

# モーションセンサを利用したプレゼン時の PowerPoint スライドオブジェクト操作環境の実現

塚本 正太<sup>1</sup> 丹羽 佑輔<sup>2</sup> 白松 俊<sup>2</sup> 大冪 忠親<sup>2</sup> 新谷 虎松<sup>2</sup>

**概要:** 本研究では, PowerPoint 上のスライドオブジェクトをジェスチャにより操作可能なプレゼンテーションツールを実装している. ここでは, モーションセンサとして, Leap Motion を用いることで, 両手を利用可能なプレゼンテーションツールを実現した. さらに, モーションセンサの認識範囲がプレゼンテーションにおける制約となる問題を解消するために, プレゼンテーションに適したモーションセンサの装着方法について検討した. 本稿では, モーションセンサに基づくスライドオブジェクト操作機構, およびモーションセンサの装着方法について述べる.

## Realizing a Presentation Support Mechanism for Manipulating PowerPoint Slide Objects based on a Motion Sensor

TSUKAMOTO SHOTA<sup>1</sup> NIWA YUSUKE<sup>2</sup> SIRAMATSU SHUN<sup>2</sup> OZONO TADACHIKA<sup>2</sup>  
SHINTANI TORAMATSU<sup>2</sup>

**Abstract:** We have been developing a presentation support tool based on a slide object manipulation mechanism using a motion sensor. Our system enables us to use both hands for editing slide objects by using the Leap Motion in the presentation mode of PowerPoint, which can track both hands and fingers. We studied how to equip a motion sensor with a presenter in order not to restrict presentation behavior. This paper shows the implementation of slide object manipulation mechanism based on a motion sensor and a method to equip motion sensor in a presentation.

### 1. はじめに

本研究はモーションセンサに基づく両手によるスライドオブジェクトの操作が可能なプレゼンテーション支援システムの開発を行った. スライドオブジェクトとは, プレゼン資料に含まれるテキストボックスや図形といったスライドの構成要素のことである. スライドオブジェクト操作とは, スライドショー中のスライドオブジェクトを移動や拡大縮小などをする操作のことをいう. 即時的なスライドオブジェクト操作をアニメーションの代用とすることで, 事前にアニメーションを準備する時間を短縮することができ

る. また, 聴講者の理解度に合わせたスライドオブジェクトの動きを提示することが可能になる. 本研究アプローチの特筆すべき点は, プレゼンテーション時に, PowerPoint スライド上のスライドオブジェクトを直接に操作可能にしている点である.

スライドオブジェクトをプレゼン時にリアルタイムに操作 (移動やサイズの変更) することは, 効果的なプレゼンを実現する上で有用である. ここでの操作は, 基本的にはキーボードとマウスのみで実現可能であるが, より直感的な操作性を実現するためには工夫が必要である. 例えば, ユーザが操作のたびに前のめりになって PC を操作する姿は聴講者からみて印象が悪い. スライドオブジェクトを拡大させてから移動させるなどといった複数の操作の組み合わせや複雑な操作を行うためにはキーボード操作とマウス操作を併用する必要があり, 煩雑な操作が必要になる.

<sup>1</sup> 名古屋工業大学情報工学科  
Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

<sup>2</sup> 名古屋工業大学大学院情報工学専攻  
Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

本研究では、より直感的な操作性を実現するために、モーションセンサを利用することにより、効果的なスライドオブジェクトの操作環境を実現する。モーションセンサとしては、Leap Motion 社のモーションセンサである Leap Motion[1] を利用した。Leap Motion とは手をかざす事で、かざした手の骨格の情報や位置の情報を認識し、その情報をケーブルを通して PC に伝達ができるモーションセンサである。Leap Motion により手のジェスチャによるスライドオブジェクトの直感的な操作を提供できる。また、Leap Motion は複数の手を同時に認識できる。両手によるスライドオブジェクト操作を可能とすることで、システムの利便性はさらに高まる。

