

LeapMotion 機器を用いたプレゼンテーション中の ポインタ操作の支援ツールの試作

玄馬史也^{†1} 富永浩之^{†1}

Leap Motion は、両手のモーション操作を非接触で検知する入力機器であり、様々な応用が試みられている。本論では、機器の応用として、空中ジェスチャ操作によるプレゼンテーションの支援ツール LeaPresen を提案する。MS PowerPoint ファイルを提示資料とするプレゼンテーションにおいて、マウスやレーザーポインタに換わる直感的な操作を提供する。試作版では、スワイプによるページング、片手モーションによるポインティング、一本指モーションによるトレーシング、二本指によるアンダーラインの4つの基本的な機能を実現した。今後の改良についても述べる。

A Prototype of a Support Tool for Pointing Operation in Presentation by LeapMotion Device

FUMIYA GEMBA^{†1} HIROYUKI TOMINAGA^{†1}

Leap Motion is a natural user-interface device, which detects motion operation by both hands. It is so useful that many of applications have been developed. In this paper, we propose LeaPresen, which is a support tool for presentation by gesture operation. It offers intuitive operation instead of a mouse and a laser pointer in presentation with a MS PowerPoint file. We realized four fundamental functions in a prototype; paging by swiping operation, pointing by a hand motion, tracing by one finger motion, underlining by two fingers. We also discuss new functions and the revision of the tools as the future work.

1. はじめに

PCの周辺機器において、従来から、キーボードによる入力を補完するものとして、マウスやタブレットなどのポインティングデバイスが使われていた。これらは、ウィンドウシステムにおいて、位置の指定や領域の特定を直感的に行えるものである。また、ボタンによるクリック操作で、画面上のウィンドウやアイコンに各種のイベントを送信したり、対象とするコンポーネントを選択したりする。ホイールによるスクロール操作なども当たり前になっている。

ゲームなどのエンターテインメント分野のコンテンツやアプリケーションでは、他にも様々な機器が挙げられる。いわゆるゲームコントローラ、飛行機の操縦桿のようなジョイスティックやラダー、自動車の運転に用いるハンドルやペダルなども使われてきた。しかし、関連技術の急速な発達により、これらの分野での3D化が著しく、家庭用ゲーム機やPC、個人向けの携帯端末でも、2D用の入力装置だけでは不十分となってきている。そのため、視線計測、ヘッドトラッキング、モーションキャプチャ、加速度検知など、センサ技術を利用した、各種のヒューマンインタフェース機器(HID)が急速に導入されてきた。現在では、数万円程度の安価で、単独の製品として市販されたり、各種の機器に組み込まれたりしている。

中でも、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入力装置が注目を集めている。Microsoft社のKinect[1]、任天堂のWiiリモコン[2]、ソニー社のPlayStation

Move[3]、Leap Motion社のLeap Motion[4]などである。KinectやWiiリモコンは、家庭用ゲーム機の拡張パーツであるが、PCとのインタフェースや開発用のAPIも提供されている。これらは、直感的なユーザインタフェースである「空中ジェスチャ」を気軽に可能にするものである。NUI(Natural User Interface)機器として、ゲーム以外にも、教育や医療・福祉など、様々な用途が期待できる。本研究では、特に、Leap Motionに着目し、教育支援ツールへの応用を試みる。

2. Leap Motion と空中ジェスチャ操作

Leap Motionは、2012年にLeap Motion社から販売された、両手の指の動きを検知し、空中ジェスチャ操作を認識する機器である(図1)。PCへの補助的な入力装置としてUSBで接続する。小型でレーザーポインタと大差ない大きさで、ポケットに入り、携帯性に優れている。通常は、キーボードと同じような場所に置く。その上に片手または両手をかざし、浮遊したままで、手や指を動かして操作する。赤外線を用いた非接触方式であり、検知に用いる光を意識する必要がない。専用のマーカーや特殊なシールを装着する必要もない。これにより、両手が自由に動かせ、自然な操作が可能となる。

動作環境は、MS Windows、Apple MacOS、Linuxと幅広く対応している。機器は、1基の赤外線発光LEDと、2基の赤外線受光カメラから構成される。LEDからの赤外線が手や指を照射し、それを2基の赤外線カメラで撮影し、画像解析によって3D空間での位置や形状を計測する。検知

