

K-021

## 携帯端末を用いたジェスチャによるタイルプログラミング支援機能

A Tile-Programming Support Function  
with Gestures Using Handheld Terminals磯野 悠†  
Yu Isono森口 友也‡  
Yuya Moriguchi高田 秀志†  
Hideyuki Takada

## 1. はじめに

コンピュータ上のグラフィカルなプログラミング学習環境の一つに、タイルプログラミング環境がある。タイルプログラミング環境において、学習者はプログラムの部品であるタイルを組み合わせることでプログラミングを行う。このような学習方法は Squeak eToys[1] や、我々が開発している SnowBoy[2] といったプログラミング学習環境で利用されており、これらの環境上で、学習者はプログラミングによって PC 画面上のオブジェクトに動きを付与する。そのような環境において、学習者がオブジェクトに高度な動きを付与したい場合、タイルの組み合わせが複雑になることで、特に初等教育においては学習者自身の思う通りにプログラムを作成することが困難になるという問題がある。

本稿では、学習者が加速度センサを備えた携帯端末を用いてジェスチャで表現したオブジェクトに付与したい動きを携帯端末が認識し、プログラムの作成に必要なタイル群を学習者に提示することによって、学習者のプログラミングを支援する機能について述べる。

## 2. タイルプログラミング環境

## 2.1 タイルプログラミング

タイルプログラミングは、予め用意されたプログラムの部品(タイル)を組み合わせることで行う GUI プログラミングである。各タイルは単純な命令を表しており、プログラミングの前提知識は必要とされていないため、プログラミング初心者でも容易にプログラミングを行うことができる。

Squeak eToys や SnowBoy において、学習者はタイルを利用したプログラミングを行うことで、PC 画面上のオブジェクトに動きを付与することができる。例えば、“すすむ”と“まわる”のタイルを組み合わせると、オブジェクトは進みながら向きを変える、という動きを行う。このようなプログラミングを通して、学習者の論理的思考力の向上や、数学的な考え方の定着が望める。

## 2.2 オブジェクトに動きを付与するタイルプログラミング環境の問題点

タイルプログラミングによってオブジェクトに動きを与える環境では、学習者がオブジェクトに高度な動きを付与しようとする場合、その動きを実現するために必要なタイルの組み合わせ方が複雑になるため、学習者の思う通りにプログラムを作成することが困難になるという問題がある。したがって、このような環境には学習者のプログラミングを支援する機能が必要である。

## 2.3 既存研究

Cleogo[3] は、子どもたちを対象とした協調プログラミング学習環境である。この環境では、学習者はいくつかの機能によって、PC 画面上のタートルと呼ばれる 2 次元グラフィックスに動きを付与する。その機能の一つに、画面上のタートルを直接マウスで動かすことで、そのタートルの動きに対応したコードをプログラムに埋め込む機能がある。この機能を利用することで、学習者は付与したい動きを実現するためのコードが分からない状態であってもタートルに動きを付与することができ、なおかつ、その動きを付与するために必要なプログラムのコードを学習することができる。

しかし、オブジェクトを動かす仮想空間が 3 次元の場合、マウスでオブジェクトを思い通りに動かすことは困難である。したがって、オブジェクトへの動きの付与を支援する機能の入力方法は、より直感的であることが望ましい。また、学習者がオブジェクトを直接動かした結果をそのまま作成しているプログラムに反映させると、付与したい動きを実現するために必要なタイルの組み合わせ方を学習者自らの力で考える機会が失われてしまう。

## 3. 携帯端末を用いたタイルプログラミング支援機能

学習者がオブジェクトに付与したい動きをジェスチャによって表現し、その動きを実現するために必要なタイル群を提示することで、学習者のプログラミングを支援する機能について述べる。

## 3.1 機能の概要

本機能では、3 次元グラフィックスのオブジェクトへの動作の付与を直感的な入力を実現するために、加速度センサを搭載した携帯端末を入力デバイスとして用いる。学習者が、携帯端末を手に持ち、オブジェクトに付与したい動きをジェスチャで表現すると、その動きを実現するために必要なタイル群が PC 端末の画面上に表示される。学習者はそれらのタイルを組み合わせることで、オブジェクトに付与したい動きを実現するプログラムを作成する。

実世界でのジェスチャを利用するため、学習者は 3 次元の仮想空間のオブジェクトに対して直感的に動きを表現することが可能となる。また、本機能では、付与しようとしている動きを実現するためのタイルが組み合わせられた結果のプログラムをそのまま提示するのではなく、必要なタイル群のみを提示するという支援方法をとっているため、学習者にタイルの組み合わせ方を考える機会を与えつつ、学習者のプログラミングを支援することが可能となる。

