

2011年度 卒業論文

Kinectを用いたポインティングにおける  
操作性向上に関する研究

指導教員：渡辺 大地 講師

メディア学部 ゲームサイエンス  
学籍番号 M0108014  
阿部 一仁

**2011年度 卒業論文概要**

**論文題目**

Kinect を用いたポインティングにおける  
操作性向上に関するの研究

**メディア学部**

学籍番号：M0108014

**氏名**

阿部 一仁

**指導  
教員**

渡辺 大地 講師

**キーワード**

Kinect、ユーザインターフェース、操作性、選択、  
ジェスチャー、体感型デバイス

近年、ゲーム機の発達により様々な操作デバイスが提案されてきた。その中で、新しいゲームの操作形態として体感型のインターフェースを用いた操作が注目されている。体感型のインターフェースとは、プレイヤーが動くことで入力を行う方法である。本研究では、身体を動かす操作方法に着目し、体感型のインターフェースである Kinect を用いて研究を行った。

Kinect はセンサーの映像を使って人の骨格情報を認識し動きを取得する。しかし、映像を用いた操作方法は、従来のゲーム機についている、コントローラのボタンを押す離すという ON/OFF の操作がない。そこで、既存手法ではカーソルを項目に当てた時間の長さにしきい値を設け、ON/OFF を認識し決定を行っている。しかし、決定の操作に時間を用いているためしきい値の設定が問題となっている。しきい値を長く取った場合、決定をするまでカーソルを項目に合わせ続けなければならず、待つ時間が長く感じる。しきい値を短く取った場合、項目の選択中にユーザーが悩みカーソルの動きを止めると、ユーザーが決定するつもりのない項目を確定してしまうという問題があり、既存の手法では、しきい値を選択内容によって変更しなければならなかった。

そこで、本研究ではポインティングの操作に、ジェスチャーをトリガーにして決定操作を行う操作方法を提案した。ジェスチャーを使った操作を、決定の操作に割り当てることで、ユーザーが決定のタイミングを操作できる。そして、決定する瞬間をユーザーが指示できる事により、選択から決定を行う時間も早くなる。

本研究では、既存の操作手法と本手法を比較し検証をおこなった。検証は、既存手法を先に行ったグループ 11 人と、本手法を先におこなったグループ 10 人の計 21 人を対象に、実験参加者に 2 種類の操作方法と 3 種類の項目を選択するプログラムを試してもらい経過した時間の計測を行った。その結果、本手法の有用性を検証した。

# 目次

<b>第1章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	研究背景と目的 . . . . .	1
1.2	本論文の構成 . . . . .	5
<b>第2章</b>	<b>提案手法と実装</b>	<b>6</b>
2.1	提案手法 . . . . .	6
2.1.1	カーソルの認識方法 . . . . .	7
2.1.2	ジェスチャーの認識方法 . . . . .	8
2.2	従来の決定方法 . . . . .	10
2.3	計測方法 . . . . .	11
<b>第3章</b>	<b>検証</b>	<b>14</b>
3.1	実験内容 . . . . .	14
3.2	検証結果 . . . . .	15
<b>第4章</b>	<b>まとめ</b>	<b>18</b>
	<b>謝辞</b>	<b>20</b>
	<b>参考文献</b>	<b>21</b>
<b>付録A章</b>		<b>24</b>

# 目 次

1.1	Kinect が認識できる骨格情報 . . . . .	2
1.2	ポインティングを用いた操作 . . . . .	3
2.1	Kinect 本体を中心に構成する 3 次元情報の基準となる座標系 . . . . .	7
2.2	叩く前の動作 . . . . .	9
2.3	叩く途中の動作 . . . . .	9
2.4	叩く後の動作 . . . . .	10
2.5	指定された項目を確定する操作システム . . . . .	12
2.6	指示に添って項目を確定する操作システム . . . . .	13
2.7	大小大きさの違う項目を確定する実験システム . . . . .	13

# 表 目 次

3.1	実行環境 . . . . .	14
3.2	1回目の計測結果、各テストにかかった時間 . . . . .	15
3.3	2回目の計測結果、各テストにかかった時間 . . . . .	15
3.4	1回目の計測結果、従来の手法と本手法の有意確率 . . . . .	16
3.5	2回目の計測結果、従来の手法と本手法の有意確率 . . . . .	16
A.1	1回目の既存手法を行い、テストにかかった時間 . . . . .	24
A.2	1回目の本手法を行い、テストにかかった時間 . . . . .	25

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 研究背景と目的

ゲームの主要なハードウェアとして、2011年現在任天堂が開発した Wii、ソニー・コンピュータエンタテインメントが開発した PlayStation3、マイクロソフトが開発した Xbox360 がある。そして、この主要ハードはそれぞれ、Wii の専用コントローラである Wii リモコン [1] や、PlayStation3 の付属機器である PlayStation Move [2]、Xbox360 の付属機器である Kinect [3] など、身体を動かすことで操作を行うデバイスを出している。そして、身体の動きを使った操作は新しい直観的な操作として注目されており、SUNG Kelvin らが分析した最近ゲーム機の技術の評論 “Recent Videogame Console Technologies” [4] では、ゲームデバイスは今後さらに直観的に理解できる制御を推進する汎用デバイスに変わっていくだろうと述べている。

