

Kinect を活用した学習用スロットあわせゲーム

A slot-like game in classroom using Kinect

ネットワーク情報学部 松永賢次

School of Network and Information Kenji MATSUNAGA

Keywords: natural user interface, gesture input, e-learning

Abstract

Many attempts of learning that utilizes the computer game in a classroom have been reported. Computer games with Kinect that can recognize human motion will increase the learning motivation of students. We developed slot-like game using Kinect. Students can play the game after a teacher deploys images for a certain topic. This paper shows how students enjoy the game and learn.

1. はじめに

ゲームを学習に取り入れる試みが多くなされており、コンピュータを利用したゲームの学習における効果がどのように持たされているのか、理論的枠組みが研究されてきている[1, 2]。

コンピュータゲームの世界では、新しい入力装置が開発されてきている。Microsoft 社が開発している Kinect[3, 4] は、複数の人間の体の動きと音声を認識する入力装置であり、Natural Interaction Device と呼ばれている。入力方法に関する学習コストを下げることができ、複数人で楽しく利用できることから、学習ゲームへの導入が期待されている[5]。

われわれは、パソコンに Kinect を接続したハードウェア環境を用いて、Kinect の能力を活かしながら、教室で簡単に楽しみ学習効果を期待できるアプリケーションを試作した。本稿では、その内容について報告する。

2. Kinect

2.1. ハードウェアとしてKinectの機能

Kinect は、画像を認識するためのビデオカメラと深度画像センサー、音声を認識するためのマイクを有している。それぞれの機能は以下の通りである[4]。

ビデオカメラの機能

RGB(24 ビット)の画像データを、640×480 ピクセル、30 フレーム/秒（または 1024×768 ピクセル、15 フレーム/秒）で取得できる。垂直視野は 43 度、水平視野は 57 度である。チルドモーターによって、30 度の範囲で上下に回転できる。

深度画像センサー（距離画像センサー）の機能

デバイスからの距離の情報を、640×480 ピクセル、30 フレーム/秒（または 1024×768 ピクセル、15 フレーム/秒）で取得できる。認識可能距離は、およそ 0.5m から 9 メートルである。この機能は、赤外線プロジェクターと赤外線センサーを組み合わせで実現されている。赤外線を使用しているため、屋外で正確にデータを得ることは難しい。

マイク機能

4 本の音声マイクが搭載されている。それにより、音の発生場所を求める音源位置を推定できるようになっている。

2.2. 汎用パソコンからの利用

Kinect は、Microsoft 社のゲーム機である Xbox 360 用の入力デバイスとして開発されてきたが、汎用 PC で扱うためのドライバ、ライブラリソフトウェアが開発されたことにより、PC 上のアプリケーションでも利用できるようになってきた。PrimeSense 社が中心となっているオープンソースコミュニティから提供されている OpenNI[6]、及び Microsoft 社が提供している Kinect for Windows SDK[7]が代表的なものである。これらのライブラリソフトウェアは頻繁にバージョンアップされ、機能が向上し続けている。

2.3. スケルトントラッキング

これらのライブラリが持つ重要な機能が、人間のスケルトントラッキングである[8]。スケルトントラッキングの機能とは、画像の中から人間を区別し、さらにその人間の頭、首、肩、ひじ、手、ひざ、足などの部位の位置（3 次元座標）を得るものである(図 1)。

スケルトントラッキングの機能があれば、人間自身が体を動かすことにより、コンピュータに命令を出せるように

なる。マウスやキーボードのような、何らかのデバイスを持ったり触れたりする必要がなくなり、人間にとってコンピュータと、より自然なインタラクション(Natural Interaction)をすることができることが期待される。

