

AffordanceLight: ファブ施設における How-to の誘導

白石 晃一* 平塚 晃美* 大島 裕明* 山本 岳洋*

概要. 本研究では、ファブ施設においてユーザがある行動をとった際に、ユーザが次の行動をとるべき場所に誘導する環境 **AffordanceLight** を提案する。そのユーザが次に注意すべき場所を光で示すことにより次を取るべき行動をユーザに示唆する。たとえば、ユーザが定規を取った際に、システムがその動作を検知し、定規と一緒に使用される可能性の高い、カッターが格納されている引き出しの場所を光で教える。**AffordanceLight** は、ユーザの行動を検知するための加速度センサを備えたトリガーデバイス、2つのサーボモーターによりポインタの動きを制御できるレーザーポインタデバイス、引き出しなどの固定された場所を示すライトデバイスが連携することによりユーザの誘導を行う。

1 はじめに

近年、FabLab に代表される一般市民が利用できるファブ施設が数多く現れている。これまでのものづくりとは無縁だった人々でも、ファブ施設を利用して手軽にものづくりを行うようになってきている。しかし、日常的に利用している場所とは違う環境での作業では、不慣れであるがゆえに、ものの収納場所が分からなかったり、機器の操作を誤ってしまったりすることが問題となる。たとえば、素材を切断しようとして、壁に掛けられた定規は見つけられたが、カッターが収納されている引き出しがどれか分からないという状況や、レーザーカッターを利用するときにコンプレッサーの電源を手動で入れなくてはいけないのに忘れてしまうといった状況がおこることがある。

こうした、慣れない共有環境であるからこそ発生する問題を解決するため、本研究では、ファブ施設においてユーザがある行動をとった際に、ユーザが次の行動をとるべき場所に誘導する環境 **AffordanceLight** を提案する。**AffordanceLight** は環境に設置されたセンサ等でユーザの行動を認識し、そのユーザが次に注意すべき場所を光で示すことにより次を取るべき行動をユーザに示唆する。たとえば、先の例では、ユーザが定規を取った際に、システムがその動作を検知し、定規と一緒に使用される可能性の高い、カッターが格納されている引き出しの場所を光で教える(図1)。また、レーザーカッターの操作を行うPCが使用されたことを検知して、コンプレッサーの電源を光で示して押すべきであるということ教える。このようにすることで、その環境に不慣れなユーザでも、その環境で次にどう行動すべきかをすぐに理解することができると考えられる。



図 1. 定規が持ち出されたことを検知し(左図), カッターが収納された引き出しを示す(右図)。

2 関連研究

ものの使い方の伝達や習熟支援に焦点を当てた研究は多い。たとえば、ものの時間的に連続する使い方を伝達するデバイス [1] や、楽器の習熟支援システムなどが提案されてきた [2]。一方、本研究ではものの使い方を伝達するのではなく、ある一連の作業を行うために、使用するものが様々な場所にある環境で、ユーザがどのように振る舞うべきかを示唆することを目的とした研究と捉えることができる。

また、本研究に関連するものとして、ユビキタスコンピューティング、環境知能化、IoT といった概念に代表されるように、環境に遍在するセンサが人間の状態を認識し、人間の行動を支援するという考え方があ。福田らは、人間の調理行動を自動認識することで、次にすべき調理行動を自立型ロボットが教示するというシステムを提案している [3]。福田らの研究も次に行うべき行動をユーザに伝達するという点で本研究と類似している一方で、本研究は次に行う行動を取るべき場所を示すという点でアプローチが異なる。

3 AffordanceLight

AffordanceLight では、ユーザの誘導に光を用いる。これは多くのファブ施設は共同利用空間であり、音を発生させる誘導は、他の施設利用者にとっては迷惑に感じると考えられるためである。

AffordanceLight は、トリガーデバイス、レーザーポインタデバイス、ライトデバイスが連携することによりユーザの誘導を実現する。京都大学デザインスクールのデザインファブリケーション拠点（338 平方メートル）を実験環境として利用した。

