

## 3次元CAD用ジェスチャインタフェースの開発と評価

東海大学 ○日比野 隼, 東海大学 ◎関根 務

本研究では、3次元CAD用ジェスチャインタフェースの開発を試みた。ジェスチャインタフェースに Leap Motion Controller を使用し、3次元CADに Inventor を使用している。また、開発するジェスチャインタフェースは Visual Studio を使用して開発する。プログラム言語は Visual C# を用いた。開発したジェスチャインタフェースを評価した結果、ユーザにとって扱いやすい感度と難しい操作に対する知見が得られた。

### 1. 緒言

これまでマウスやキーボードなどが、パソコンを操作するユーザインタフェースの主体であった。近年では、機器の多機能化・高性能化により、タッチや音声、ジェスチャなどで機器を操作することが可能となった。そのため、人間の自然な振る舞いや動作により機器を操作することができるユーザインタフェースが普及してきている[1]。

このようなユーザインタフェースを実現するために、モーションセンサデバイスが用いられているものがある。モーションセンサデバイスの最大の特徴は、身体の動き（ジェスチャ）で非接触操作を実現できる点である。

2012年、空中での手や指の動きの検出に特化した3次元モーションデバイス、Leap Motion Controller が開発されている[2]。

Leap Motion Controller は非常に小型のセンサで、ユーザの手元に置いて使うことを想定し開発されている。Leap Motion Controller で可能なことは、手の検出、指の検出などである。手・指は、それぞれの位置・角度・長さなどを検出できる。

このようなデバイスを応用したジェスチャインタフェースを3次元CADに用いることが可能になれば、穴あけやアセンブリなどの操作をユーザが直感的に行うことができる。そこで本研究では、3次元CAD用ジェスチャインタフェースの開発を試みる。さらに、ジェスチャインタフェースの感度パラメータについて評価実験を行った。

### 2. ジェスチャインタフェースの開発

本研究で開発するジェスチャインタフェースは、Microsoft社の Visual Studio 2013 を使用して開発する。プログラミング言語は Visual C# を用いた。ジェスチャインタフェースで可能な操作は、3次元モデルの平行移動、回転運動、拡大縮小の3つである。ユーザの指先1点のみ検出すると、x-y平面内でモデルの平行移動が可能になる(図1(a))。ユーザの指先4点以上検出すると、回転運動が可能になる(図1(b))。回転運動を行いながらz軸に沿って腕を引くと拡大(図1(c))、押すと縮小が可能になる(図1(d))。

### 3. ジェスチャインタフェースの評価実験

#### 3.1 実験機器

本研究では、ジェスチャインタフェースに Leap Motion 社の Leap Motion Controller を使用する。また、3次元CADに Autodesk 社の Inventor 2015 を使用する。

#### 3.2 被験者

被験者は21～22歳の大学生5名である。全員3次元CADの

操作経験はあるが、Leap Motion Controller によるジェスチャインタフェースの操作経験はない。

#### 3.3 実験方法

被験者にジェスチャインタフェースを操作してもらい、アンケートに回答してもらい、アンケートの回答結果を定量化し評価を行う。

被験者には3次元モデルの①平行移動、②回転運動、③拡大縮小について、それぞれの感度パラメータごとに操作してもらい、本研究では、感度1, 2, 4, 6, 8, 10について操作してもらい評価を行う。各評価実験の独立性を保つために、感度4, 6, 2, 8, 1, 10の順に操作してもらう。

#### 3.4 定量化の方法

アンケートの質問項目は全9問であり、SD法を用いて評価する[3]。選択肢は対となる5段階評価が用意されており、当てはまるものを選び回答してもらう。最も良い評価を5点、順に4, 3, 2, 1点として定量化を行う。以下は質問と回答の例である。

問. ジェスチャインタフェースを体験して楽しかったですか。

答. (楽しい, まあまあ楽しい, どちらでもない, まあまあつまらない, つまらない)

#### 3.5 実験条件

評価するにあたり被験者の第一印象を優先したいため、操作の説明は測定者が行い、練習時間は設けないことにする。また、実験対象となる操作以外の操作はしないものとし、操作時間は30秒間とする。3次元モデルの位置のリセットは可能とし、被験者の利き腕で操作してもらう。操作後は、時間を空けずにアンケートの記入をしてもらう。

### 4. 実験結果

本研究では被験者(以下A, B, C, D, E)にジェスチャインタフェースを操作してもらい、アンケートの回答結果を定量化する。各感度パラメータにおける各操作の合計値より平均値をもとめ、総合評価としてまとめる(表1)。さらに、感度パラメータと総合評価の関係を図2に示す。

### 5. 考察

図2より各感度パラメータを総合的に比較すると、感度1の評価が優れていることが確認できる。ただし、0以上1未満の

範囲内において、より優れている感度パラメータが存在することも考えられる。また、各感度パラメータにおける各操作の平均値を比較すると、回転運動の評価が低いことが確認できた。この結果から、ユーザにとって回転運動が難しい操作であると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では Leap Motion Controller を利用したジェスチャインタフェースを Visual C# により開発した。また、その評価を行い、以下の結果が得られた。

