

重力計測にもとづく三次元形状キャプチャシート

Gravity-Based Three-Dimensional Shape Capture Sheet

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
博士課程 星 貴之
<http://www.alab.t.u-tokyo.ac.jp/~star/>

☆ 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

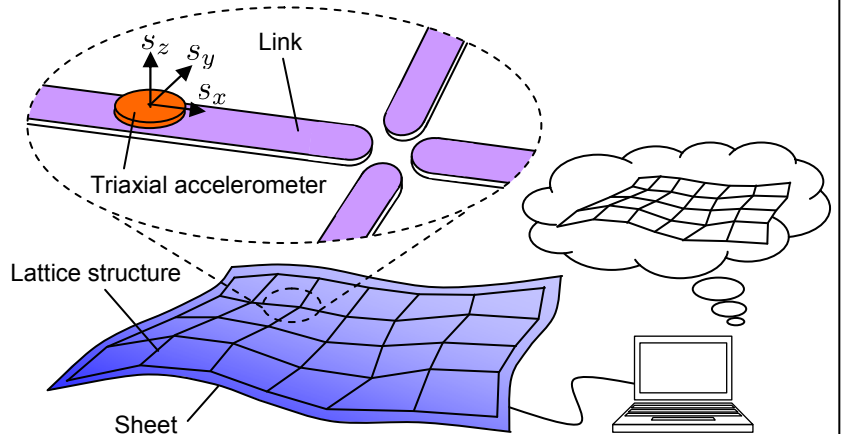
- 対象物体を直接包み込むことによる手軽な三次元形状計測デバイス
- 三次元モデリング用ツール
- ウェアラブルモーションキャプチャ
- 布の動きをコンピュータへ取り込む
- . . .

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
- . . .

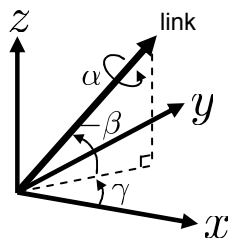
☆ 三次元キャプチャシート(3DCS)

- 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を持ち、重力を計測する。
- 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

加速度センサで計測した重力データから、次の2段階のアルゴリズムで、各リンクの姿勢(ロール角 α 、ピッチ角 β 、ヨー角 γ)を求める。



Step 1. ロール角・ピッチ角

これら2つの角度は、計測した重力から直接求められる。

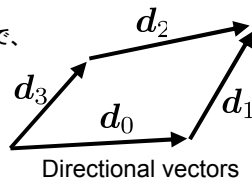
$$\begin{bmatrix} s_x \\ s_y \\ s_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g \sin\beta \\ -g \cos\beta \sin\alpha \\ -g \cos\beta \cos\alpha \end{bmatrix} \rightarrow (\alpha, \beta)$$

Step 2. ヨー角

ヨー角は重力のみからは求められないので、単位格子のリンク間の関係を用いる。 γ_0 を基準として、 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ を求める。

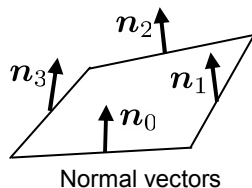
【条件1：方向ベクトル条件】

$$d_0 + d_1 = d_2 + d_3$$



【条件2：法線ベクトル条件】

$$n_0 + n_2 = n_1 + n_3$$



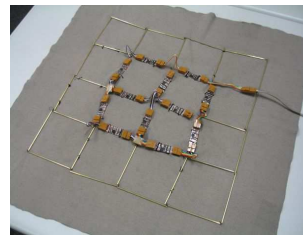
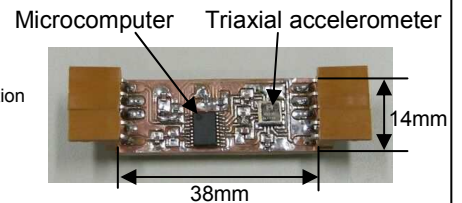
$$\rightarrow \gamma_i$$

すべ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
- 10-bit A/D converter



2x2 prototype

- 12 sensor chips
- 20x20 cm² (sensor area)
- 58 cycles per sec.



☆ 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。
重力にもとづく形状再構成法を考案、実装した。

今後、地磁気を併用する方法なども考えていく。