

HI 機器を用いた操作式解答によるマルチメディア学習システムの基本機能 Functions of a Multimedia Learning System based on Operation-Style Answering with HI Devices

石井 怜央[†] 富永 浩之[†]
Reo ISHII Hiroyuki TOMINAGA

1. はじめに

近年、様々なマルチメディア情報の柔軟で高速な処理が可能となり、ヒューマンインタフェース(HI)に親和性の高い各種の入出力機器も安価に提供されるようになった。そのため、これらの教育への利用が盛んになってきている。特に、ゲーム要素を含んだシステムへの関心が高い。

本研究でも、体感的な学習効果を目指し、マルチメディア出題に対する操作式解答の学習システムを提案している。フレームワークに基づき、Java 言語によるスタンドアロンのシステム DrilLs-M を試作している[1]。これまでに、2D マウスやペン入力による操作で、テキストや静止画に対する解答および採点を実現している。応用として、漢字の字形学習[2]や地図問題[3]に適用してきた。

2. マルチメディア学習システムの提案

本研究では、2D/3D の動画や仮想現実(VR)を用いた幅広い出題を実現する。また、普及しつつある NUI(Natural User Interface)機器の利用にも対応する。NUI 機器とは、人間の身体の動きを 3D で認識するモーションセンサ型の機器の総称である。

そのために、汎用的な開発環境を用いて、システムを再構築する。利用形態は以下になる。まず、使用する HI 機器に合わせてシステムをダウンロードする。合わせて、問題セットもダウンロードする。その後、ユーザはローカルで問題に解答する。解答が終われば、解答情報や正誤などのログをサーバに返す。サーバ側では、正誤や使用した時間などを後から確認できる。

利用場面としては、オープンキャンパス、高大連携の体験講座、科学体験イベントなどを想定する。対象は、中高生であり、科学技術への興味と関心を高める。そのため、学習項目の成績的な向上というより、体感的な理解に重点を置く。また、精密性の追求というより、親近感を持たせる娯楽的な要素を工夫する。

3. 以前の操作式解答と試験システム DrilLs-M

現在の DrilLs-M は、図 1 左の解答フィールドのように、画像などのマルチメディア素材を解答欄として提示し、マウスのドラッグやペンタブレットによる筆跡などで解答する問題を扱う。キーボードによるテキスト入力の記入式、マウスで項目を選ぶ選択式と区別し、操作式と呼ぶ。操作式解答は、表 1 のような理科の実験手順やスポーツなど、様々な分野に応用できる。操作式では、正解の候補となる解答行為が限定されず、選択式で起こりがちな丸暗記や当て推量での正解が少なくなる。さらにマルチメディア素材を注意深く見ながら体験的な作業をすることで、記憶を助け、楽しさが増し、教育効果が高まることが期待できる。

DrilLs-M では、操作式解答を構成する各レイヤを、図 1

右の階層モデルで捉える。問題図表は、問題文の一部となるマルチメディア素材である。行為図式は、解答中の実際の操作に対応する。解答図式は、ユーザが解答として確定したものである。このとき、本質的でない操作の揺れを吸収し、正規化を行う。入力図表は、問題図表のうち、解答操作の対象となるマルチメディア素材である。正解図式は、正解を表す操作である。解答図式と正解図式は XML で記述され、両者を照合して採点を行う。

入力方法すなわち行為図式をモデル化し、特に静止画に対するものを、表 2 のような行為型として整理している。行為型はマウスなどによる入力操作に、解答行為としての意味付けを行って区別したものである。行為型には、ポイント(指し)、ドロー(描き)、ペイント(塗り)、エンクローズ(囲み)がある。方式の具体例は、図 2 の通りである。また、ドローを用いた解答を軌跡解答、エンクローズ、ペイントを用いた解答を領域解答と呼ぶ。さらに、行為の精度などの幾つかの方式で細分化する。各行為型による実際の解答から、解答図式が抽出される。また、各方式に対して、適切な GUI による入力支援も行っている。例えば、ペイント型グリッド方式では、画像に格子を表示し、その素枠をマウスなどで複数選択して大雑把に塗る。

4. マルチメディア情報と HI 機器および開発環境

各種のマルチメディア情報を扱うには、専用の出力機器が必要である(図 3 上)。まず、3D ディスプレイや没入型のヘッドマウントディスプレイ(HMD)への対応が必要である。さらに、拡張現実(AR)や複合現実(MR)も検討する。これには、透過型(シースルー)の各種ゴーグルが用いられる。こうした各種の出力機器は、かなり安価になり、通常の教育場面でも利用しやすくなっている。例えば、EPSON MOVERIO や Oculus 関連製品などが挙げられる。

解答行為を支援する入力機器として、様々な NUI 機器を検討する(図 3 下)。これには、接触型の 3D マウスや 3D グローブ、遠隔型のモーションキャプチャ機器が考えられる。両者を融合した機器や視線計測機器も含まれる。安価な機器には、任天堂の Wii リモコンや Switch のコントローラ、Leap Motion、Microsoft Kinect などが挙げられる。

これらは、ゲーム用の機器であるが、一般的な SDK が提供されている。汎用的な開発環境には、Unity や Unreal Engine などが挙げられる。どちらもゲームや 3D コンテンツの制作を行うゲームエンジンである。Unity は、C#言語や UnityScript 言語での API が用意されている。

5. 動画への展開の検討

新システムの開発に向けて、様々なマルチメディア素材による出題を、事例を挙げて検討する。これらの場合、正答自体が厳密な軌跡や領域といえるものではない。解答の正誤の判定というより、ファジィ理論などを用いて、曖昧さを許す採点で部分点も取り入れる必要がある。