この、3つの操作デバイスは全て身体を動かすことで操作を行う体感型のデバイスである。しかし Wii リモコンと PlayStation Move の2つと Kinect は大きく違う特徴を持っている。Wii リモコンと PlayStation Move は、専用のコントローラを使用し、コントローラの位置を認識することで動きを認識している。それに対して Kinect のデバイスは、動きの認識に映像を使用しており、物を一切持たずに人のジェスチャーだけでゲームを操作を行うことができる。Wii リモコンや PlayStation Move のように、コントローラを持つデバイスは、操作中に予期せずコントローラから手から離し、物にぶつけてしまう事故が起きる。また、操作にコントローラ

が必要なため、手がふさがってしまう。Kinect はコントローラを必要としないため、これらの問題点が無い。この物を持つ必要が無いジェスチャーを使ったコンピュータの操作は、医療 [5][6] やアート [7][8]、障がい者支援 [9][10]、などさまざまな分野で注目される。現在、Kinect のような物を持たないジェスチャーを使った操作方法は研究段階にあり、ユーザビリティの研究は少ない。そこで、本研究では Kinect の操作に着目した。

Kinect は、人の見える範囲の光を取得する可視光カメラと、Kinect から物体までの距離を認識する深度センサーが搭載する。2つのセンサーを使うことで、画面上にいる人を認識し、認識した人が取っているポーズを 20 箇所の関節情報として 3次元の位置情報を取得することができる。そして、20 箇所の関節情報を用いることでジェスチャーを認識し、操作を行っている。Kinect が取得している関節情報は、頭、首、右肩、右ひじ、右手首、右手、左肩、左ひじ、左手首、左手、背骨、臀部の中心、右臀部、右ひざ、右足首、右足、左臀部、左ひざ、左足首、左足の 20 箇所である。次の図 2.1 は Kinect が取得する 20 箇所の関節 [11] の位置を図で表したものである。

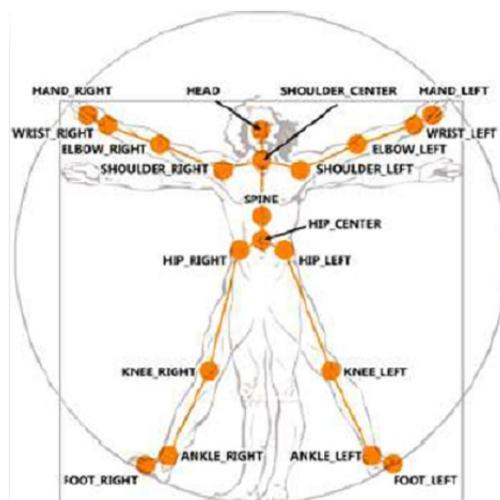


図 1.1: Kinect が認識できる骨格情報

Kinect を用いた操作方法として考えられるアプローチは、ポインティングを用いた操作がある。ポインティングを用いた操作は現在 Kinect の操作方法の多くで

使われている操作である。本論文では、複数ある項目を選ぶ操作の流れを「選択」、「決定」、「確定」と分ける。ユーザーの選べる項目が複数ある状態から1つに絞っている操作を「選択」、ユーザーが複数ある項目から1つに絞った瞬間を「決定」、コンピューターが決定した項目を認識し、実際にプログラム上で項目を決定された瞬間を「確定」と呼ぶ。この操作方法は、カーソルの動きを片手の動きで制御し、画面上の項目にカーソルを合わせることで項目の選択を行う。次の図1.2はポインティングの操作を図で表したものである。

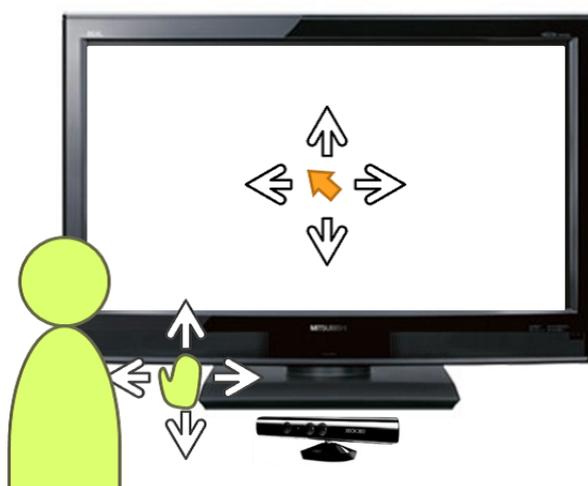


図 1.2: ポインティングを用いた操作

ポインティングそのものは、Kinect だけでなくコンピュータの操作にも使われている。ポインティングはコンピュータに多く使われている汎用的な操作方法であり、項目が複数ある場面で選択を行う場合に選択しやすいという特徴を持っている。そして、マウスやコントローラに付いているボタンを用いて ON/OFF の操作を行っている。しかし、Kinect は手に何も持たない操作方法のため、ボタンを押す離すのように ON/OFF の操作がない。そのため、従来の Kinect を用いた項目の確定操作では、時間を計ることで確定している。従来の手法では、ON/OFF の区別を行う境目の値をしきい値と呼び、確定の操作は、カーソルを項目に当て続けた時間を計り、しきい値を超えたか超えないかで確定の有無を認識している。しかし、この方法はしきい値の設定が問題となる。しきい値を長く取った場合、確

