

静電容量センサを用いた触覚を誘発する電球の提案

岡戸雄一郎^{†1} 倉橋桜菜^{†1} 志村優斗^{†1} 水島涼介^{†1} 栗原渉^{†2} 串山久美子^{†2}

概要: 人間の感覚のうち触覚に関するデザインは多く存在するが、その多くは触覚を利用したデザインであることを意識せずに制作されているものが多い。そこで筆者らは手触りやデバイスへのジェスチャ入力に重きをおいた触覚のデザインとして日常的に見かける電球の形に注目した。本稿では、静電容量センサを用いた触覚を誘発する電球として、センサ機能を持つ電球の実装と素材、ユーザーシナリオについて検討した。

1. はじめに

人間の感覚のうち触覚に関しても多くのデザインが存在するが、その多くは触覚を利用したデザインであることを意識せずに製作されているものが多いと言われる[1]。近年、触覚に焦点を当てたデザインに関心が集まっている[2]。しかしリモコンやスマホ一つで家電の操作ができてしまい、その一連の動作には家電と人との触覚は欠落している傾向がある。日常の生活環境において通常は、あまり触ることのないものを素材の変化や機能を持たせることで、思わず触りたくなり愛着がわくものを検討した。そこで、筆者らは手触りやデバイスへのジェスチャ入力に重きをおいた触覚のデザインとして日常的に見かける電球の形に注目する。本稿では、静電容量センサを用いた触覚を誘発する電球を提案する。センサ機能を持つ電球を実装し、素材やユーザーシナリオについて検討した。

2. 関連研究

本研究で用いる静電容量センサの Touché は Swept Frequency Capacitive Sensing (SFCS: 広範囲の周波数帯での静電容量計測)を行うことで、ほぼすべての物体でジェスチャ入力を可能とするセンシング技術である。またこの技術を応用した関連研究の一つに Food Training[3] というものがある。触り方によって人の体に流れる電流の通り道は変化し、それぞれ異なる周波数パターンを持っている。これをあらかじめ学習させておくことで、1つのセンサでどのように触れているかを把握できる。これを応用し、電球へのユーザーの様々なジェスチャ入力を識別することを可能にする。また同じような入力センサを用いたインターフェースとして、与羽らの静電容量センサを利用した直感的な入力を可能にする音楽演奏インタフェース[4]や山田らの Cubesizer[5]などが挙げられる。本研究との違いは、これらはユーザーのデバイスへの動作によって音に着目したフィードバックがされるが、本研究のデバイスでは電球の点消灯や明るさ、光の色などといった視覚に特化したフィードバックに繋がる点である。

3. 提案手法

本研究では、触覚を促すために電球の曲線美のある形状に加えて、デバイスとその操作を行うスイッチという機能を一体化して、電球自体にスイッチ機能を組み込むことで、入出力が可能なデバイスを考えて、そのためデバイスへの細かなジェスチャ入力を検出するために静電容量センサを用いる。また電球部分には、ガラス以外の素材を用いることでガラスの破損による怪我や火傷などの危険を防止し安全性を高める。素材には、木や和紙といった手に馴染みやすい素材のものから、形状変化や量産性のあるゴムやプラスチックなどを検討した。本来ガラス素材である電球を新たな素材で製作することで触覚的だけでなく視覚的にも、ユーザーにとって未知の体験となる。また電球はユーザーのジェスチャのイメージに則したフィードバックをすることで、既存のインターフェースでは実現できなかった直感的かつ繊細な入出力を可能とする。

4. プロトタイプの実装

4.1 センサ機能を持つ電球の実装

本研究ではジェスチャ取得のため、前述の Touché System を簡易的な電子回路で再現した。実装には Arduino と Processing を使用した。システムは図1のようになっており、ジェスチャ検出回路ではコンデンサーとダイオードを組み込み、静電容量計測を行う。これにより Touché System に予め様々な方法でジェスチャ入力した時の値を学習させることで、指一本でデバイスに触れた時と手の平で掴んだ時などのわずかな値の差異を識別する。図2に示すように電球を仮定したプラスチック容器で実験してみた。図2左図は電球を手のひらで握ったという想定で、右図は人差し指で軽く触れた想定であり、両図の画面上のグラフを見ると僅かではあるが差異が検出できている。これらの差異を電球のそれぞれのフィードバックに結びつける。また電球内部に水分を加えることで静電容量センサの反応精度を

