

# AcrySense: インタラクティブなアクリル彫刻の提案

三久保莉也<sup>†1</sup> 塚田浩二<sup>†2</sup> 椎尾一郎<sup>†1</sup>

近年、レーザー加工機などの普及に伴い、アクリル板の表面に彫刻をした作品作り（アクリル彫刻）が身近になりつつある。こうしたアクリル彫刻は液晶バックライトのように、側面から光を投射することで彫刻模様が浮かび上がり、美しく魅せることができる。我々は、こうした照明付きアクリル彫刻をシンプル/安価な仕組みでインタラクティブな入力装置として扱えるシステム「AcrySense」を提案する。AcrySenseは、LEDとフォトダイオードが配置された基板をアクリルの両側面に配置し、LEDを光源としつつ、アクリル板内で反射したフォトダイオードへの入射光を検出する。この際、彫刻部に指を触れることで、アクリル板内を通過するLEDの光量に変化し、大まかな接触位置を推定する。本論文では、AcrySenseのコンセプト、実装について述べる。

## AcrySense: Interactive Carved Acrylic Board

MARINA MIKUBO<sup>†1</sup> KOJI TSUKADA<sup>†2</sup> ITIRO SHIO<sup>†1</sup>

These days, the carved acrylic boards became popular because the laser cutters have widespread. When an acrylic board is lighted from its side with LEDs like a LCD backlight, the carved patterns become beautifully lighted. We propose an interactive system, "AcrySense", which can treat a carved acrylic board as an input device with simple and inexpensive configuration. The AcrySense mainly consists of a carved acrylic board and main boards (LEDs, Photo Diodes and a micro controller) on the both sides. This paper describes the concept and implementation of the system.

### 1. はじめに

近年、レーザー加工機などの普及に伴い、アクリル板の表面に彫刻をほどこした作品作り（アクリル彫刻）が身近になりつつある。こうしたアクリル彫刻は、液晶バックライトのように側面から光を投射することで彫刻模様が浮かび上がり、美しく魅せることができる。こうした照明付きアクリル彫刻はアート作品としてだけでなく、表札・広告など幅広く利用されている（図1）。我々は、このアクリル彫刻をインタラクティブな入力装置として扱うことを可能にするシステム「AcrySense」を提案する。



図1 照明付きアクリル彫刻の例

Figure 1 Examples of the carved acrylic lighted by LEDs

### 2. AcrySense

本研究の目的は、アクリル彫刻に簡易なデバイスを取り付けるだけで、インタラクティブな入力機能を付加することである。我々は、彫刻部からの光の漏れに着目し、彫刻部を指で触れることでアクリル板内の光量に変化すること

を確認した。そこで彫刻部との接触をAcrySenseへの入力操作とし、AcrySenseはこの光量の変化を元におおまかな指の接触位置を推定する。シンプルかつ安価な構成とするため、光源としてLEDを、光量の検出センサとしてフォトダイオード（以下、PD）を利用する。



図2 AcrySense利用時のイメージ

Figure 2 Image of the AcrySense

#### 2.1 センシング方式

前述のように、我々は彫刻部を指で触れることによりアクリル板内の光量が減少する様子を確認した。本節では、この現象についての仮説を述べる。指が触れている場合/いない場合におけるアクリル板内の光の反射の様子を図3で示す。図3左のように、アクリル彫刻の側面からLEDを透光すると、彫刻部の断面から光が漏れ出し、彫刻部に乱反射して、明るく見える。この際、漏れ出した光の一部は彫刻部の断面から再びアクリル板内に帰還していると思われる。

ここで、図3右のように彫刻部を指などで押さえると、アクリル板内に帰還する光量が減少すると考えた。本システムでは、アクリル両側面にLEDとPDを設置し、片側（も

<sup>†1</sup> お茶の水女子大学  
Ochanomizu University

<sup>†2</sup> JST/ お茶の水女子大学  
JST/ Ochanomizu University

しくは両側)のPDを利用してセンシングを行う。

なお、外部からアクリル板への入射光を最小限に抑えるため、センシングの際には全てのアクリル側面を遮光する必要がある。

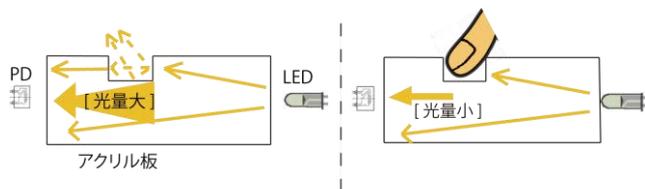


図3 PDに入射する光量の変化(アクリル板断面図)