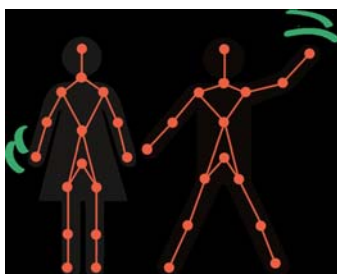


図1 スケルトントラッキング

3. Kinect による入力イベントの扱い

3.1. ライブラリ付属のミドルウェア

Kinect for Windows SDK[7]及び OpenNI[6]を使用して、自然なインタラクションが可能かどうか、これらのライブラリに付属しているサンプルプログラム、及び解説書[9, 10]に掲載されているプログラムを実際に試してみた。二つのライブラリとも、頻繁にバージョンアップされており、より洗練されてきてはいるものの、2011年6月から2012年7月までに試したところでは、利用者にとってかなりストレスがかかる状況であった。OpenNIには、身体の動きをイベントとして認識するミドルウェア NITE を含んでいる。NITEには、「手を前後に動かす」「手を左右に動かす」などの操作を認識することができることになっている。しかし実際に試してみたところ、認識する確率が低く、何回も操作を繰り返さないと認識しないため、自然なインタラクションができると感じる事ができなかった。

3.2. 手の区間移動を移動に基づくイベント認識

用意されているミドルウェアを利用せずに、身体動作をイベントとして扱えるよう、自分たちでプログラムを作成することにした。スケルトントラッキングから得られるデータを元に、どのような身体動作を行っているか判定する。

ゲームを行っているときに、人間はじっとしている訳ではなく、体の様々な部分を動かしている。まったく体を動かしていないつもりでも、部位の座標はわずかながら動く。また無意識の内に大きく部位を動かしていることもある。人間の部位の絶対位置をモニタリングしていると、様々な部位が動いていることになる。意識的に操作している部位の情報だけを取り出し、無意識に動かしているものをノイズとして無視するようにしなければならない。そのためには、部位間の相対的な位置関係を判断材料とするのが良いことがわかった。

左手の左右の動きを取り上げるのであれば、左から右に

向かって「左ひじ」、「左肩」、「首」、「右肩」、「右ひじ」が存在するので、それらのX座標周辺を区間としてとらえることができる。左手が、どの区間を通過して移動しているか判定することで、左手の動きを理解することができる。

上下の動きを取り上げるのであれば、上から下に向かって、「頭」、「首」、「腹」が存在するので、それらのY座標周辺を区間としてとらえることができる。

イベントハンドラプログラムは、手がどの区間にいるか随時判定し、区間の移動遷移のパターンをオペレーションとして判定する。例えば、右手のX座標が、左肩→頭→右肩と移動するときに、何らかのオペレーションが行われたと判断する。

このような区間移動のイベント判断は、ユーザにとっては比較的確実に操作できるが、体の動きが大きいため、身体負荷はやや高いと考えられる。

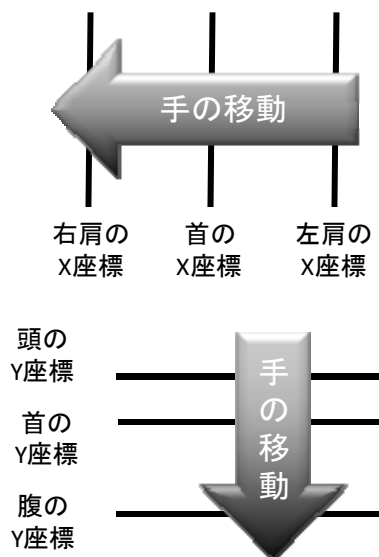


図2 手の区間移動によるイベント認識

3.3. 他の入力デバイスとの比較

インタラクティブなコンピュータ(ゲーム機、携帯電話なども含む)の入力には様々なものがある。具体的には、キーボード、センサー付きのコントローラ、などがある。出力装置として、コンピュータモニター(テレビを含む)、プロジェクターを使用すると、これらの入力装置と出力装置とは位置が離れている。人間が入力装置を介して、コンピュータに何らかの操作をしたとき、その反応が出てくる出力装置とは離れているため、間接的に操作をしている感覚になる。位置移動を扱うポインティングデバイスでは、小さな移動量で大きな移動を扱えるように、積分を移動量としているため、自動車の運転のような遠隔操作をしている感覚になる。

タッチスクリーンや電子黒板のような、入力と出力を同じ位置で扱えるデバイスでは、人間が触れて操作を行った位置に、何らかの反応を返すことができるので、人間は直

接操作をしている感覚を得ることができる。

Kinect は、人間と少なくとも 0.5m 以上、上半身の動きをとらえるためには、1.5m 程度以上は離れなければならないので、以上に述べた入力デバイスと比較して、より大きな使用空間を必要とする。



