

TubTouch: 湯水の影響や自由形状への適用を考慮した浴槽タッチ UI 環境

TubTouch: Bathtub touch user-interface toward curved surfaces and unaffected by water

榊原 吉伸 平井 重行*

Summary. 本研究では、浴槽縁へ静電容量方式のタッチセンサを組み込むことで湯水がある状況でも指先でのタッチ・スライド・近接の操作が可能なシステム TubTouch を実装した。元々、静電容量センサは液体にも反応するものだが、TubTouch は人の手指と水を区別できる。また、曲面を含む様々な形状の箇所に適用可能である点や日常的な掃除などにも支障がない形で導入可などの特徴もある。本論文では、タッチセンサ機能の特徴と共に浴槽を中心とした浴室内のインタラクションについて考察し、実装システムやアプリケーション例について述べる。

1 はじめに

最近の一般住宅の浴室はテレビや浴室暖房乾燥機など、様々な機器の取り付けが可能になってきている。しかし給湯器のリモコン以外にそれらの壁への据え付け型リモコンが増え、デザインの観点で到底スマートとは言えない環境になりつつあると言える。本研究ではこの浴室リモコンの問題を解決することを目的の一つとし、様々な機器や機能を統合的に扱い、スマートな機器操作ができる環境の実現を目指す。そのためのアプローチとして、浴槽自体にセンサ機能やディスプレイ機能を持たせ、直感的な入力や機器の操作メニュー表示を行うシステム TubTouch を実装した。ここでは浴槽裏側へ組み込む形で静電容量方式タッチセンサを導入し、天井取付のプロジェクトから浴槽へ画面投影することでインタラクティブな環境を構築する。そのような研究は福地らの SmartSkin[3] など数多くあるが、本研究は浴室のような電子機器の利用が過酷と言える環境で動作するシステムを実現している点が特徴である。また、適用箇所の表面は加工しないことや、曲面を含む様々な形状の箇所に適用できるという利点もある。

本論文では、これらの特徴を持つ TubTouch のシステム構成やタッチセンサの基本特性と操作機能を説明し、実装システムとアプリケーション例について紹介する。そして、それらにより浴室に限らない様々な箇所への静電容量タッチセンサの適用や応用の可能性について示す。

2 TubTouch システムデザイン

TubTouch は浴槽内部に静電容量方式のタッチセンサを組み込み、入浴者が浴槽に触れることで様々

な操作ができる入力インタフェースを構成する。また、操作に関する情報提示には、天井設置プロジェクタを用いて浴槽表面に投影する形式を取る。日本の一般住宅で普及しているユニット型システムバスは、浴槽の横壁（エプロン）を取り外して浴槽裏側にも容易にアクセス可能である。TubTouch はこれを利用して、既存浴室でもタッチセンサの端子や計測回路の設置を行うため、実用化の際のメンテナンス性についても考慮している。なお、浴槽形状については、流線型で上面も曲面で構成されているものがある。多くのタッチセンサは平面状だが、次節で説明するタッチセンサの方式と端子を用いることで曲面であつても導入は可能である。

3 タッチセンサ特性と各操作の概要

本研究では静電容量方式タッチセンサとして、16ch 版タッチスイッチ用センサ IC（オムロン社 B6TS-16LF）を使用した。浴槽エプロンを外した箇所にセンサ IC を納めた回路ケースを、浴槽縁上面の裏側となる箇所にセンサ端子を取り付け、端子と回路ケースの間をリード線で接続している（図 1 右参照）。

センサ端子は銅板を利用しており任意のサイズで作成することが出来る。端子の面積によって計測特性が異なるため、端子は大型のもの（50mm 四方）と小型のもの（20mm 四方以下）を用意する（図 1 左参照）。ここではタッチセンサを用いた操作の種類について述べる。

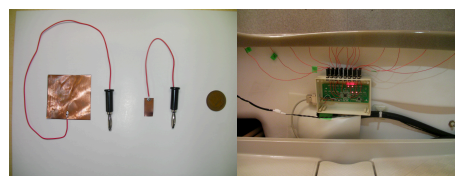


図 1. センサ端子と浴槽側面への回路設置

Copyright is held by the author(s).

