

目的別テーマ：被服設計・シュミレーションシステムの開発

研究テーマ

17-7-22：ソフトマテリアルを用いた光学式触覚センサの開発

### ABSTRACT

*This study proposes a tactile sensing technique for a communication robot which utilizes a curved surface display as the robotic face. The technique allows us to measure the vector quantity of a force applied on the curved surface and to detect the contact region. The principle of the tactile sensing is to measure the deformation of the curved surface made from soft material. The displacements of markers are measured by the triangulation method using a projector and a CCD camera. The lattice-shaped markers are projected on the soft curved surface and detected by the CCD camera. The desired specifications of the tactile sensor are as follows: the space resolution of the tactile sensor is 5mm, the range of stress is from 0.04 to 2 kg/cm<sup>2</sup>, the response time is 0.1s. We made an experimental system to examine the basic characteristics of the technique.*

### 研究目的

本研究では、投射型表情表示機能を備えたコミュニケーションロボットのための触覚センサを開発することを目的とする。具体的には、顔部に作用する力ベクトルの分布計測が可能な触覚センサの原理を提案し試作してその有用性を示す。

### 5年間の研究内容と成果

#### ● 研究目標

触覚センサの目標仕様は次の通りである。

- ・ 3軸方向の力ベクトルを計測する。
- ・ 空間分解能は5mmとする。
- ・ 応力の計測範囲は、0.04~2kg/cm<sup>2</sup>とする。
- ・ 応答時間は0.1sとする。
- ・ 接触面積の測定を可能とする。

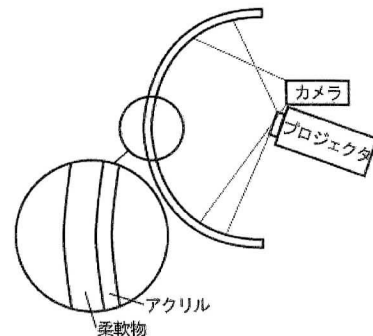


Fig.1 曲面画像表示ロボットと触覚センサ

#### ● 研究内容及び研究範囲

研究代表者らは曲面画像表示による顔ロボットの表情表出法を開発してきた。本研究では、この画像表示スクリーンにソフトマテリアルを貼り付け、その変形をCCDカメラで検出することにより、触覚センサを構成する方法 (Fig. 1) を研究する。ソフトマテリアル上に微細なマーカー画像をプロジェクタにより表示させ、そのマーカーの変位から外力を推定する。基礎実験のために平らなソフトマテリアルを作製し、プロジェクタとカメラによるマーカーの変位測定を行った。マーカーの分解能の検討、変位計測精度の評価を行っている。この基礎実験により目標仕様を達せられるかどうかを検討し、達成できれば曲面画像表示顔ロボットに応用する。

基礎実験の試作した装置を Fig. 2 に示した。プロジェクタは東芝社製の TDP-FF1A (J) を、カメラは PGR 社製の flea を使用する。その分解能は、プロジェクタが 800×600、カメラは 1024×768 である。レンズの焦点距離は、プロジェクタが 20.3mm、カメラが 1.4mm である。また、Kamin-FA1 への実装を考えプロジェクタとカメラから投影面までの距離は 15cm 程度とした。

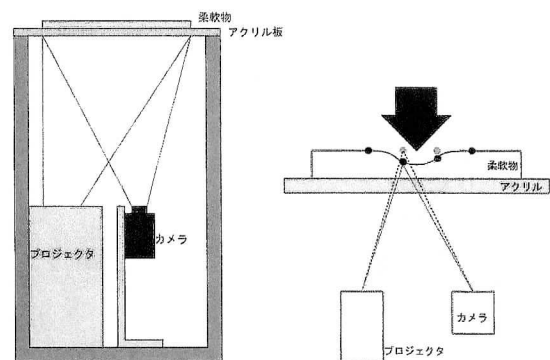


Fig. 2 触覚センサの原理と実験装置

## ● 研究成果

画像中のマーカースの座標を得るためにテンプレートマッチングを行った。正規化相関法によりテンプレートと対象画像の照合を行った。正規化相関法は、2つの領域の濃度値の正規化された共分散（相互相関係数）の値で判定する方法である。Fig. 3は、左がカメラの取得した画像、右が左の画像を処理し、テンプレートマッチングをいった画像である。赤い円で囲まれている部分はテンプレートと一致していると認識した。

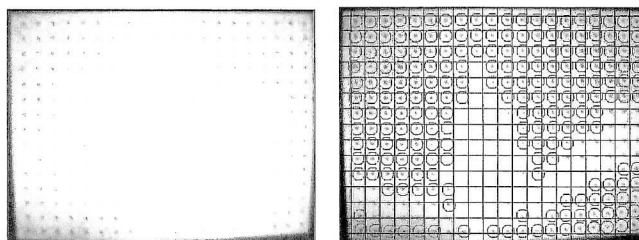


Fig. 3 カメラ画像と画像処理の結果

以上のように、ソフトマテリアルに映し出されたマーカース画像のテンプレートマッチングが可能となった。外力によりソフトマテリアルを変形させればマーカースの位置が変位し、その変位を計測することにより外力が推定できるものと考えられる。本研究では、曲面画像表示型顔ロボットに適用可能な触覚センサの基本原理を提案した。今後、本手法を実際の顔ロボットへ応用することにより、触覚も含めた人間とのインタラクションが可能となるものと考えられる。