^{†1} 香川大学
Kagawa University

できる範囲は、機器の上部で、半径 50cm、中心角 110 度の円錐状の空間である(図 2)。空間的な解像度は 0.01mm で、実用上は全く問題がない精度である。性能的には、マウスやタッチスクリーンより正確で素早く、キーボード並に確実な機器である[5]。時間的な解像度は、通常のバランスモードで 120fps、精度重視のプレジジョンモードで 60fps、速度重視の高速モードで 214fps である。USB3.0 で接続すると、もう少し高速になる。

認識は、両手と 10 本の指をそれぞれ独立して同時に行う。指だけでなく、ペンのような細長い形状の物体も、指先の延長として認識される。両手の指の関節のモデルがジェスチャ認識エンジンに組み込まれており(図 3)、指の開閉や関節の曲がり具合も、かなり正確に認識できる。そのため、手の前後上下左右の移動、回転や捻りなども捉えられる。

Leap Motion は、デフォルトで、4 つのジェスチャ判定の機能を有する(図 4)。スワイプは、手を振って掃き出すような仕種である。サークルは、指先で小さく輪を描く仕種である。キータップは、伸ばした指を軽く下に押すような仕種である。スクリーンタップは、画面に向かって指を押し込むような仕種である。

Leap Motion を活用した無料および有料のアプリケーションは、製造販売元の Leap Motion が管理する AirSpace[6] という Web サイトで提供されている。ゲームでは、両手による 3D 操作の特徴から、赤青メガネなど立体視と組み合わせたものが多い。10 本の独立な指による操作の独自性を活かし、粘土状の物体を彫塑するデザイン系のアプリケーションもある。IT 企業だけでなく、個人でアプリケーションを開発し、サイトにアップロードしているケースもみられる。技術者コミュニティでも話題を集めた機器となっており、TMCN(Tokyo MotionControl Network)などが、興味ある技術者のためのイベントを開催している[7]。

Leap Motion を用いた関連研究も幾つか生まれている。横道[8]は、手先認識の機器として、仮想タッチパネルの開発に用いている。松本[9]は、三次元没入環境で身体形状の摸写を行う機器として用い、バイオフィードバックを有するインタフェースを提案している。島袋[10]は、ドリトル言語に Leap Motion を対応させ、教育的利用を試みている。文字認識や文字入力に関する研究もある。坂田[11]は、筆跡鑑定の特徴抽出に用いている。細野[12]は、ジェスチャ操作からの文字入力方法を提案している。

