

LightCloth: 光入出力可能な布状インタフェースの提案

橋本直^{†1} 鈴木良平^{†1,†2} 神山洋一^{†1} 稲見昌彦^{†1,†3} 五十嵐健夫^{†1†2}

本論文では、柔軟な布面上で光信号の入出力を行うインタフェース「LightCloth」を提案する。LightClothは拡散性光ファイバで織られた布で構成されている。布の末端には発光素子アレイと受光素子アレイが取り付けられ、布面の発光と、布面に入射する光信号のセンシングの機能を有する。布を構成する光ファイバは同一方向にすだれ状に並んでおり、1枚の布が1次元の位置情報を有する。この仕組みにより、列単位で光入出力を同時に行うことができ、またどの列から光信号が入射したかの認識も行うことができる。我々はフルカラーの光出力と、赤外線による8bitのデータ信号の入力が可能なプロトタイプを開発した。

LightCloth: Fabric I/O Device using Diffusive Optical Fiber

SUNAO HASHIMOTO^{†1} RYOHEI SUZUKI^{†1,†2} YOUICHI KAMIYAMA^{†1}
MASAHIKO INAMI^{†1,†3} TAKEO IGARASHI^{†1†2}

This paper introduces an input and output device that enables illumination, bi-directional data communication, and position sensing on a soft cloth. This “LightCloth” is woven from diffusive optical fibers. Since the fibers are arranged like a reed screen, the cloth has one-dimensional position information. Sensor-emitter pairs attached to bundles of contiguous fibers enable bundle-specific light input and output. We developed a prototype system that allows full-color illumination and 8-bit data input by infrared signals. Here we introduce the implementation of the device and show the result of prototype system.

1. はじめに

光ファイバはガラスやプラスチックから作られる透明で柔軟な素材である。光ファイバの末端から入射した光は内部で全反射し、もう片方の末端から放出していく。光ファイバが持つ導光性はセンシング[1]やディスプレイ[2,3]などに広く応用されている。これに対し、光ファイバの表面に微細な傷を付けることによって表面から光を漏洩させることを可能とした拡散性光ファイバが存在する。この拡散性光ファイバを織って作られた布素材は、末端から光を入射することによって面発光するため、ファッションや空間演出を目的として、光るドレスやネクタイ、バッグ、カーテン、クッションなどさまざまな製品に応用されている。拡散性光ファイバは一般的に発光用途で使われているが、受光の性質も有している。表面の微細な傷から入射した光はファイバの末端から出ていくため、末端部に受光の仕組みを設ければ、布面を使って光センシングを行うことができる。我々はこの性質に着目し、拡散性光ファイバで織られた布を用いて、面上で光入出力を行う布状インタフェース「LightCloth」を提案する。

LightClothは布面において表面の発光と、位置情報を有する光通信を行うことができ、柔軟変形が可能であるという点が他のサーフェス型インタフェース[4,5,6]にない特徴である。この特徴はこれまでにない新しいインタラクシ

オンを生み出すポテンシャルを有している。例えば、光信号を発するライトペンを使って布状をなぞることによって布の発光パターンをインタラクティブに変化させたり、布面状にある複数の物体に対して、個別に位置情報に則した制御信号を送信したりすることが可能である。我々は提案システムのプロトタイプとして、フルカラー発光と赤外線によるデータ入力を行うシステムを開発した。本稿では提案システムの概要と開発したプロトタイプについて紹介する。

2. システムの構成

システムの構成を図1に示す。LightClothは拡散性光ファイバで織られた布、発光素子アレイ、受光素子アレイから構成される。

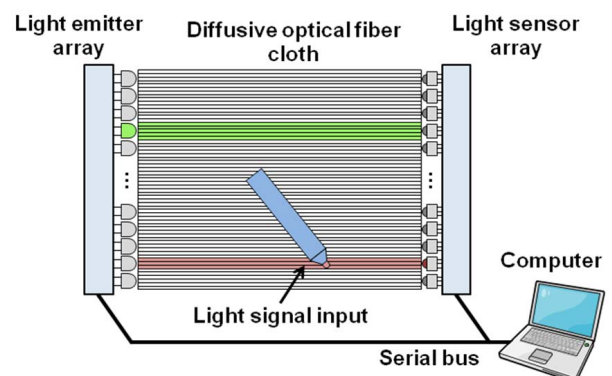


図1 システムの構成

Figure 1 Overview of the system.

^{†1} JST ERATO 五十嵐デザインインタフェースプロジェクト

JST ERATO Igarashi Design Interface Project

^{†2} 東京大学

The University of Tokyo

^{†3} 慶應義塾大学

Keio University



図 2 プロトタイプ
Figure 2 Prototype system.

