

## 市販のデジタルビデオカメラを用いた安価な動作解析システムの構築

山形大学工学部 計測技術室 高倉啓

### 1. 研究の背景および目的

ヒトを被験者にした実験では、関節位置の変動などを調べるために 2 次元や 3 次元の動作解析装置がよく使用されている。しかしながら、それらの動作解析装置は非常に高価であり、広い場所を必要とするものが多い。筆者が現在所属している研究室では 2 次元の動作解析装置を使用しているが、マーカーの数に制限があり（最大 7 個）より詳細な動作を計測することが困難である。

そこで本研究では市販の安価なデジタルビデオカメラを用いて 2 次元の動作解析システムを構築し、市販の 2 次元動作解析装置と比較することで、その性能を評価することを目的とする。

### 2. 研究手順

市販のデジタルビデオカメラで撮影した動画からマーカー位置を抽出し、位置データに変換するシステムの開発を目指す。今回使用するデジタルビデオカメラは Panasonic の NV-MX5000（10 万円程度で購入可能）で、撮影した動画は PC に取り込み、National Instruments 社製の LabVIEW7.0 を使用して動画を読み込み、解析するプログラムを作成する。様々なマーカーを作成した後、解析プログラムの検討とマーカーの選択を行う。その後、市販の 2 次元動作解析装置（POSITION SENSOR SYSTEM、浜松ホトニクス社製）を用いてマーカーの動きを同時記録し比較することで、今回作成するシステムの性能を評価する。

### 3. 結果

#### （1）マーカーの作成

今回作成したマーカーを写真 1 に示す。回転しても追跡できるようにマーカーの形状は球状または半球状とした。球状のマーカーは直径 10mm、半球状のマーカーは直径 13mm で、半球状のマーカーの表面には反射テープを貼り付けた。



写真 1 試作したマーカー

#### （2）動作解析プログラムの作成

PC に取り込んだ動画を LabVIEW で読み込み、1 フレームずつ解析する。まず最初のフレームでマーカーの位置および範囲を選択し、その画像を template とする。以後のフレームではその template と比較して最も合う場所をマーカーの位置とする。今回は template との matching の方法について以下の 2 種類を検討した。

相互相関（相関が最大の位置）

差分画像（差分の絶対値が最小の位置）

#### （3）sample 動画計測

試作したマーカーをテストするための測定環境を写真 2 に示す。長さ 1m の振り子の両端に POSITION SENSOR のマーカーを貼り付け、振り子の下端から 10cm の位置に試作

したマーカーを貼り付けた。振り子を±15度程度揺らし、POSITION SENSORの出力はPCに取り込み、マーカーの動きはビデオカメラに取り込んだ(シャッタースピード1/1500、18dB)。同期のため、LEDを30ms点灯させ、PCとビデオカメラに記録した。

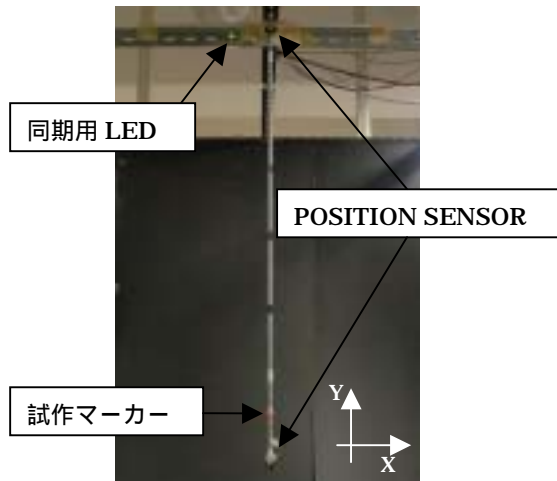


写真2 測定環境

#### (4) マーカーと matching 方法の決定

球状のマーカー(赤)と半球状のマーカー(反射テープ)の動画に対して相互相関により matching を行った解析結果を図1と図2に示す。比較のため、動画解析結果は10/9倍している。反射テープを貼り付けた半球状マーカーでは動きを良く追跡できているが、球状マーカーでは追跡できない箇所が多かった。おそらく今回の撮影条件では十分な明るさが確保できず、マーカーとそれ以外の部分の区別が不明瞭になったためであろう。

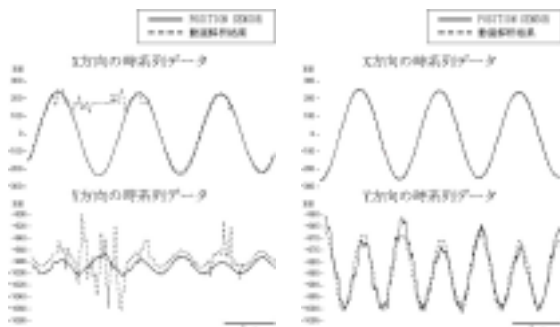


図1 球状マーカー 図2 半球状マーカー

POSITION SENSOR から得られたデータと動画解析から得られたデータがどの程度一致するかを相関係数により検討した結果を表1に示す。球状のマーカーを用いたデータでは高い相関は得られなかったが、反射テープを貼り付けた半球状のマーカーを用いたデータではどちらの matching 方法でも高い相関が得られた。

マーカーの種類	matching 方法	相関係数 X 方向	相関係数 Y 方向
球状	相互相関	0.695152	0.374744
半球状	相互相関	0.999637	0.954955
半球状	差分画像	0.999643	0.952983

表1 POSITION SENSOR のデータと動画解析結果との相関

#### 4. まとめ

反射テープを貼り付けた半球状のマーカーを用いて、相互相関または差分画像により template と matching することで市販の2次元動作解析装置と同程度の動作解析が可能となった。今回構築した動作解析システムは時間分解能33ms、空間分解能約3mm/pixelと市販の動作解析装置より悪いものの、マーカーの数を増やせる点で利点があると考えられる。今後はこのシステムを実際に使用して、ヒトの動作解析を行う予定である。

#### 5. 謝辞

本研究に関してご指導ご助言を頂きました山形大学大学院理工学研究科生体センシング機能工学専攻の山口峻司教授に深く感謝致します。また当時博士課程の学生だった澤畑博人君にはプログラム開発にご協力いただきました。深くお礼申し上げます。本研究は平成21年度科学研究費補助金(奨励研究、課題番号:21921010)の助成を受け実施しました。