* Yoshinobu Sakakibara, 京都産業大学大学院 先端情報学研究科, Shigeyuki Hirai, 京都産業大学 コンピュータ理工学部

近接操作

センサ端子と手指間の距離による計測値の影響について端子サイズを変えて計測したところ、静電容量の変化量は端子サイズ（表面積）で違うことが確認できた。小型端子では誤差も大きいため近接度合いを操作手法に含めることは難しいが、大型端子は精度良く計測でき、近接操作に利用できる。ただし、同距離に対するセンサ端子毎に計測値のばらつきがあるため、キャリブレーションを行った値を近接操作に用いる。

タッチ操作

キャリブレーション後のセンサ出力値に閾値を設けてタッチ操作の On/Off 判定を行う。この場合、センサ上面に水がある場合でもキャリブレーションが適切に行われていれば、端子の大小に関わらずタッチ検出が可能なのは先行研究で確認できている [1]。

スライド操作

列に並べた複数個のセンサ端子に対し、隣接端子の出力値変化量を連続的に計測することでスライド操作の判断を行う。センサ端子を一行に並べて手指でスライド操作した際の計測を行ったところ、大小どちらのセンサ端子でもスライド操作処理が可能であることを確認した [1]。スライド方向と平行な辺の端子長さについては、短いほうがより多くの端子のデータを扱え、スライド入力 of 分解能向上が図れる。また、スライド軸を複数列設置することや、浴槽縁の幅が狭く限られていることを考慮すると、端子サイズは小さめのほうが好ましい。このことを踏まえ、次章で述べるシステムの実装では $10 \times 20\text{mm}$ の端子を 10mm 間隔で 4 つずつ 2 列に並べ、長さ 70mm のスライダ領域を構成する。

4 TubTouch の実装とアプリケーション例

4.1 浴槽を対象としたインタラクションデザイン

前章のタッチセンサ特性から、小型センサ端子は反応範囲が小さく、配置間隔を考慮することで指先での操作にも適用できる。一方で、大型端子は反応範囲が大きいため、手のひら等を用いた比較的大きめな動きを捉えることに向いている。また、浴室内ではユーザ（入浴者）は浴槽内に座っているか、洗い場で座るか立つかである。ユーザの姿勢や腕を伸ばして届く範囲を考慮すると、小型端子を浴槽縁の中央付近に配置し、左右端には比較的大きめの端子を配置することが有効と考えられる（図 2）。

プロジェクタで情報投影する内容に関しては、浴槽縁上面は細長い領域であり、提示内容は一次元的な配置が基本となる。また、浴槽縁の狭さのため、機器操作のメニュー項目提示には、メニュー遷移の表現方法や選択項目の状態表示にも工夫が必要となる。

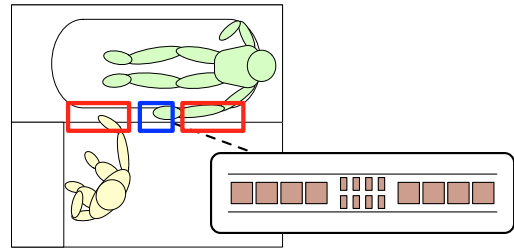


図 2. 浴槽縁の主な操作箇所とセンサ配置図

4.2 実装システムの構成

前章のタッチセンサの基本特性と前節の考察を踏まえ、センサ端子の取り付けは図 2 のような配置とした。これは浴槽内に座って浴槽縁に手を伸ばした際、自然に指先が来る位置に指先でのスライド操作可能な小型センサ端子列がある構成となっている。そして、その左右に 4 つずつ大きめの端子を設置しており、手のひらでの様々な操作に使用可能である。

このシステムでは、計測した各センサ端子の情報を情報提示用 PC で受け取り、浴槽へ投影する操作情報の視覚フィードバックに用いる。情報提示用 PC ではセンサ IC との通信やキャリブレーション処理を行い、そのデータを基に各センサ端子の近接操作、タッチ操作、スライド操作の検出処理も行う。操作情報の出力を含め、現時点ではこれら処理を Processing で実装している。

4.3 TubTouch による機器操作システム

前節の構成を基に、調光照明と音楽プレーヤーのアプリケーション機能を実装した。このシステム概要と浴槽縁へ操作画面が投影された様子を図 3 に示す。

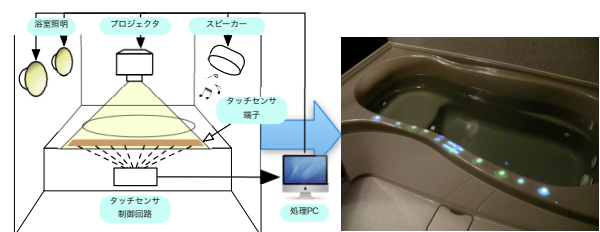


図 3. TubTouch による複数機器操作システムの構成とユーザインタフェース例

アイコンや中央のスライダにより、近接操作での各機能の選択や、タッチ操作やスライド操作により音楽プレーヤーや調光照明の制御を行う。これにより、より様々な機器を含めた統合的な操作環境が TubTouch で実現できることを確認した。また、曲面へのセンサ適用や狭い範囲での 3 種の操作機能も実現できており、システムバスの浴槽であることから、他のメーカーや他の形状であっても TubTouch の適用できることを示せたと考えている。

