

PICAPICA-VR 教材におけるデジタルツイン方式の検討 Consideration of the DigitalTwin Method in PICAPICA-VR

加地 泉美^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 永井 孝^{*2,3}, 舘 伸幸^{*2}

Izumi KAJI^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Takashi NAGAI^{*2,3}, Nobuyuki TACHI^{*2}

^{*1} 信州大学大学院総合理工学研究科

^{*1} Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{*2} 信州大学工学部

^{*2} Faculty of Engineering, Shinshu University

^{*3} ものづくり大学技能工芸学部

^{*3} Faculty of Technologists, Institute of Technologists

Email: 23w2026b@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、OECD が示す3つのスキルの活用を意識したプログラミング学習教材の開発である。我々は、3つのスキルの内の1つである実践的・身体的スキルの活用において、デジタルツインの利用を考えた。その具体化のために、現実空間から仮想空間へ接続する手段として、造形作品の撮影データと造形作品周辺の環境データのリアルタイムな連携機能を考案した。

キーワード：デジタルツイン、STEAM 教育、プログラミング学習、VR

1. はじめに

教育の情報化の推進⁽¹⁾に伴い、小中高を通したプログラミング教育等の必修化・高度化に合わせた学習教材の充実が求められている。これに対して我々は、PICAPICA プロジェクト⁽²⁾として「PICAPICA キット」を開発し、これを用いたプログラミング学習教材を開発・実践してきた⁽³⁾⁽⁴⁾。

OECD は、2030 年に望まれる社会を実現するため生徒に求めるスキルとして、①認知・メタ認知スキル②社会的・情緒的スキル③実践的・身体的スキルの3つを挙げている⁽⁵⁾。同時に、3つのスキルは互いに関連しており、総合的な育成カリキュラムが少ないことを述べている。

以上から、OECD が示す3スキルを関連させてプログラミングを学習する教材を開発できないかと考えた。そこで、PICAPICA キットを拡張したプログラミング学習教材「PICAPICA-VR」(以降、提案教材)を開発している。これまで、前述の①と②の育成を狙い、PICAPICA キットを用い協働してプログラミングに取り組む機能を開発した⁽⁶⁾。しかし、③の育成を狙った機能の具体化に至っていない。

2. デジタルツイン技術

2.1 デジタルツインの利用

前述の③を育成する要素として、デジタルツイン技術を教育利用することを考えた。デジタルツインは、「現実世界と対になるふたご(ツイン)をデジタル空間上に構築し、モニタリングやシミュレーションを可能にする仕組み」⁽⁷⁾である。デジタルツイン技術は Society5.0⁽⁸⁾をはじめとした仮想と現実が高度に融合する社会の中核技術として注目されている⁽⁹⁾。我々はこのデジタルツインをモデルに、仮想と現実の間をリアルタイムにデータが往来する教材の方式を考えた。本方式において芸術表現に取り組むことで、実践的・身体的スキルの獲得を狙う。

2.2 デジタルツインの教材への利用事例

本章では、デジタルツインの教材への利用事例について述べる。例えば、小学校高学年を対象とした地形と気象の学習を目的とした学習教材がある⁽¹⁰⁾。これは遠方地域の気象状況をリアルタイムに反映し、複数地域の天気を比較しながら地形と気象の関係を観察できる。また、幼児等を対象として自然環境に触れることを目的に、遠隔の巣箱をデジタルツインで再現する学習教材がある⁽¹¹⁾。屋外環境に設置した巣箱の温度・湿度・明るさや訪れた鳥の写真・鳴き声を記録し、学校などに設置した遠方の巣箱にリアルタイムで再現する。また、博物館を仮想空間に再現し、遠方から作品を鑑賞するシステムがある⁽¹²⁾。これは仮想空間内で博物館を訪れることに加えて、VR と AR を組み合わせ、仮想空間の鑑賞者と現実空間の博物館内にいる鑑賞者間で意思疎通しながら作品を鑑賞できる。

3. 提案教材「PICAPICA-VR」

3.1 提案教材の構成

提案教材は、PICAPICA キット、VR アプリ、保存用データベース、PC アプリで構成する(図1)。

PICAPICA キットは、アート制作を通してプログラミングを学習するための STEAM 教育用教材である。本キットは、教育用マイコンと、LED ストリング(LED を等間隔に配置した変形可能なワイヤ) 3本を含む。学習者は LED ストリング 3本を曲げて造