しかし、両手でスライドオブジェクト操作は、割り当てるジェスチャや処理方法によって、ユーザにとって負担となってしまう。両手でスライドオブジェクト操作を行う際の適切なジェスチャとその処理方法についての検討が必要である。また、モーションセンサは認識範囲に限界があり、モーションセンサの位置がユーザのジェスチャや移動に制限を与えてしまう。モーションセンサの位置もしくは認識範囲を調整できる仕組みが必要である。本稿では、両手のジェスチャによる操作とその処理方法について述べる。

## 2. プレゼンテーション支援

プレゼンテーション支援へのモーションセンサなどの NUI (ナチュラルユーザインタフェース) 技術の適用には、多くの研究課題が残されている。例えば、ユーザにとって負担の少ない NUI 操作の検討や、NUI により取得したユーザのジェスチャをどのようにプレゼンテーションに生かすかという課題がある。プレゼンテーションに NUI 技術を利用した研究として、ウェブカメラを利用したシステムやモーションセンサを利用したシステムが提案されている。

ウェブカメラを利用した例として、Kuroko[2] が挙げられる。Kuroko はウェブカメラを利用して撮影した講演者のシルエットの影絵をスクリーン上に薄い画像として表示するシステムである。Kuroko では講演者のジェスチャを画像化されたプレゼンコンテンツの背景に表示する。本研究では特に講演者の手のジェスチャに着目し、講演者の手の 3D モデル (以後、ハンドモデルとする) をプレゼンコンテンツの前面に表示する。なおハンドモデルを表示する際にはそれが PowerPoint プレゼン資料閲覧の邪魔にならないよう、一定時間あたりの動きの大きさに応じて透明度を変化させる工夫をしている。

タブレット PC を利用した例として、Shadowgraph[3] が挙げられる。Shadowgraph はタブレット PC をプレゼン資料の操作に利用しているシステムである。講演者がタブレット PC を利用してプレゼン資料に書き込み操作を行う際に、ペンの形の影をプレゼン資料上の該当箇所に表示す

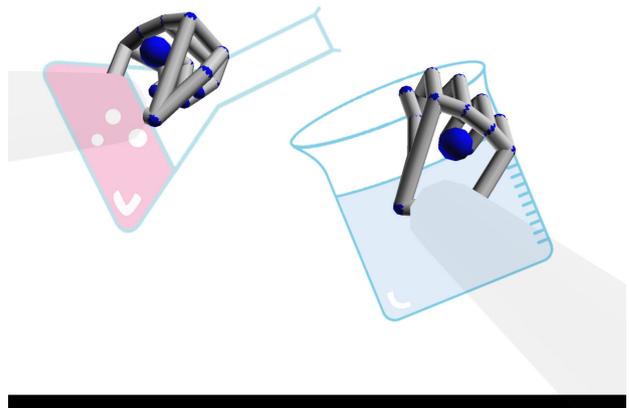


図 1 ユーザの手の 3D モデル (ハンドモデル) によるスライドオブジェクト操作例

Fig. 1 Slide Object Manipulation with 3D Hands.

る。講演者の操作を聴講者に目に見える形で提示することで、講演者がこれから何をしようとしているのかといった非言語的な情報を伝えることが可能になる。本研究では、スライドオブジェクト操作の際にハンドモデルを表示することで、非言語的な情報を聴講者に伝えられるようにした。

モーションセンサを利用した先行研究として、筆者らは Silhouette[4] および Silhouette Effects[5] を試作している。Silhouette はモーションセンサである Kinect を利用してスクリーン上に講演者のシルエットとジェスチャを利用したポインタを表示するシステムである。Silhouette はモーションセンサを講演者の骨格情報をもとにシルエットの切り抜きに利用しているが、本研究では骨格情報を 3D モデルの構築に利用している。Silhouette Effects はスライドショー中の PowerPoint のスライドオブジェクト操作を Kinect, Leap Motion およびウェブカメラを用いた NUI として実現したシステムである。Silhouette Effects では Leap Motion を利用した片手によるジェスチャ操作を実現している。本研究では両手によるジェスチャ操作を導入し、プレゼン時の両手でスライドオブジェクト操作の有効性を確認することを目的としている。

