

3D パズル要素を組み込んだ 2.5 次元 VR プログラミングインタフェースの開発

熊澤俊¹ 海老原広汰² 松岡丈平³ 服部聖彦⁴
東京工科大学^{1,3,4} FIXER²

1. 背景

昨今プログラミング教育の必要性が高まっており、小・中学校に続いて 2022 年には高等学校でも必修化されている。初級者にプログラム教育を行う上では、直感的で扱いやすいビジュアルプログラミングなどのシステムが使用されることが多い。そこで本研究では既存の 2 次元 UI と 3 次元 UI を組み合わせた 2.5 次元のインタフェースを用いて、初級者教育への導入容易性を検討する。

2. 既存技術とその課題

2.1. Scratch

Scratch は初級者向けのビジュアルプログラミングインタフェースとして広く使用されている。プログラムは直感的な操作で作成できる反面、動作の繋がりの視覚化機能などはない。一方、実行中は画面上に変数とその値が表示され動作中の変化が反映されるため、プログラムの流れを可視化できる。

2.2. LogiX

LogiX は NeosVR というソーシャル VR プラットフォーム上で利用できるノード型の言語である。これはプログラムの見た目や作成のための操作が複雑であり初級者向きではない。加えて 3D 空間を活かした配置をすると視認性が悪くなるためノードを平面に貼り付けて使われることが多く、VR 空間の強みを活かしているとはいいがたい。

2.3. 教育用 VR インタフェース

東京工科大学の海老原らは教育用 VR インタフェースを開発 [2] している。これは図 1 に示すような 3D ブロックを組み合わせるプログラムを

作るシステムである。評価実験の結果より、『VR を用いて Scratch にタンジブルプログラミングの持つ「3D ブロックを扱う楽しさ」を追加したインタフェースを作成する』という目的は達成されている。しかしながら、見た目においてはブロックを 2 次的に繋げるにとどまっておき、VR 空間を視覚的には活かしてきれていない。加えて「デバッグ中の視覚化」も実装されていない。

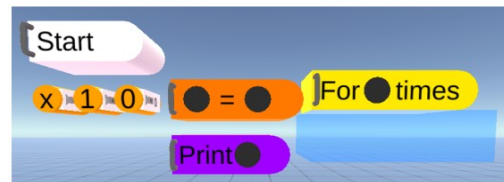


図 1 海老原らの開発したインタフェース

2.4. 課題

これらの既存研究の課題として、実行中・作成中の両方の視覚的表現を兼ね備えられていないことが挙げられる。加えて、図 2 のように VR 空間の強みを活かしていないことが挙げられる。



図 2 Scratch(左)と教育用 VR インタフェースの類似のイメージ

3. 研究目的

既存研究の課題を踏まえ、本研究の目的はプログラミング初学者が楽しくわかりやすく学習できる VR インタフェースの開発と評価とする。具体的には、プログラム作成中および実行中の視覚的表現を VR 空間の強みを活かして実装し、それらがインタフェースの面白さやわかりやすさに貢献することを評価する。

4. システムの設計・開発

本研究では先述の海老原が開発したシステムを引き継ぎ、機能を追加する。

4.1. パイプの表示による変数の可視化

プログラム内の変数同士のつながりの理解を

Development of 2.5D VR programming interface incorporating 3D puzzle elements

¹ Kumazawa Shun, Tokyo University of Technology

² Ebihara Kohta, FIXER

³ Matsuoka Johei, Tokyo University of Technology

⁴ Hattori Kiyohiko, Tokyo University of Technology

補助するために、図 3 のように同じ変数を持つブロックをつなぐ変数パイプを表示する機能を実装した。パイプが複数本表示される場合には奥行きを活かして前後にずらすことで、重なりを防止している。

