

VR プログラミングの学習システム

岡田大平*1・鎌田洋*1・坂知樹*1
Email: c6201777@st.kanazawa-it.ac.jp

*1: 金沢工業大学

◎Key Words VR, プログラミング, 学習

1. はじめに

2016年にVR元年を迎えて以来、世間のVRに対する注目度は大きく高まった。離れた場所にいる人との臨場感のあるコミュニケーションを楽しむことが出来るVR技術への需要がより高まっている。しかし、VR技術への需要が高まる反面、その作り手であるIT人材の不足が問題視されている。みずほ情報総研株式会社がまとめた経済産業省委託事業の報告書¹⁾によると、IT人材の供給が追いつかず、みずほ情報総研株式会社の報告書¹⁾内にある予想図、図1では2030年には最大で78.7万人もの需給ギャップが生まれると推測している。ここ数年で注目され始めたVR業界では、既に大きな需給ギャップが生じており、IT人材が不足している状況においては、今後も需給ギャップが更に拡大していくと考えられる。これからのVR業界を支えるためにも、VR技術に理解のあるIT人材を育成できる学習システムの普及が望まれている。

2021年に発表したVRプログラミングの学習システム²⁾は、システム内にある学習スライドを使って3DCGのプログラムの制作とそのプログラムをヘッドマウントディスプレイまたはスマートフォンを使ったVRに対応させていくことを学べ、選択問題を解くことで復習ができた。2022年に発表したVRプログラミングの学習システム³⁾は、2021年に発表したシステムに、学習に利用できるサンプルプログラムを1つ追加し、選択問題に加えて記述問題を追加した。記述問題には画像を使った正誤判定機能があり学習者の回答に合わせて適切な助言ができる。本論文では2022年に発表したシステムの記述問題の正誤判定機能である画像を用いた正誤判定機能を変更し座標を使った正誤判定機能にすることで2次元コンテンツだけでなく3次元コンテンツにも対応できるようにした。

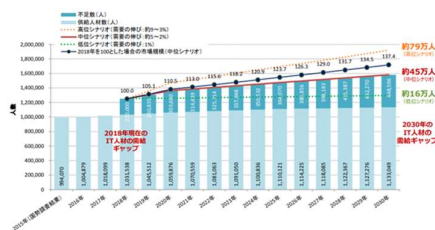


図1 IT人材不足の予想図

2. 従来のシステムと問題点

従来のVR制作のためのプログラミングを学習する手段としてプログラミングスクールに通うこと、書籍を購入すること、ビジュアルプログラミング言語のScratchにあるVRコンテンツの制作チュートリアルを使って学習することなどがある。プログラミングスクールに通う方法では、高い技術力を身につけることが可能であるが、受講料が非常に高く定員も限られていることが多いため、人材の需給ギャップを埋めることは難しい。書籍による自学では、人員に限りはなく学習費用も安く抑えることが可能だが、VRプログラミングを学べる書籍は非常に少なく現在のバージョンに対応していないことも多々ある。加えて、書籍の多くは練習問題として選択問題のみを採用していたり、記述問題があっても何もないところからプログラミングさせるものであったりするため、簡単すぎたり難しすぎたりしてどちらもプログラミングが身に付きにくい。Scratchを使う方法では、そもそもScratchが2次元上での表現をするのが得意なプログラミング言語であるため、3次元上での表現には知識が必要になりVRを学ぶために遠回りをしないといけない。

問題を解いて正誤を判断する場合に、学習者自身で確認することが多く回答が間違っているか、どの部分が間違っているかが分かりにくくその解決策としてA Description-Type Programming Learning System Which Advises about Main Wrong Answers⁴⁾では図2のような画像を使った正誤判定システムを提案している。しかし、2次元コンテンツの場合のみ有効で3次元コンテンツやVRではほかの方法が求められる。

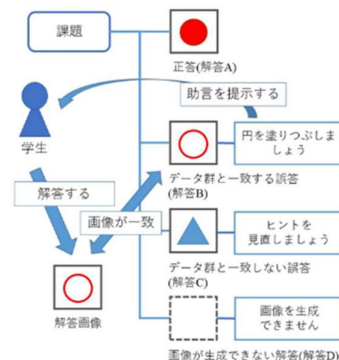


図2 従来の正誤判定方法

3. 本システムにおける解決方法

プログラミングスクールは定員の少なさと受講料が高い問題があるが、本システムは教師との対話しながらの授業には代わらないがインタラクティブな学習ができデジタル教材なので安価で多量に配布ができるので問題を緩和できる。書籍による学習は書籍の種類の数と情報が古くなることで現行のソフトに対応出来なくなることと練習問題の内容に問題があるが、本システムはデジタル教材として構築した事で、最新版へのアップデート対応を取ることが可能以上にサンプルプログラムを追加し学習のリポートを増やすことで問題を解決できる。また、練習問題に選択問題と記述問題の両方を採用し、記述問題では特に問題に解答した後、正誤判定とアドバイスを行うことでプログラミングが身につくようにしている。