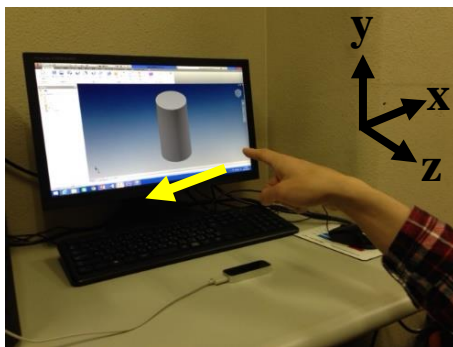
1. 感度 1 がユーザにとって扱いやすい
2. 回転運動がユーザにとって難しい操作である

以上より、Leap Motion Controller を利用したジェスチャインタフェースの感度パラメータには、感度 1 を提案することができると考えられる。

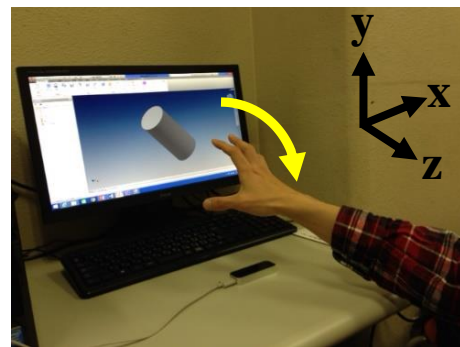
今後は、感度パラメータの値が 0 以上 1 未満の範囲について評価実験をし、ユーザにとって扱いやすいジェスチャインタフェースの開発を行ってきたい。

## 参考文献

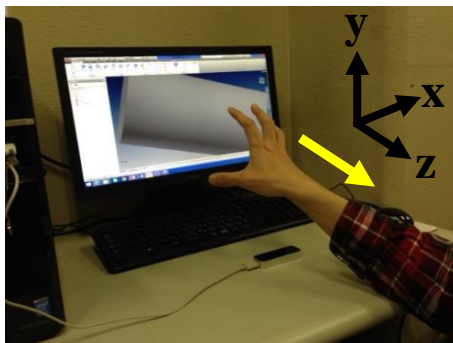
- [1] 細野敬太, 笹倉万里子, 田邊浩亨, 川上武志, “Leap Motion を用いたジェスチャ操作による文字入力方法の提案”, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 28, pp.1-4, (2014).
- [2] 中村薫, Leap Motion プログラミングガイド, 工学社, (2014).
- [3] 阿曾沼樹, 西濱美代子, “ペンタブレット入力システムの操作性評価 -パフォーマンス評価と感性評価による分析-”, 福岡教育大学紀要, 第 59 号, 第 5 分冊, 99-104, (2010).



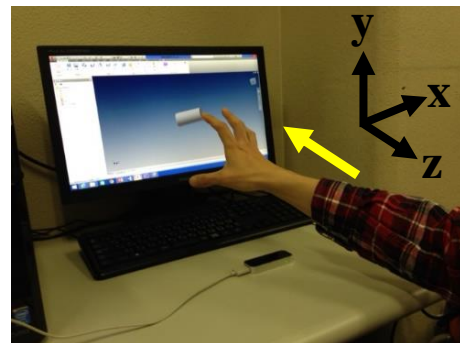
(a) 3次元モデルの平行移動



(b) 3次元モデルの回転運動



(c) 3次元モデルの拡大



(d) 3次元モデルの縮小

図1 ジェスチャインタフェースを用いた3次元モデルの操作

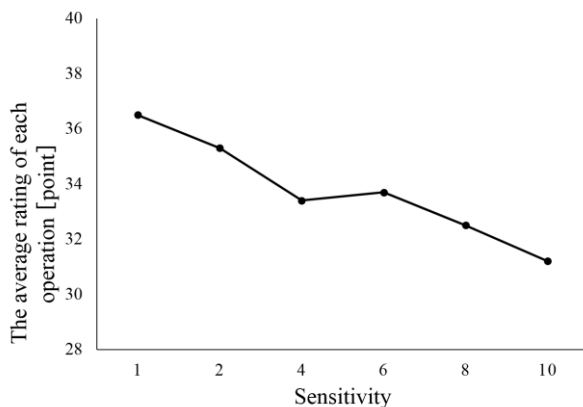


図2 感度パラメータと総合評価の関係

表1 総合評価

	平行移動の平均値	回転運動の平均値	拡大縮小の平均値	総合評価
感度 1	36.6	35.6	37.2	36.5
感度 2	35.8	32.0	38.2	35.3
感度 4	36.4	28.6	35.2	33.4
感度 6	34.8	29.6	36.8	33.7
感度 8	36.8	32.2	28.4	32.5
感度 10	30.8	31.0	31.8	31.2