

タンジブルなプログラミングツール Logi-CUBE のインタフェースデザインの提案

A Proposal for the Interface Design of the Tangible Programming Tool Logi-CUBE

宮崎 勇希^{*1}, 本吉 達郎^{*2}, 布施 陽太郎^{*2}, ミヤグマルドラム ビルグウンマ^{*2}, 澤井 圭^{*3},
 増田 寛之^{*3}, 高野 博史^{*2}, 高木 昇^{*2},
 Yuki MIYAZAKI^{*1}, Tatsuo MOTOYOSHI^{*2}, Yotaro FUSE^{*2}, Bilguunmaa MYAGMARDULAM^{*2}, Kei SAWAI^{*2},
 Hiroyuki MASUTA^{*2}, Hironobu TAKANO^{*2}, Noboru TAKAGI^{*2}

^{*1} 富山県立大学大学院工学研究科知能ロボット工学専攻

^{*1}Department of Intelligent Robotics, Graduate School of Engineering, Toyama Prefectural University

^{*2} 富山県立大学情報工学部データサイエンス学科

^{*2}Department of Data Science, Faculty of Information Engineering, Toyama Prefectural University

^{*3} 富山県立大学情報工学部知能ロボット工学科

^{*3} Department of Intelligent Robotics, Faculty of Information Engineering, Toyama Prefectural University
 Email: u454024@st.pu-toyama.ac.jp

あらまし：初等中等教育ではプログラミング教育の必修化が進んでおり，論理的思考力育成の重要性が高まっている．教材として，理解が容易で操作が単純な TUI が用いられることが多いが，論理型プログラミング言語の学習を目指したツールは見受けられない．そこで，論理型プログラミング言語，および論理的思考力の学習を目指したタンジブルなツール Logi-CUBE の開発を行うこととした．本稿では，そのインタフェースデザインの提案について述べる．

キーワード：論理的思考力，タンジブルインタフェース，情報教育

1. はじめに

近年，初等中等教育におけるプログラミング教育の必修化が進んでおり，論理的思考力育成の重要性が高くなっている．教材として，理解が容易で操作が簡単なツールが用いられることが多い．その中の1つとして，Tangible⁽¹⁾ User Interface（以下 TUI）が挙げられる．TUI は，ユーザ同士のプログラミングプロセスの共有が容易に可能な点のほか，視覚情報以外の五感情報も同時に利用できるメリットがある．そのため，プログラミング初学者や視覚障がい者なども使用可能なインタフェースである．しかし，TUI は手続き型言語の学習を目指したツールしか見受けられず，学習方法に限りがある．そこで本研究では，非手続き型言語の論理型プログラミング言語に着目し，論理的思考力の学習を目指したタンジブルなツール Logi-CUBE の開発を行うこととした．

2. Logi-CUBE

Logi-CUBE はマットにブロックを並べ知識・質問を作成し，音声の出力を制御できるツールである．図1にシステム概要を示す．本ツールのインタフェースは論理型プログラミング言語 Prolog⁽²⁾，および手続き型言語の学習を目指した TUI である P-CUBE⁽³⁾⁽⁴⁾を参考にして作成した．

2.1 インタフェースデザイン

Logi-CUBE は，PC 操作に慣れていない小学生，プログラミング初学者，および視覚障がい者のように幅広いユーザの使用を想定している．これらのユ

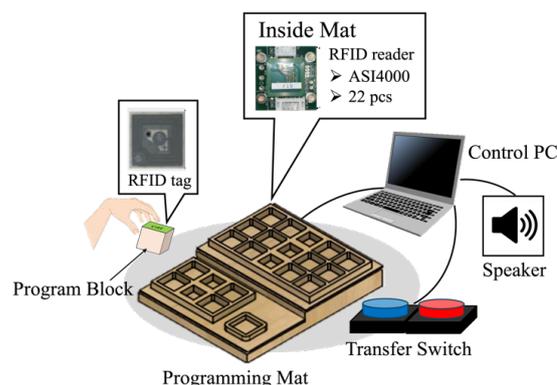


図1 System Configuration of Logi-CUBE

ーザが，論理的思考力の学習を行えるプログラミングツールとしてのインタフェースの要求仕様は以下のようなになる．

- (1) 視覚障がい者が触覚情報のみでプログラムを作成でき，ブロックのはめ込みが容易に行える
- (2) PC 操作に慣れていない小学生（晴眼者含む）が扱える
- (3) 複数のユーザがプログラミングプロセスを共有できる
- (4) 落下，衝撃に頑健である

2.2 プログラミングブロック

プログラミングブロックは，知識・質問を作成するためのプログラム要素に対応するものである．各ブロックには RFID タグを設置しており，プログラ

マット下に設置された RFID リーダがタグ情報を読み取る。プログラミングブロックは、述語ブロックと変数ブロックの2種類からなる。各ブロックの素材は、木材からなり、手触り、形、質量などをブロック判別に利用できるようにする。