## 3. モーションセンサに基づくプレゼン資料の操作

本システムではプレゼン資料の操作には 2 つの種類が存在する。一つ目はハンドモデルを表示し、プレゼン資料のスライドオブジェクトの操作およびジェスチャを行うスライドオブジェクト操作である。二つ目はプレゼン資料のページめくりやポインタの表示といったプレゼンテーション支援機能を提供するスライド操作である。こちらはハンドモデルを表示しない。

図 1 は、モーションセンサに基づくプレゼン資料の操作

例を示している。ここでは、ユーザの手の3Dモデル(ハンドモデル)によってスライドオブジェクト操作を行っている。フラスコのイラストとビーカーのイラストが書かれたPowerPointのプレゼン資料の前面に透明なレイヤーを配置し、そこにハンドモデルを表示している。ユーザがLeap Motionにかざした手の骨格情報と位置情報をPCが解析し、スクリーン上の対応する位置にハンドモデルを表示している。ユーザの左手と右手のハンドモデルが表示されており、左手は薬品の入ったフラスコのイラストを操作し、右手はビーカーのイラストを操作している。フラスコの中の液体をビーカーに注ごうとしている様子が、片手でそれぞれのスライドオブジェクトの操作を行うよりもわかりやすく表現できている。ユーザが実際の手を動かすと、それに連動してハンドモデルと操作中のスライドオブジェクトも移動する。

### 3.1 スライドオブジェクト操作

本研究では、PowerPointのスライドショー中のスライドオブジェクトの操作として以下のように8つの機能に対応したジェスチャを実装した。

#### (1) 拡大

スライドオブジェクトとハンドモデルの指先が一致した状態で、Pinch Out(伸ばした2本の指の間を広げる)操作を行うことで、スライドオブジェクトの拡大を行うことができる。

#### (2) 縮小

スライドオブジェクトとハンドモデルの指先が一致した状態で、Pinch In(伸ばした2本の指の間を狭める)操作を行うことで、スライドオブジェクトの縮小を行うことができる。

#### (3) 選択

スライドオブジェクトとハンドモデルの手のひらが一致した状態でGrip(手を握る)操作を行うことで、スライドオブジェクトを選択することができる。選択したスライドオブジェクトに対して、以下の4~8の操作が適用可能である。

#### (4) 移動

スライドオブジェクトを選択した状態で手の位置を動かすことで、スライドオブジェクトの位置を移動させることができる。

#### (5) 削除

スライドオブジェクトを選択した状態で手の位置を3秒間静止させることで、スライドオブジェクトをプレゼン資料上から削除することができる。

#### (6) 伸長

両手で同一のスライドオブジェクトをGripし、両手間の距離を広げることでスライドオブジェクトの伸長を行うことができる。

#### (7) 短縮

両手で同一のスライドオブジェクトをGripし、両手間の距離を狭めることでスライドオブジェクトの短縮を行うことができる。

#### (8) グループ化

両手で別々のスライドオブジェクトをGripし、両手間の距離を近接させた状態を3秒間維持することで、スライドオブジェクトのグループ化を行うことができる。

スライドオブジェクトのNUIによる操作は、実在する物を扱っているかのような直感的な操作感を提供する。これらの直感的操作感を実現するためには2つの課題が存在する。一つ目はGrip判定の閾値の決定である。Leap Motionは手の開き具合を、現在の手にちょうど収まる球の半径の大きさで判定することができる。その球の半径をGrip判定に利用する場合の閾値(半径の大きさ)を適切に設定する必要がある。二つ目は3Dモデル描画空間上の座標とPowerPoint上の座標との対応付けアルゴリズムである。以上の2つが適切でないと、ユーザの直感的操作を妨げてしまう。これらを課題へのアプローチとして、3.4節でモーションセンサの利用を述べる。