[†] 香川大学 Kagawa University

動画を素材とする問題では、楽器演奏やスポーツ動作や所作振舞などが適切である。これらの動作を行っている動画を提示し、どの時点のどの箇所が不適切かを指摘させる。

採点においては、静止画における解答型を時間軸に拡張することになる。位置解答では、該当する開始時間と終了時間も記録し、正答となる近傍との距離および時間的な重複度で判定する。領域解答では、領域の時間的な変動も含めた正答を用意しておき、解答との時空間的な重複度で判定する。ただし、瞬間的に領域を指定することはできないので、柔軟な部分照合が必要である。軌跡解答では、正答と解答との代表点の時間情報も含めた線分距離で判定する。

- 力学現象の多面的理解のためのノンリアリティな視覚表現 - ”, 信学技報, Vol.106, No.507, pp.75-80 (2007)

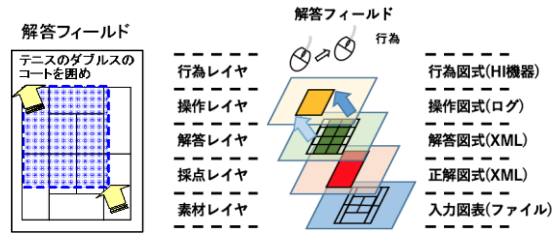


図 1 操作式解答の解答フィールドと階層モデル

6. VR への展開の検討

VR を素材とする問題では、理科実験や英会話において、仮想空間で実際に操作する題材が適切である。例えば、顕微鏡などの実験機材を提示し、適切な作業手順を 3D マウスの行為で解答する、植物の成長において必要物質を仮想的に与え、適切なシミュレーションとなる条件を解答させる。英会話では、依頼された動作を仮想的に行って解答とする。例えば、「Open the left window」で、仮想空間上の左側の窓を開ける。

このような問題においては、採点後の復習フェーズが重要となる。まず、解答と正答を確認する GUI を検討しなければならない。次に、解答に対する印象を強めるため、誤答の際に、楽しいペナルティを導入する。例えば、VR を素材とする問題で、誤答に対して、仮想空間の中で爆発したり、激しい効果音とともに何か壊れる。また、煙や星などの印象強調オブジェクトが出現する。これには、花房ら[4]の VR 力学実験室におけるデフォルト表現を検討する。また、動画における動作の間違い探しのような問題では、正答となる指摘箇所だけでなく、本来の適切な動作も示す必要がある。

7. おわりに

先行研究として、操作式解答によるマルチメディア試験システム DrilLs-M を開発している。このシステムは、マウスやペンタブレットなどによる領域や軌跡の指定など、直感的な操作による学習を目的とする。本論では、近年、普及が進んでいる各種の HI 機器に着目し、より体感的な学習システムを目指す。動画や VR の特性を生かした出題も視野に入れる。3D 操作や時系列データの分析、柔軟な採点方法の導入など、様々な機能を検討した。

参考文献

- [1] 衣笠裕, 山下直子, 林敏浩, 富永浩之, 山崎敏範, “操作式解答によるマルチメディア試験システム DrilLs-M - 領域解答と軌跡解答に対応する行為支援の実装と評価 - ”, 信学技報, Vol.488, No.105, pp.7-12 (2005).
- [2] 衣笠裕, 山下直子, 林敏浩, 富永浩之, 山崎敏範, “操作式解答によるマルチメディア試験システム DrilLs-M - 漢字の字形学習に適した領域と軌跡による解答方式の実現 - ”, 信学技報, Vol.104, No.703, pp.43-48 (2005).
- [3] 正富達也, 富永浩之, “操作式解答によるマルチメディア試験 DrilLs-M の開発 - 移動操作を取り入れた地図出題における入力支援 - ”, 信学技報, Vol.106, No.583, pp.7-12 (2007).
- [4] 花房佑馬, 徳山俊, 富永浩之, 林敏浩, 山崎敏範, “VR シミュレーションによる力学実験のためのエデュテイメント教材 Interlude

表 1 出題分野と問題事例

分野	問題	マルチメディア素材
		解答方法
地理	地図上の指定した都道府県に色を塗らせる	静止画
		特定の位置をペンタブレットで塗る
漢字	漢字の字形を表示し、筆順通りになぞらせる	静止画
		ペンタブレットで曲線を描画
英語	ヒアリングの指示で VR 上で操作する	VR NUI 機器を用いて実際に体を動かす
研修	機器操作で安全確認のための手順を示させる	動画
		特定の位置をマウスで順番にクリック
理科	顕微鏡の操作方法の手順を示させる	VR
		3D マウスで空間上の特定の位置をクリック

表 2 行為型の GUI

位置	記述	中心近傍, 多角近傍, 自由近傍
		入力
領域	表示	中心, 境界
	採点	解答点が正解平面点の近傍内
	記述	矩形領域, 多角領域, 自由領域
軌跡	入力	領域を囲う/塗る
	表示	図形, 外枠
	採点	正/負領域との重複度が閾値以上/以下
軌跡	記述	折線軌跡, 曲線軌跡
	入力	軌跡を描く(簡素/精密)
	表示	矢印, 線
	採点	軌跡の総距離が閾値以下

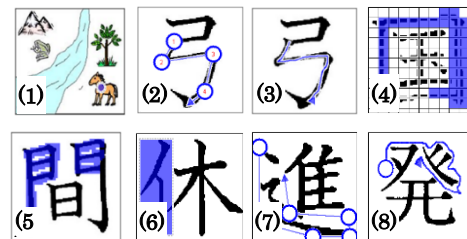


図 2 静止画の解答型



図 3 様々な入出力機器