5 おわりに

本論文では、様々な浴室用機器に対し、浴槽を用いて統合的で直感的に扱える UI システム TubTouch を提案し、実装システムやアプリケーション例を示した。TubTouch は曲面を含む様々な形状の浴槽に適用でき、かつ湯水の影響を考慮して操作環境を実現している点に特徴がある。また、後付け設置できる点や、浴槽表面は何も加工しないため掃除の際に影響がない点など、実用性の高さも大きな特徴と言える。本論文ではまた、TubTouch を用いたシステムで複数機器の統合的な操作ができることを示した。これ以外にも、子供向けエンタテインメントシステムや DJ のスクラッチ演奏システム [2] でも利用しており、TubTouch がこれまでの浴室にない新たな生活の楽しみ方を提供していると言える。身の周りの環境をユーザインタフェースとして活用し、新たな生活の楽しみ方や新たな応用方法を開拓するという観点では、本研究はスマートさを追求する以上の価値があると考えている。

今後は、高度な UI 処理や様々な機器の統合操作で発展させる予定である。また、水場や汚れという同じ条件を持つキッチンやトイレ、洗面台にも同様の機能を提供し、スマート環境をより多くの箇所で適用できるよう研究を進めたい。

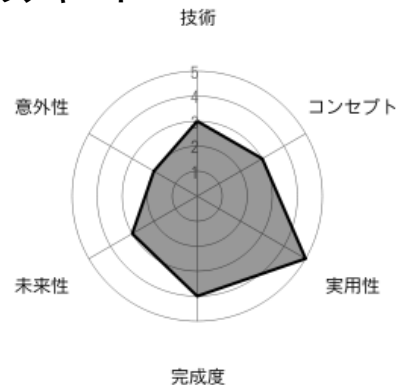
参考文献

- [1] 林宏憲, 榊原吉伸, 早川聖朋, 平井重行. タッチセンサ内蔵浴槽による浴室のインタラクションデザインとその応用. ヒューマンインタフェース学会

研究報告集 Vol.12, No.1, 2010.

- [2] 平井重行, 榊原吉伸, 早川聖朋. Bathcratch: 浴槽をこすることで DJ スクラッチ演奏を楽しむシステム. エンタテインメントコンピューティング 2011.
- [3] Jun Rekimoto. SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulation on Interactive Surfaces, In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp.113–120, 2002.
- [4] Hrvoje Benko, Andrew D. Wilson, and Ravin Balakrishnan. Sphere: multi-touch interactions on a spherical display. In *Proc. of UIST2008*, pp.77–86, 2008.
- [5] Hrvoje Benko. Beyond flat surface computing: challenges of depth-aware and curved interfaces. In *Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia*, pp.935–944, 2009.

アピールチャート



未来ビジョン

我々の周りには情報が溢れかえっている。もちろんその情報は勝手に溢れでてきて人の目に留まるわけではなく、PC や携帯端末などの IT 機器を通じてアクセスすることで目に触れるのが現状である。

住環境としては、もっと情報が提示されても良いのでは無いだろうか。壁掛けの時計やカレンダーなどを見るような感覚で壁に表示される明日の天気やニュースを見たり、朝には洗面台で洗顔や歯磨きをしつつ洗面台に表示される今日の予定を確認したりする。次の電車の時間が目に付く場所に表示されるなど。その情報は一方的に与えられるものでなくてもよく、こちらからなにかアクションすることで周囲の環境がインタラクティブに表示を変え

ることも出来る。その表現方法も、文字や映像など具体的なものではなく光や音などアンビエントな表現であっても構わない。

最近の携帯端末の代表格であるスマートフォンが、これまでの PC と同様に様々なアプリケーションをインストールし、起動・連携することができるようになってきている。我々は将来的には、住環境そのものがこれらと同様に様々なアプリケーションが動作するプラットフォームとなると考えている。これまでパーソナルな機器の画面の中だけで起きていた物事が、いずれば住宅という比較的パーソナルな実世界・実空間を動作プラットフォームとする物事になる、ということである。そのためには、更なる入力インタフェースの洗練や実世界ならではの表現方法について検討し、様々な課題を克服していく必要があるとも考えている。