### 3.2 スライド操作

本研究では、スライドオブジェクト操作以外にもスライド資料の操作のためのジェスチャとして以下のような5つを実装している。

#### (1) ポインタ表示

指を1本立てるジェスチャを行うことで、立てた指の先端の位置にポインタを表示することができる。

#### (2) 強調線の表示

指を2本立てるジェスチャを行う事で、スクリーンに対して水平な強調線を表示することができる。強調線の位置は2本のうち一方の指の先端の位置から算出する。

#### (3) 黒シートの表示

指を4本立てるジェスチャを行う事で、黒いシートを画面下部からを表示することができる。黒シートの位置は4本のうち1本の指の先端の位置から算出する。黒シートを表示することにより、即時的にスライドの一部を聴衆に隠蔽することが可能になる。

#### (4) 次のスライドへ移動

手を左にSwipe(指を全て伸ばした状態で手を直線移動)させることで次のスライドに移動することができる。

#### (5) 前のスライドへ移動

手を右にSwipeさせることで前のスライドに移動することができる。

### 3.3 スライドオブジェクト操作とスライド操作の切り替え

本システムはスライドオブジェクト操作を行うモード（ハンドモード）とスライド操作を行うモード（通常モード）が存在する。ハンドモードの際はハンドモデルが表示されるが、通常モードの際は表示されない。ハンドモードと通常モードの切り替えは手を広げた状態で3秒間静止させることで行う。ハンドモードと通常モードがユーザの意図しないタイミングで行われてしまうことを防ぐために、指をのばした状態でしばらく静止させるというユーザが意識的に行う必要があるジェスチャを割り当てた。

### 3.4 モーションセンサの利用

本研究で行った、Leap Motion からの入力のスライドオブジェクト操作に変換するため手法を述べる。Leap Motion はデバイス上部の一辺の長さ 60cm の立方体の空間に対してジェスチャが取得可能である。デバイスをユーザに対して適切な向きにおくと、デバイスを始点として x 軸の正方向がユーザの右方向に、y 軸の正方向がユーザの上方向に、z 軸が正方向をユーザの後方となる。対してスクリーンおよび、PowerPoint の座標系は画面左上から右上部に向けて x 軸の正方向が、画面左上から左下部に向けて y 軸の正方向が位置している。今回は、Leap Motion における z 軸をスクリーン座標系の y 軸に、x 軸をスクリーン座標系の x 軸に割り当てている。Leap Motion からは座標を-1~1 までの値で標準化して取り出す事ができる。本研究では、ジェスチャ入力可能な値の範囲は x 座標 z 座標ともに-0.7~0.7 までとした。値の絶対値が大きくなればなるほど、デバイスから対象座標までの距離が遠くなり、検出精度が落ちる。ジェスチャ入力の範囲は狭くなってしまいが、その分精度が高くなりユーザの直感的な操作につながる。また Leap Motion は手の握り具合を、掌に収まる球の直径で判定することができる。Grip の判定は掌に収まる球の直径が 40mm 以下になったときとした。40mm という値は経験的に決定した。

## 4. モーションセンサの設置方法

モーションセンサをプレゼンテーションに利用する場合における制約として、モーションセンサの認識範囲によってユーザが意図しないタイミングでジェスチャを認識してしまうこと、ユーザの移動が制限されてしまうことの2点が挙げられる。モーションセンサ（ここでは、Leap Motion）を体に装着することでプレゼン資料の操作を講演台から離れても行うことができるため、より表現力のあるプレゼンテーションが行える。一方、モーションセンサを机に置いた状態で利用した場合は講演台から離れた状態でプレゼン資料の操作ができただけでなく、講演者 PC に視線を向ける時間の増加を招く。Leap Motion をウェアラ

