

対話型言語モデルを用いた ピア・エージェント・チュータリングによるフローチャート学習環境

A Flowchart Learning Environment through Peer-Agent Tutoring Using a Conversational Language Model

蒲生 由紀子, 長谷川忍

Yukiko GAMO, Shinobu HASEGAWA

北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科

Email: yukikogamo@jaist.ac.jp

あらまし: 本研究では, プログラミング教育におけるフローチャート学習の障壁を克服するため, ピア・エージェント・チュータリングを活用した新しい学習支援システムを開発し, その教育的効果を検証することを目的とする. このシステムは, 対話型言語モデルを利用して, 生徒が自らの学習過程で間違いを指摘させることで, 生徒自身の認識を深めることを目指す. 生徒がフローチャート作成の思考プロセスを自律的に改善することができるよう, 対話型言語モデルによる適切なフィードバックと問題解決の指示を提供する. 研究結果は, プログラミング教育における教育手法の改善に寄与することが期待される.

キーワード: フローチャート, プログラミング教育, ピア・エージェント・チュータリング, 対話型言語モデル, 学習支援システム

1. はじめに

フローチャート (流れ図) はコトバンクのASCII.JP デジタル用語辞典 (2019) によれば, 「データの流れや問題解決の手順を表す図式」であり, ブルックスによればアルゴリズムの考え方を初心者には手ほどきする場合に適している⁽³⁾. また, 2018 年に告示された学習指導要領によると, 「情報システムをモデル化して図に表すなど, 様々な視点で対象を表現することが大切なこと, 流れ図のほか, 複数の処理の流れを並行して表現するのに適している図, 対象の状態やその移り変わりを表現するのに適している図など, 目的に応じた適切で分かりやすい図を用いることについて理解するようにする」⁽⁵⁾とある. しかし, 筆者らが行った学校関係者へのヒアリングによると, プログラムの表現以前にフローチャートの概念や記法に苦勞する生徒もおり, その理解がプログラミング学習の障壁となっているとのことである. そこで本研究では, こうした困難を克服するための新しいフローチャート学習支援システムを開発し, 実際の教育現場での効果を検証することを目的とする.

本研究では, ピア・エージェント・チュータリングと呼ぶ新たな支援手法を提案する. 本手法は, 従来のピア・チュータリングに対話型言語モデルを用いたサポートを組み合わせることで拡張したものである. これにより, システムが対話を通じて学習者にフィードバックを提供し, 自己評価の向上や学習効果を高めることが期待される.

2. 関連研究

過去の研究では, フローチャート学習の効率化や学習過程の分析が試みられてきた. 森山ら (2021) は, 指定した処理のフローチャートを完成させる過

程で学習者の思考を構造的に把握する研究を行ったが, 学習者がフローチャート作成においてどの段階で躓いているかについての具体的なデータは提供されていなかった⁽²⁾. 本研究では, このギャップを埋めるために, 生徒がどのポイントで問題を抱えているかを詳細に記録し, データベース化することで, より効果的な教育支援を実現する.

また, ピア・チュータリングに関連する研究として, 北村ら (2014) は, 協同学習の参加者間の相性や学習レベルの差が学習効果に影響を及ぼすことを指摘している⁽¹⁾. 既存のピア・チュータリングでは, 対面での協同学習を実施するためには適切な学習者を物理的に集める必要があるが, これが再現性や実現性のハードルを高めている. 本研究では, この問題を解消するために, 対話型言語モデルを用いたピア・エージェント・チュータリングを導入し, 物理的な制約を超えた柔軟な学習環境を提供する.

さらに, Ramazan Yilmaz (2023) による研究では, ChatGPT を利用してプログラミング教育を行った際に, 一部の学生からは思考力が鍛えられないとの意見が報告されている⁽⁴⁾. これに対して, 本研究ではシステムが直接的な答えを提供するのではなく, 生徒自身に考えさせ, 解決策を導き出させるアプローチを採用する. この方法により, 生徒の批判的思考能力と問題解決スキルの向上を目指す.

