

# UML からメカトロニクス機器を制御できる タンジブル型ビジュアルプログラミングツールの開発

## Development of Tangible Visual Programming Tool to Control Mechatronics Devices directly from UML

千田 和範<sup>\*1</sup>, 稲守 栄<sup>\*1</sup>  
Kazunori CHIDA<sup>\*1</sup>, Sakae INAMORI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 釧路工業高等専門学校

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Kushiro College

Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：Society5.0 時代に求められる人材として、様々な情報を活用できる技術者が求められている。その人材育成の一つとして、中学校の技術分野では UML のアクティビティ図を用いて論理的に考える力を定着させる授業が行われている。そこで、本研究では、我々が開発したビジュアルプログラミングブロックを基に、UML ベースのブロックから機器を直接制御できるツールの開発を行う。

キーワード：中学校、ビジュアルプログラミング、QR、UML、タンジブルデバイス、メカトロニクス

### 1. はじめに

最近、Society5.0 時代に求められる人材育成に向けて、様々な情報を活用できる技術者が求められており、プログラミング的思考とプログラミングスキルの獲得が重要となる。この流れの中、中学校の「計測・制御におけるプログラミングによる問題の解決」のカリキュラムでは、プログラミング初心者は課題解決のアルゴリズム検討の際にいくつかの問題を抱えている。特に学習が個別作業のため、気軽に討論できない環境がプログラム学習の難しさに影響を与えていることが分かっている<sup>(1)</sup>。そこで我々はビジュアルプログラミングを取り入れたアルゴリズム学習用制御教材の開発にこれまで取り組んできた。

この取組みにおいて、幾つかの中学校担当教員との対話からと新しい課題が見えてきた。まず、プログラミングを必要とすることが多い。これらの学習はフローチャート等の図的モデリングツールを用いた問題分析、分析結果に基づいたプログラミング、そして実機で動作確認という流れが基本となる。生徒側に見られる課題として、問題分析には図的モデリングツールが利用されるが、設計後の実機を用いた実験の段階で発生した障害が分析結果（アルゴリズム）にあるのか、プログラムにあるのかが切り分けられず、授業内容に対する動機づけが低下する生徒や、プログラミングに苦手意識を持つ生徒がいる。またこの事で問題解決が得意な生徒に作業を依存してしまう事例も見られる。

そこで本研究では、プログラミングを意識させること無しに問題解決に用いたモデリング図から直接メカトロニクス機器を操作できるタンジブル型のビジュアルプログラミングツールを開発する。

### 2. 統一モデリング言語とビジュアルプログラミング用ブロック

統一モデリング言語（UML）とは、システムの挙動や構造を分析・設計する際、図を用いて視覚的に

図記号	意味	内部処理命令
●	処理の始まり	start
◎	処理の終わり	end
▭	処理の指示	:operation;
◇	分岐・結合	if(..)then(..)
( )	条件式	(数値, Y/N)
⬢	反復	repeat [label]
≡	並行処理	fork

図1 タンジブルブロック化するアクティビティ図の内容

把握できるように効果的に表現する手法である。中学校ではこの UML の中のアクティビティ図を基にプログラミング教育がなされている<sup>(2)</sup>。このアクティビティ図には様々な図記号があるが、文献(2)でよく用いられている 6 種類の記号に加え、条件式をタンジブルブロック化しビジュアルプログラミングに用いるものとする。これらのブロック（以下、UML ブロック）をビジュアルプログラミングに用いる際に、処理の内容や分岐の条件式などは、問題解決の難易度を調整するためにあらかじめ決定しておく必要がある。本システムで実際に定義した UML タンジブルブロックの概要については次章以降で示す。

### 3. UML タンジブルブロックの命令 解析・機器制御システム

本システムで機器を制御するために図 2 の様な UML ブロックを組み合わせて与えられた課題を解決するアルゴリズムを実現する。各 UML ブロックは図 1 の内部処理命令を QR コード化したものが貼付けられており、後述する QR コードリーダーによって解析用 Raspberry Pi に取り込まれる。取り込まれ