## 3.2 ジェスチャの解析

学習者のジェスチャの認識は、図 1 のように、加速度センサから取得したデータと、予め用意されたいくつか

†立命館大学 情報理工学部

‡立命館大学大学院 理工学研究科

のパターンデータとのパターンマッチによって行われる。パターンデータの例として、円運動やジャンプといった動きのパターンデータが挙げられる。また、各パターンデータには、その動きを表すタイルが関連付けされている。

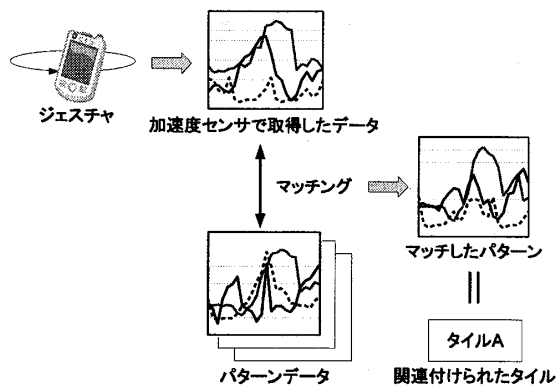


図 1: パターンのマッチング

学習者がジェスチャを行っている間、携帯端末上のプログラムは加速度センサから加速度の値を取得し続ける。学習者のジェスチャの終了後、各パターンデータと加速度センサから取得したデータをマッチングしていく。マッチングの手順を以下に示す。

1. 取得したデータを、パターンデータと比較できるように正規化する。
2. 双方のデータを比較し、値の差分を求める。
3. 求めた差分から、取得したデータにパターンデータの特徴が含まれているか判断する。

もし取得したデータの中に、パターンデータと一致するパターンが見つかった場合、そのパターンの動きが学習者のジェスチャに含まれていると判断する。このようにして、学習者のジェスチャがどのような動きで構成されているかを解析する。なお、取得したデータがいずれのパターンデータからも著しくかけ離れている場合はエラーとする。

解析後、ジェスチャに含まれていると判断された動きを表すタイルの情報を PC 端末に送信する。PC 端末は受信したタイル情報を元に、学習者のジェスチャをオブジェクトに付与するために必要なタイル群を学習者に提示する。

#### 4. 利用例

学習者が 3 次元の仮想空間のオブジェクトに対し、跳ねながら円運動を行う、という動きを付与するプログラムを作成する場合、本機能がどのように動作するかを示す。

まず学習者が携帯端末を手に持ち、上下に往復させながら円を描くように動かす。学習者が動かし終えた後、携帯端末上のプログラムは、加速度センサより取得したデータをパターンマッチすることで、学習者のジェスチャを解析する。その結果、学習者がオブジェクトに付与し

ようとしている動きは、“進む”、“回る”、“跳ねる”の三つの動きから構成されることが認識される。その後、それぞれの動きを表すタイルの情報が携帯端末から PC 端末に送信され、PC 端末はその情報を元に、オブジェクトが跳ねながら円運動を行うプログラムを作成するために必要なタイル群を学習者に提示する。本機能により、図 2 のように、プログラム作成のためのヒントを与えることで、学習者のプログラミングを支援することが可能となる。

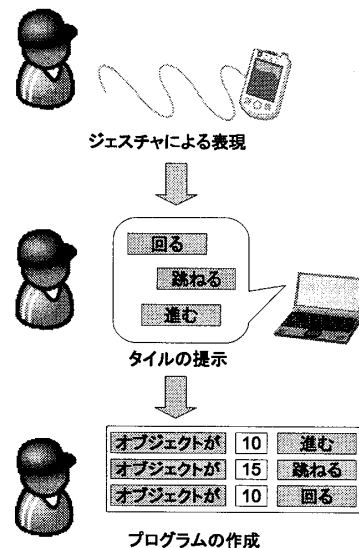


図 2: 本機能の利用例

#### 5. おわりに

本稿では、携帯端末を用いたジェスチャによって、オブジェクトに動きを付与するタイルプログラミング環境における学習者のプログラミングを支援する機能について述べた。今後は、初等教育を対象に、実際に本機能によるプログラミングを行ってもらうことにより、その有用性を評価する予定である。

#### 参考文献

- [1] Kimberly Rose, B.J. Allen-Conn 著, 大島芳樹監修, 喜多千草監訳, 片岡裕子翻訳, 高田秀志解説, “子どもの思考力を高める「スキーク」”, WAVE 出版, 2005.
- [2] 取越 翔太郎, 柿内 達真, 植田 亘, 桜打 彬夫, 後藤 清豪, 高田 秀志, 藤原 央樹, 森口 友也, 山本 佑樹, “3D グラフィックスの共同創作機能を備えた子ども向けプログラミング環境 SnowBoy の構築とその評価”, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2010, No.4, pp.59-62, 2010.
- [3] Andy Cockburn, Andrew Bryant, “Cleogo: Collaborative and Multi-Metaphor Programming for Kids”, APCHI 1998, pp.189-195, 1988.