トリガーデバイスは、ユーザの行動を検知するためのデバイスである。検知するユーザの行動は、ファブ施設にある機器や工具などが利用されたことであるため、機器や工具、引き出しや収納ケースなどに加速度センサを取り付ける（図 2 の①）。様々な場所への設置が必要であるため、加速度センサ内蔵 IoT 無線タグ（TWE-Lite 2525A）を用いた。動かされたときにタグ ID と加速度情報が AffordanceLight の制御用 PC に送られると、条件に応じて制御用 PC がレーザーポインタデバイスやライトデバイスを動作させる。

レーザーポインタデバイスは、ユーザの次の行動を示すために、環境に赤色レーザーを照射するデバイスである（図 3）。ベースユニットにサーボモータ（TowerPro MG996R）が 2 台内蔵されており、縦方向 180 度、横方向 180 度の範囲でレーザーポインタを動かすことができる。ポインタユニットには赤色レーザー発光モジュール（LM-101-A）が内蔵されており、さらに、後部には振動モータ（FM34F）が内蔵されている。レーザーポインタの点灯と消灯が制御できるほか、振動モーターの動作制御によって、ポイントの照射パターンを点か円に切り替えることが可能である。ユーザの行動が検知されたとき、あらかじめ定められた誘導を行う。レーザーポインタの光を動かすことで移動する方向を伝えたり、次に行動を取るべき場所そのものを示したりすることができる。設置はダクトレールに取り付けることができるようにしており、環境の変化に対してフレキ



図 2. トリガーデバイスとライトデバイス

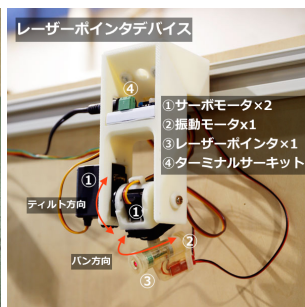


図 3. レーザーポインタデバイス

シブルに対応することが可能である。実験環境では、部屋の北面と南面にレーザーポインタデバイスを一台ずつ設置した。

ライトデバイスは、固定の引き出し棚などに設置するライトである（図 2 の②）。レーザーポインタデバイスは、サーボモータによって環境の広範囲でレーザーポインタを照射できるが、引き出しなどの固定された場所を示す場合、その場所そのものが光ることの方が分かりやすい。ライトデバイスの製作にはテープ LED を用いた。

4 使用例

提案システムの使用例を紹介する。図 1 の左図は、ユーザが定規を取っている所である。壁に定規をつけるしておくためのフックがあり、それを覆うようなカバーが取り付けられている。定規を取り出す際にはカバーを動かす必要がある。そのカバーの上にはトリガーデバイスが取り付けられており、定規が取り出されたことが検知できる。図 1 の右図は、その情報を基にして、レーザーポインタデバイスとライトデバイスが動作した様子を表している。カッターが入った引き出しに取り付けられたライトデバイスが光るとともに、定規がつるされた壁の右側にレーザーポインタデバイスからレーザーポインタが照射される。レーザーポインタは下向きに 60cm 程度移動する照射を繰り返す。この動きはユーザの視線を下に誘導しており、結果として、カッターが入った引き出しを容易に知ることができる。

5 まとめと今後の課題

本研究では、ファブ施設においてユーザを誘導する環境を提案した。現在は、静的で限定されたルールに従った誘導にしているが、ユーザ行動ログからの動的な誘導ルールの抽出などの発展を考えている。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP24680008, JP16H02906 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] P. Lopes, P. Jonell, and P. Baudisch. Affordance++: allowing objects to communicate dynamic use. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2515–2524, 2015.
- [2] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦. 運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システムの構築. 情報処理学会論文誌, 52(2):917–927, 2011.
- [3] 福田司, 中内靖, 野口勝則, 松原隆. 自律移動ロボットとタッチパネルを利用した調理作業支援システム. 日本機械学会論文集 C 編, 72(716):1215–1222, 2006.