定をするまでカーソルを項目に合わせ続けなければならないため、待つ時間が長く感じる。しきい値を短く取った場合、項目を選択中にユーザーが悩みカーソルの動きを止めると、ユーザーが決定するつもりのない項目を確定してしまうという問題がおきる。実際に、日経エレクトロニクスの”Kinectに見るジェスチャー入力の可能性”[12]では決定の操作に迷うと書かれている。また、Hongli Laiらが記述した学術論文である”UsingCommodity Visual Gesture RecognitionTechnology to Replace or to Augment Touch Interfaces”[13]も、操作性の研究としてKinectを用いた操作を検証し、Kinectの操作性は改良する必要があると述べている。

そこで、本研究ではポインティングを用いた操作の問題点を解決し、選択から確定までにかかる時間を短縮する事を目指した。ポインティングの問題を分析した結果、現在の操作方法は経過した時間で確定を認識する操作であり、確定を行うタイミングをユーザーが指示でき無いことが問題であると考えた。本手法では、時間の経過ではなくジェスチャーを用いることで確定を認識する操作方法を提案した。この手法は、片手でポインティングの操作を行い、もう片方の手でジェスチャーを行い、動きを認識することで確定を行う操作である。ジェスチャーを使った操作方法は、ユーザーの行うジェスチャーをコンピュータが認識し、認識したジェスチャーに対応する操作を行う。また、ジェスチャーを認識した瞬間に対応した操作を行うことができる。そのため、項目の確定を行うタイミングに時間の差が生まれない操作方法である。本手法は手で腰を叩くジェスチャーを確定の操作とした。

実際に本研究では、腰を叩くことで確定を行うものと、既存のカーソルを項目に当てる時間で確定を行うものの2種類の操作方法を用意し、さまざまな操作テストを行い、実験協力者がテストにかかった時間を比較することで検証を行った。検証は、実際に項目を選択するテストとして3種類の操作テスト想定し、実際に実験協力者にテストを行ってもらった。操作テストは、指定された項目を選択する操作、簡単な説明がある項目を選択する操作、大小大きさの違う項目を選択する場合の操作の3つを行った。その結果、本手法では従来の決定方法よりも本手

法のほうが選択から確定までにかかる時間を短縮する事ができた。

## 1.2 本論文の構成

本論文は全4章で構成する。第2章で提案手法とずれの計測方法について述べ、3章で実際に動作検証を行う。最後に4章で本研究のまとめを行う。

# 第 2 章

## 提案手法と実装

本章では従来の決定から確定の間に時間の差がでるという問題点を解決し、従来の決定方法よりも早くする操作方法を提案する。そこで、本研究手法を用いて実装したシステムについて述べる。

### 2.1 提案手法

従来のポインティングを用いた操作の問題点は、確定の操作に時間を使うことで、ユーザーが確定を行うタイミングを指示できないことが問題であると考えた。この操作を用いる理由は、同じ手で選択から確定までの操作を行うことで、直感的でわかりやすい操作であるからだと考えた。しかし、同じ手を使うことは、操作を大幅に制限してしまう。そこで本研究では、片手でポインティングを用い操作を行い、もう片方の手で確定するためのジェスチャーを行う両手を使った操作方法を提案し、実装を行った。

本手法はマイクロソフト社が公開している KinectSDK[3] というソフトウェア開発キットを使用した。そして、ポインティングを用いた操作と叩く操作は Kinect が取得する 20 点の骨格情報の 3 次元位置情報を使った。カーソルの操作は Kinect が取得した骨格情報から、手の 3 次元情報を使ってカーソルを動かす。そして、ジェスチャーの認識は、腰を叩く動きの特徴が強く出るポーズと動きを取得することで認識を行う。

次の項目でカーソルを使った操作とジェスチャーを使った操作について詳しく説明を行う。

### 2.1.1 カーソルの認識方法

Kinect は可視光カメラと深度センサーを使って、前方の空間を 3次元情報として取得する。KinectSDK では、Kinect の位置を基準に、横方向が  $x$  軸、縦方向が  $y$  軸、奥行き方向が  $z$  軸として認識する。座標はメートル単位であらわす。次の図 2.1 は Kinect 本体を中心に構成している 3次元情報の基準となる座標系であり、Kinect を基準として人間の 3次元位置情報 [14] を取得している。

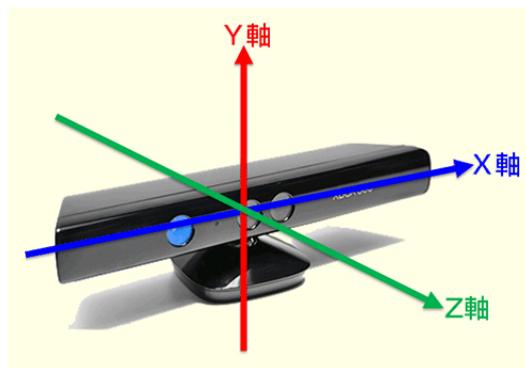


図 2.1: Kinect 本体を中心に構成する 3次元情報の基準となる座標系

本手法は、Kinect が取得した関節の 3次元位置情報のうち、手の  $x$  軸成分と  $y$  軸成分を使ってカーソルの操作をおこなう。取得した座標の単位はメートルなので、カーソルの表示のために pixel 単位の座標に対応づけて使用している。また、ユーザーが立ち止まったままポインティングを行えるようにするため、片手が動かせる範囲と映像を写す画面全体の座標に対応づけている。本研究では、無理なく片手で動かせる範囲を  $x$  軸成分 0.3m、 $y$  軸成分 0.3 m の範囲、映像を写す画面を 640\*480pixel の範囲に対応づけている。