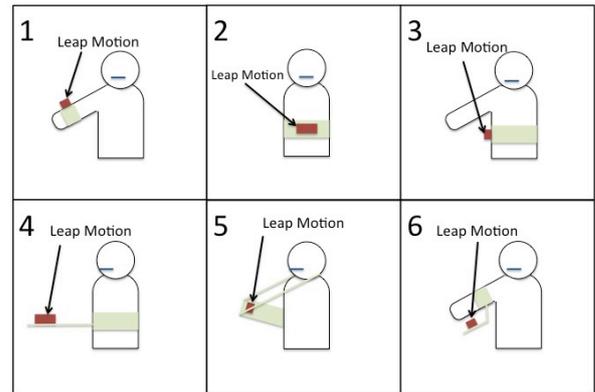


図 2 Leap Motion 装着手法案一覧  
Fig. 2 How to Equip Leap Motion

ブルにするための課題として、第一に Leap Motion をプレゼン資料の操作をする PC（以後、講演者 PC）に接続しなければならないということがあげられる。そのための解決策を 3 つ挙げる。一つ目は LeapMotion と講演者 PC を長いコードで接続した状態で利用することである。この手法は準備が容易であるが、コードの長さや会場の環境にユーザビリティが大きく依存する。二つ目は LeapMotion と講演者 PC をコードで接続した上で、講演者 PC も体に装着しプレゼンテーションを行うことである。この手法は講演者 PC を直接操作するのが困難である。三つ目は講演者 PC の他に別の PC（以後、携帯 PC）をもうひとつ用意することで解決をはかる方法である。Leap Motion を携帯 PC に接続しそれらを体に装着し、携帯 PC と講演者 PC が通信することによって、講演者 PC を机上に置いたまま操作を行える。この手法は操作に通信遅延が起きてしまうが、携帯 PC を小さなものにする事で、ユーザの身体的な負担を最小限にすることができる。本研究では講演者 PC と Leap Motion を長いコードで接続するという方法で解決を図った。図 2 は本稿で検討した 6 つの装着手法の一覧を示したものである。図 2 の番号で示した装着手法は順に次のように説明する。

- (1) 手首に Leap Motion が腕時計のようになるように Leap Motion を固定したバンドを装着する（腕時計型と呼ぶ）。腕時計型は、モーションセンサの位置を腕で調整することができるので使いやすいが、本研究が目標とする両手での操作が不可能である。
- (2) 腰の前面に Leap Motion がくるよう Leap Motion を固定したベルト装着する（前面ベルト型と呼ぶ）。前面ベルト型は、両手での Leap Motion の操作が容易であるが、操作時のユーザの視線がモーションセンサ設置部まで下がってしまう。またユーザの服によってセンサが隠されてしまう場合がある。
- (3) 腰の側面に Leap Motion がくるよう Leap Motion を

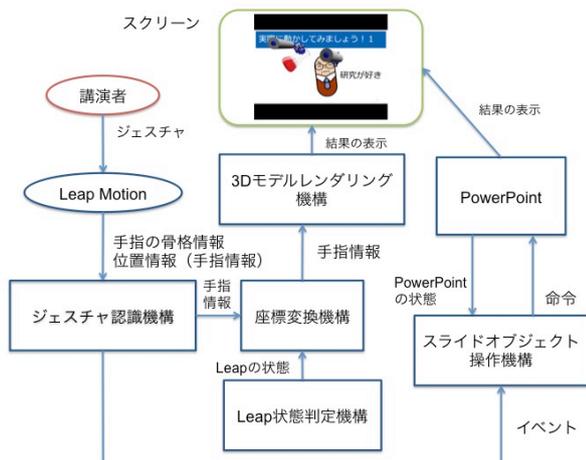


図 3 システム構成  
Fig. 3 System Architecture.