図 3 Kinect を使用する利用空間

4. Kinect を活用した学習ゲームの試作

4.1. スロットあわせによる学習ゲーム

今回、Kinect を活用した学習ゲームを試作するにあたり、特定の学習対象向けにゲームを作り込むのではなく、現場の教師が簡単にカスタマイズしてゲームを作れるようにするため、汎用性が高い学習ゲームを作ることとした。その目的を達成するために考案したのが、画像から構成されるスロットあわせていくゲームである。教師は、共通の属性グループを持つ概念を複数用意し、それにあわせた画像を用意することで、簡単にゲームを作成できる。

例えば社会科であれば、いくつかの都道府県に対し、名前、地図での形、代表的な産品の写真、代表的な観光名所の写真を用意すれば、都道府県ごとにスロットをあわせていくゲームを作ることができる（図 4）。理科であれば、いくつかの生物の成長の各段階での写真を用意すれば、生物ごとにスロットをあわせていくゲームを作ることができる。

教師が用意する画像		
千葉県 の形	千葉県の観光地	千葉県の特産品
北海道 の形	北海道の観光地	北海道の特産品
愛知県 の形	愛知県の観光地	愛知県の特産品
高知県 の形	高知県の観光地	高知県の特産品
福岡県 の形	福岡県の観光地	福岡県の特産品

ゲーム(開始時に乱数で上下順番が入れ替わる) プレイヤーはスロットを上下に移動させて同じ県のものにあわせる		
見えている画像	千葉県 の形	愛知県の観光地
	北海道 の形	高知県の特産品
	愛知県の形	千葉県の観光地
	高知県の形	福岡県の特産品
	福岡県の形	北海道の観光地

図 4 スロットあわせゲームのデータと表示

4.2. 操作オペレーション

このゲームを操作するオペレーションとして、

- スロットの上下移動
- 移動対象とするスロットの選択

- 正解判定の要求がある。

直接操作をしている感覚が得られるよう、3.2 で述べたような区間移動によるイベント判定を活用して、それぞれのオペレーションには、次の身体操作を割り当てた（図 5）。

- スロットの上下移動：右手の上下回転（手を、円を描くように回転させる）
- スロットの選択：左手の肩触れ（左手を、左右の肩に触れる）
- 正解判定の要求：顔の前で、両手で円を作成

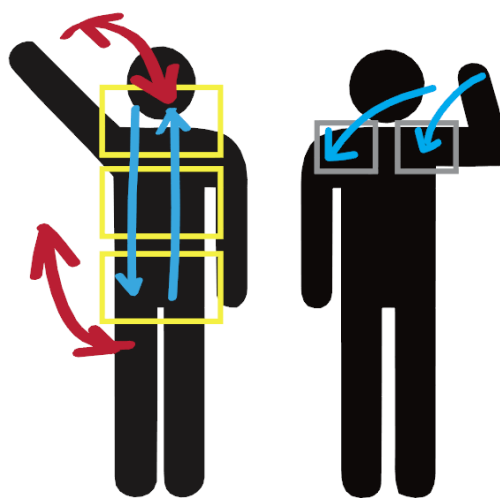


図 5 スロットあわせゲームの身体オペレーション

4.3. 利用可能人数

スロットあわせのゲームは、画面の左右に二つ用意し、二人で対戦して速さを競うことができるようにした。人間の立ち位置によって、左右いずれかのゲームと対応するようにしているので、一人だとしても、Kinect に対して左右のどちらかに立てば、ゲームを楽しむことができる。今回使用した Kinect for Windows SDK が、同時に最大二人しかスケルトントラッキングできないためである。Kinect の画像解像度の点からも、二人程度までしかゲーム画面を構成することが難しい。将来、画像解像度が上がり、より多くの人間に対するスケルトントラッキングが実装された場合、二人より多い人数のゲームに発展させることができる。

