

## 思考を支援するユーザインタフェースの研究

### Study of User Interfaces to Support Thinking

野口 孝文<sup>\*1</sup>, 布施 泉<sup>\*1</sup>  
 Takafumi Noguchi<sup>\*1</sup>, Izumi Fuse<sup>\*1</sup>  
<sup>\*1</sup>北海道大学  
<sup>\*1</sup> Hokkaido University  
 Email: noguchi@iic.hokudai.ac.jp

あらまし: ウェブブラウザをはじめディスプレイ表示のあるプログラムの多くは, コントローラ/ビューの複合オブジェクトとして作られている. しかし, 利用者がその部品の組み合わせを変更したり, 他のプログラムの部品を持ち込み利用したりすることはできない. 我々は, 30 年以上前からこれができるインテリジェントパッドを用い学習支援システムを開発してきた. 本論文では Python によって新たなインテリジェントパッドシステムを開発し, これによって多様な試行錯誤が可能になったことを紹介する.

キーワード: HCI, 個別最適化, パーソナライズ学習, インテリジェントパッド

#### 1. はじめに

コンピュータの小型化と高性能化およびネットワークの高速化により, アプリケーションプログラム(アプリ)を介して様々な情報やサービスを簡単に利用できるようになった, 一方, アプリの機能の一部を取り出して他のアプリやドキュメントに組み込んで利用するといったことは実現できていない.

我々は, 30 年以上前から再利用再編集可能なオブジェクトの組み合わせで様々なアプリを実現し, 学習支援で利用してきた<sup>(1)(2)</sup>. 本論文では, Python を用いて新たにプラットフォーム (Python 版インテリジェントパッド) を開発し, 効率的な開発が可能になったことについて報告する. 本論文の 2 章で, インテリジェントパッドについて述べ, 3 章で, 開発したシステムと利用例を示す. また Python 版インテリジェントパッドの思考支援システムとしての可能性について示し, 4 章で今後の課題について述べる.

#### 2. インテリジェントパッドシステム

##### 2.1 インテリジェントパッド

インテリジェントパッドは, プログラムを構成する機能部品をディスプレイ上に可視化して, 利用者がマウスの操作で簡単に配置や組み合わせを再編集できるシステムである. 本システムは, 1987 年に北海道大学の田中によって考案され, 1990 年には, 基本的なシステムとアプリケーションプログラムが発表されている. 我々は, この時からこれを用いた学習支援システムの開発を行っている<sup>(1)(2)</sup>.

インテリジェントパッドは, パッドと呼ばれるプログラム部品を紙のイメージで貼り合わせたり複写したりして, 目的のプログラムを実現する. パッドは, M(Model)V(View)C(Controller)の複合オブジェクトで, V 同士を連携させることによってパッド同士の機能合成を実現する. 利用者は, ディスプレイ上で可視化した部品を見ながら部品同士の連携や部品の複写や削除を行うことができる. この操作によっ

て可能になる学習支援については, 次章で述べる.

##### 2.2 これまでの開発環境

1990 年代に北海道大学で開発したインテリジェントパッドは Smalltalk をシステム開発言語に用いていた. Smalltalk はオブジェクト指向言語で MVC フレームワークを用いた開発方法が推奨されているが, インテリジェントパッドでは, CV 間のメッセージは C から V へのみと限定している. また, 部品 (MVC) 間のメッセージは V 同士が行っている.

1990 年後半には, C++を用いた C++版インテリジェントパッドが日立ソフトウェアと富士通で開発された, 我々は, このシステムを用いて学習支援システムを開発し 2020 年まで授業で用いている. 2010 年には, 北海道大学の Kuwahara によって HTML5 および Javascript 等を用いたインテリジェントパッド (Webble) が開発されている<sup>(3)</sup>,

我々は, ライブラリの豊富さとインタプリタの容易な開発環境から Python を用いたインテリジェントパッド開発を 2019 年から開始した. このことについては次章の 3.3 節で述べる.

#### 3. インテリジェントパッドの利用

##### 3.1 高専におけるプログラミング授業での利用

我々は, C++版インテリジェントパッド用いて学習教材を開発し, 釧路高専におけるプログラミング授業で用いてきた. 授業における作品例を図 1 に示す. そこでは, ディスプレイ上に絵を表示する部品やそれを移動する部品, 重なり判定をする部品等を

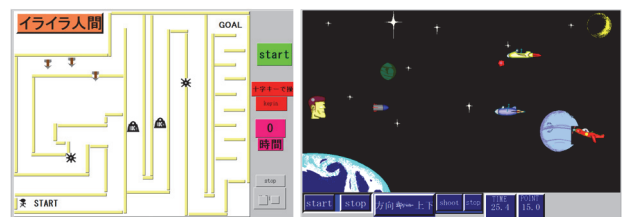


図 1 学生が制作したゲーム作品の例

用意して、容易にシューティングゲームを作ることができるようにした。学習者は、標的や弾の移動や当たりに応じた動作のプログラムに専念することができ、多様な学習者の能力に対応でき、広く学習者の達成感を高めることができた。

