影響を

受け、赤川小学校ワークショップを延期することになったが、12月に函館工業高等専門学校ワークショップを行うことが決定し、函館工業高等専門学校を訪問して1年生を対象にワークショップを開催した。ワークショップで得たアンケート結果を集計した結果、AIや画像分類、重み付けアルゴリズムについて楽しく理解することができたというようなポジティブな意見があった中、もっとゲームをプレイする時間がほしいというようなネガティブな意見もあった。

最後に、12月に行われた最終発表では、中間発表の時と同様にオンラインでの開催となった。最終発表で得られた意見として、中間発表の際に寄せられたポスターの内容についてのネガティブな意見が少なく、ポジティブな意見が多く寄せられたため、中間発表の反省を活かせたといえる。

(※文責: 小野昂輝)

9.2 今後の課題

私たちが開発した「ヒットアンドブローを用いて文字認識を学ぶゲーム」には、「ゲームモード」と「説明モード」の2つを用意した。今期の活動を終えるにあたり、2つのモードにはそれぞれまだ改善点が残されている。「ゲームモード」では7つ、「説明モード」では1つの改善点がある。以下がその改善点である。

<ゲームモードの改善点>

- ・ヒットアンドブローをプレイする画面自体の説明を用意すること。
- ・手書き入力精度を向上させること。
- ・推論の精度を向上させること。
- ・同じ数字を入力できないようにすること。
- ・予想した数字のヒットとブローの結果を元にヒントを表示できるようにすること。
- ・ゲームモードをプレイ中に、説明モードとの関りを示すような工夫をすること。
- ・効果音を付けること。

<説明モードの改善点>

- ・読みやすい工夫をすること。

「ゲームモード」の改善点の1つ目は、ヒットアンドブローをプレイする画面自体の説明を用意することである。画面の説明が無かったため、「どこに手書き入力をするのか」、「どのボタンを押すと推論が行われるのか」、「どのボタンを押すと手書き入力した文字が削除されるのか」、「どのボタンを押すと推論結果の数字を削除できるのか」、といったボタンの使い方がわかりにくいままゲームをプレイすることになってしまった。函館工業高等専門学校ワークショップでも、実際にゲームモードをプレイするときに困っている高専生が見受けられた。2つ目は、手書き入力精度を向上させることである。手書き入力の欄に数字を書き込むとき、タッチペンを素早く動かしてしまうと正しく数字を書き込めなかった。その結果、推論結果が入力したかった数字とは異なる場合が多くあった。3つ目は、推論の精度を向上させることである。現状、画像分類にはオープンソースのONNXを用いているが、より推論の精度を上げてストレスなくゲームをプレイできるようにしたい。精度の高いPythonによる学習モデルを開発したがUnityでは使用できなかったことが非常に残念であった。4つ目は、同じ数字を入力できないようにすることである。手書き入力した数字の推論結果が、それまでに入力した数字と同じ数字であると重複した数字を予想することにな

る。しかしながら、ヒットアンドブローのルールとして正解の数字には重複がないため、あらかじめ入力時に重複した数字が推論されないようにしたい。5つ目は、予想した数字のヒットとブローの結果を元にヒントを表示できるようにすることである。現状は、ヒットとブローの結果にかかわらず、単に「3 ヒットを目指してがんばろう！」(3 桁のヒットアンドブロー時)のような簡単なヒントしか表示できていない。6つ目は、ゲームモードをプレイ中に、説明モードとの関わりを示すような工夫をすることである。函館工業高等専門学校ワークショップで、自由時間にゲームをプレイした高専生の多くはゲームモードをプレイするばかりであった。ゲームモードに熱中してくれたことは嬉しいことだが、私たちとしてはAI教育に貢献したいと考えているので、説明モードにも興味を持ってもらえるような改善をしたい。7つ目は、効果音を付けることである。ゲームとしてずっと無音であるのは物足りないため、何かしらの効果音を付けようと思っている。