5. 利用実験と考察

5.1. Kinectを利用した学習ゲームの利用者の様子

動物の分類を学習する理科の学習コンテンツを用意し、2012 年 12 月に、Kinect をインタフェースとした学習ゲームを、ネットワーク情報学部の学部 2 年生 8 名に使用してもらい、その様子をビデオ撮影し、学生の振る舞いから評価を行った。

ゲームをしているときの様子から以下のことが観察された。ある学生がゲームをしている間に、周囲で見ている

他の学生も、一緒に考えていた。また、ゲームをしている学生が悩んでいるときに、周囲の学生から声が出たりして、一緒に問題を解いていこうという姿勢が見られた。ゲームをしている学生も、周囲の学生も楽しく学んでいる様子であった。

Kinect インタフェースの操作習得の様子を観察していると、以下のような振る舞いが見られた。1 番目の学生は、操作方法が最初はわからなかった様子だったが、徐々にコツをつかんできて、スムーズに操作ができるようになってきた。2 番目以降の学生は、前に操作している学生の様子を観察していたので、慣れるスピードは速くなっていくことがわかった。また、既に体験した学生が、後の学生に操作方法をアドバイスが見られた。

この実験の 10 日後、プロジェクト発表会において、より多くの人たちに体験してもらい、その様子をビデオ撮影した。そこでも、楽しく、お互い教えながらゲームを利用して学習する様子が観察できた。



図 5 プロジェクト発表会でのゲーム体験の様子

5.2. タッチデバイスインタフェースとの比較

Kinect インタフェースの利点欠点を理解するために、Windows 8 のタッチインタフェースを組み込んだバージョンも用意した。タッチデバイス用の操作は、左右移動、上下移動、正解確認のそれぞれの操作にボタンを用意し、ボタンをクリックすることで操作できるようにした。

タッチデバイスインタフェースでの操作と比較して、Kinect インタフェースの操作オペレーションには時間を要するため、使用者としてはストレスがかかる。一方、周囲の学生たちは、何を選んだのかが明確にわかるため、一緒に学ぶという感覚を得やすいようである。

タッチデバイスのコンピュータは、近い将来、各生徒が所有することが期待できるので、タッチデバイス用ゲームを使ってあらかじめ個人で学習することができる。その準備をした後に、教室で集まり、クラスの中で Kinect インタフェースのゲームを複数の生徒で楽しみながら、理解度を確認していく、という使い分けが想定される。



図 6 タッチデバイスインタフェース版

5. おわりに

ゲーム性を持たせたことで楽しく学べること、Kinect インタフェースを活用したことで、共同で学ぶ行為が自然と出ることなどから、Kinect を活用した教室での学習ゲームの可能性を示すことができた。今後は、この学習ゲームによる学習効果を調べる必要がある。

参考文献

- [1] Kristian Kiili, Digital game-based learning: Towards and experiential gaming model, *Internet and Higher Education*, 8(2005), 13—24.
- [2] Fong-Ling Fu, Rong-Chang Su and Sheng-Chin Yu, EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games, *Computer & Education*, 52, 1(Jan. 2009), 101—112.
- [3] <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- [4] 西林孝, 小野 憲史: キネクト ハッカーズマニュアル, ラトラズ, 2011.
- [5] Norman Villaroman, Dale Rowe and Bret Swan, Teaching natural user interaction using OpenNI and the Microsoft Kinect sensor, *Proceedings of the 2011 conference on Information technology education*, 227—232.
- [6] <http://www.openni.org/>
- [7] <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>
- [8] Kinect for Windows Programming Guide, Microsoft.
- [9] 中村薫, KINECT センサープログラミング, 秀和システム, 2011.
- [10] 中村薫ほか, KINECT for Windows SDK プログラミング C#編, 秀和システム, 2012.

謝辞

本稿で述べた研究の一部は、平成 23 年度専修大学長期在外研究「インターネット時代における高等教育機関での情報システム教育の変化」の一部を利用して行ったものです。長期在外研究時に指導していただいた国立中山大学の Nian-Shing Chen 教授及び同教授の研究室の学生に感謝いたします。ゲームの実装を協同して行ってくれた、2012 年度松永プロジェクトの学生にも感謝します。