## 2.1.2 ジェスチャーの認識方法

Kinect と同じように手に何も持たない操作方法として、映像情報から手の認識を行い、ハンドジェスチャーを認識 [15][16][17] する研究がある。ハンドジェスチャーは公共の大画面インターフェイスの操作方法 [18] やコンピュータの操作 [19][20] などにも注目される。しかし、ジェスチャーの認識は映像をつかった画像処理を使ったジェスチャー認識であったため、手袋や顔を隠すと認識しないという問題があった。Kinect は可視光カメラで取得した映像以外に、距離を測る深度センサーを用いることにより、奥行きを取得できる。これにより、体全体を使ったジェスチャーも認識することができる。この震度センサーを使った操作は、テレビのリモコンを使わない操作手法 [21] としても注目される。

Kinect は体全体を取得することでジェスチャーを認識する。しかし、体全体を使ったジェスチャーは人の体格や、状態によって動きが変わってしまう。そこで、本研究ではジェスチャーの特徴が強く出る動きやポーズを取得することで、体格や状態が違っていても同じジェスチャーとして認識できると考えた。腰を叩くジェスチャーの強く特徴が出る動きやポーズは、叩く前のポーズ、叩く前と後の動き、叩いた後のポーズである。

叩く前のポーズは手と腰の距離を測定することで認識している。叩くという行動は、手や手に持った道具をある程度の速度をつけて目標に手や道具を当てる行為である。そして、ある程度の速度をつける必要があるため、手と目標には一定の距離をあける必要がある。そのため、叩く前には手と腰がは一定の距離以上はなれた状態になる。手と腰の距離は、Kinect が取得する 20 点の骨格情報から、左手と左腰の位置を取得して距離を求める。本研究では 2 点の距離が 30cm 以上距離が離れている状態を、叩く前の動作として認識している。次の図 2.2 は叩く前の動作を図で表したものである。

次に、叩く前と後の動きは、手と腰の距離が離れた状態から手が腰についた状態に変わる動きである。この動きは、手の位置が変化している。そのため、手が



図 2.2: 叩く前の動作

腰に向かう速度を求めることで叩く前から後の動きであると認識することができる。手に向かう速度は、取得した手と腰の数秒前の距離情報を保存し、現在の距離と数秒前の距離の差を求めることで速度を求めている。本研究では、0.1秒前の距離を保存しており、速度が30cm/s出ている場合叩く瞬間の動きとして認識している。次の図 2.3 は叩く前の動作を図で表したものである。

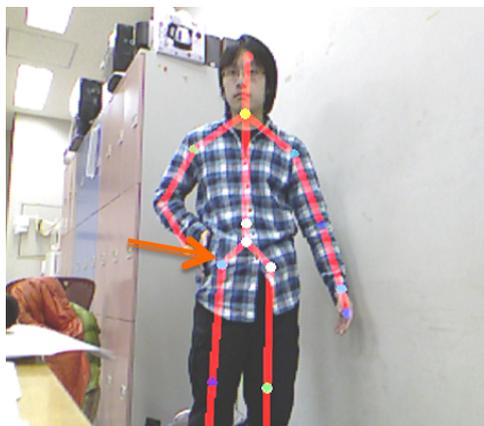


図 2.3: 叩く途中の動作

最後に、叩いた後のポーズは、腰に手を付いている状態であり、角度を比較することでポーズを認識している。腰に手を付いた状態は、距離が近く、手の位置と腰の位置がほぼ一致している。そのため、腰・肩・肘の3点からなる3角形と、肩・肘・手の3点からなる3角形は形状に近い三角形である。そこで、閾値を設定

し、2つの3角形のそれぞれの角度の差が閾値以内だった場合、叩いた後のポーズとする。本研究では、手と腰の位置が15cm以内で、2つの3角形の角度差は30度以内とした。次の図2.4は叩く後の動作を図で表したものである。

