

リズムダンスを対象とした 小学生用プログラミング教育システム

中村 駿* 関口 晃樹** 松下 浩明***

A Programming Education System for Rhythmic Dancing Movement

Shun NAKAMURA*, Koki SEKIGUCHI** and Hiroaki MATSUSHITA***

Abstract

We have developed a programming education system to support the programming education in elementary school. This system controls the choreography of rhythm dance with a program and displays its choreography in three-dimensional graphics. In elementary school, it is not important for the students to understand the programming language but is important that they have the ability of computational thinking. In this system, without using the programming language, students can understand the basic concept of programming, which consists of sequential processing, iterative processing, case classification processing, and combination processing. They can also learn about the basic concepts of programming while enjoying programming. To process choreography by computer, we used a behavioral description method, which consists of sub action, action, word and sentence. By using this method, we can prepare various choreography elements.

Keywords : Programming Education, Elementary School, Rhythm Dance, Behavioral Description Method

1. まえがき

大学をはじめとする高等教育機関における専門教育のひとつとして位置づけられるプログラミング教育とは別に、小学・中学・高校でのプログラミング教育が近年注目を浴びている。文部科学省の有識者会議では小学校段階でのプログラミング教育の在り方が議論され、子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、プログラミング的思考を育むことが肝要であると述べている¹⁾。このような捉え方の源流はWingが提唱した計算論的思考にある²⁾。

久野は小学校段階のプログラミング教育では上記に加え、表現手段、創造力を養う手段になること、楽しい体験を持たせることを挙げている³⁾。そのような目標を達成するために、さまざまな

*香川高等専門学校専攻科電子情報通信専攻

**eBase (株)

***香川高等専門学校名誉教授

教育用プログラミングツールが開発され、小学校の授業において実践されている。

本論文では、人の身体の動き(リズムダンス)をプログラムで制御し、一連の動作を3次元グラフィックスで表示するシステムを開発したので報告する。本システムは小学生を対象としたプログラミング教育において用いられることを前提としたものである。

リズムダンスは2011年より、小学校中学年の体育授業の1つとして取り入れられた。リズムに乗って、弾む、スキップ、ねじる、回るなどの動きを組み合わせるものである⁴⁾。

2. で小学生用プログラミング教育ツールに関する関連研究やダンスのコンピュータ処理に関する関連研究について述べる。3. で本システムの概要を述べ、4. で本システムで用いた動作記述の方法を述べる。5. で順次処理、場合分け処理、繰り返し処理の実現法を述べ、6. で組み合わせ処理の実現法について述べる。7. で本システムを用いて教育する上での問題構成について述

べる。8. で実際に教育現場で使用したときの評価データを示し、考察を加える。

2. 関連研究

小学生段階のプログラミング教育では文字列で記述されたプログラムコードを理解することが目的ではないため、さまざまなビジュアルプログラミング言語が開発されている。

Squeak 及び Squeak eToys は Smalltalk をベースにしたプログラミングシステムである^{5,6)}。Squeak から派生した Scratch は制御構造をブロックで表現している^{7,8)}。文部科学省が提供しているプログラミンもブロック型で、web ブラウザ上で利用できる⁹⁾。ビジュアルプログラミング言語の書き換えにより、プログラムを行う¹⁰⁾。これらのプログラミングシステムの出力は 2 次元画面の図形オブジェクトの移動として表現される場合が多い。

まねっこダンスはひよこキャラクタのダンス動作をプログラムで制御するものである¹¹⁾。

本論文で述べるプログラミングシステムは実際に生徒が踊れるようなダンスを目指している。実際のダンスのコンピュータ処理については多くの研究が行われているが、その流れはモーションキャプチャーによる動作データの取得¹²⁾、動作のセグメンテーション化¹³⁾、振り付けの合成^{14,15)}である。

3. システムの概要

本論文で述べるダンスプログラミングシステムはリズムダンスの振り付けをプログラムと見なし、振り付けの創作作業とプログラミングを同一視する。本システムの利用対象者は小学、中学、高校のプログラミング言語を学習していない生徒である。図 1 に本システムの画面構成を示す。プログラミング部において振り付け動作を記述する。シミュレーション部は記述された振り付けを実行確認するものである。