固定したベルト装着する (側面ベルト型と呼ぶ)。側面ベルト型は、腕を体の側面におろしたまま利用できるが、不要なジェスチャ入力を認識してしまう。両手によるジェスチャも難しい。

- (4) Leap Motion を固定した台をベルトを利用して腰に装着する (机型と呼ぶ)。机型は、Leap Motion を体から離れた部分に設置できるので、ジェスチャがしやすい。両手での Leap Motion の操作も容易。しかし、設置台がユーザの動きのさまたげになる。
- (5) Leap Motion を固定した台をひもを利用して首から吊り下げ面板のように装着する (面板型と呼ぶ)。面板型は、ユーザの視線をあげた状態での操作ができ、装着が容易である。Leap Motion の向きが安定しない。装着するためのひもがジェスチャの阻害要因になる。
- (6) Leap Motion を固定した台を Leap Motion が掌の直下にくるように腕にバンドを利用して装着する (掌直下型と呼ぶ)。掌直下型は、どんな体勢でも操作が可能である。しかし、Leap Motion が不要なジェスチャ入力を認識してしまう。手と Leap Motion との距離が不変であるため操作性が低下し、操作数が減少する。また設置台がジェスチャの阻害要因になり、両手での操作も困難である。

今回はプロトタイプとして、(4) 机型の実装を行った。机型は両手でのジェスチャが行いやすく、Leap Motion の標準的な利用方法に近く誤認識が少ないと期待できる。

## 5. スライドオブジェクト操作機構の実装

### 5.1 システム構成図

図 3 のシステム構成図について説明する。まず Leap Motion がユーザ (講演者) の手のジェスチャを認識する。Leap Motion によって取得した手と指の骨格情報や座標情報 (以後、手指情報) はジェスチャ認識機構に送られる。ジェスチャ認識機構では、ユーザが行ったジェスチャの種

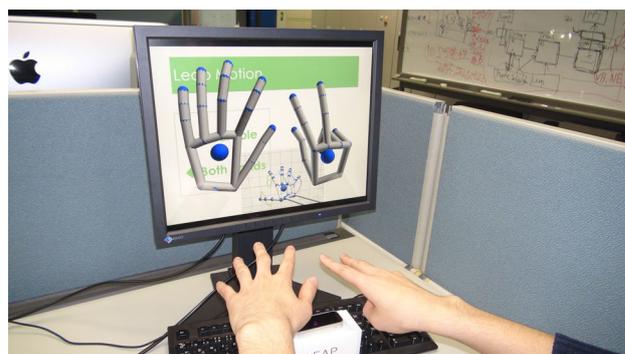


図 4 実行例  
Fig. 4 Execution Example.

類を判定、認識したジェスチャの種類をスライドオブジェクト操作機構にイベントとして送信する。またジェスチャ認識機構は座標変換機構へ手指情報を送信する。座標変換機構は Leap Motion から得られた手指の座標情報をスクリーン上および Power Point 上で利用可能な座標系に変換している。座標変換機構は Leap 状態判定機構から現在の Leap Motion の利用状態を取得し、それを座標変換の際に利用する。Leap 状態判定機構は Leap Motion の現在の利用状態に適した座標系の変換作業が行われるようコントロールする。座標変換機構によって、手指情報に含まれていた Leap 座標系はスクリーン座標系に変換される。変換された手指情報は 3D モデルレンダリング機構とスライドオブジェクト操作機構に送られる。3D モデルレンダリング機構は手指情報からハンドモデルをスクリーン上にレンダリングする。またスライドオブジェクト操作機構はジェスチャ認識機構から得られたイベント情報と手指情報を統合することにより PowerPoint 上での操作に変換し、PowerPoint の操作を行う。スクリーン上ではハンドモデルと PowerPoint のスライドが統合し表示される。

本研究では、本システムを Windows アプリケーションとして実装した。利用方法は以下になる。

- (1) Leap Motion を PC に接続する
- (2) 本アプリケーションを起動する
- (3) 任意の PowerPoint のファイルを開きスライドショーに切り替える

という 3 つの手順で本システムを利用することが可能である。本システムの実装環境について説明する。OS は Windows 7 である。開発環境は Visual Basic 2010 Express であり、利用したプログラミング言語は VB.NET である。Leap Motion からの値の取得は、公式で提供されている Leap Motion Developer SDK を使用した。ハンドモデルの表示には OpenGL を利用している。PowerPoint の操作は Power Point Object Library を用いた。