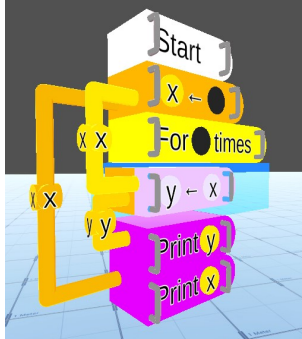


図 3 変数パイプの表示例

4.2. デバッグ機能

デバッグ機能としてステップ実行と変数のリアルタイム表示の機能を実装した。これらの機能は図 4 のデバッグコントローラを介して使用する。このコントローラは普段は Start ブロックに格納されており、つかんで取り出すことで使用できるようになる。変数の現在の値が表示されるパネルと二つのボタンで構成されており、このボタンによってステップ実行と全体実行を使い分けることができる。

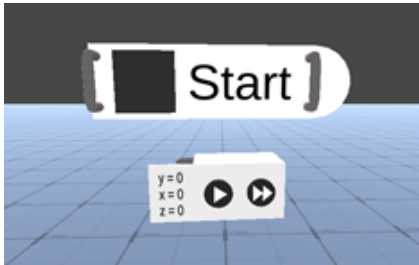


図 4 展開したデバッグコントローラ

5. 評価実験

5.1. CEATEC2023 での被験者実験

CEATEC2023 にて開発したシステムを展示し、来場者を対象に被験者実験を行った。展示日ごとに視覚化ありのシステムと視覚化なしのシステムを切り替え、体験してもらった人からアンケートを集計し感じた楽しさの比較を行った。

5.1.1. 結果

実験結果を図 5 に示す。この図から、視覚化ありのシステムは視覚化なしと比較して 20 代からは楽しめなかったが、30 代以上からは楽しまれていることがわかった。

5.1.2. 考察

結果から、本研究で追加した視覚化機能は教育者視点からのほうが評価されるのではないかという仮説を立てた。

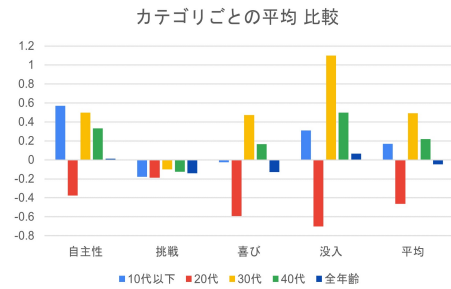


図 5 CEATEC2023 での実験結果

5.2. 工科大生を対象とした被験者実験

先述の仮説を確かめるために東京工科大学の大学生を対象に被験者実験を行った。この実験では被験者を二つのグループに分け、最初の説明の際に A グループにはユーザ視点、B グループには教育者視点での評価をお願いした。システムを体験してもらった後アンケートを集計しグループごとに比較した。

5.2.1. 結果

実験結果を図 6 に示す。この図から、教育者視点の被験者のほうが視覚化機能に注目していることがわかった。特に変数パイプは教育者視点からより多く役立つと回答されていた。

5.2.2. 考察

結果から、仮説通り視覚化機能は教育者視点からより評価されることが確認できた。

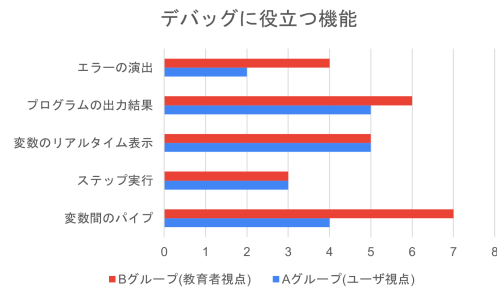


図 6 工科大での実験結果

6. 結論

以上の評価実験により、本研究で追加した視覚化機能はユーザ視点よりも教育者視点からの評価が高いことがわかった。このことから、視覚的表現を追加することで初級者向けプログラミングインタフェースとしてよりわかりやすく面白いものにするという本研究の目的は達成できたといえる。

今後はこれまでの実験で評価が難しかったステップ実行などの機能について評価する予定である。

参考文献

1. 海老原広汰. メタバース化社会を見据えたプログラミング過程を楽しめる教育用 VR インタフェースの研究開発. 2023.