図 2 にダンスプログラミングシステムの入出力ファイルを示す。基本動作ファイルはサブアクション、アクション、ワードを用いて、振り付けプログラミングで用いられる基本動作を記述したものである。振り付けファイルはユーザがダンスをプログラミングしたとき、そのプログラムを保存したファイルである。

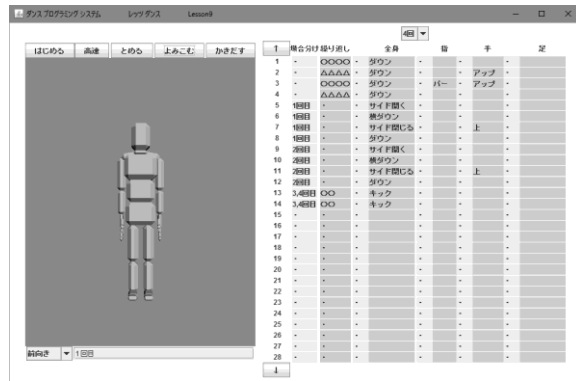


図 1 ダンスプログラミングシステムの画面構成

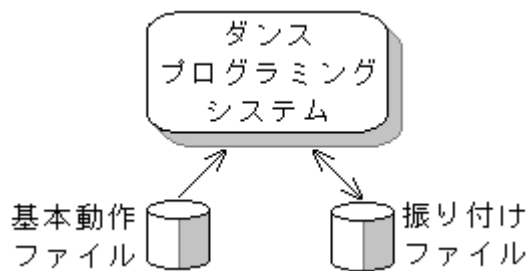


図 2 ダンスプログラミングシステムの入出力ファイル

4. 動作の記述と動作の種類

4.1 動作の記述

本論文では、人体のある特定の時刻における静止した形を姿勢とよぶ。人体の動作は姿勢のつながりとして表現することができる。姿勢のつながりのうち、最小単位とみなされる動作を振りとよぶ。ダンスの動作は振りのつながりとして表現することができる。振りのつながりを振り付けとよぶ。

本論文で述べるダンスシステムでは人体の姿勢をサブアクションとアクションで記述する。振りをワードで記述する。振り付けをセンテンスで記述する。

本論文で用いる人体のモデルは頭、胸、腹、腰、腕、手、指、足など 51 個のパーツとそれらをつなぐ 50 ケ所の関節からなる。人体の姿勢は人体の各関節の角度と人体全体の角度及び位置で規定される。各関節の角度は絶対値で、人体全体の角度及び位置は相対値である。

4.2 サブアクション

サブアクションは人体の部分姿勢を定義するものである。人体の各関節の角度と人体全体の角度及び位置をつぎのように記述する。角度の単位は度である。

〈関節名〉 x 〈値〉 y 〈値〉 z 〈値〉

人体の各パーツを指、手、足の3つにグループに分類する。指グループは両手10本の指のグループである。手グループは胸、首、頭、両腕、手首からなるグループである。足グループは腰、両足、足先からなるグループである。各グループは左右の区別がある。したがってサブアクションの名前はつぎのように記述される。ここで{右、左、両}は右または左または両のいずれかを取ることを意味する。{指、手、足}も同様である。

{右、左、両} {指、手、足} : 〈姿勢名〉

図3にサブアクションの記述例を示す。

4.3 アクション

アクションは人体の部分姿勢または全体姿勢を定義するものである。アクションは複数のサブアクションからなる。図4にアクションの記述例を示す。アクションの名前はつぎのように記述される。ここで身は人体の全体姿勢を表す。

{右、左、両} {指、手、足、身} : 〈姿勢名〉

4.4 ワード

ワードはリズムダンスの1拍の振りを定義する。ワードはつぎのような2つの姿勢とその時間からなる。時間は10で固定である。

〈アクション名〉 〈時間〉

図5にワードの例を示す。この例では、「両足：ダウン」という振りはその前の姿勢から10単位時間後に「両足：ダウン1」という姿勢なり、更に10単位時間後に「両足：ダウン2」という姿勢になるという振りを表している。10単位時間中の途中の姿勢は線形補間により、自動的に生成される。

