

AquaTop Display 上での Android スマートフォン操作システム

菅原 智行^{1,a)} 的場 やすし^{3,b)} 佐藤 俊樹^{2,c)} 小池 英樹^{2,d)}

概要: スマートフォンの普及にともない, 浴室にスマートフォンを持ち込んで入浴中に使用する人が増えている. これに対し著者らは, 水面を対話型ディスプレイとする AquaTop Display を開発している. しかし, AquaTop 上で動作する web ブラウザ, 動画プレーヤー等は PC 上に個々に開発する必要があった. 本研究では Android スマートフォンと AquaTop Display を接続することで, Android アプリケーションがそのまま AquaTop Display 上で表示・操作可能となるシステムを開発した.

A Framework for Interaction with Android Smartphone on AquaTop Display

TOMOYUKI SUGAWARA^{1,a)} YASUSHI MATOBA^{3,b)} TOSHIKI SATO^{2,c)} HIDEKI KOIKE^{2,d)}

Abstract: With the spread of smartphones, many people bring it into bathroom to browse Internet or to see movies. The authors developed an interactive surface system on the water, named AquaTop Display. However, applications on AquaTop Display such as web browser or movie player should be developed on the PC. We developed a system which integrates AquaTop Display and Android smartphone. The users can interact with the smartphone by touching the screen which is projected on the water.

1. はじめに

スマートフォンの普及に伴いスマートフォンを浴室に持ち込んで入浴中に使用する人が増えている. これに対し著者らは, 水面を対話型ディスプレイとする AquaTop Display[1] を開発し, スマートフォン等の電子デバイスを保持することなく水面で web ブラウジングや動画視聴を可能とした. しかし AquaTop Display においては, web ブラ

ウザや動画プレーヤー等の個々のアプリケーションは PC 上で個別に開発する必要があった.

本研究では, Android スマートフォンと AquaTop Display を連携させることで, Android のアプリケーションをそのまま AquaTop Display 上で動作させ, ユーザが水面上のジェスチャでこれら进行操作することを可能とした. この結果, ユーザは普段使い慣れたアプリケーションを浴室でも同じように使用することができる. また, 新しい Android アプリケーションが開発された時, AquaTop Display 用のアプリケーションを新たに開発する必要がない.

2. 実装

2.1 システム構成

図 1 に本システムの構成, 図 2 に実際に開発した実験機の概観を示す. AquaTop Display 同様, 浴槽には入浴剤 (大日精化工業 WMP478 ホワイト) で白濁させた水が入っている. 水面上方には映像投影用のプロジェクタ, 手指検出用の深度カメラ (Kinect for Windows, 以下 Kinect), 画像処理

¹ 東京工業大学 工学部 情報工学科
department of computer science, school of engineering, Tokyo Institute of Technology
² 東京工業大学 大学院情報理工学研究科
Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology
³ 電気通信大学 大学院情報システム学研究科
Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications
a) sugawara.t.af@m.titech.ac.jp
b) matoba@vogue.is.uec.ac.jp
c) toshiki@cs.titech.ac.jp
d) koike@cs.titech.ac.jp

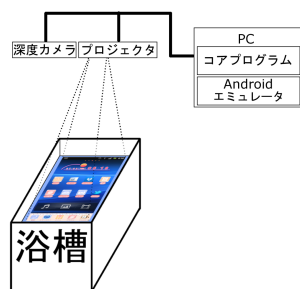


図1 システム構成図



図2 システム外観

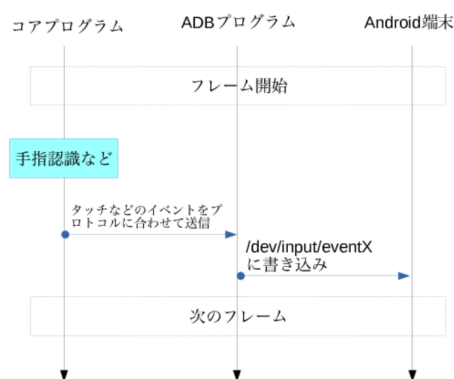


図3 Android 端末との通信

用,映像投影用のPC(MacBook Pro 15inch, OS:Windows 8)が接続されている。また,今回はAndroidの実機を使用せず,PC上でAndroidエミュレータ Genymotion を動作させ,Nexus7 (OS version 4.2.2) をエミュレートした。後述するように,Androidとの連携にはAndroid Debug Bridge(ADB)を使用した。

2.2 手指の検出

AquaTop Display と同様に入浴剤を投入し背景差分を行う。このうち一般的に水面上で手や指でタッチやジェスチャを行う水面からの高さを経験的に50~1000mmと決め,背景差分の値がこの値の部分を取り出した2値化画像を作成し,2値化画像の面積が閾値内の領域を手として認識する

その後,取得した手から,指が何本どこにあるかを調べる。認識にはk-curvature algorithmを用い,手の輪郭点を結んだ曲線のうち,指先付近では角度が小さくなるため,角度が閾値以下の部分を指として認識する。

2.3 Android との通信

Android とのデータ通信にはAndroid Debug Bridge (ADB)を使用した。ADBとコアプログラムを連携する方法には,C言語のsystem関数などによりコマンドプロンプトなどを経由して呼び出す方法があるが,この方法では1回の呼び出しごとにADBプログラムが一度起動し終了するため実時間性が失われる。そこで,ADBプログラムをforkし,pipeで繋ぎ,それを介して必要な文字列をコアプログラムから送信することで,この問題を解決した。

AndroidはLinuxベースであるため,イベント送信についてもLinuxの入力プロトコルを使用することが可能である。このプロトコルに適したバイナリデータを図3のように,Android端末にADBシェルを通し,イベントが発生したフレームごとに送信する。



図4 水面上でのAndroid画面投影・操作の様子。

3. まとめと今後の課題

水面型インタラクティブサーフェス AquaTop Display 上でAndroidスマートフォンを操作するシステムについて述べた。Androidスマートフォンのアプリケーションがそのまま使用できるため,AquaTop Display用の個別アプリケーションを開発する必要がなくなった。また利用者は普段使用して慣れているスマートフォンと全く同じインタフェースをAquaTop Display上で使用することが可能となった。

今後は,まずエミュレータの代わりにAndroidの実機を使用したシステムを開発する。また,細かな入力への対応やオクルージョンの問題を解決する予定である。

参考文献

- [1] Yoichi Takahashi, Yasushi Matoba, Hideki Koike: AquaTop display: interactive water surface for viewing and manipulating information in a bathroom. In 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces(ITS'13), pp.155-164, 2013
- [2] Linux Input System の使い方 (2015/12/16 確認) http://www.tatapa.org/~takuo/input_subsystem/input_subsystem.html
- [3] Multi-touch (MT) Protocol (2015/12/16 確認) <https://www.kernel.org/doc/Documentation/input/multi-touch-protocol.txt>