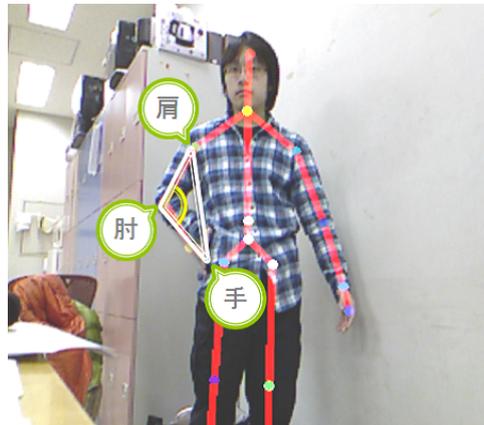


図 2.4: 叩く後の動作

本研究では、叩いた動作を認識してから数秒の間に、叩く前と後の動きと叩いた後のポーズが一致した瞬間を叩いたと認識している。

## 2.2 従来の決定方法

本研究では、本手法と従来の決定方法を実際に操作を行い、比較することで検証を行う。そのため、従来の決定方法を模した操作プログラムを作成した。

従来の決定方法はポインティングを用いた操作方法を使用している。ポインティングを用いた操作方法は、カーソルの動きを片手の動きで制御し、カーソルを動かすことで操作を行う方法である。そして、確定を行う方法は、カーソルを項目に合わせた状態で数秒間待つことで操作を行っている。カーソルの認識方法は、本手法のカーソルの認識方法と同じく Kinect が取得した関節の3次元位置情報のうち、手の  $x$  軸成分と  $y$  軸成分を使ってカーソルの操作をおこなう。また既存のゲームは、カーソルを項目に合わ続ける時間を1~2秒で確定を行っている。そこで、本研究ではカーソルを項目に合わ続ける時間は1.2秒とし、カーソルが項目に触れ

た瞬間から 1.2 秒たった瞬間に確定の操作を行ったという処理をする。

## 2.3 計測方法

本研究では、既存の手法と本手法の両方の操作にかかった時間の測定を行い、測定結果を比較した。本手法と従来の決定方法の時間を比較するために、さまざまな状況のテストで確定にかかった時間を計測した。そこで、本研究では測定を行うために 3 種類の操作テストを用意し、それぞれ確定の操作を行う。この 3 種類の操作テストは、指定された項目を選択する操作、簡単な説明がある項目を選択する操作、大小大ききの違う項目を選択する操作の 3 つを行う。それぞれ、確定を行う速度、時間がかかる選択、項目のサイズによる時間がどのように差が出るかを調べるものである。そして、操作テストの選択から確定までの一連の操作にかかった時間を計ることで操作時間を測定した。3 種類の操作テストの内容は以下の通りである。

指定された項目を選択する操作は、選択する項目を色の変化で指定することで、選択する時間を減らし、決定から確定までの時間にどれだけ差が出るかを検証するテストである。操作方法は、決定する項目は色を変えて表示を行い、色が変わっている項目のみ確定が出来る。この操作テストは、画面上に縦に 2 個横に 3 個、大きさが全て同じ計 6 個の項目を配置を行う。決定する項目はランダムで決める。確定の操作が行われた場合、また決定する項目をランダムで決める。その際、確定を行った項目は項目を決める操作から除外し、また決定する項目の色とは別の色で塗り、ユーザーが確定したことを分かりやすくする。6 つの項目を全て選択した時点の時間を計測する。次の図 2.5 は指定する項目を確定する実験システムの実際に操作するイメージである。

簡単な説明がある項目を選択する操作は、項目にカーソルを当てたときに操作の指示を下に表示し、選択に時間がかかる操作の場合時間にどれだけ差が出るかを検証するテストである。操作方法は、項目にカーソルを当てたときに空欄に指示を表示し、指示に従って確定が出来る。この操作テストは、画面上に縦に 2 個



図 2.5: 指定された項目を確定する操作システム

横に 3 個、大きさが全て同じ計 6 個の項目を配置を行う。また、項目以外に指示を表示する空欄を作る。項目にカーソルを当てたときに空欄に文章で指示を表示し、指示の内容は「この項目を決定してください」と「この項目を決定しないでください」の 2 種類を用意する。決定をしてくださいと指示が表示される項目は 6 つ中 3 つがランダムで選ぶ。その 3 つの項目を選択した時点の時間を計測する。次の図 2.6 は指示に添って項目を確定する実験システムで実際に操作するイメージである。

大小大ききの違う項目を選択する操作は、項目の大きさが違う項目を選択することによって、2 つの操作方法でどのような影響が出るのかを検証するテストである。操作方法は、項目を順序の制約無く、全て確定を行う。この操作テストは、画面上に縦に 2 個横に 3 個、大きさが全て違う計 6 個の項目を配置を行う。決定する順番は自由で、6 つの項目を全て選択した時点の時間を計測する。次の図 2.7 は大小大ききの違う項目を確定する実験システムの実際に操作するイメージである。