Figure 3 Change of the quantity of light entering the PD

### 3. 実装

図4にAcrySenseのデバイス構成を示す。

基板の大きさは30mm×150mmで、アクリル板の両側面に取り付けている。基板にはLEDとPDを配置している。LEDとPDの制御はArduino ProMiniで行う。PDは光源へ入射する光量をセンシングするため、LEDの隣に設置する。LEDとPD1つずつをセットに、Arduinoのピン数を考慮して5セット配置している(図5)。本プロトタイプで使用しているLEDは超高輝度白色LED5mm、PDはフォトICダイオードS9648である。

アクリル彫刻は、大きさ150mm×212mm、厚さ5mmの透明アクリル板を利用した。今回利用するLEDとPDの直径が5mmであったため、アクリル彫刻と基板を固定しやすいよう、厚さ5mmのアクリル板を利用した。アクリル板上部の側面は、遮光のため切断したゴムチューブを被せている。



図4 プロトタイプの外観と構成

Figure 4 Appearance of the prototype

#### 3.1 動作方式

ここでは、LED/PDの基礎的な動作制御を説明する。まずLEDを1つ点灯させ、点灯LEDに隣接しているPDのみセンシングを行い、その後点灯LEDを消灯する。これを全てのLED/PDに対して1回ずつ(計5回)行うことを基本的な検出サイクルとする。

システム起動時には、どこも触れない状態で一度上記プロセスを行い、システムを初期化する。その後は、上述の

センシングサイクルを繰り返し実行する[a]。1サイクルのセンシングを行う毎に、検出した各PDの値と初期化時の各PDの値をもとに、接触の有無と位置を推定する。

### 4. 関連研究

ここでは平面上のセンシングに関する研究について述べる。平面上のタッチを認識する主な手法の1つとして、FTIR方式があげられる[1][2]。FTIR方式では、透明な板内部を赤外光で照らし、タッチした際に赤外光が板の外部に反射する現象を利用している。この赤外光をカメラで撮影した画像をもとに平面との接触位置を検出するため、平面の上下どちらかに一定の空間が必要である。本研究では、アクリル彫刻部を指でふさぐことによってアクリル板内を通過するLEDの光量が変化する仮説に基づき、接触位置を推定する。AcrySenseは、LEDとPDを中心とした検出機構であるため、コンパクトで安価なプロトタイプを実現することができる。

また、著者らはアクリル板とLEDを用いて、冷蔵庫内に設置したアクリル板上に物が置いてあるか否かを検出するRefrigeMeterを開発している[3]。RefrigeMeterは、物から反射しLEDに入射する光量を検出する。光量の検出にLEDを光センサとして利用している。一方、本提案のAcrySenseはアクリル板内での光の反射量を検出し、インタラクティブ要素をアクリル彫刻に加えることを目的とする。

### 5. まとめ

本研究では、アクリル彫刻にインタラクティブな要素を加えることを目指し、彫刻部に触れた位置を検出する手法を提案した。アクリル彫刻に簡単に取り付け可能となるよう、シンプルかつ安価な実装を試みた。今後は検出精度を調査し、彫刻部接触時にアクリル板内で起こっている仮説を検証したい。また、本提案の検出手法に情報提示機能を加えたアプリケーションも検討していきたい。

### 参考文献

- 1) J. Y. Han. Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reection. In UIST '05: Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and tech-nology, pp. 115 - 118. ACM, 2005
- 2) Y. Sakamoto, T. Yoshikawa, T. Oe, B. Shizuki and J. Tanaka, "Constructing an Elastic Touch Panel with Embedded IR-LEDs using Silicone Rubber", Proceedings of IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2012 (IHCI 2012), July 21-23, 2012
- 3) M. Mikubo, K. Tsukada, I. Siiro: RefrigeMeter: Automatic detect/display system for items in the refrigerator, Adjunct Proceedings of Pervasive2012, (Jun, 2012)

a) 各LEDが1つずつ順番に点灯するのだが、LEDの点灯間隔は数ミリ秒であるため、人の目では常に全てのLEDが点灯しているように見える。