問題を解いて自身で正誤確認する場合に発生する、何を間違えているのか、どう間違えているのかが分からないという問題は、図3のような1つの問題につき問題文と解答用のプログラムファイルが1組になった記述問題を作り、解答用のプログラムに、回答すると正誤判定され間違っているならばアドバイスをするという正誤判定機能を付けることで問題を解決する。解答用のプログラムファイルには模範の動作を示すガイドがあり、これによって、白紙からプログラミングする場合でもゴールがどんなものか想像したり、ガイドと同じ動きをするように試行錯誤しながらプログラミングしたりできるのでプログラミングが容易になる。また、記述問題の正誤判定はオブジェクトの座標を利用することで記述の細かな差異や別解があっても正解かどうか判定できる。

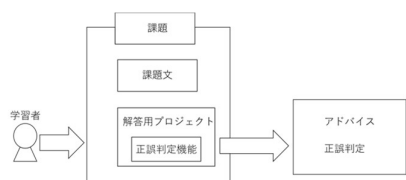


図3 記述問題の構造図

4. 本システムについて

4.1. 本システムの構成

本システムは VR プログラミングを学ぶためのデジタル教材である。本システムの構造図を図4に示す。本システムは、学習部分と問題部分があり、学習部分は学習スライドボタンを押すと各学習スライドへと遷移する事ができ、教科書を読み進めるような感覚で3DCGのプログラムの制作方法とVRに対応させる方法を学べる。次に、問題部分は選択問題と記述問題に分かれており、これらをとおして学習内容の定着を図る。問題集ボタンを押すと選択問題の一覧が表示される。選択問題は1つの問題につき問題文と4つの選択肢で構成されており問題に回答すると正誤と解説が表示される。各問題のボタン下部には、その問題の正誤及び未回答が表示され、間違えた問題や未回答の問題が一目で分かるようになっており、分からなかった問題を振り返ることができる。記述式問題は問題文に従ってスクリプトの空欄を埋める形で答える。プログラムの画面には実際に学習者がプログラムするオ

ブジェクトとガイドとなる模範のオブジェクトがあり学習者は模範と同じ動作をするようにプログラミングしていく。記述式問題は実際にプログラミングしながら動かすことができる。記述問題にはオブジェクトの座標を使った正誤判定機能があり記述の差異や別解であっても正解かどうか判定できる。

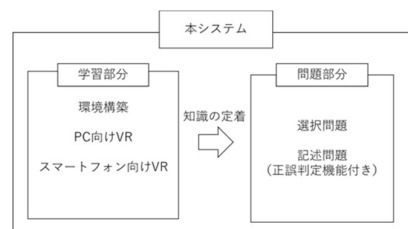


図4 本システムの構成図

4.2. 本システムにおける学習内容

学習部分では、料理風サンプルプログラムとシューティングゲームの2つのサンプルプログラムを通してVRの制作に必要な環境構築の方法、土台となる3DCGのプログラム制作の作成方法、3DCGのプログラム制作とそのプログラムをVRに対応させている流れを学習できる。また、スマートフォンを使ったVRの制作方法を学ぶこともでき、この場合でも同じサンプルプログラムを使って学習ができる。

記述問題は1問ごとに課題文とUnityのプロジェクトがあり、学習者は課題文を読んでプロジェクトを編集する形で問題を解く。Unityのプロジェクト内にあるオブジェクトにはそれぞれスクリプトがアタッチされている。また、これらのオブジェクトには種類があり、学習者がプログラミングするオブジェクトと学習者が参考にするためのガイドとしての模範的な動作をするオブジェクトがある。問題を解く手順は、Unityのプロジェクトを開き課題文を読む。課題文に沿って指定されたオブジェクトのスクリプトを、同じシーン内にある模範の動作をするオブジェクトと同じ動きをするようにプログラミングする。シーンを再生してガイドと同じ動きをしているか、正解かどうか判定を確認して不正解であればもう一度プログラミングしなおす。正解であればプロジェクトを閉じて終了するとなっている。

4.3. 利用できるサンプルプログラム

本システムで利用できるサンプルプログラムは2つあり、1つ目は料理風サンプルプログラムである。ユーザが1人称視点で包丁を使い野菜を切るゲームとなっており、図5はVRに対応する前の実行画面である。できるだけ構成要素を減らすことで始めてVRコンテンツを作る人でも簡単に制作できるようになっている。