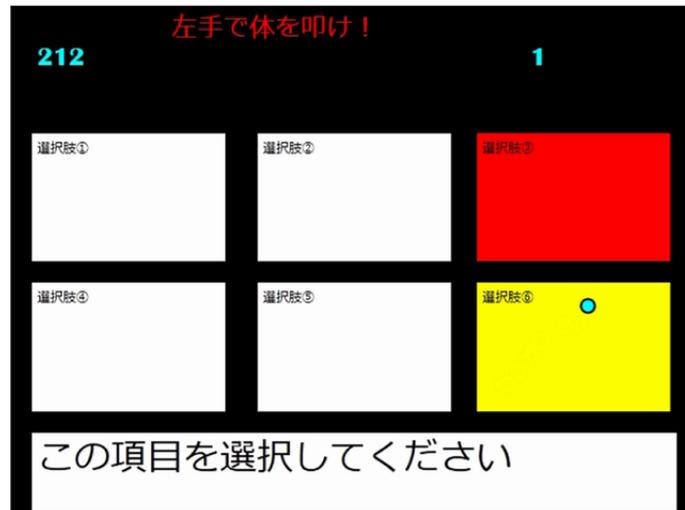


図 2.6: 指示に添って項目を確定する操作システム

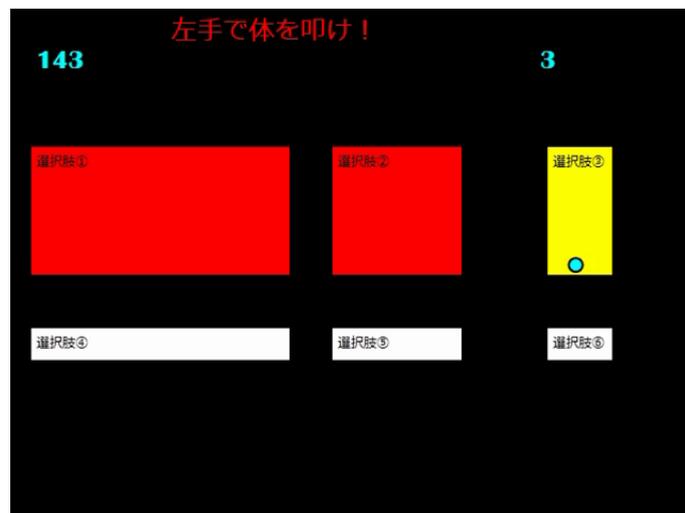


図 2.7: 大小大ききの違う項目を確定する実験システム

# 第 3 章

## 検証

### 3.1 実験内容

本研究では、従来の決定方法と本手法2つの操作方法でテストを行い、比較することで検証を行った。2つの操作方法で3種類のテストを行い、各テストごとにかかった時間を比較することで検証を行った。検証は、実験協力者が操作方法を覚えてしまうことによる、操作の効率化が発生する可能性がある。そのため、2つの操作方法で公平を保つため、従来の決定方法のテストを先に行うグループと、本手法のテストを先に行う2グループに分けた。また、操作の効率化によるテストにかかった時間の短縮がどのような変化が発生しているかも調べた。そこで、検証テストを2回行い、1回目と2回目のテスト結果の比較を行った。

本研究では、以下の環境で実験を行った。人の動く範囲に物が無い広い空間で操作を行う。シャツやジーンズなどの薄手の動きやすく、光の反射がおこらない服装で操作を行う。これは、Kinectが赤外線を用いてKinectからの距離を取得しているため、認識率を上げるための処置である。実験のプログラムを行ったPC環境は全て表3.1の環境で行うものとする。

表 3.1: 実行環境

OS	Windows 7 Enterprise
CPU	Intel(R) Core(TM) 2 Duo CPU E8400 3.00 GHz

## 3.2 検証結果

本研究では、従来の決定方法を先に行ったグループ11人と、本手法を先におこなったグループ10人の計21人のデータを対象に検証を行った。実験参加者に2種類の操作方法と項目を選択する3つの操作テストを操作してもらい操作テストにかかった時間を計測した。下の表3.2表3.3は、実験によって得たデータから、操作方法とテストによってかかった経過時間の平均と差を表にしたものである。表に書いてある数値は、3つの操作テストごとにかかった時間を秒単位で表した。数値は小数点第2位の値を四捨五入した。テストの内容は、指定された項目を選択する操作、簡単な説明がある項目を選択する操作、大小大きさの違う項目を選択する操作の3つである。操作順で分けた2つのグループは、公平性を保つために行ったため、全てのグループの結果を1つの表にまとめている。また、実験によって得たデータは本論文の付録に収録した。

表 3.2: 1回目の計測結果、各テストにかかった時間

操作を行ったテスト	従来の決定方法の平均	本手法の平均	時間の差
指定された項目を選択する操作テスト	16.8	14.5	2.3
簡単な説明がある項目を選択する操作テスト	11.9	11.7	0.2
大小大きさの違う項目を選択する操作テスト	21.1	14.7	6.44

表 3.3: 2回目の計測結果、各テストにかかった時間

操作を行ったテスト	従来の決定方法の平均	本手法の平均	時間の差
指定された項目を選択する操作テスト	15.4	11.8	3.6
簡単な説明がある項目を選択する操作テスト	10.9	10.7	0.2
大小大きさの違う項目を選択する操作テスト	20.5	13.7	6.8

この表3.2表3.3により、本手法がテストに掛かった平均時間は、全てのテスト

で従来の決定方法がテストに掛かった平均時間よりも早くなっているということが分かる。しかし、平均値では計測結果による誤差によって差が出たという問題を棄却できないため、本手法と従来の決定方法の標本を使ってt検定を行った。t検定とは、仮説検定のひとつで2つの標本の平均の差が偶然によって生まれた誤差の範囲であるかどうかを調べるものである。この検定方法は、2つの標本の有意差を求める方法で、算出された有意確率が0.05以下なら偶然生まれた誤差ではないと証明することができる。本研究では、この平均の差は誤差による差ではなく、明確に差として現れているということを証明したい。そのため、帰無仮説として「2つの標本の平均の値に現れている差は偶然である」と仮定し、検定を行った。

表3.4と表3.5は本手法と従来の決定方法の2群を操作テストごとにt検定を行った結果の表である。表に書かれた数値は、t検定の結果、算出された有意確率である。有意確率は小数第6位を四捨五入してある。