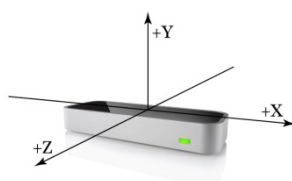


図 1 空中ジェスチャ機器 Leap Motion の外観

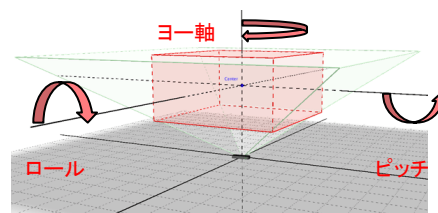


図 2 Leap Motion の検知範囲



図 3 Leap Motion の両手モデルのイメージ

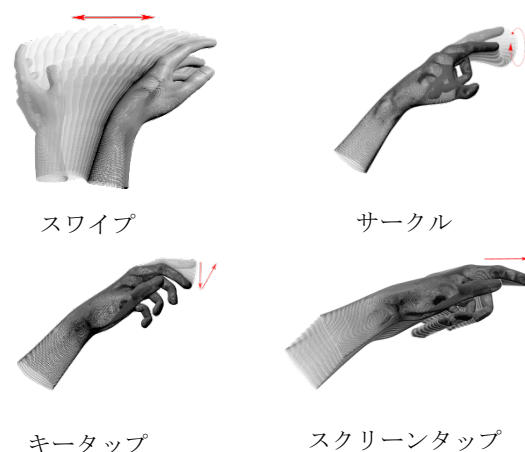


図 4 Leap Motion の 4 種類のジェスチャ判定

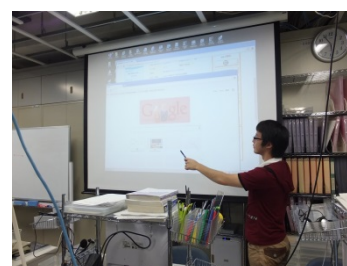


図 5 発表者の陥りがちな状態

3. LeaPresen の提案と機能

本研究では、Leap Motion 機器の応用として、空中ジェスチャ操作によるプレゼンテーションの支援ツール LeaPresen を提案する。LeaPresen は、MS PowerPoint ファイルを提示資料とするプレゼンテーションにおいて、マウスやレーザーポインタに換わる直感的な操作を提供する。

通常の口頭発表では、発表者は壇上に立ち、目の前のノート PC を見ながら提示資料を操作する。スクリーンは後方にあることが多く、マイクを持った状態で、レーザーポインタやマウスを適切に操作するには、かなりの習熟を必要とする。発表の初心者には、とすると、目の前のノート PC や後方のスクリーンに向いてばかりで、聴者の方を向いていない状態に陥りやすい(図 5)。

本研究では、LeapMotion を活用することで、これらの問題点を解決する機能を検討する。現在の LeaPresen の試作版では、以下の 4 つの基本的な機能を実現している。各機能の操作の方法と、実行される動作について述べる。

(1) スワイプによるページング機能

空中でスワイプの操作を行い、スライドのページを切り換える。どちらの手を使ってもよいし、手の形状によらない。右から左へのスワイプで次ページに進み、左から右へのスワイプで前ページに戻る。最初と最後のスライドは、ページング上は繋がっている。キーボード上の Enter キーによるページの切換えの代替である。かがみこんだり視線を下にやらずに、自然な流れでスライドを切り換えられ、話が途切れない。なお、スワイプの速度などは、予め調整しておくことができる。

(2) 片手でのモーションによるポインティング機能

LeapMotion 機器より手前で、片手を動かし、スライド上の特定の箇所を指す。片手は、一本指でなくとも、何本か指を揃えて伸ばした状態であればよい。画面上でその周辺が緑色に光る(図 6)。レーザーポインタでスクリーンを指すのと同様で、注目させたい部分を明確にする。レーザーポインタでは、光点が小さく鋭いが、手の細かく不要な動きまで過度に拾ってしまい、聴者にとっては見づらくなってしまう。また、慣れないとレーザーポインタの発光の有無をスムーズに切り換えにくい。本提案の機能では、手ブレによるノイズの発生が緩やかで余り気にならない。また、検知領域と手の位置関係だけで、ポインティングを制御できる。機器の連続追従の速度を超えても、ポインティングはキャンセルされる。

(3) 一本指でのモーションによるトレーシング機能

Leap Motion 機器より奥側に手を伸ばして、一本指を動かすと、赤色の軌跡が残る(図 7)。文章を追うように、ポインティングの箇所を動かしながら示すことができる。また、強調したい領域を丸で囲んだり、×印を付けたり、選択肢を選んだりするのにも用いる。文字やイラストの簡単な描画にも使える。軌跡は、ページを切り換えるまで、表示され続ける。また、手の平を勢よく広げるという動作でも消すことができる。スライドの修正や補完というより、発話の補強という側面を持つ。また、Leap Motion 機器との前後関係だけで、ポインティング機能と切り換えられるので、スムーズである。手を伸ばした操作がトレーシング機能になるというのは、体感的にも理解しやすい。また、機器の

検知領域から外れたり、連続追従の速度を超えても、トレーシングはキャンセルされる。

(4) 二本指によるアンダーライン機能

(3)のポインティングの状態、二本指にすると、その間に相当する画面上の位置に、青色の直線が現れる。この機能は、提示資料の重要な個所にアンダーラインを引くことに相当する。通常は、人差指で一方の端をポインティングし、親指を立てて他方の端を示し、その間を特定するのが自然な操作である(図 8)。両手が使える場合は、両方の人差指で範囲を特定してもよい。直線は、斜め方向にも引くことができる。二本指の状態の間、青線は表示され続け、指の移動に追従する。また、片手の指を広げた状態で、ほぼ画面の両端に届く程度のスケール感にしておく。