### 5.2 実行例

図 4 は実際に Leap Motion を利用して、スライドショー

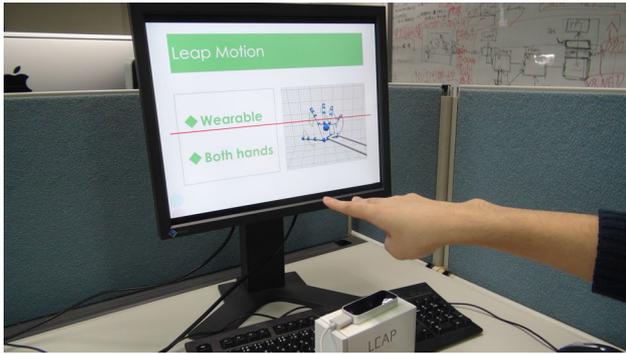


図 5 2本指ジェスチャによるポインティング  
Fig. 5 Pointing with Two Fingers.



図 6 黒シートによる画面一部分の隠蔽  
Fig. 6 Covering a Slide with a Black Sheet.

中の PowerPoint のプレゼン資料上にハンドモデルを表示した実行例である。ユーザが手のジェスチャをスクリーンを通して聴衆に伝えることができる。ここでは、実行例としてわかりやすいよう手を拡大して表示している。また実際は透明度も手の動きに応じて変化させ、聴講者の資料の閲覧性に配慮している。

図5は実際に2本指ジェスチャによるポインティングを行っている例である。表示された強調線は指の動きを追従する。

図6は指を4本立てるジェスチャを行って、黒シートを表示した例である。PCの下部の領域を黒シートが覆っている。黒シートは画面下部から指の位置まで表示され、即時的に画面の一部分を隠蔽することができる。

本研究では複数の指を使いわけることによって様々な表現を可能にしている。簡単なジェスチャで様々な操作を適用できるので利便性が高い。

## 6. おわりに

Leap Motion を利用して、両手による複数同時入力、またウェアラブルな Leap Motion 操作を可能にするプレゼンテーション環境の試作を行った。試作したプロトタイプを利用して実際にプレゼンテーションを行い評価を行った。プレゼンテーションでは第4節で記述したように、Leap Motion を机型で装着し、講演者 PC との接続を長いコー

ドで行った。本試行では、予想外のジェスチャの誤認識が多くみられた。これは、腰に装着した机部分の固定が不十分で角度が安定しなかったのが原因であった。また Leap Motion と講演者 PC のコードによる接続は、会場を歩き回ることに対する大きな障害となることが予想されたが、通常のプレゼンでは、問題なく機能した。プレゼン時にスライドオブジェクトを両手で操作するには窮屈に感じられる場合があった。第2節で述べたように精度を上げるために、モーションセンサ認識可能範囲を狭くしたのが原因である。適切な認識可能範囲を動的に調整するアルゴリズムが必要である。例えば、複数の Leap Motion を利用したアプローチも効果的である。

## 参考文献

- [1] Leap Motion, <https://www.leapmotion.com>
- [2] 梅村 恭司, 梅村 真由: 即応的プレゼンテーションのための PowerPoint スライドオブジェクト操作機構の実現, Kuroko: 話者シルエットを活用するプレゼンツール I 情報処理学会 インタラクシオン 2012, 281-286(2012)
- [3] 村田 雄一, 志築 文太郎 他: ペンの影を用いて OHP 風の指示ができるプレゼンテーションツール, WISS 第16回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ 論文集, 7378(2008)
- [4] 丹羽 佑輔, 山田 裕之 他: *Silhouette*: 人物の映像をスクリーンにオーバーレイするプレゼンテーション支援ツール, 日本ソフトウェア科学会第29回大会 講演論文集 (2012).
- [5] 山田 裕之, 丹羽 佑輔 他: 即応的プレゼンテーションのための PowerPoint スライドオブジェクト操作機構の実現, IEICE technical report : 信学技報 113(332), 59-64, 2013-11-28 電子情報通信学会 (2013).