^{†1} 首都大学東京 システムデザイン学部

^{†2} 首都大学東京 システムデザイン研究科

向上させ、より繊細なジェスチャ認識を可能とした。

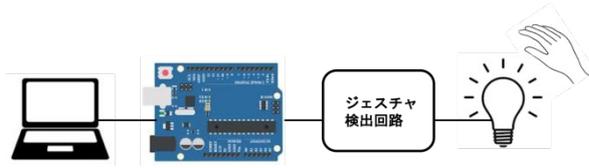


図1 システム図

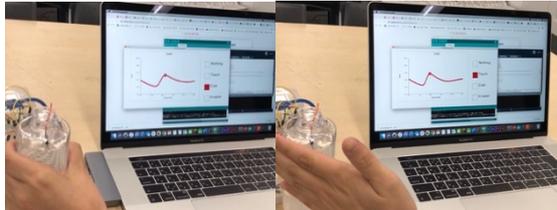


図2 プロトタイプの様子

4.2 素材の検討

本研究では 3D モデリングソフトを使用してゴム製、木製、紙製、プラスチック製とモデルの表面に異なる素材を適用し、電球の外観と触覚の検討を行った。ゴム製の電球は、外観はガラス製とさほど変わらないが、弾力性のある手触りで、形状維持と光透過性に欠ける。和紙と布生地はガラス素材とは違った独自の外観や手触り感があるが、耐久性がなく形状維持が困難なため ABS 樹脂で出力したものの表面に素材を貼る形で検討している。また 3D プリンターを使用して木製、プラスチック製で実際に大きさの異なる電球を出力した。ABS 樹脂や PLA 樹脂は鑢を掛けることで滑らかになり、表面を薄く出力することで、光透過性もある。木製は、手触りも良く点灯した時に木材の味が出るが、水分を電球に加えるシステムでは実装が難しい。素材の検討に用いた木製の 3D データと実際に出力した電球を図 3 に示す。



図3 素材の検討

・ 5. ユーザーシナリオ

5.1 使用方法

まずユーザーは電球を見てスイッチという概念を持たないが、実際に電球部に触れることで電球が様々な動作を理解する。ユーザーの電球へのジェスチャ入力と電球からのフィードバックの対応例を表 1 にまとめる。様々なジェスチャ入力を行うことで、電球の素材感や形状を実感し、光を直感的につけたり消したりできる。実際に手全体で包み込む、一本指で電球に触る、二本指でつまむなどのジェスチャ入力をした時の電球の光り方を図 4 に示す。

表 1 ジェスチャ入力とフィードバックの対応例

ジェスチャ入力	電球のフィードバック
手全体で包み込む	白色光がつく
もう一度手全体で包み込む	消灯
一本指で触る	青色光がつく
二本指でつまむ	赤色光がつく
下から上に指をスライド	光量上がる
上から下に指をスライド	光量が下がる
ダブルタップする	光が点滅する



図4 ジェスチャ入力とフィード

5.2 展望

今後の展望として、まず日用品として利用可能にすることを目指す。デバイスとそのスイッチという関係を統合して、ユーザーの直感的な照明の操作を可能にして、利便性を高める。そのためには、ジェスチャ認識の幅をより広げる必要がある。また電球に直接接触して照明の点消灯を日々行うことで愛着がわくように形状や大きさ、素材はさらなる検討を進める。また、プロトタイプでは電球内に水を含ませていることで、安全面に懸念があるためシステムの改善の余地がある。

また今後の展示やインスタレーション作品への応用を目指す。展示では電球の数や素材の種類を増加させ、それぞれに違ったジェスチャ入力とフィードバックの関係を持たせる。インスタレーション作品では、ユーザーが様々なジェスチャ入力を試行錯誤することで、素材やジェスチャ入力にあった色や光り方をし、電球から想起される閃きの体験の実現を目指す。しかし、周りの環境に左右されたり、人によって誤差が生じたりするため、あらかじめキャリブレーションする、ノイズを取り除くといった必要がある。

参考文献

- [1] Kwok Misa Grace, デザインと触覚 「デザインする触覚」と「デザインされる触覚」, 日本人間工学会触覚インタラクション研究部会, Vol44, p. 54-55, (2008)
- [2] 徳鷹知美. ハプティック・デザイン ～触覚を重視した新たなデザインの志向～<https://jneia.org/160109-2/>(参照 2019-12-23)
- [3] Munehiko Sato, Ivan Poupyrev and Chris Harrison: Touch: Enhancing Touch Interaction on Humans, Screens, Liquids, and Everyday Objects
- [4] 与羽翼, 串山久美子, 馬場哲晃. 静電容量センサーを利用した直感的な入力を可能にする音 楽演奏インタフェースの提案, (2015)
- [5] 山田敦紀, 阿部千晴, 亀井壱弥, 栗原渉, 串山久美子 Cubesizer: 直感的な音色操作を可能にする 3D ユーザーインタフェースの提案, (2019)