3. 提案システム

3.1. システムのアーキテクチャ

本研究では, 対話型言語モデルを利用してピア・エージェント・チュータリングを実現する. 具体的には, 生徒に図 1 で示すような誤りを含んだフローチャートを提示し, その間違いを指摘させることで, 生徒自身の認識を深めることを目指す. さらに, 間

違いに気づかない場合には、直接正解を出さないプロンプトやテンプレートのヒントを与え、生徒の考えを促す応答をさせる。具体的には「フローチャート作成の前段階で問題をより小さく単純化された問題に分解させる」「課題の解決に必要な処理構造や変数を書き出させ、互いの関連性を図に表す」などを戦略として埋め込む。

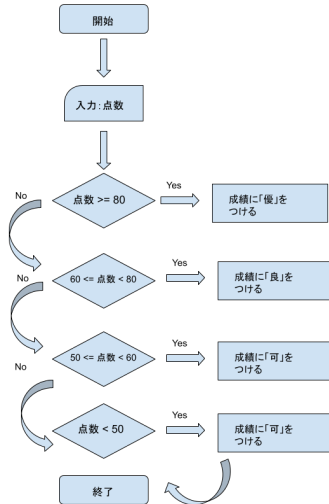


図1 実際に使用するフローチャートの例

フローチャートは iOS アプリに組み込み、サーバーを通じて OpenAI の API と接続する仕組みとして構築する。フローチャートをマーマイド構文を用いて記述し、OpenAI の API に渡すことで、より正確な解釈を実現する。また、図2は問題提示場面、図3はチャットによるフィードバック場面を示す。

問題4

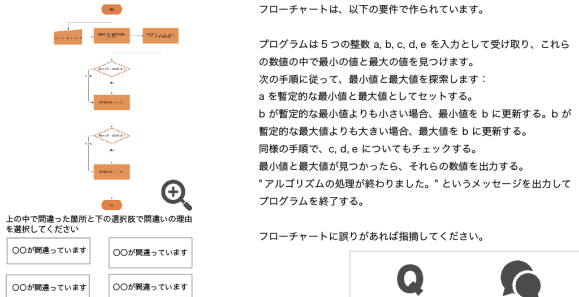


図2 システムイメージ①

問題4



図3 システムイメージ②

3.2. 評価計画

評価方法としては、システム利用前後でのフローチャートの間違いを指摘する力が改善したかを測定するプレテストとポストテストを実施する。また、GPT を利用したグループと利用していないグループ（テンプレート式フィードバックを使用）での学習成果の比較を通じて、対話型フィードバックの効果を特定する。さらに、インタラクション、コミュニケーションの数、生徒の考えを促す GPT のコメントがいくつかあったかの効果を分析し、教育的有効性を評価するための定量的および定性的データを収集する。これにより、システムが実際に生徒の学習に寄与しているかどうかを検証する計画である。

4. 課題と展望

本研究における主要な課題の一つは、プレテストとポストテストの比較基準の設定である。システムの効果を測定するためには、従来の教育手法との比較が不可欠であるが、現状では AI を用いた教育支援システムと人間の教師の間で直接的な比較を行うことには困難が伴う。特に、個別指導における教師の対応やアプローチの柔軟性は、現段階の AI 技術では完全に模倣することが難しいため、これらを比較の対象とすることは現実的ではない。

この研究の成果が、将来的には教育現場における新たな学習支援ツールとしての位置付けを固め、教育の質を向上させる一助となることを目指す。なお、本稿を執筆している段階では、システムはまだ開発段階にあり、具体的な成果の検証は今後の課題となっている。

参考文献

- (1) 北村雅則: “論理的な説明手法の獲得に向けた指導指標の設定”, 言語処理学会 第20回年次大会 発表論文集 (2014)
- (2) 森山潤: “高校生の簡単な数値計算プログラミングにおけるフローチャート作成時の思考過程の構造的把握”, 兵庫教育大学 研究紀要 第58巻 (2021)
- (3) フレデリック・P・ブルックス Jr: “人月の神話 - 狼人間を撃つ銀の弾はない” (20周年記念増訂版、新装版), アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン株式会社, p155 (1995)
- (4) Ramazan Yilmaz: “Augmented intelligence in programming learning: Examining student views on the use of ChatGPT for programming learning”, Computers in Human Behavior: Artificial Humans (2023)
- (5) 文部科学省: “高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説”, 文部科学省 (2018)