表 3.4: 1回目の計測結果、従来の手法と本手法の有意確率

操作を行ったテスト	有意差
指定された項目を選択する操作テスト	0.01510
簡単な説明がある項目を選択する操作テスト	0.90053
大小大ききの違う項目を選択する操作テスト	0.00035

表 3.5: 2回目の計測結果、従来の手法と本手法の有意確率

操作を行ったテスト	有意差
指定された項目を選択する操作テスト	0.00048
簡単な説明がある項目を選択する操作テスト	0.72306
大小大ききの違う項目を選択する操作テスト	0.00002

t検定を行った結果、1回目と2回目の操作実験において、指定された項目を選択する操作テストと大小大ききの違う項目を選択する操作テストの2つが有意係数が0.5以下であった。結果、有意差が認められるため、「2つの標本の平均の値に現れている差は偶然である」という帰無仮説は棄却され、明確に差として現れ

ているということを証明できた。しかし、簡単な説明がある項目を選択する操作テストが有意差が認められず、2つの標本の平均の値に差は偶然に一致した標本を否定できない。

だがこの結果、指定された項目を選択する操作テストと大小大きさの違う項目を選択する操作テストでは、操作にかかった時間は明確な差が出ているといえる。そこで、3.2と3.3を見ると、操作にかかった時間の平均値は、本手法のほうが従来の決定方法よりも早く操作を終わらせていることが分かる。つまり、2つのテスト方法において、本手法は既存の手法よりもの操作を早く行えるということが分かった。

## 第 4 章

### まとめ

本研究では、Kinect を用いたポインティング操作に着目した。ポインティングを用いた操作の問題点は決定したタイミングと確定するタイミングで時間にずれが生じる事が問題点がある。このずれをなくすことで、ポインティング操作の問題点をなくすことが本研究の目的とした。そこで、本研究ではポインティングを用いた操作に、腰を叩くジェスチャーを加える操作手法を提案・実装した。この操作方法は、項目の確定を行うタイミングをユーザーが操作できる方法である。そして、ユーザーが確定の操作を指定することで、決定と確定までのタイミングの差をなくした。

決定から確定までの時間が短くなったかの判断は、本手法と既存の手法を比較することで判断を行った。本手法と従来の決定方法の2つの操作方法で操作にかかった時間で比較を行った。操作を行うプログラムは3つ用意し、それぞれ時間を取得し比較を行った。比較を行った結果、全ての操作テストにおいて、従来の決定方法よりも本手法のほうが、早く操作できるというデータが得られた。そこで、t検定を行い、この差は誤差の範囲内であるかどうか有意差を調べた。その結果、1回目と2回目の両方で、指定された項目を選択する操作テストと大小大ききの違う項目を選択する操作テスト、の2つの操作テストで有意性が得られた。しかし、簡単な説明がある項目を選択する操作テストでは有意差が得られなかった。

この簡単な説明がある項目を選択する操作テストで有意差が得られなかった。こ

の理由は、従来の決定方法の問題点が原因だと考えた。叩く操作の場合、ユーザーが説明を見て選択を行うため、選択している分時間が掛かる。しかし、従来の確定方法は、カーソルを当てた瞬間から確定を行う時間に待っていることになる。実際に、選択から確定までの時間に差が生まれなかった。つまり、本手法はユーザーが確定の操作タイミング指示することができた野ではないかと考えている。

本研究で有意性を得ることができた操作テストは、指定された項目を選択する操作テストと大小大ききの違う項目を選択する操作テストの2つである。この結果、指定された項目を選択する操作テストと大小大ききの違う項目を選択する操作テストにおいて、本手法が既存の手法よりも早く確定操作を行えることがわかった。これにより、本研究で提案した操作方法は、特定の場合において、従来の決定方法よりも早く確定操作を行えることを示している。つまり、本手法は従来の決定方法の決定と確定のタイミングのずれを減らすことができ、従来の決定方法よりも操作を早く行えるプログラムである。

今後の展望として、本研究を行っている際、実験参加者が腰を叩くジェスチャーを行っているのに、ジェスチャーが認識されないという事態が多かった。そのため、どのような動きが実験参加者を認識しやすいか検証する必要がある。また、こんかい実験参加者に話を聞いた結果、腰を叩くジェスチャーは、叩いた瞬間ポインティングを行っている手がずれることがある。テストによってやりやすい操作が変わるという意見もいただいた。そのため、実際にどのようなジェスチャーが実験参加者にとって操作しやすいか、ユーザーインターフェイスを考える必要がある。

# 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただいた卒業論文指導教員の渡辺大地講師と三上浩司講師、同研究室の院生および学部生の方々には大変お世話になりました。心から感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 任天堂公式サイト. Wii remote.  
[http://www.nintendo.co.jp/wii/features/wii\\_remote.html](http://www.nintendo.co.jp/wii/features/wii_remote.html), 2011.
- [2] ソニーコンピュータエンタテインメント公式サイト. Playstationmove.  
<http://www.jp.playstation.com/ps3/move/about/index.html>, 2011.
- [3] Xbox公式サイト. Kinect.  
<http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>, 2011.
- [4] Sung Kelvin. Recent videogame console technologies. *Published by the IEEE Computer Society*, 2011.5.
- [5] Sunnybrook News and Media Hospital News. Xbox useful to surgeons.  
<http://sunnybrook.ca/media/item.asp?c=1&i=616>, 2011,14.
- [6] Xbox公式サイト. The kinect effect 世界に広がる kinect の展開.  
<http://www.xbox.com/ja-JP/kinect/Kinect-Effect/home>, 2011,14.
- [7] 竹内俊貴, 中島統太郎, 西村邦裕, 谷川智洋, 廣瀬通孝. Prima - 異なる時間軸上のユーザとのインタラクションを実現するシステム -. 東芝レビュー, Vol. 62, No. 6, 2007.
- [8] Jean-Christophe Naour. Kinect graffiti.  
<http://vimeo.com/24665893>, 2010.

