

# 柔軟物コンピューティング基盤の研究開発 (121803018)

## Fleecy Computing

### 研究代表者

稲見昌彦 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科  
Masahiko Inami Graduate School of Media Design, Keio University

### 研究分担者

杉浦裕太 上間裕二 神山洋一  
Yuta Sugiura Yuji Uema Yoichi Kamiyama  
慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科  
Graduate School of Media Design, Keio University

研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

## 概要

柔軟物コンピューティングの基盤を構築するため、

- (1) 柔軟物を計測システムとして利用した、人の行動の計測、及び心的状態の推定
  - (2) 柔軟物の柔軟性を利用した情報提示と、行動や情動の誘発
  - (3) 柔軟物を介した、情動を伴うコミュニケーション
- の3テーマに関し研究開発を行った。これにより、住環境に存在する多様な柔軟物と、より自然な形でインタラクションし、情報のやりとりをすることが可能になる。

## 1. まえがき

本研究は、オフィスのような実務的な環境ではなく、一般家庭などのよりプライベートな場での情報環境の在り方について提案するものである(図1)。ソファやラグといった柔軟な家具などを介してユーザの状況を把握し、同様に柔軟物体を介して情報を提示することで、住環境に即したコミュニケーションを実現する。また、カーテンや壁紙などプライベート空間を演出する要素をカスタマイズ可能にし、より豊かな住環境の実現を目指すものである。



図 1 柔軟物コンピューティングによるスマートホーム

## 2. 研究開発内容及び成果

### 2. 1 柔軟物を計測システムとして利用した、人の行動の計測、及び心的状態の推定

ベッドやクッションなど日用品の柔軟性を保ちつつ、人とのインタラクションを計測するため、拡張性のあるフォトトリフレクタモジュールを作成した。本モジュールは、フォトトリフレクタ1つと、予めIDが割り当てられたマイコンがセットになったもので、I2C 通信によりモジュール間で高速に通信を行う。そのため柔軟物の形状やサイズに応じて、モジュールの個数の追加、削除が可能である。このフォトトリフレクタモジュールをアレイ状にソファ内部に並べて広範囲での圧力の分布の取得を試みた。

データを取得した後、機械学習を導入することでユーザと柔軟物のインタラクションを分類し、少ないデータ数でのやり取りを実現した。

同様のセンサモジュールにより皮膚をタッチパネル型入力インタフェースとする手法や、布の伸縮の計測にも成功した(図2)。また、このセンサをモジュール化して、衣類に組み込めるようにした。このセンサによって、例えばロボットに皮膚を付加したり、スマートフォンのインタラクションを拡張するアプリケーションを開発した。

さらに、顔の皮膚変形からユーザの情動を抽出するメガネ型の計測装置を開発した(図3)。この眼鏡装置の縁には、8個の反射型光センサが装着されており、縁から顔の距離を計測する。この距離は、ユーザの顔の表情筋の動きに合わせて変化するため、センサデータにSVM機械学習をかけることで、表情のクラスタリングが可能となる。本手法により、7類のユーザの表情取得に成功した(図4)。

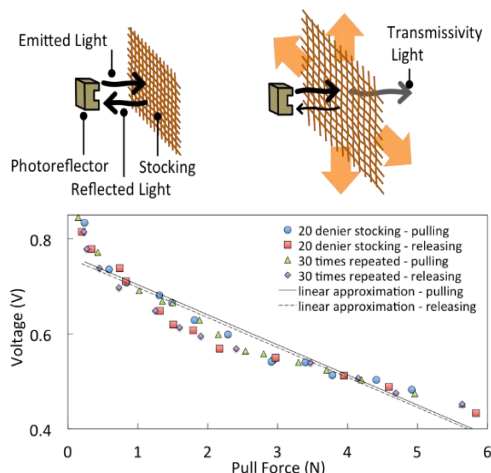


図 2 フォトリフレクタによる素材の伸縮率の計測



図 3 眼鏡型表情認識デバイス



図 4 眼鏡型デバイスを用いて取得した表情

## 2. 2 柔軟物の柔軟性を利用した情報提示と、行動や情動の誘発

本研究では、被毛を有する布の表面に、絵や文字といった任意の情報を描画する手法、及びデバイスを開発した(図 5)。これは、布表面が逆毛することで光の反射が変化する現象を利用し、毛の状態の濃淡によって模様を描画することが可能となる。毛を自動的に逆立てる装置としてローラー型とペン型、超音波装置型の 3 種類を開発した。