### 3.2 大学におけるプログラミング授業での利用

北海道大学で2018年からロボット<sup>(4)</sup>を用いた演習の授業を継続して行っている<sup>(5)</sup>。主に1年生が履修する一般教育としての授業（選択）であり、人数は1クラス最大で23名である。文理や男女に大きく偏らず履修され、学習者のプログラミングに関する知識レベルも多様である。本授業では、ロボットのプログラム作成と作成したプログラムをロボットに転送する等の支援にインテリジェントパッドを使用している。PCとロボットの接続の様子を図2に示す。

### 3.3 Python 版インテリジェントパッド

2019年からPythonを使ってインテリジェントパッドを開発している。Pythonがインタプリタであることと様々なライブラリが用意されているためと、それらをダイナミックに連携できることから、Python版インテリジェントパッドには、高い有用性がある。3.2節で述べた大学の利用では、当初C++版インテリジェントパッドを用いていたが、2021年からのリモート授業では、図2の右下に示すPython版インテリジェントパッドを、学生の所有するPCでUSBメモリから起動して利用することができた。

### 3.4 部品の再利用

図3は、Python版インテリジェントパッドで作成した滑車の教材である。これと同様のシステムは、30年以上前から実現している。各滑車やばねをパッドで貼り合わせることによって動作させることができる。図の中央は左の滑車機構の一部を複製したもので、これを部品として、元の滑車の一部に組み込んで、図の右の滑車機構を作ることができる。

この時の部品（パッド）間のデータ交換において、ばね定数や力のほか部品の取り付け位置情報を標準化した方法で授受することによって、任意の部分（パッドの貼り合わせ）を複製して利用することができる。これによって、学習者は貼り合わせ操作のみで試行錯誤することができる。

### 3.5 思考を支援するシステム

図4は、図3の滑車のデータ交換と同様の方法を用いて作成したテキスト編集のシステムである。例

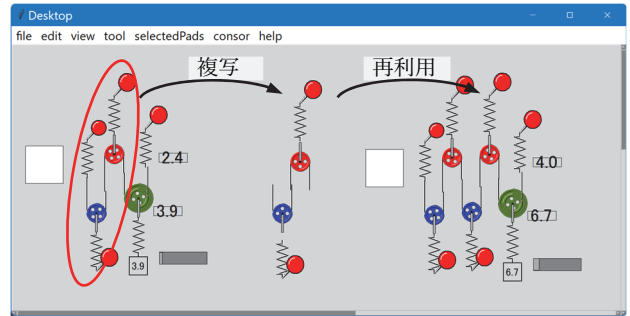


図3 機構の一部を部品として再利用

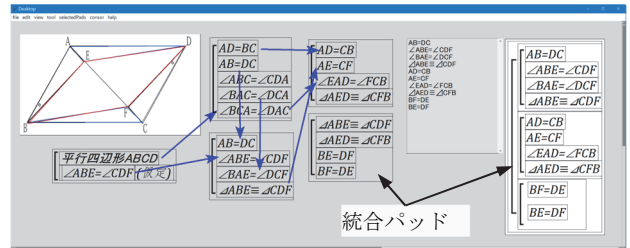


図4 試行錯誤のための操作環境

えば左上の平行四辺形の図形の証明問題について思考する。図は、問題と仮定から順にテキストにして並べ、その一部を複製しながら結論を得る思考の過程を示している。図では、手順ごとに統合パッドによってグループ化されている。さらに中央の3つのグループを統合パッドにまとめることで、証明の過程を整理することができる。

## 4. おわりに

本論文では、30年以上学習支援の開発のプラットフォームに使用してきたインテリジェントパッドを紹介した。また、Python版のインテリジェントパッドを開発し、豊富なライブラリが容易に利用でき、効率的にシステム開発ができるようになったことを示した。今後様々な機能をパッド化することで、Python版インテリジェントパッドは、試行錯誤のための有用なツールになると考えている。

### 参考文献

- (1) Y. Tanaka, A. Nagasaki, M. Akaishi, and T. Noguchi, "A Synthetic Media Architecture for an Object-Oriented Open Platform", Proc. of the IFIP 12th Computer Congress, pp.104-110 (1992)
- (2) 野口孝文, 田中譲, "コンストラクションセットを持つマイクロワールド", 情報処理論文誌, vol.11, No.1, pp.152-166 (1995)
- (3) M. Kuwahara, Micke, Y. Tanaka, Yuzuru "Webble World 3.0: In the Borderland Between Being a User or a Developer", ISIP 2014, CCIS, vol. 497, pp. 85-96, Springer, Heidelberg (2016)
- (4) T. Noguchi, H. Kajiwara, K. Chida and S. Inamori, "Development of a Programming Teaching1-Aid Robot with Intuitive Motion Instruction Set", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.29 No.6, pp.980-991 (2017)
- (5) 布施泉, 野口孝文, "プログラミングロボットを用いた協調学習の実践と展開可能性", 教育システム情報学会研究会報告, vol.37, no. 2, pp.1-5 (2022)



図2 ロボットとプログラム作成支援システム