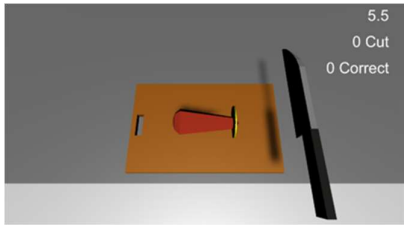


図5 料理風サンプルプログラムの実行画面

2つ目はシューティングゲームである。図6はVRに対応する前のシューティングゲームの実際の実行画面である。利用者はVRシューティングゲームを制作する前段階として、通常の3Dゲームの制作を目指す流れとなる。今回のシューティングゲームの制作にあたって必要な銃と的のモデリングについては事前に配布するものとし、銃弾のような簡単な形状のモデルに関しては、Unity内で作成してもらう方式とした。

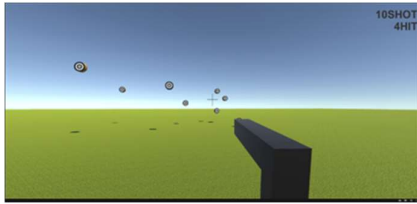


図6 シューティングゲームの実行画面

4.4. スマートフォンを使ったVR化

VRを利用するときHMDを使ったものとスマートフォンを使ったものでは没入感に大きな差があるため、より没入感があるHMDの方が良いが、スマートフォンを使ったVRとHMD向けのVRとでは機材をそろえるのにかかる金額が違い、一般的に売られているHMDは安い物でも3万円以上する商品が多く、初心者が初めて購入するには少しハードルが高くなっている。一方、スマートフォンは広く普及しておりスマートフォン用のVRゴーグルも100円ショップで売られている物や段ボール製でできたゴーグルなどを用意すれば簡単にVRコンテンツを楽しむことができる。

スマートフォン向けVRは、初心者でもコンテンツが作成できるよう外部機器を使用しない方法でプログラムを制作した。Unityのプログラムをスマートフォンで楽しむためには画面をタッチなどで操作しなくてはならないが、スマートフォンをVRゴーグルに入れてしまうと画面が触れず操作ができなくなるので、画面の操作を必要としないスマートフォンのジャイロセンサーを使用した方法で操作できるVRコンテンツの開発を行った。サンプルプログラムを、スマートフォンを使ったVRにしたものが図7と図8となっている。また、スマートフォンを使ったVRの仕組みは図9のような構造となっている。

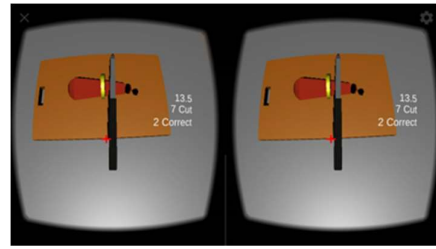


図7 スマートフォン版の料理風サンプルプログラム

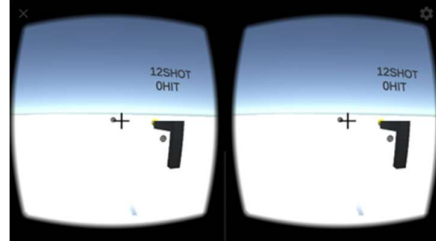


図8 スマートフォン版のシューティングゲーム

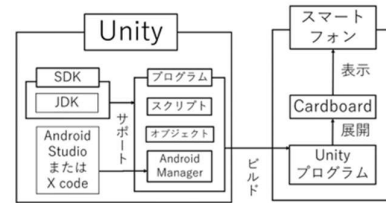


図9 スマートフォン版VRの構成図

学習スライドでは、Unity内の環境構築、スマートフォン向けVRコンテンツに適したカメラやオブジェクトの配置、スマートフォン向けVRコンテンツの скрипт解説などしている。スマートフォン向けVRコンテンツはHMD向けのVRコンテンツとかなり仕様異なるため、VR化前のシューティングゲームと料理風サンプルプログラムの学習システムを使用して学習していく。

4.5. 正誤判定機能について

従来の正誤判定方法は、図10のように問題に対して目標の画像と代表的な間違いの画像を用意し実際に学習者がプログラミングして実行した画像と比較することで正誤を判定する。目標の画像と合致した場合は正解と判定され、そうでなかった場合は代表的な間違いの画像と合致するか調べ、合致するものがあれば対応したアドバイスを学習者へ提示するものである。しかし、これでは3次元コンテンツに適応することができないので、画像ではなく座標を使って正誤判定をすることにした。