4.5 動作の種類

足の振りはつぎの18種類がある。

ダウン、横ダウン、
サイド開く、サイド閉じる、
横ハーフ出す、横ハーフ戻す、
前ハーフ出す、前ハーフ戻す、
クロス出す、クロス戻す、

subaction 両足：ダウン1

腹 x 0 y 0 z 0
へそ移動 x 0 y -1.0 z 0
へそ回転 x 0 y 0 z 0
右上肢 x -50 y 0 z 0
右下肢 x 100 y 0 z 0
右足 x -50 y 0 z 0
左上肢 x -50 y 0 z 0
左下肢 x 100 y 0 z 0
左足 x -50 y 0 z 0

end

図3 サブアクションの例

action 両身：ダウン1

右指：グー 左指：グー
両手：バック1
両足：ダウン1

end

図4 アクションの例

word 両足：ダウン 閉じたままダウン

両足：ダウン1 10
両足：ダウン2 10

end

図5 ワードの例

横ステップ、前ステップ、後ステップ、
横スイング、前スイング、後スイング、
キック、アップ

手の振りはつぎの7種類がある。

上、横、前、曲げて横、曲げて前、
アップ、プッシュ

指の振りはつぎの8種類がある。

グー、パー、1、2、3、4、
まっすぐ、きつね

5. 場合分け・繰り返し処理の実現法

5.1 構造化センテンス

ダンスシステムのプログラム部で記述された振り付けは構造化センテンスに変換される。構造化センテンスの要素はつぎの形式をしている。

〈ln〉〈tr〉〈if〉〈rp〉(〈ワードの集合〉)

lnは行番号、trは全体繰り返し番号、ifは場合分け項、rpは繰り返し項である。図6に構造化センテンスの例を示す。

		2回	▼		
場合分け	繰り返し			全身	
1	・	○○	・	ダウン	
2	1回目	△△	・	キック	
3	2回目	・	・	ダウン	
4	2回目	・	・	サイド開く	
5	2回目	・	・	横ダウン	
6	2回目	・	・	サイド閉じる	

(a) 振り付けの例

structured-sentence ダンス 2

```

1 -1 ・ ○○ ( ・身 : ダウン )
2 -1 1 回目 △△ ( ・身 : キック )
3 -1 2 回目 ・ ( ・身 : ダウン )
4 -1 2 回目 ・ ( ・身 : サイド開く )
5 -1 2 回目 ・ ( ・身 : 横ダウン )
6 -1 2 回目 ・ ( ・身 : サイド閉じる )
end

```

(b) 構造化センテンス

図6 構造化センテンスの例

5.2 場合分け・繰り返し処理の実現法

場合分け処理, 繰り返し処理は繰り返し展開, 全体繰り返し展開, 場合分け展開をこの順に実施することによって行われる. 図6 (b)の構造化センテンスに対して繰り返し展開を行った結果を図7に示す. また, それに対して, 全体繰り返し展開, 場合分け展開を順次行った結果を図8及び図9に示す.

5.3 左右展開

図6 (b)の構造化センテンスにおいて, ワード名の最初の文字がドットになっている. 振りには左右を区別するものと区別しないものがある. 左右を区別するものはドットの部分に「右」または「左」が挿入され, 左右を区別しないものは「両」が挿入される. ドットにどのような文字がどの順に挿入されるかの情報はワード内に記述されている.

6. 組み合わせ処理の実現法

1つの振りは指, 手, 足の部分振りの組み合わせにより構成される. 部分振りから全体の振りを構成する方法には2つの方法がある.

structured-sentence ダンス 2

```

1 -1 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
1 -1 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
2 -1 1 回目 ・ ( ・身 : キック )
2 -1 1 回目 ・ ( ・身 : キック )
3 -1 2 回目 ・ ( ・身 : ダウン )
4 -1 2 回目 ・ ( ・身 : サイド開く )
5 -1 2 回目 ・ ( ・身 : 横ダウン )
6 -1 2 回目 ・ ( ・身 : サイド閉じる )
end

```

図7 繰り返し展開の例

structured-sentence ダンス 1

```

1 1 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
1 1 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
2 1 1 回目 ・ ( ・身 : キック )
2 1 1 回目 ・ ( ・身 : キック )
3 1 2 回目 ・ ( ・身 : ダウン )
4 1 2 回目 ・ ( ・身 : サイド開く )
5 1 2 回目 ・ ( ・身 : 横ダウン )
6 1 2 回目 ・ ( ・身 : サイド閉じる )
1 2 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
1 2 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
2 2 1 回目 ・ ( ・身 : キック )
2 2 1 回目 ・ ( ・身 : キック )
3 2 2 回目 ・ ( ・身 : ダウン )
4 2 2 回目 ・ ( ・身 : サイド開く )
5 2 2 回目 ・ ( ・身 : 横ダウン )
6 2 2 回目 ・ ( ・身 : サイド閉じる )
end

