

# ロボットを介在させた学習支援システムを構成する柔軟な機能部品の開発

## Development of Flexible Functional Components for Robot-Mediated Learning Support System

野口孝文, 千田和範

Takafumi Noguchi, Kazunori Chida

釧路高専

Kushiro National College of Technology

Email: noguchi@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：画像処理をライブラリで提供する OpenCV や、ロボットの制御を目的とした音声処理をライブラリで提供する HARK など他システムとの連携を考慮した様々なライブラリシステムが開発されるようになった。我々は、オープンなシステムとして開発している IntelligentPad システムを用い構築や再編集が柔軟にできる学習支援システムを提案してきた。また我々は、学習者の持続力向上の目的でロボットを介在させた学習支援システムを開発している。本発表では学習支援システムとロボットを連携させるのに必要な機能の部品化を上述のシステムを利用して行うことについて紹介する。

キーワード：ロボット, プログラミング教育, オブジェクト, IntelligentPad

### 1. はじめに

我々は、コンピュータ上に可視化したオブジェクトをダイナミックに組み合わせプログラムすることができる IntelligentPad システムを用い、プログラミング教育に利用してきた<sup>[1][2]</sup>。初心者プログラミングには、コンピュータの知識や言語の文法知識、開発環境の知識、OS に関連したライブラリの知識、さらに問題解決のためのアルゴリズムの知識が必要となる。そのためプログラミング教育では、たとえば入出力に関して限定的な機能を利用することによって、初心者の負担を軽減する必要があった。我々のシステムでは、入出力に関して直感的にかつ直接操作可能な部品を与えることによって学習者に興味を持たせながらも負担を軽減できるようにしている。しかし、負担を軽減し続けてもなおプログラミングを苦手とする学生は後を絶たない。プログラミングを理解するためには、実際にプログラムを作成しデータを入力し結果を確かめることを継続的に行うことが効果的である。

我々は、きめ細かい情報を学習者に提示するシステムを作成し、さらにそこに学習者の継続的な学習を促すために、見守るロボットを用意した<sup>[3]</sup>。

しかし学習者のシステム操作に合わせてロボットを制御することはそれほど難しくないが、学習者がシステムを操作していないときの学習者の状態を把握し、適切に反応することは難しい。本システムでは学習者がシステムを操作していないときに、画面を見ているのかあるいは、ロボットを見ているのかといった状況を取り込む機能を付加する。またこれらの機能は部品化することで容易にシステムに組み込めるようにする。このことについて以下で述べる。

## 2. IntelligentPad によるプログラミング環境

### 2.1 IntelligentPad システム

IntelligentPad は、パッドと呼ばれるオブジェクトをダイナミックに組み合わせたり、変更したりでき

るシステムである。パッドは、ディスプレイ上に可視化されており、ユーザは、マウスによる直接操作でパッドを自由に組み合わせることができる。パッドは、他のパッドに貼付することによって、一体化され、一体化されたパッドは、それぞれのパッドの機能を併せ持った新しい合成パッドとして動作する。

パッドは、複数のスロットを持つことができ、貼り合わされたパッド同士は、このスロットを結合しデータを共有できる。図 1 は、複数のパッドを組み合わせることで実現した学習支援システムの例である。図 1 に示した手続きパッドは、C 言語のサブセットからなるスクリプトを記述することができる。プログラミングの学習では、これを用いてプログラミングを学ぶ。イメージの表示やデータの入力などに既存の部品を用いることで、学習者の負担が軽減できる。

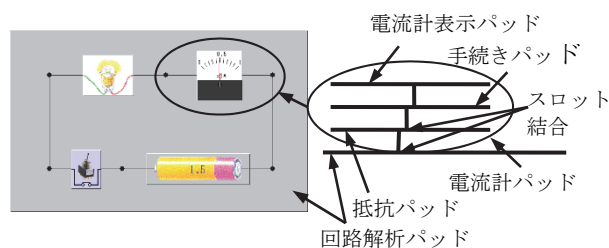


図 1 パッドの貼り合せ

### 2.2 ロボットが見守る学習支援システム

プログラミング学習システムとロボットシステムを連携したシステムの全体を図 2 に示す。課題の提示からプログラムテストおよびロボットの制御をすべて IntelligentPad によって行っている。それぞれのシステムがモジュール化されており、自由に組み合わせることができる。

本システムでは、プログラミングの課題作成やロボットの動作制御の編集も IntelligentPad で実現している。すべてのシステムをダイナミックに変更できる環境で実現しているため、システムの変更を容易に行うことができる。