これにより、生活空間を専有するカーペットやソファのカバー、クッション、ぬいぐるみ等被毛を有する布のディスプレイ化に成功し、時間や空間、家族個人に紐付いた生活に溶け込んだ情報提示や、子供のための大画面描画キャンバスとして創造的な遊びを提供することが可能な、温もりのあるディスプレイの構築に成功した。



図 5 柔軟物の毛羽立ちを利用したディスプレイ

## 2. 3 柔軟物を介した、情動を伴うコミュニケーション

人の掌を柔軟物と捉え、スマートフォンとの情動的なインタラクションである、握る、画面を強く押しこむ、等の操作の取得を実現した。スマートフォンのアプリケーションとしてダウンロードできる形にシステムを開発し、リリースを実現した。本アプリケーションは録音されたユーザの音声、柔軟物とインタラクションをした際に発せられるというものである。本アプリケーションを用いてユーザはどのように柔軟物と触れ合うか日本科学未来館内に開設した「リビングラボ東京」にて観察を行い、有用性を確認した(図 6)。



図 6 アプリケーションの利用方法と観察、複数のスマートフォンを使ってぬいぐるみ同士を会話させる(左)、家族とともにアプリケーションを使用(右)

## 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本期間で開発された研究成果のうちいくつかは、実用化も近いものがある。すでに、一つの計測原理については、スマートフォン上で実装を行い、誰でもダウンロード可能なアプリ(現在は Android に限る)として配布している。

もう一つ実用化に近いものとして、数珠つなぎでカスタマイズ可能なフォトトリフレクタモジュールがあり、これは、センサを含んだハードウェアと処理のためのソフトウェアをパッケージしての展開を検討している。さらに、毛羽立ちを利用したディスプレイも実用化に近い位置にあり、現在玩具会社と協力をしながら商品化できるよう継続して議論を進めている。

本研究成果を生み出した、居住空間型開発実験施設である「リビングラボ東京」は、SCOPE 期間終了後に改装され、「サイバーリビングラボ」としてさらに規模を拡大して、継続して研究成果を生み出せるように整備されている。

このリビングラボは地域住民や企業が入り込み、オープンイノベーションができる環境であり、今後は、この環境をハブとしてながら研究を推進していく予定である。

## 4. むすび

本プロジェクトでは「柔軟物コンピューティング」というビジョンを世界にさきがけて提案し、そのビジョンを示す研究成果は SCOPE の研究開発期間を通して創出できた。紙面都合ですべての成果を紹介できなかったが、今後は、研究成果の実用化、用いた研究手法の普及を通してビジョンの社会浸透を目指すと同時に、生活者にとって真に必要なとされるサービスの社会実装を目指す。

### 【誌上発表リスト】

- [1] Yasutoshi Makino, Yuta Sugiura, Masa Ogata, Masahiko Inami, "Tangential Force Sensing System on Forearm", Augmented Human international conference (AH'13), pp29-34, (2013.03.07-08)
- [2] Masa Ogata, Yuta Sugiura, Yasutoshi Makino, Masahiko Inami, Michita Imai, "Augmenting a Wearable Display with Skin Surface as an Expanded Input Area", HCI International 2014 (Crete, Greece) (June.22-24.2014)
- [3] Yuta Sugiura, Koki Toda, Takayuki Hoshi, Masahiko Inami, and Takeo Igarashi, "Graffiti fur: turning your carpet into a computer display" SIGGRAPH 2014 Emerging Technologies (Vancouver, Canada) (August.12-14.2014)

### 【受賞リスト】

- [1] Suzanne Low, Yuta Sugiura, Kevin Fan, Masahiko Inami, Best Presentation Award, "Cuddly: Enchant Your Soft Objects with a Mobile Phone", 2013.11.12-15
- [2] 戸田光紀、杉浦裕太、平場吉輝、稲見昌彦、デモ発表賞、"Graffiti Fur: 柔軟物の毛羽立ちを利用した描画手法"、2013 年 10 月 4 日～6 日
- [3] 戸田光紀、杉浦裕太、平場吉輝、稲見昌彦、芸術科学会奨励賞、"Graffiti Fur: 柔軟物の毛羽立ちを利用した描画手法" 2013 年 10 月 4 日～6 日

### 【報道掲載リスト】

- [1] "Graffiti Fur"、めざましテレビ、フジテレビ、2014 年 10 月 14 日
- [2] "じゅうたんがキャンバスに"、トレンドたまご、ワールドビジネスサテライト、テレビ東京、2014 年 9 月 10 日
- [3] "生活に溶け込むコンピューター"、日刊工業新聞、2013 年 8 月 14 日