- [9] Germany University of Konstanz. Navi -a proof-of-concept of a mobile navigational aid for visually impaired based on the microsoft kinect. 2011.
- [10] Juan Diego Gomez, Sinan Mohammed, Guido Bologna, and Thierry Pun. Toward 3d scene understanding via audio-description: Kinect-ipad fusion for the visually impaired. 2011.
- [11] 川西裕幸日本マイクロソフト株式会社, 太田寛. Kinect が取得する 20 箇所の関節. 2011.7.11.
- [12] 日経エレクトロニクス. Kinect に見るジェスチャー入力の可能性. pp. 73-84, 2010.12.27.
- [13] Hongli Lai. Using commodity visual gesture recognition technology to replace or to augment touch interfaces. *P.O. Box 217, 7500AE Enschede The Netherlands*, 2010.
- [14] Kinect for windows.  
<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>, 2010.
- [15] 星野聖, 玉城絵美, 谷本貴頌. 高速・高精度の手指形状推定システムによるロボットハンド制御. 電子情報通信学会技術研究報告,HIP, ヒューマン情報処理, pp. 45-50, 2006.11.30.
- [16] 玉城絵美. 直感的な操作のための3次元ジェスチャ認識ライブラリの開発. 2008年度上期未踏IT人材発掘・育成事業 採択案件評価書, 2008.
- [17] ジェスチャ認識を利用したマン・マシン・インタフェースの構築, author=入江耕太 and 梅田和昇 and 若村直弘, booktitle=日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'03 講演論文集, number=03-4, year=2003,.
- [18] 入江耕太, 梅田和昇, 若村直弘. ハンドジェスチャを用いた大画面向けインタフェース. 筑波大学第三学群情報学類 卒業研究論文, 2005.

- [19] 坂本圭, 大竹敏史, 池司, 藤谷将洋. ハンドジェスチャーインターフェース技術. 東芝レビュー, Vol. 63, No. 11, 2008.
- [20] ビヨンシュテンガー, 岸川晋久近藤伸宏. Cell broadband enginetm を用いたハンドジェスチャーユーザーインターフェース. 筑波大学第三学群情報学類 卒業研究論文, 2005.
- [21] 松原孝志, 徳永竜也, 黒澤雄一, 星野剛史, 尾崎友哉. 快適操作を提案するユーザインターフェイス技術. Vol. 91, No. 09, pp. 726–727, 2009.9.

## 付録 A

表 A.1: 1 回目の既存手法を行い、テストにかかった時間

協力者	指定された項目テスト	説明がある項目テスト	大きさの違う項目テスト
1 人目	17.0	12.5	18.1
2 人目	20.0	10.1	16.9
3 人目	18.4	11.6	23.4
4 人目	19.4	10.5	15.1
5 人目	15.7	10.4	16.0
6 人目	14.8	16.5	21.6
7 人目	16.1	8.8	25.1
8 人目	15.7	11.0	30.5
9 人目	17.9	12.5	26.4
10 人目	15.3	8.7	15.8
11 人目	13.8	22.2	32.3
12 人目	13.4	11.1	20.3
13 人目	17.8	8.9	20.4
14 人目	21.5	22.2	18.6
15 人目	16.3	9.5	29.5
16 人目	16.3	8.5	19.5
17 人目	14.8	10.5	14.5
18 人目	12.4	9.7	17.3
19 人目	15.6	9.8	17.2
20 人目	20.0	10.4	25.0
21 人目	20.5	13.3	19.5

表 A.2: 1 回目の本手法を行い、テストにかかった時間

協力者	指定された項目テスト	説明がある項目テスト	大きさの違う項目テスト
1 人目	13.4	11.2	9.6
2 人目	16.5	10.2	11.2
3 人目	13.3	10.2	10.1
4 人目	13.1	14.9	14.4
5 人目	14.2	9.7	13.2
6 人目	8.03	9.4	10.8
7 人目	11.1	10.7	10.7
8 人目	10.1	9.7	17.8
9 人目	13.0	13.9	20.1
10 人目	11.5	11.1	9.2
11 人目	11.6	10.5	15.1
12 人目	20.0	14.9	22.1
13 人目	16.9	12.2	16.8
14 人目	15.7	15.5	28.0
15 人目	9.2	15.6	9.1
16 人目	11.7	7.8	17.8
17 人目	13.8	9.3	13.2
18 人目	14.5	11.9	16.4
19 人目	21.6	11.5	10.1
20 人目	22.5	12.7	18.6
21 人目	22.2	13.9	13.7