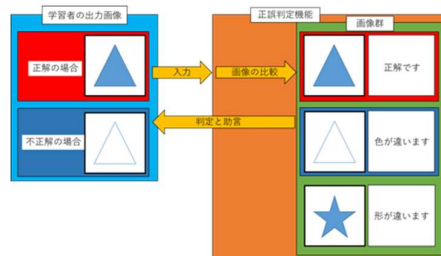


図10 画像を使った正誤判定機能の構造

座標を使った正誤判定機能は図 11 のようになっている。これは、スクリプトによってオブジェクトの座標が変化することでシーン内のオブジェクトが移動し、その移動が模範の動作をするオブジェクトと同じかどうか比較し正誤を判定している。図 12 は実際の実行画面となっており実体のオブジェクト、この図では包丁が、学習者がプログラミングするオブジェクトで、実体がないオブジェクトが模範の動きをするオブジェクトとなっておりこの 2 つが重なっている状態であれば正解と判定され、シーン左下のインジケータが赤色から緑色へと変わる。

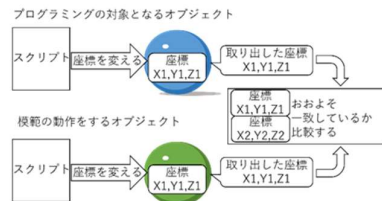


図 11 座標を使った正誤判定機能の構造図

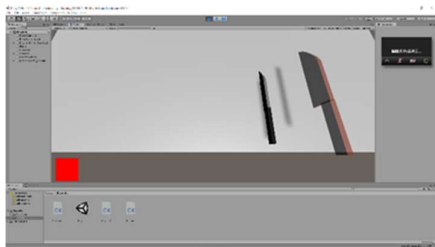


図 12 実行画面の例

5. 評価実験とその結果

本システムは、大学生 17 人に正誤判定システムを除いて学習・クイズ・成績照会までのサイクルの実演を見てもらい、その後アンケートに回答してもらうことで評価実験を行った。評価項目は問 1「VR プログラミングの知識は身につくと思うか(有用性)」、問 2「VR プログラミングを学習したいと思うか(需要)」、問 3「学習する内容は分かりやすいか(学習性)」、問 4「新規性はあると思うか(新規性)」、問 5「使いやすいか(機能性)」の 5 項目に設定した。評価方法は 1 から 5 までの 5 段階評価とし、5 が最も良い結果とした。これらの条件で行ったアンケートの結果を図 13 に示す。

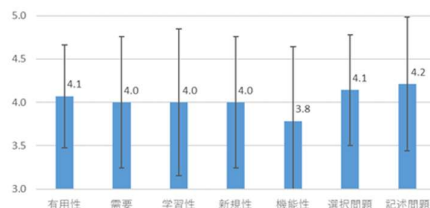


図 13 実験結果

6. 考察

評価実験の結果全ての項目で評価点の中央値である 3 点を超過しており、本システムの方向性が妥当であることが確認できる。新規性に関しては評価点の平均が 4.2 点と最も高い評価を得ており、これまでに VR コンテンツの

開発に焦点を当てた学習システムがあまり存在しなかったためこの評価に繋がったのではないかと考えている。また、有用性・需要についても評価点の平均が評価点全体の平均である 3.9 点を超過しているのでこのシステムは VR コンテンツの開発に有用性が有り、ある程度の需要が見込めるのではないかと考えている。しかし、学習性や機能性については評価点の平均が評価点全体の平均よりも低くなっていたので改良の余地があると感じた。特に学習性は評価点の平均が 3.6 点と最も低くなっていたので学習内容の見直しやシステムの使いやすさを改善する必要がある。ボタンの配置や説明スライドの説明文の分かりづらさ、ボタンや説明スライドの位置やサイズの不統一などが評価点のマイナスに繋がったのだとアンケート結果から分かった。

肝心の学習内容や本システムの使いやすさの評価が悪かったことから学習内容とシステムの使いやすさを向上させる必要があると感じた。

7. おわりに

本研究は VR 業界に従事する IT 人材の不足を解消することを目的として、本システムの開発を行った。評価実験の結果から本システムには新規性があり、ある程度の需要と有用性があるということが確認できた。今後はシステムの使いやすさやの改善が課題となる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K02869 の助成を受けたものです。

参考文献

- みずほ情報総研株式会社：“平成 30 年度我が国におけるデータ駆動型社会にかかる基盤整備(IT 人材等育成支援の為の調査分析事業)—IT 人材需給に関する調査—”，(2019)，(https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkokusy o.pdf)，(2023 年 6 月 20 日取得)。
- 十河穂，清水直繁，岡田大平，鎌田洋：“VR プログラミングの学習システム”，2021 PC Conference 論文集，pp.286-289 (2021)。
- 岡田大平，十河穂，清水直繁，鎌田洋：“VR プログラミングの学習システム”，2022 PC Conference 論文集，pp.42-45 (2022)。
- Shun Sasaki, Hiroshi Kamada：“A Description-Type Programming Learning System Which Advises about Main Wrong Answers”，ICIC Express Letters, Part B: Applications, pp.807-813 (2021)。