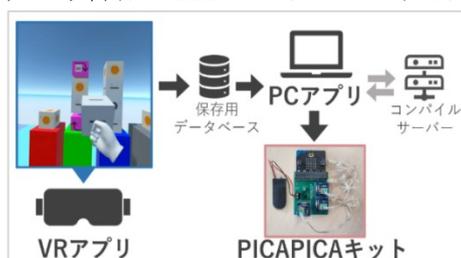


図1 PICAPICA-VR の全体構成

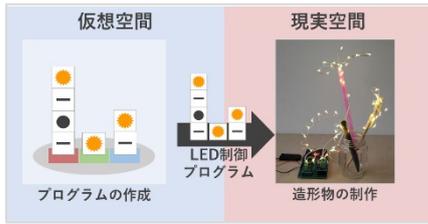


図2 現状のPICAPICA-VR教材

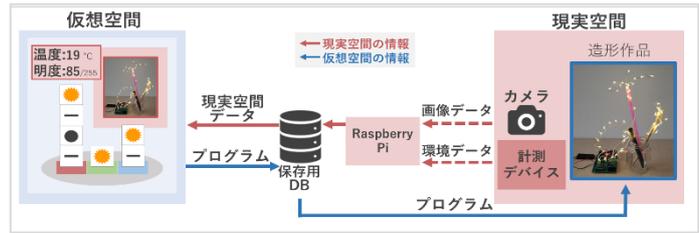


図3 PICAPICA-VR教材におけるデジタルツイン

形し、マイコンにLED制御プログラムを書き込む。これによって、造形作品上でLEDストリングを点灯制御し、アート制作に取り組む。

VRアプリでは、PICAPICAキットのLEDを制御するプログラムを作成する。点灯/消灯/待機/繰り返し/条件分岐の命令を持つコードブロックを積むことでプログラミングし、データベースに保存する。

PCアプリは仮想空間と現実空間を接続する役割を持つ。PCアプリでデータベース上のLED制御プログラムを選択すると、PICAPICAキットのマイコンに書込可能なファイルに変換する。このファイルをマイコンに書き込み、PICAPICAキットのLEDストリングの点灯を制御する。

3.2 デジタルツイン方式の現状

現状、仮想空間内でLED制御プログラムを完成させ、現実空間の造形作品上で動作させることで、仮想空間から現実空間へ情報を連携している(図2)。しかし、逆方向の現実空間側から仮想空間側へ情報を連携する機能は未実装であり、検討が必要である。

4. 現実空間から仮想空間への情報連携

現実空間から仮想空間へのリアルタイムな連携手法として2件を提案する(図3)。

1つ目は、カメラで現実空間の造形物を連続撮影し、そのデータを仮想空間内に表示する手法である。撮影した画像データを、ネットワークに接続された機器(図3ではRaspberryPi)に送信し、提案教材の保存用データベースに格納する。仮想空間内では、データベースから画像データを取り出し、特定の時間間隔で表示する。この機能では、仮想空間内で造形物の変化を確認しながらプログラムを作成できる。

2つ目は、現実空間における造形物周辺のリアルタイムな環境データ(気温、明るさ等)をセンシングし、その数値を仮想空間内で利用する手法である。PICAPICAキットが置かれた現実空間内の環境データを、1つ目と同様にネットワークに接続された機器に送信し、データベースを介して仮想空間内で環境データを利用する。この機能によって、現実空間の環境データをLED制御プログラムの条件分岐に利用した作品が制作できる。

5. おわりに

本稿ではデジタルツインの先行開発事例から、提案教材における現実空間から仮想空間に向けたリア

ルタイムな情報連携機能について2つの手法の検討結果を報告した。今後は両手法の詳細な設計と実装に取り組み、中学生を対象にした授業利用実践を目指す。

謝辞 本研究は科研費23K24957の支援を受けた。

参考文献

- (1) 文部科学省: “教育の情報化の推進”, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/index.htm(参照2024.5.26)
- (2) T., Nagai, S., Klem, M., Kayama, et al.: “PICAPICA: Exploring a Customisable Smart STEAM Educational Approach via a Smooth Combination of Programming, Engineering and Art”, IEEE Global Engineering Education Conference 2023, <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125184>
- (3) I., Mukoda, T., Nagai, M., Kayama: “An Interactive STEAM Educational Approach via a Combination of Programming, Information & Communication Network and Arts: PICAPICA-Z”, Proc. of the IEEE Global Engineering Education Conference 2023, <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125144>
- (4) 向田, 香山, 永井, 他: “協働でのプログラミング学習を行うVR教材の開発”, 研究報告コンピュータと教育, 2022-CE-167, 12号, pp.1-6 (2022)
- (5) OECD: “Skills for 2030”, https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/skills/Skills_for_2030_concept_note.pdf(参照2024.5.24)
- (6) 加地, 香山, 永井, 他: “教育におけるデジタルツインを意識したSTEAM教材「PICAPICA-VR」の提案”, 日本教育工学会研究報告集, 2024巻, 第1号, pp.185-192 (2024)
- (7) 総務省: “インターネットの活用: デジタルツインって何?”, https://www.soumu.go.jp/hakusho-kids/use/economy/economy_11.html (参照2024.6.4)
- (8) 内閣府: “Society 5.0”, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/ (参照2024.5.24)
- (9) 野村, 青田, 松田, 他, 吉田(発行): “デジタルツイン活用事例集”, 株式会社エヌ・ティー・エス, 東京 (2024)
- (10) 仁尾, 角: “地形と気候を体験学習するインタラクティブなデジタルツイン”, 情報処理学会研究報告, 2024巻, HCI-207号, No.23, pp.1-8 (2024)
- (11) A., Komninos, G., Tsigks: “Prototyping a Digital Twin System for Environmental Education”, Proceedings of the 26th Pan-Hellenic Conference on Informatics, <https://doi.org/10.1145/3611659.3615708>
- (12) E., Schott, E., B., Makled, T., J., Zoepig et al.: “UniteXR: Joint Exploration of a Real-World Museum and its Digital Twin”, Proceedings of the 29th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, <https://doi.org/10.1145/3611659.3615708>