

重力・地磁気計測にもとづく三次元形状キャプチャシート

3D Shape Capture Sheet Based on Gravitational and Geomagnetic Measurement

東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻システム第三研究室
 博士(情報理工学) 星 貴之
http://www.alab.t.u-tokyo.ac.jp/~star/index_j.html

☆ はじめに

目的：自身の形状を計測する布
 カメラなどの外部装置を用いず、本体である布状デバイス単体で動作する。

アプリケーション

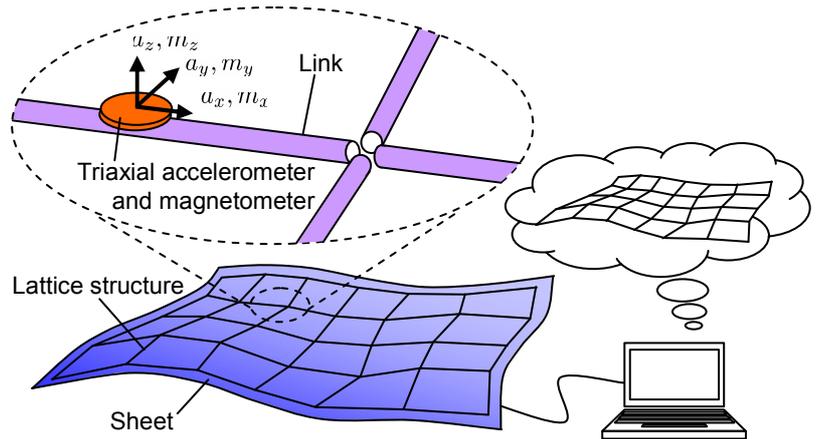
- 対象物体を直接包み込むことによる手軽な三次元形状計測デバイス
- 三次元モデリング用ツール
- ウェアラブルモーションキャプチャ
- 布の動きをコンピュータへ取り込む
- . . .

考えられる方法

- 電磁波や超音波による距離計測
- 局所的な伸びを計測
- 局所的な曲げを計測 (ShapeTape™)
- 重力、地磁気などによる姿勢計測
- . . .

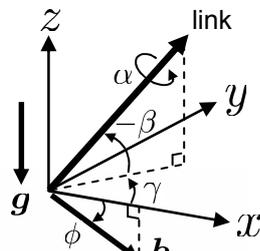
☆ 三次元キャプチャシート(3DCS)

- 布上に伸びないリンクを配置し、布の変形を離散化する。
- 各リンクは三軸加速度センサと三軸磁気センサを搭載しており、それらが重力と地磁気を計測する。
- 多数のセンサ素子への給電と通信は本研究室で開発中の二次元通信技術を用いて、煩雑な配線なしで行う。



☆ 計測原理

重力・地磁気データにもとづいて各リンクの姿勢角(ロール角 α 、ピッチ角 β 、ヨー角 γ)を求める。



$$a = -g \begin{bmatrix} -s\beta \\ c\beta s\alpha \\ c\beta c\alpha \end{bmatrix}$$

$$m = bc\phi \begin{bmatrix} c\gamma c\beta \\ c\gamma s\beta s\alpha - s\gamma c\alpha \\ c\gamma s\beta c\alpha + s\gamma s\alpha \end{bmatrix} - bs\phi \begin{bmatrix} -s\beta \\ c\beta s\alpha \\ c\beta c\alpha \end{bmatrix}$$

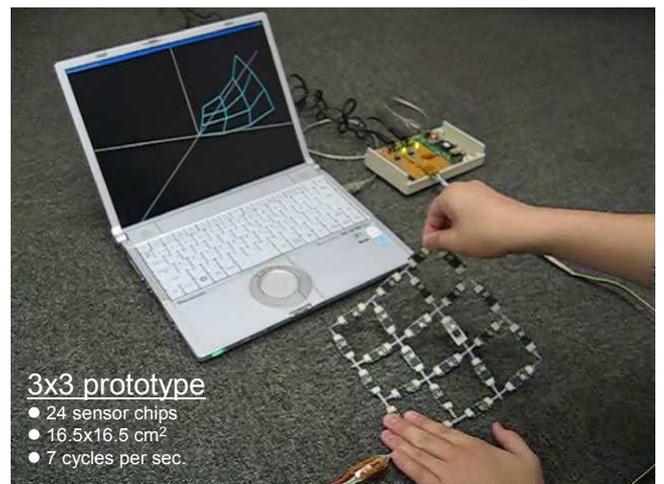
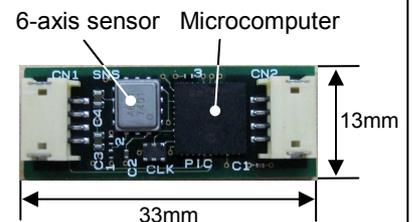
※ s, c はそれぞれ \sin, \cos の略

全てのリンクの姿勢を求めた後、それらをつなぎ合わせてシート全体の形状を再構成する。

☆ 試作機

Sensor chip

- I²C bus communication
- 12-bit digital data
- Acc. : 2.5 mg/LSB
- Mag. : 0.1 uT/LSB

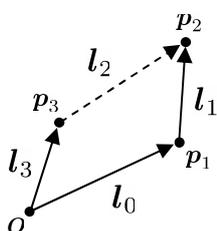


3x3 prototype

- 24 sensor chips
- 16.5x16.5 cm²
- 7 cycles per sec.

☆ 冗長性の利用

リンクがなす格子構造は冗長性を持つ。それを利用して姿勢角を再推定することにより運動加速度や外乱磁場、熱雑音などの影響を低減することができる。



頂点 p_1, p_2, p_3 は o を基準として3本のリンク l_0, l_1, l_2 で表される。すなわちリンク l_3 は冗長である。このことは次の最小化問題で表され、これを姿勢角について解くことでよりもっともらしい形状が得られる。

$$|l_0 + l_1 - l_2 - l_3|^2 \rightarrow \min.$$

☆ おわりに

『自身の形状を計測する布』を、布上に配置した多数のセンサで実現することを提案した。

重力と地磁気にもとづく形状再構成法を考案、実装した。