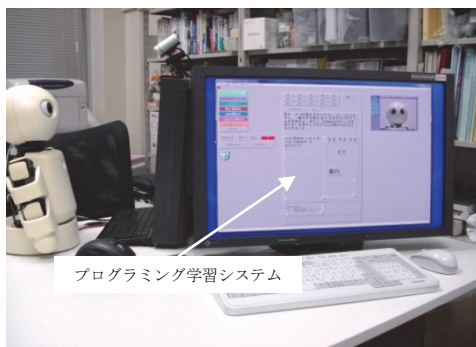


図2 ロボットが見守る学習システム

## 2.3 ロボットが介在する学習支援システム

本システムでは、課題プログラムの実行に同期してロボットを動作させることで、学習者の継続的な学習を促すことを意図している。ロボットを図3に示す。ロボットは、vstone社製のRPC-Sである。このロボットはRCサーボの組み合わせでできており、制御はロボットに搭載されたコンピュータによって行われている。ロボットのポーズや音声発生を、TCP/IP接続のポートを介して学習支援システム

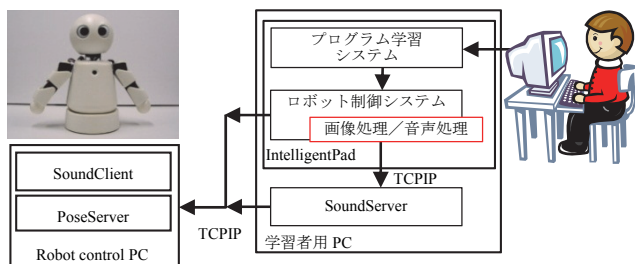


図3 ロボットとロボット制御システム

のあるPC上のロボット制御システムから、ロボット内のアプリケーション(PoseServer, SoundClient)に送り実行させている。ロボットの制御および音声データの送出手は、ロボット制御システムが行い、動作開始に必要な情報は、プログラミング学習システムから送られる。本報告では、この機能に画像処理機能と音声処理機能を付加する方法について述べる。

## 3. 機能の패드化とシステムへの統合

### 3.1 OpenCVの組み込み

OpenCVは、さまざまな言語に対応した画像処理のためのライブラリを提供している。本システム開発に用いているIntelligentPadはC++で開発しており、基本クラスを継承することでさまざまパッドを作ることができる。OpenCVはライブラリ化されている

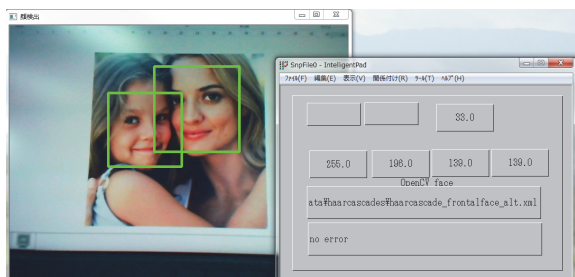


図4 OpenCvパッド

ので容易に組み込むことができる。OpenCVへ渡すパラメータや結果をスロットを介して行うことで、既存のパッドとの連携が可能になる。図4は、OpenCVの人認識の機能を組み込んだパッドである。顔の位置や大きさをスロットにしているので、ロボットを検知した方向に向けることができる。

### 3.2 HARKシステムとの連携

京都大学で開発されているロボット聴覚システムHARKは、GUIで音声解析のシステムを構築できる。HARKではTCPIPによる通信を介して解析結果を得ることができる。この場合には、専用のパッドを作る必要がなくTCPIPサーバパッドを用いることができる。得たデータから、ロボットを声のする方向に向けるといったことが可能になる。

### 3.3 IntelligentPadに統合する意義

IntelligentPadのほかにも、可視化されたオブジェクト同士をダイナミックに接合して制御や解析を行うさまざまなシステムがある。ロボットの制御のためのChoregraphe, harkやLaboVIEW, 制御システムで使われるMATLABといったシステムはいずれも可視化された部品を並べ結線等によって連携させることができる。

IntelligentPadで行う利点は可視化したオブジェクト(パッド)を一体化して取り扱うことにある。貼り合わせたオブジェクトは1つのオブジェクトと同様に扱うことができる。また、パッド間は1つのスロットに限定して結合が行われていることと、図1に示した例のように、親パッドからのイベント送出で各パッドから必要なデータを集めることができる。他システムにはない使いやすさの特徴がある。一方、上述のシステムのように多様な機能が開発されており、これらのシステムをIntelligentPadに統合して利用する意義は大きい。

## 4. おわりに

本報告では、プログラミングの学習支援にロボットを介在させるシステムを紹介し、これに学習者の状態を多角的に取り込むための機能を部品化することについて紹介した。ここでは、様々なシステムの中から、画像処理のライブラリを提供するOpenCVとロボット制御を考慮した音声処理機能を持つHARKをパッド化することについて紹介した。

本研究の一部は科学研究費新領域(24118709)を得て遂行している。

### 参考文献

- (1) 野口孝文, 田中譲, プログラミング学習のためのツールキットシステムを用いたマイクロワールド, 教育システム情報学会論文誌, Vol. 16, No.4, pp. 208-216 (2000)
- (2) 野口孝文, マイクロワールドにおける教材提示と管理, 電子情報通信学会, 教育工学研究会論文集, pp.39-42 (2006)
- (3) 野口孝文, 千田和範, ロボットが見守る初心者のためのプログラミング学習環境の開発, 電子情報通信学会, 教育工学研究会論文誌, pp.55-58, (2012)