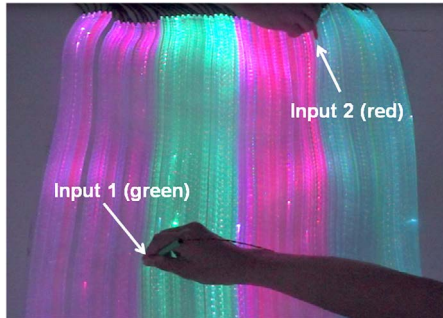


図 3 2本のライトペンによる発光色のペインティング
Figure 3 Painting the illumination with two pens.

布を構成する拡散性光ファイバは同一方向にすだれ状に並んでおり、1枚の布で1次元の入出力装置として機能する。ファイバは布の末端で数mm幅毎に束ねられ、束ごとに発光素子と受光素子のペアが取り付けられる。発光素子には発光ダイオード(LED)を用いる。受光素子にはフォトランジスタやフォトダイオードなどを用いる。発光素子アレイにプロジェクタ、受光素子アレイにカメラを用いる方法もあるが、その場合は光ファイバの束を1か所に集め、焦点が合うように光学系を設計する必要がある。布面に外界から入射する光信号は、ライトペンやレーザーポインタなどの発光デバイスによってもたらされる。発光素子アレイと受光素子アレイはシリアルバスを介してコンピュータに接続される。コンピュータは受信したデータとその位置情報に基づいて発光パターンの制御を行う。

入出力に用いる光信号として、可視光と不可視光の両方を用いることができる。また、可視光通信の技術を応用して色の提示と双方向のデータ通信を両立させることもできる。ただし、構造上、発光素子から出力される光信号は受光素子にも届くため、混信を防ぐために、入力と出力とで異なる波長を用いるか、時分割処理を行う必要がある。また、環境光による外乱の影響を避けるため、光信号に変調をかけて通信を行う。

3. プロトタイプ

600mm×600mmの拡散性光ファイバの布を使用してプロトタイプを開発した(図2)。布の両端から出ているファ

イバを10mm幅(約25~30本に相当)で束ね、布面上に60列の入出力ラインを構成した。発光素子および受光素子として、列毎に3色のLED(赤、緑、青)および1個の赤外線リモコン用受光モジュールを配置した。この仕組みにより、列毎に独立してフルカラー点灯を行うことができ、38kHzに変調された赤外線信号を受信することができる。発光素子アレイおよび受光素子アレイはそれぞれ115,200bpsのシリアルバスを介してコンピュータに接続される。布面への光入力デバイスとして、赤外線ライトペンを作成した。この装置は赤外線LEDとマイクロコントローラ(Arduino)とバッテリーから構成される。ペン先の赤外線LEDからは38kHzに変調された8bitのデータ信号が2400bpsで出力される。コンピュータでは、ライン毎に入力された入力信号に応じて出力色を制御するシンプルなプログラムが動作している。2本のペン(緑と赤)を使って布の発光色をインタラクティブに変更している様子を図3に示す。

4. まとめと今後の課題

我々は柔軟な布面上で光信号の入出力を行うインタフェースを提案した。現在の構成では、ファイバがすだれ状に1方向に織られた布を使用しているため、1枚の布が持つ位置情報は1次元(ライン状)である。2枚の布をファイバの方向が直交するように重ねることによって2次元化できると考えられ、その実装と検証を行うことが今後の課題である。また、面への光入力を行う形態として、ライトペンやレーザーポインタ以外にも、光信号を発するボールや、ドラムスティック、水柱に導光させた光る噴水などさまざまなものが考えられる。今後はそれらを用いたインタラクションについても議論を進めていく。

参考文献

- 1) Harvill, Y.L., Zimmerman, T. G., and Grimaud, J.G.: Motion sensor which produces an asymmetrical signal in response to symmetrical movement. U.S. Patent 5097252, (1989).
- 2) Baudisch, P., Becker, T., and Rudeck, F.: Lumino: tangible blocks for tabletop computers based on glass fiber bundles. In Proc. CHI2010, ACM Press, pp.1165-1174 (2010).
- 3) Nakajima, K., Itoh, Y., Tsukitani, T., Fujita, K., Kitamura, Y., and Kishino, F.: FuSA2 Touch Display: Furry and Scalable Multi-touchable display. In Proc. of ACM International Conference on Interactive Tabletop and Surfaces 2011 (ITS '11), pp.35-44 (2011).
- 4) Wakita, A., Ueno, M., and Nakano, A.: pSurface: Fabric I/O Device for Architectural Algorithmic Design. In Proc. of the International Symposium on Algorithmic Design for Architecture and Urban Design, ALGODE TOKYO2011, (2011).
- 5) Nakatsuma, K. and Shinoda, H.: High accuracy position and orientation detection in two-dimensional communication network. In Proc. CHI2010, ACM Press, pp.2297-2306 (2010).
- 6) Ueoka, R., Masuda, A., Murakami, T., and Hirose, M.: RFID Textile and Map Making System for Large Area Positioning. In Proc of the 13th IEEE International Symposium on Wearable Computers, IEEE Computer Society, pp.41-44 (2009).