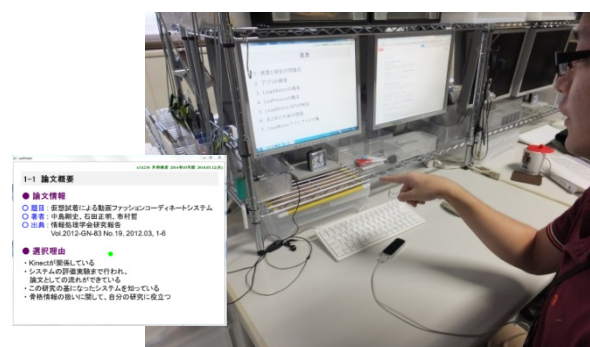


図 6 片手モーションによるポインティング機能

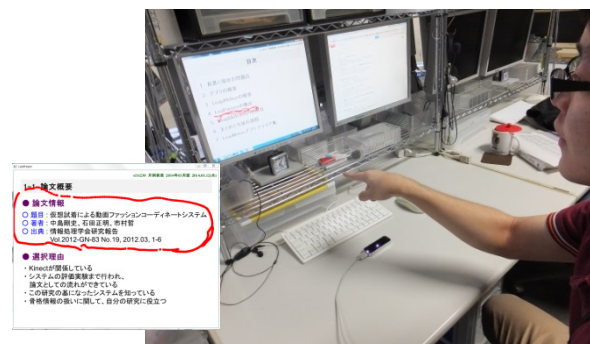


図 7 一本指モーションによるトレーシング機能

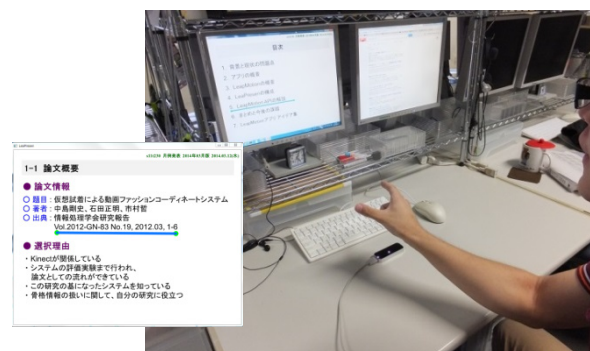


図 8 二本指によるアンダーライン機能

4. LeaPresen の開発環境と実装

Leap Motion の開発環境は、製造販売元から無料で提供されている。本論の LeaPresen の試作版は、ジェスチャ認識エンジンである V1 Tracking の開発用 API である SDK1.0.9 を用いている。現在は、V2 の β 版および SDK2.1.3 が公開されている。対応言語は、C++, C#, Unity, JavaScript, Objective-C などである。ジェスチャ認識エンジンは強力であり、ジェスチャ情報を統括する Gesture および各ジェスチャの認識クラス、指全体の FingerList および各指の Finger など、基本的なクラスのメソッドを理解すれば、簡単にアプリケーションを構築できる。

試作版の実装には、C#言語を用いている。C#は、Microsoft 社が開発しており、MS Office の PowerPoint ファイルである PPT 形式と PPTX 形式を処理できる。LeaPresen では、PowerPoint ファイルを直接に制御するのではなく、スライドの各ページを、中間データとして JPEG 形式の画像ファイルに変換しておく。これらを読み出して、Leap Motion での操作によって、ページを切り換えて表示している。したがって、現時点では、アニメーション表示や外部リンクには対応していない。ツールの利用方法は、起動画面において、提示したい PowerPoint ファイルをドラッグ&ドロップで指定し、スタートボタンを押して、スライドを表示する。以降は、Leap Motion での操作となる。

試作版の設計においては、スライドショー、ペイント、ポインタの3層のレイヤを設けて、イベント管理を整理した(図9)。上位のポインタレイヤでは、通常はレーザーポインタが行う操作である、ポインティング機能とアンダーライン機能を制御する。下位のスライドショーレイヤでは、PowerPoint ファイルの入出力を管理し、スワイプによるページング機能を制御する。指定されたファイルをオープンし、スライドショーの開始と終了、各ページの表示を制御する。不適切なファイル形式は事前に排除する。ツールの内部では、スライドの各ページを画像ファイルに変換して保存している。ただし、PowerPoint アプリケーションの最大化も考慮し、表示する画像サイズは元の2倍にしている。中間のペイントレイヤは、トレーシング機能を制御する。ツールは、指の位置のZ座標を常に監視しており、 $Z < 0$ すなわち奥側に手を伸ばした時点で、このレイヤが使われる。

