

## パソコン用ポインティングデバイスを使った多方向変位測定の可能性について

名古屋工業大学 ○小畑 誠 フェロー会員  
大林道路 中斎 栞

### 1 はじめに

構造実験で用いる変位計などの各種センサはこれまで 1 方向のみを計測するタイプのものがほとんどである。しかしながら近年では多方向載荷実験などの高度な実験が行われ従来のセンサでは対応しづらくなっており、多方向変位センサの必要性は以前にもまして高まっている。一方、最近ではコンピュータやゲーム機の入力インターフェイスとして安価で精度の高い 3 次元ポインティングデバイスが登場しており、その中には構造実験用の変位センサとして流用可能と思われるものもある。そこで本研究ではパソコン用ポインティングデバイスの一つである Leap Motion を使った構造実験用の変位センサシステムの試作とその適用性について検討する。

### 2 Leap Motion などの多自由度変位センサの現状

2010 年にマイクロソフト社がゲーム機用モーションキャプチャデバイス（自由変位センサ）として Kinect を発表し大成功して以来、Xtion, SoftKinetic など消費者向けの自由変位センサがいくつか登場している。ただこれらはゲーム等のインターフェイスを目的としたものと思われ概して測定範囲は広いものの精度は高くなく Kinect の場合で数 mm 程度とされている。それでも Kinect は一般向けに SDK が提供されたことから幅広い分野で適用が試みられており、ユーザーにより精度を改良する工夫もされている。一方、2013 年に一般向けに公表された LeapMotion はマウスにかわるコンピュータへの入力デバイスをめざしたもので、大きさがわずか 30x80x12mm 程度と非常に小型ながら変位精度は 1/100mm とうたわれており注目すべきものである。さらに同時に複数の指先やペン先等を認識する機能もっており非常に細かい動きを捕捉することができるなど通常の変位センサとしての使用が期待できるだけの特性を持っている。

### 3 LeapMotion を使った変位センサの試作と検証

Leap Motion の技術情報は少なく当初はその測定原理などがあきらかでなかったため、変位測定用の対象物やその設定については試行錯誤的に決定した。提供されている API によれば LeapMotion は手のひら、指先の他に Tool と呼ばれる棒の先も認識していることから、特に Tool としての認識しやすさを優先させて対象物を決定した。鉛筆、棒、針金などを試みたが結局 Tool としては比較的細いものでビニル被覆の針金がいずれの中では最も適切であった。これをもとに図 1 のような測定対象物を作成した。図 1 では針金が 2 本使用されているが、これは 1 本より 2 本のほうが認識されやすいからである。LeapMotion は USB を通じてコンピュータに接続される。各 OS の環境において API が提供されているが、本研究では Windows 7/8 上で C++および JavaScript で記録のためのソフトウェアを開発した。これにより測定値を自動的にワークシートに記録していくことができる。なお、Leap Motion は図 2 に示す座標系を使用しているので以下の記述もこの座標系にしたがっている。



図 1 認識対象

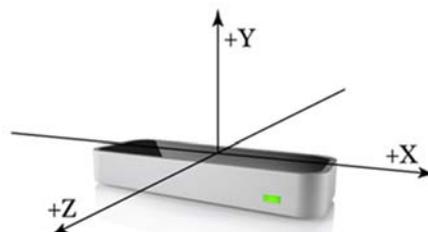


図 2 LeapMotion の座標系

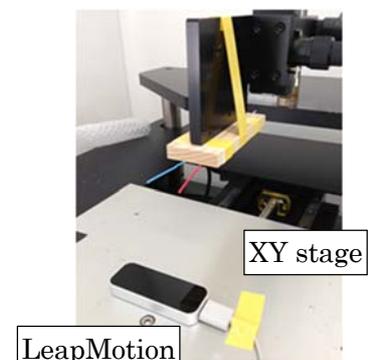


図 3 機器の設定

キーワード：多方向変位センサ，精密計測

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市中昭和区御器所町 名古屋工業大学

作成したシステムを用いて精度の検証を行う。検証は高精度 XY ステージ (ストローク 10mm 時位置決め精度  $4\mu\text{m}$ ) 上に Leap Motion と測定対象物を図 3 のように設置し, XY ステージに所定の変位を与えることにより行った。測定パターンとしては図 5 に示すようなパターンにおいて 1mm ピッチで移動させ静止させた上で上記の測定プログラムによる LeapMotion の計測値と比較した。