```

図8 全体繰り返し展開の例

structured-sentence ダンス 1

```

1 1 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
1 1 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
2 1 ・ ・ ( ・身 : キック )
2 1 ・ ・ ( ・身 : キック )
1 2 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
1 2 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
3 2 ・ ・ ( ・身 : ダウン )
4 2 ・ ・ ( ・身 : サイド開く )
5 2 ・ ・ ( ・身 : 横ダウン )
6 2 ・ ・ ( ・身 : サイド閉じる )
end

```

図9 場合分け展開の例



(a) 部分振りの組み合わせ

```
action 両指：グー+両手：アップ1+
      両足：ダウン1
      右指：グー
      左指：グー
      両手：アップ1
      両足：ダウン1
end
```

```
action なにもしない+両手：アップ2+
      両足：ダウン2
      両手：アップ2
      両足：ダウン2
end
```

(b) 新たに生成されたアクション

```
word 両指：グー+両手：アップ+
      両足：ダウン
      両指：グー+両手：アップ1+
      両足：ダウン1 10
      なにもしない+両手：アップ2+
      両足：ダウン2 10
end
```

(c) 新たに生成されたワード

図 10 部分振りの組み合わせ

1 つ目は複数の部分振りから全体の振りを構成する方法である。図 10 にその例を示す。この例では指、手、足の部分振り「グー」、「アップ」、「ダウン」から全体の振りを構築している。この構築において、「両指：グー+両手：アップ1+両足：ダウン1」、「なにもしない+両手：アップ2+両足：ダウン2」という2つの新たなアクションと「両指：グー+両手：アップ+両足：ダウン」という新たなワードが生成される。

2 つ目は全身振りと複数の部分振りから全体の振りを構成する方法である。図 11 にその例を示す。この例では全身の振り「ダウン」と手の部分振り「アップ」から全体の振りを構築している。この構築において、「両身：ダウン1+両手：アップ1」、「全身：ダウン2+両手：アップ2」という2つの新たなアクションと「両身：ダウン+両手：アップ」という新たなワードが生成される。



(a) 全身振りと部分振りの組み合わせ

```
action 両身：ダウン1+両手：アップ1
      右指：グー
      左指：グー
      両足：ダウン1
      両手：アップ1
end
```

```
action 両身：ダウン2+両手：アップ2
      右指：グー
      左指：グー
      両足：ダウン2
      両手：アップ2
end
```

(b) 新たに生成されたアクション

```
word 両身：ダウン+両手：アップ
      両身：ダウン1+両手：アップ1 10
      両身：ダウン2+両手：アップ2 10
end
```

(c) 新たに生成されたワード

図 11 全身振りと部分振りの組み合わせ

表 1 教程

教程	内容
1	順次
2	繰り返し
3	場合分け
4	繰り返しと場合分け
5	左右の手
6	手と足
7	指と手
8	指と手と足
9	総合

7. 教程

ダンスによるプログラミングを学習するために、本システムでは表 1 に示す 9 つの教程を用意している。これらの教程は自学自習するものである。教師やアシスタントがついた授業では教程 4 及び 9 を行う。

8. 評価と考察

8.1 評価方法

本システムの有効性を評価するために、小学生に対し1回、高専生に対し3回の模擬授業を行った。

小学生では、小規模小学校5年3名に対し、2017年2月9日に1時間分(45分授業)の模擬授業を行った。模擬授業の教師役は教師が務め、学生アシスタント2名が授業補助を行った。2台のノートパソコンを用意し、2人の生徒にノートパソコンの操作を行わせた。例題のダンスプログラムをスクリーンに表示させ、もう1人の生徒と教師はスクリーンを見ながら実演し、プログラミングの仕方を説明した。踊る役の生徒とパソコンを操作する生徒は例題が変わるたび交代した。