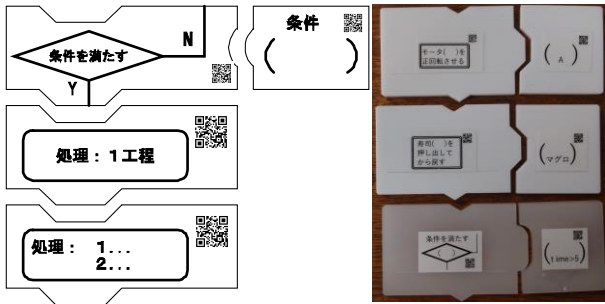


図 2 UML タンジブルブロックのモデルと実装例

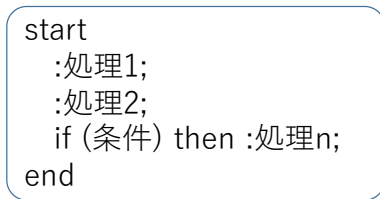


図 3 取り込んだ UML ブロックのコード変換例

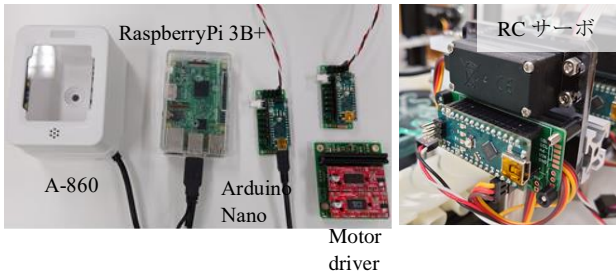


図 4 解析・機器制御システムと制御ユニット (Arduino Nano), およびその使用例

たブロックの内容は図 1 で述べた内部処理命令を基に図 3 の様なプログラムコードに変換され蓄積される。なお内部処理命令は振返り学習で図示するために、文献(3)の記法を基本とした。UML ブロックとして実現している処理ブロックは、課題の難易度を不用意に上げてしまわない様に、例えば「モータを動作させる」といった機器制御のみに限定した。さらに、図 2 の実装例の様に単独動作ではなく一連の動作として一つのブロックに複数の制御処理が設定できるため、課題の難易度を簡単に調整できる。またアクティビティ図の特徴として、フローチャートには無い並行処理の概念がある。これを解析用マイコン単独で実現すると実装が複雑になる。そこで今回は fork された処理は全て解析ユニットに接続された機器制御ユニットに任せるものとする。

機器制御ユニットは解析ユニットによって構成されたプログラムコード内の処理(:operation;)を基に外部のメカトロニクス機器を制御する。これらは解析ユニット入力用 QR コードリーダー(A-860)が接続されたシステム統括の RaspberryPi3B+に、機器制御ユニットとして複数の ID 付 Arduino NANO がツリー型ネットワークで接続されている。

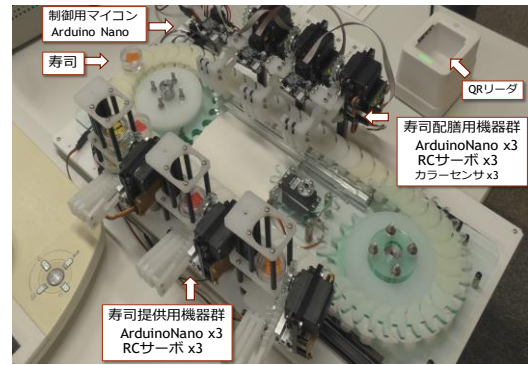


図 5 回転寿司制御システム

#### 4. 課題としての回転寿司自動化装置

プログラミング初心者が多い集団に制御課題を与える場合、学習者の身近にあつて、その動きを想定しやすい対象を制御課題とすると苦手意識を比較的回避しやすいことが分かっている<sup>(1)</sup>。そこで今回は、身近な回転寿司を基に、図 5 の寿司の提供と回収を自動で行う制御教材を題材とし、基本的な動作を UML ブロックで実現できることを確認した。

#### 5. まとめ

本研究では、UML で記述したアルゴリズムを基に直接機器を制御することが可能なタンジブル型ビジュアルプログラミングツールを開発した。またこのツールを使って試行錯誤しながら学ぶことができる自動制御学習教材も合わせて開発した。今回開発した UML ブロックはグループでの協働学習も実現できると同時に、QR コードによって生徒一人ひとりに PC を用意しなくても簡単に制御システムを構築することができる。また、寿司の提供側、配膳側、注文者と情報の伝達が必要となるため、2021 年度から始まった新学習指導要領の「ネットワーク」「双方向性」にも対応できる可能性がある。

今後は中学校の出前授業などで実施し、そこで得られる教材の評価を基に改善を行っていく。またアンケートを基に機能の追加や指導方法の検討も行っていく。

#### 謝辞

本研究の一部は科学研究費基盤研究 (C) 課題番号 22K02904 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す

#### 参考文献

- 1) 千田和範他: “タンジブル型プログラミングツールを用いた中学生向け協働学習型機器制御アルゴリズム実習システムの開発”, 教育システム情報学会第 45 回全国大会論文集, pp.81-82 (2020)
- 2) 教育図書編: “D 編 2.3 設計を図で表す方法を知ろう”, New 技術・家庭 技術分野, 教育図書, p.222-231 (2021)
- 3) PlantUML アクティビティ図 (新構文)  
<https://plantuml.com/ja/activity-diagram-beta>