4 測定結果

以下では便宜的に XY ステージの制御移動量を真値とみなし, これとの差を誤差と呼ぶ。測定結果の一例を図 5 に示す。Leap Motion の測定可能範囲は x,y,z 各方向に数 10cm におよぶが大きな範囲では当然に誤差が大きくなるので, ここに示した測定範囲は $\pm 0.03\text{mm}$  の誤差程度に収まる範囲のものとした。これによれば xz 方向に 10mm 程度となる。これらの図からわかるように Leap Motion の精度は z 方向には若干精度が劣っている。具体的には x 方向に直線性およびヒステリシス特性がそれぞれ 0.13, 0.08%程度である。z 方向では若干劣り 0.5%, 0.2%程度となる。xz 方向に同時に移動させたパターンはさらに測定精度の低下が見られ, それぞれ $\pm 5\text{mm}$  の範囲で 1.2%, 0.38%程度となった。一般的な変位センサでは直線性が 0.5%程度, ヒステリシス特性が 0.5%程度であることから, 一応の精度が得られていることがわかる。また認識させる棒は 1 本でも測定は可能であるが, 認識されやすさは 2 本の方が優れている。しかし 2 本の場合は若干測定範囲が狭い傾向がある。

5 まとめ

簡単な測定対象物を設定し測定用のソフトウェアを用意することにより, LeapMotion を多方向の変位計測に用いることができることを示した。試作したシステムでは Leap Motion の座標軸方向の変位について優れた特性を持つが, 測定パターン③では精度がやや劣り, 現時点では多方向変位計測センサとして十分満足できる特性を得られていない。これまでの計測では誤差に一定の傾向が見られることからキャリブレーション等により精度が向上する可能性がある。なお, Leap Motion のサンプリング間隔は原理上一定ではなくかつ 15ms 程度なので現状では動的な測定には向いていない。

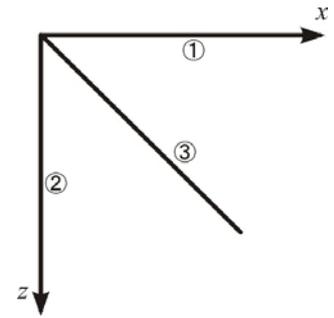
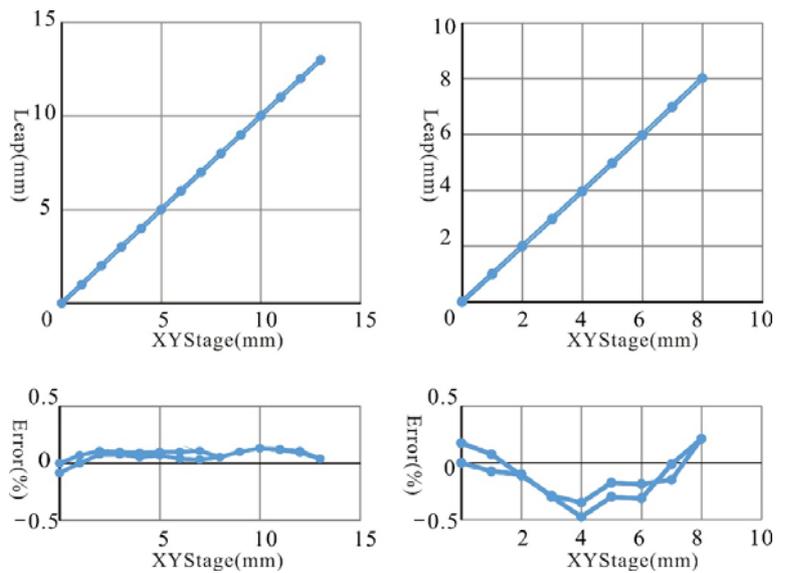
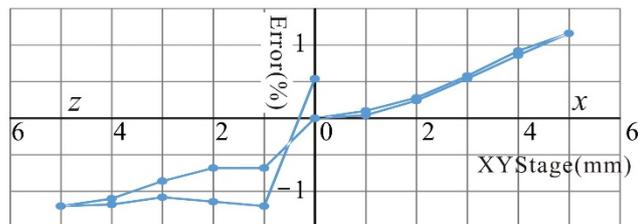
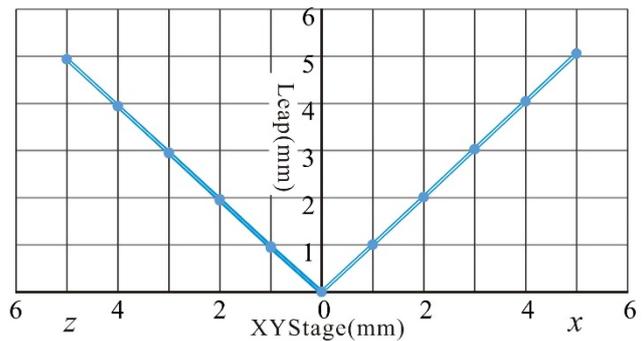


図 4 観測パターン



(a) パターン①

(b) パターン②



(c) パターン③

図 5 測定結果