5. まとめ

本論では、LeapMotion の応用として、空中ジェスチャ操作によるプレゼンテーションの支援ツール LeaPresen を提案した。LeaPresen は、MS PowerPoint ファイルを提示資料とするプレゼンテーションにおいて、マウスやレーザーポインタに換わる直感的な操作を提供する。試作版では、スワイプによるページング、片手モーションによるポインティング、一本指モーションによるトレーシング、二本指に

よるアンダーラインの4つの基本的な機能を実現した。開発は、機器のジェスチャ認識エンジンのAPIを利用し、MS Office との親和性からC#を用いた。

今後の課題を述べる。まず、現時点では、スワイプの速度、軌跡の残存する時間などのパラメータは、実行中のプログラム内では固定となっている。変更が容易になるよう、調整ウィンドウなどを表示し、実行時に動的にキャリブレーションできるようにする。また、サークルのジェスチャで、スライドのサムネイル表示に対応する。トレーシング機能において、軌跡を自由曲線でなく、直線や曲線で近似し、不要なノイズを除去する。

さらに、口頭発表における提示資料の操作の詳細な分析を行う。例えば、文章中心と図表中心のスライドで、操作に相違があるかなど。また、Leap Motion 機器を用いたプレゼンテーション支援として、無料のアプリケーション Presentable も公開されているので、機能を詳細に調査する。ただし、独自の Web ブラウザ用となっている。これらを基に、必要な機能を抽出して拡張していく。ユーザによる試用実験を行い、動作パラメータを最適化する。

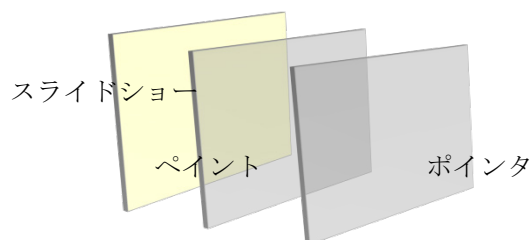


図9 レイヤ

参考文献

- 1) マイクロソフト, Kinect, <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>
- 2) 任天堂, Wii リモコン, <http://www.nintendo.co.jp/wii/controllers/index.html>
- 3) ソニー, PlayStation Move, <http://www.jp.playstation.com/ps3/move/>
- 4) Leap Motion, Leap Motion, <https://www.leapmotion.com/>
- 5) 笹尾和宏, "±10 μ m で動きを検知 Leap の実体に迫る", 日経エレクトロニクス, No.1113, pp.59-65, (2013).
- 6) AirSpace, AirSpace, <https://airspace.leapmotion.com/>
- 7) TMCN, Tokyo MotionControl Network tech-cafe Vol.01, <http://kokucheese.com/event/index/157654/>
- 8) 横道政裕, 井上貴博, 石原誠康, 甲斐崇浩, "手先認識センサを用いた仮想タッチパネルの開発", 宮崎大学工学部紀要, Vol.43, pp.219-223 (2014).
- 9) 松本奈津子, 蔡東生, "三次元没入環境におけるインタフェースの研究", 情報研報, Vol.2014-CG-155, No.9, pp.1-2 (2014).
- 10) 島袋舞子, 兼宗進, "ドリトル言語における Leap Motion 対応と教育的利用の可能性", 情報教育シンポジウム SSS2014 論文集, Vol.2014, No.2, pp.239-243 (2014).
- 11) 坂田健輔, 岡本教佳, 高橋大介, "Leap Motion から取得したデータによる筆跡鑑定のための特徴抽出", 信学技報, Vol.113, No.433, pp.331-334 (2014).
- 12) 細野敏太, 笹倉万里子, 田邊浩亨, 他, "Leap Motion を用いたジェスチャ操作による文字入力方法の提案", 人工知能学会全国大会論文集, Vol.28, pp.1-4 (2014).