

IMU を分散配置した衣服型モーションキャプチャシステムの研究

1250158 宮川 隆誠（環境浸透型エレクトロニクス研究室）
（指導教員 野田 聡人 准教授）

1. はじめに

近年、モーションキャプチャの技術が発展し、さまざまな分野で活用されている。映像やゲームコンテンツ、リハビリテーションなど、多岐にわたる用途で利用されている [1]。現在実用化されている技術としては、光学カメラを用いた方法や、姿勢計測センサを体表面に取り付ける方法が挙げられる。これらの方法は、環境の影響を受けたり、セッティングに時間や手間がかかる場合があるが、実用的な精度での測定が可能である。場所を選ばず、より手軽な測定が可能になれば、日常的な身体計測を伴う新しい用途への利用が期待できる。

本研究では、導電布二次元通信と IMU（Inertial Measurement Unit）を用いたモーションキャプチャシステムを提案する。姿勢を計測するセンサを体に貼り付けるのではなく、導電性の衣服に取り付けることで、着脱の手間を大幅に減らすことができる。また、衣服に取り付ける IMU の数が多くなると、個別の配線は体の動きを妨げる可能性や断線のリスクがある。一方、無線通信は安定した電力供給や通信が課題となる。そこで、導電性衣服を介した二次元通信を用いることで、柔軟性と電力供給を両立する。

2. 一次元 IMU 列による三次元形状の再構成

IMU の出力は姿勢のデータのみ（ロール、ピッチ、ヨー）である。そのため、IMU の出力では、IMU 間の相対的な位置関係を把握することはできない。そこで、図 1(a) に示すように、剛体棒を用いた機械的な拘束を用いる。剛体棒の中央に IMU を設置し、剛体棒の端同士が接続されている一次元構造を考える。

この一次元構造を特定するために回転行列を用いる。各軸方向の回転行列を $R_x(\theta_1)$, $R_y(\theta_2)$, $R_z(\theta_3)$ とする。剛体棒の左端を原点 $[0, 0, 0]$ とすると、右端の座標は $[L, 0, 0]$ である（剛体棒の長さを L ）。この座標を式 (1) の形で回転行列を適用すると、回転後の右端の座標を求めることができる。

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = R_z(\theta_3)R_x(\theta_1)R_y(\theta_2) \begin{bmatrix} L \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

これにより、1 本の剛体棒の位置を求めることができる。同様の手順を繰り返すことで、一次元構造全体の位置の特定が可能になる。

3. 二次元 IMU 配列による三次元形状の再構成

IMU を格子状に配置した二次元構造においても回転行列を用いることで、位置を求めることができる。図 1(b) の単位格子を考えると、回転行列を適用することにより、3 つの剛体棒の位置を求められる。ここで、単位格子を構成する剛体棒の両端は他の剛体棒と接続されているため、3 本の位置が決まれば、残りの 1 本の位置も一意に定まる。したがって、この最後の剛体棒の位置・姿勢は IMU のデータを直接用いなくとも求めることができ、IMU による測定データは冗長となる。この冗長なデータは、形状の再現において補正に利用可能である [2]。

導電布上に配置された複数の IMU が取得した姿勢データは、二次元通信を用いて 1 台の IMU に集約され、PC に送信される。前述の原理を用いて、布の形状再現を行っ

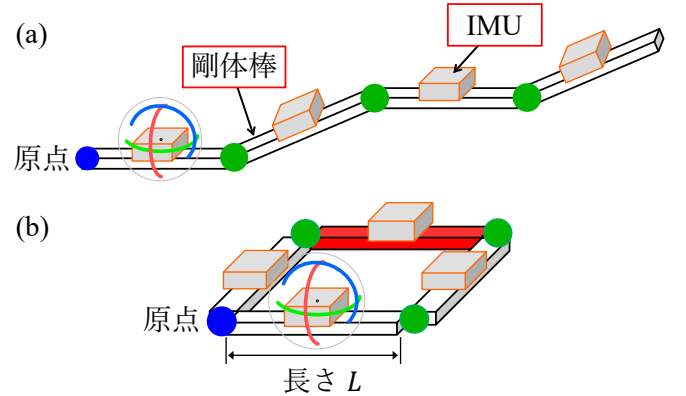


図 1 (a) 剛体棒を用いた一次元構造を構造を示す。回転行列を適用することにより、一次元構造全体の位置を特定できる。(b) 単位格子の剛体棒構造を示す。一次元構造と同様に、回転行列を適用することにより求めることができる。

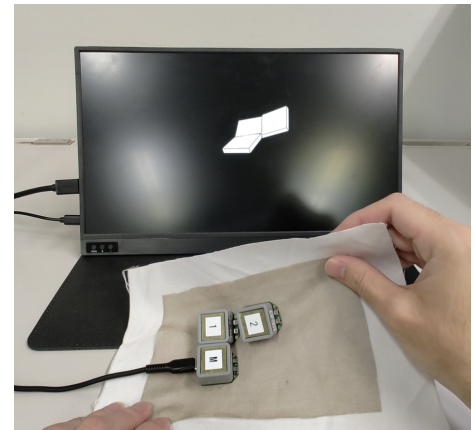


図 2 二次元通信を用いて IMU の姿勢データを収集し、布の形状を PC 画面上で再現している様子。IMU を布に密に配置することで、局所的な折れ曲がりを抑えつつ、布の変形を高精度に取得できる。取得したデータをもとに布の動きがリアルタイムに PC 画面上に表示されている。

た。実験の様子を図 2 に示す。布を動かすと IMU の姿勢変化がリアルタイムで PC 上に反映されることが確認できた。

4. おわりに

本研究では、二次元通信を用いて収集した IMU の姿勢データを用いて布の形状の再現を行った。IMU の出力である姿勢データを回転行列に適用することで、IMU の位置が特定でき、動きを再現することができた。

参考文献

- [1] 中澤 篤志, “モーションキャプチャ,” 映像情報メディア学会誌 **63**, 1224–1227 (2009)
- [2] 星 貴之, 篠田 裕之, “リアルタイムに形状計測可能な布状デバイス,” 計測自動制御学会論文集 **44**, 1015–1016 (2008)