高専生では、香川高専1年生に対し、3回の模擬授業を行った。3回とも異なる学科の学生である。1回目は2017年1月16日及び1月23日に42名に対し、教師1名で4時間分(90分授業を2回)行った。教師役は教師が務めた。2回目は2017年4月20日に43名に対し、教師1名、学生アシスタント2名で2時間分(90分授業を1回)行った。教師役は学生が務めた。3回目は2017年7月10日に高専1年42名に対し、教師1名、学生アシスタント1名で2時間分(90分授業を1回)行った。教師役は学生が務めた。

8.2 アンケート結果

小学生ならびに高専生の1回目から3回目までの模擬授業に対するアンケートの結果を図12に示す。アンケートは順次処理、繰り返し、場合分けの理解度、振り付けをつくれるか、作成した振り付けが実際に踊れるか、授業が楽しかったかを1から4までの4段階で評価してもらった。1, 2が否定的評価, 3, 4が肯定的評価である。

小学生のアンケート結果を見ると、全て理解できた、楽しかったとなっており、複数の指導者のサポートがあれば短時間で本システムを使いこなせることが分かった。しかし、実際に作成されたダンスプログラムを見てみると繰り返し処理は使用されていたが、場合分け処理は使用されていなかったため、全ての事柄が理解されていない可能性もある。

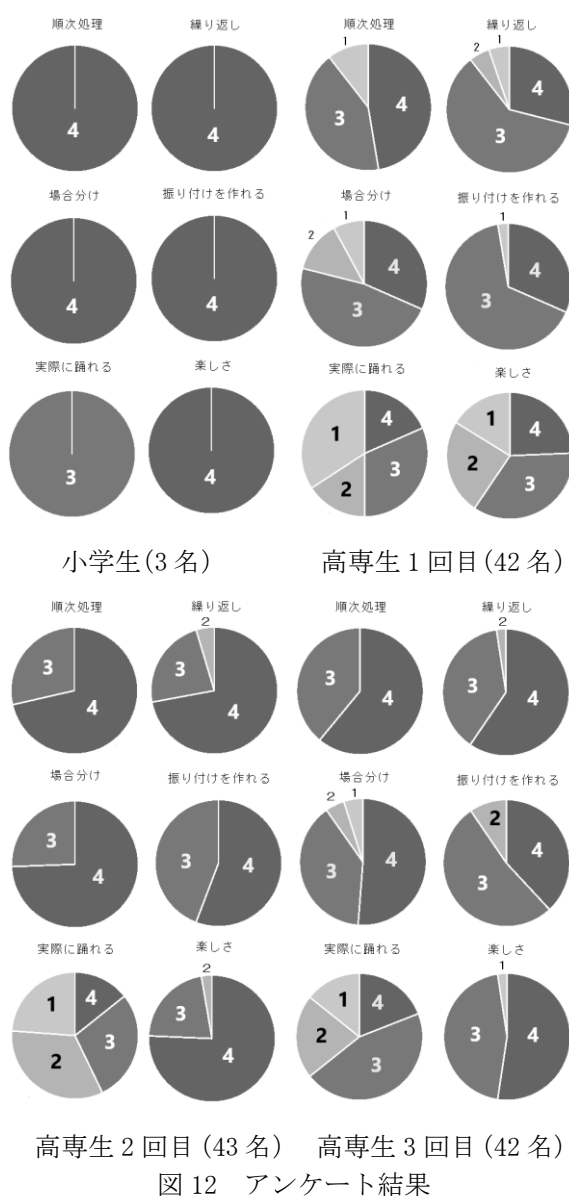


図12 アンケート結果

高専生に対する1回目の模擬授業では、教師役が例題のダンスプログラムを提示して、順次処理、繰り返し処理、場合分け処理を説明した。1回目のアンケート結果及び提出されたダンスプログラムを解析してみると、場合分けの理解が不十分な学生がいた。アンケートでは場合分けを21%の学生が理解できなかったと答えており、また、作成したダンスが踊れないと答えた学生が50%、楽しくないと答えた学生が40%いた。高専生に対する2回目の模擬授業では、1回目の結果を考慮して、例題のダンスプログラムを提示するのではなく、実際に教師役が学生とともに1つ1つ作り上げながら説明するという方法をとった。また、「繰り返し、場合分け、全体