「説明モード」では、改善点が1つある。それは、読みやすい工夫をすることである。ゲームモードの改善点としても挙げたが、説明モードにももっと興味をもってゲームをプレイしてもらいたい。そのため、アニメーションなどを使ってより読みやすく説明したいと考えている。

また、今後の課題として、各モードの改善点だけではなく、開発した「ヒットアンドブローを用いて文字認識を学ぶゲーム」をビルドすることもある。ビルド時にエラーがあり、取り除くことができなかった。そのため、函館工業高等専門学校ワークショップでは、5台のタブレットパソコンそれぞれにUnityをインストールして、ゲームを実行するという形で「ヒットアンドブローを用いて文字認識を学ぶゲーム」を体験してもらうこととなってしまった。ゲームの開発が函館工業高等専門学校ワークショップの直前までかかってしまったため、改善点も多く残り、ビルドすることもできなかった。来年度以降のゲーム・デ・エデュケーションでは、ゲームの開発を計画した通りに進められるように頑張ってもらいたい。そして、今年度のAI学習チームのメンバーには、このプロジェクト活動で経験したこと、学んだことをこれからの活動にぜひ生かして欲しい。

(※文責: 佐藤遼平)

参考文献

- [1] 文部科学省. AI 戦略 2019. 閲覧日: 2020 年 7 月 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056_01/shiryo/attach/_icsFiles/afielddfile/2019/08/30/1420734_002.pdf
- [2] 文部科学省. 学習者用デジタル教科書の制度化. 閲覧日: 2020 年 7 月 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/seido/1407731.htm
- [3] 学校における教育の情報化の実態等に関する調査. e-stat 政府統計の総合窓口. 2018-02-20. 閲覧日: 2020 年 8 月 1 日 <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00400306&tstat=000001045486&cycle=0&tclass1=000001110975&tclass2=000001112578>
- [4] 小川雄太郎 (2019) . PyTorch による発展ディープラーニング マイナビ 閲覧日: 2020 年 6 月
- [5] Neural Network Console クラウド版 スターターガイド -画像分類編-. ソニーネットワークコミュニケーションズ株式会社. 2018-05-09. 閲覧日: 2020 年 7 月 20 日 https://support.dl.sony.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/01/17052647/starter_guide_Image_classification.pdf

付録 A アンケート

函館高専ワークショップ AI学習チーム 事前アンケート

学籍番号 _____

1. 画像分類を知っていますか
はい いいえ

2. 画像分類の説明、イメージを教えてください

3. 重み付けアルゴリズムを知っていますか
はい いいえ

4. 重み付けアルゴリズムの説明、イメージを教えてください

図 A.1 函館工業高等専門学校ワークショップ事前アンケート

函館高専ワークショップ AI学習チーム 事後アンケート

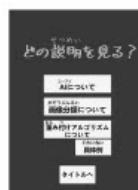
学籍番号 _____

1. 画像分類について理解しましたか
はい いいえ
2. 画像分類の説明をしてください
3. 重み付けアルゴリズムについて理解できましたか
はい いいえ
4. 重み付けアルゴリズムの説明をしてください

5. Hit&Blowを何回クリアできましたか
2桁: 回 3桁: 回 4桁: 回
6. 手書き入力はしやすかったですか
 - a. 非常にそう思う
 - b. そう思う
 - c. そう思わない
 - d. 非常にそう思わない
7. 「遊び方」はわかりやすかったですか
 - a. 非常にそう思う
 - b. そう思う
 - c. そう思わない
 - d. 非常にそう思わない



8. 「説明モード」の各説明はわかりやすかったですか
 - a. 非常にそう思う
 - b. そう思う
 - c. そう思わない
 - d. 非常にそう思わない



9. 今日の授業の感想・意見

図 A.2 函館工業高等専門学校ワークショップ事後アンケート