述語ブロック

述語ブロックは、上面が1辺約40[mm]、下面が1辺約30[mm]、高さ30[mm]の凸型に加工した形状にし、子どもの手のひらに収まるように配慮した。図2に述語ブロックを示す。

述語ブロックは上面に「好き」「食べる」などの述語を表すピクトグラムを触図で作成し、ユーザがブロックの種類を手触りで判別できるように配慮した。また、述語名を文字と点字で記載し、判別を容易にできるようにした。

変数ブロック

変数ブロックは、1辺約40[mm]の立方体の上面を面取り加工した形状にし、子どもの手のひらに収まるように配慮した。図2に変数ブロックを示す。

変数ブロックは側面に「猫」「犬」などを表すイラストを触図で作成し、ユーザが手触りで変数を片別できるように配慮した。また、述語ブロックと同様に、変数名を文字と点字で記載する。

プログラムマット

プログラムマットは先に述べたプログラミングブロックをはめ込み、プログラムを完成させる装置である。プログラムマットの構成を図3に示す。

プログラムマットは、小学生程度のユーザがテーブルに置かれたマットを椅子に座った状態で手に届き、プログラムを作成できるように縦約500[mm]、横約300[mm]、高さは知識部と質問部の場所を容易に判別できるように、知識部が約40[mm]、質問部が約20[mm]とした。また、視覚障がい者のブロック種類の判別を容易にするために、述語・変数名、および述語の意味を読み上げてくれる音声案内スペースを設けた。さらに、ブロックの種類によってはめ込める場所を制限することによって、より容易にプログラムを作成できるようにした。各マスの下に RFID リーダを設置する。

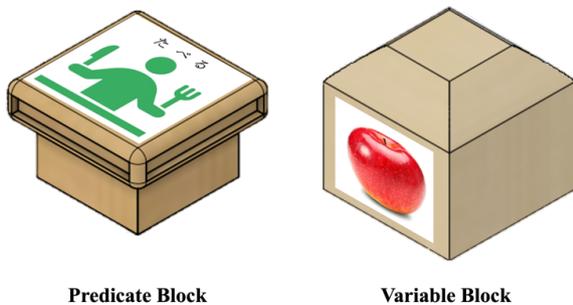


図 2 Programming Block

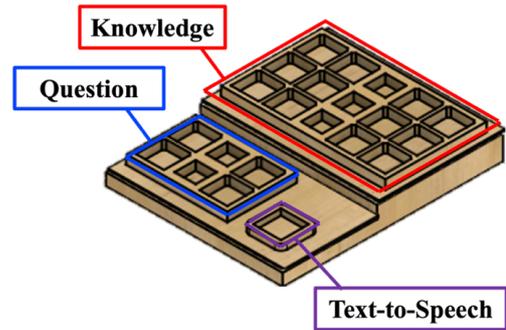


図 3 Program Mat

3. 今後の展望

晴眼者（目隠し状態）を対象にブロックの種類を触覚情報のみで判別可能かを調査する試験を実施し、視覚障がい者がより判別容易なシステムデザインへの改良を進める。

晴眼者（大学生）を対象に Logi-CUBE の試作機を用い、提示したプログラム課題に取り組んでもらう実験を行う。その際、操作履歴を取得、分析し、Logi-CUBE のシステムの有用性を検証する。また、操作履歴から得られた情報を利用した評価方法の構築も行う。

4. おわりに

論理的思考力の学習を目指したタンジブルなツール Logi-CUBE の開発にあたり、インタフェースデザインの提案を述べた後、今後の展望について述べた。あらゆるユーザの使用を想定しているため、ブロックは手触り、形、および重さで種類を判別できるように配慮した。マットは知識部と質問部の高さを変えるほか、音声案内スペースやブロックによるはめ込みスペースの制限を設けた。

今後は、晴眼者（目隠し状態）を対象とした、ブロック判別試験、および操作履歴取得システムを用いた評価方法の構築を優先的に行う。その後、晴眼者、および視覚障がい者を対象とした、提示したプログラム課題に取り組んでもらい、得られた操作履歴から Logi-CUEB のシステムの有用性を検証する。

参考文献

- (1) H. Ishii and B. Ullmer, Tangible Bits: To-wards Seamless Interface between Pople, Bits, and Atoms, InProc. of CHI'97, pp. 234-241, (1997).
- (2) 小川東, Prolog による論理プログラミング入門, 啓学出版, pp.2-20, (1990).
- (3) 本吉達郎, 掛橋駿, 小柳健一, 大島徹, 増田寛之, 川上浩司, ブロック型プログラミングツール P-CUBE の学習初期段階における有用性の検証, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 27, No. 6, pp.909-920, (2015).
- (4) 本吉達郎, 瀧田一誠, 澤井圭, 増田寛之, 高木昇, 視覚障がい者を対象に含めたタンジブルなプログラミングツール P-CUBE3 を用いた体験授業の実施と評価, ヒューマンインタフェース学会, Vol.25, No.3, pp.177-183, (2023).