繰り返しを使用すること、プログラムの長さは10行以上」という条件を出してダンスを作らせた。作品はできた人から順に提出させ、提出した作品の多くはその場でスクリーンに表示した。2回目のアンケート結果を見ると、各処理が理解できたという回答が多く占め、ダンスが作れるか、楽しかったか、の2項目もいい結果を得られた。しかし、実際に踊れるかの項目については57%が踊れないと答えた。

1, 2 回目の結果では、作成したダンスを実際に踊れないと答える学生が多くいたため、「実際に踊れるようなダンスの振り付けを考えること」という注意を最初にし、高専生に対する3回目の模擬授業を行った。その結果、実際に踊れるかの項目については64%の学生が踊れると答えた。

アンケートの結果より、ダンスプログラミングシステムの操作は短時間で習得できること、順次、繰り返し、場合分けの処理の理解もほぼ短時間で可能なことが分かった。

実際に踊れるかの項目は他の項目と比べ、肯定的な回答が少なかった。これについては2つの原因が考えられる。1つ目の原因は組み合わせ処理にある。生徒や学生が作成したダンスの振り付けには場合分けはあまり使われない傾向があるが、組み合わせ処理はほとんどの生徒、学生が使用している。組み合わせ処理はダンスの動作を複雑なものにできるため、組み合わせ処理を無作為に使うと踊れないダンスができあがる。2つ目の原因は踊るのがより困難なダンスの振り付けを意図的に作成したものと解釈できる。

アンケートでは小学生と高専生2回目及び3回目において自由記述欄を設け、総計25の意見感想を得た。表2にそのいくつかを示す。

8.3 振り付け内容からみた考察

作成された個々の振り付けの内容を解析した結果を表3に示す。振り付け数項は提出された振り付けの総数である。行数項は振り付けの行数の平均である。繰り返し項、場合分け項、組み合わせ項は繰り返し、場合分け、組み合わせを使用した割合であり、単位は%である。

小学生は2台のパソコンを用いて模擬授業を行ったため、提出振り付け数が2となっている。高専生の1回目は4人で1つの班をつくり、班で1つ提出させたため、10となっている。高専生の2回目と3回目は1人で複数の振り付けを

表2 感想

対象	内容
小学	すごくおもしろいダンスを作れてよかった
小学	こまかい動きがあつておもしろかった
小学	すごく迫力があつておもしろかった
高専2	非常に分かりやすく楽しかったです
高専2	アルゴリズム体操を作ってみたかったけれど、うまくいかなかった
高専2	○と△の違いが分からなかった
高専3	パソコンは苦手なのでプログラミングをするのはすごく不安だったけれどダンスは楽しかったです
高専3	1つ1つの動きがどのようなものか説明があつたらいいと思いました
高専3	ジャンプや回る動作があれば、もっと表現の幅が広がるかと思いました

表3 作成された振り付け内容の詳細

	振り付け数	行数	繰り返し	場合分け	組み合わせ
小学	2	7.5	100	0	100
高専1	10	17.6	80	40	60
高専2	51	16.8	98	92	98
高専3	43	24.1	95	63	98
全体	106	19.7	95	74	94

表4 繰り返し内容の詳細

	繰り返し	区間繰り返し
小学	100	100
高専1	80	50
高専2	98	72
高専3	95	51
全体	95	62

提出したものがいたため、人数より多い数になっている。

8.4 繰り返しに対する考察

繰り返しについては作成された振り付けのうち95%で使用されていた。繰り返しは1つの振りを繰り返す方法と複数の振りを1つのかたまりとして繰り返す方法が用意されている。後者を区間繰り返しと呼ぶことにする。区間繰り返

しは繰り返しの中でより高度な使用方法である。表4に繰り返しの使用頻度と、繰り返しの中の区間繰り返しの使用頻度を示す。区間繰り返しの使用頻度は62%であった。

8.5 場合分けに対する考察

場合分けについては表5に示すように、作成された振り付けのうち74%で使用されており、繰り返しと比べ使用頻度が低かった。特に小学生や高専生の1回目の模擬授業で使用頻度が低かった。ダンスシステムにおける場合分けは全体繰り返しの中の何回目か振りを行うかを指定するものである。したがって全体繰り返しを適切に設定することが大切であるが、場合分けを使用している振り付けの中で全体繰り返しの設定が適切な割合は94%であった。

8.6 組み合わせに対する考察

組み合わせについては表6に示すように94%の振り付けで使用されていた。振り付けには身体の部分の動作を組み合わせる部分組み合わせと全身動作と部分の動作を組み合わせる全体部分組み合わせがある。部分組み合わせを用いた振り付けの使用頻度は94%で、全体部分組み合わせの使用頻度は77%であった。全体部分組み合わせにおいては全身動作と全ての部分動作を指定している振り付けが多くみられ、全体部分組み合わせを正しく設定していた割合は56%であった。

9. まとめ

小学生などにプログラミング的思考を育むことを目的としたダンスプログラミングシステムについて述べた。このツールを用いると、コンピュータとプログラムの関係について、生徒の理解が深まることが分かった。また、実際のダンスとツール上の仮想ダンスを関連付けることにより、生徒の表現力の向上に貢献できること、様々なダンス動作をプログラミングの方法で設計することにより、生徒の創造力の向上に貢献できることが分かった。また、生徒はおおむね楽しんで授業を受けていることが判明した。

参考文献

[1] 文部科学省有識者会議資料，小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について

表5 場合分け内容の詳細

	場合分け	全体繰り返しの設定
小学	0	---
高専1	40	50
高専2	92	94
高専3	63	100
全体	74	94

表6 組み合わせ内容の詳細

	組み合わせ	部分	全体部分	正しい使用方法
小学	100	0	100	50
高専1	60	50	0	---
高専2	98	94	86	55
高専3	98	100	100	58
全体	94	94	77	56

て、2016.

[2] J. M. Wing, Computational thinking, CACM, vol. 49, no. 3, pp. 33-35, March 2006.

[3] 久野靖, プログラミング教育/学習の理念・特質・目標, 情報処理, vol. 57, no. 4, pp. 340-343, 2016.

[4] 文部科学省, 表現運動, 小学校体育(運動領域)まるわかりハンドブック, pp. 48-53, アイフィス, 東京, 2011.

[5] L. Cardelli, R. Pike, Squeak: A language for communicating with Mice, Proc. SIGGRAPH '85, vol. 19, pp. 199-204, July 1985.

[6] 稲垣卓弥, 阿部和広, 山崎謙介, 横川耕二, 「教具」としてのSqueak Toysとその小学校算数教育への適用, 情処学CE研報, 2009-CE-98, 2009.

[7] D. J. Malan, H. H. Leitner, Scratch for budding computer scientists, Proc. SIGCSE '07, pp. 223-227, March 2007.

[8] 森秀樹, 杉澤学, 張海, 前迫孝憲, Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践～小学生を対象としたプログラミング教育の再考～, 日本教育工学会論文誌, vol. 34, no. 4, pp. 387-394, 2011.

[9] 深谷和義, 宮地昌子, 小学生向けプログラミ

- ング授業のための「プログラミン」利用の検討, 日本教育工学会論文誌, vol. 36, pp. 9-12, 2012.
- [10] 原田康徳, 勝沼奈緒美, 久野靖, 公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育, 情処学論, vol. 55, no. 8, pp. 1765-1777, 2014.
- [11] 坂本一憲, 本田澄, 音森一輝, 山崎頌平, 服部真智子, 松浦由真, 鷺崎弘宣, 深澤良彰, ねっこダンス:真似て覚えるプログラミング学習ツール, コンピュータソフトウェア, vol. 32, no. 4, pp. 74-94, 2015.
- [12] 湯川崇, 海賀孝明, 長瀬一男, 玉本秀夫, 舞踏符による身体動作記述システム, 情処学論, vol. 41, no. 10, pp. 2873-2880, 2000.
- [13] 岡田成美, 福里司, 岩本尚也, 森島繁生, 振り付けの構成要素を考慮したダンスモーションのセグメンテーション手法の提案, 情処学 CG 研報, vol. 2014-CG-156, no. 9, 2014.
- [14] 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史, 音楽特徴を考慮した舞踏動作の自動生成, 信学論(D), vol. J90-D, no. 8, pp. 2242-2252, 2007.
- [15] 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子, モーションアーカイブと3DCGを用いたコンテンポラリーダンスの創作実験, 映情学誌, vol. 66, no. 12, pp. J539-J545, 2012.