

並置したスマートデバイス間のインタラクションに関する研究 Study on interaction between collocated smart devices

森 綜太†
Sota Mori

安藤 敏彦†
Toshihiko Ando

1. まえがき

スマートデバイスは様々なアプリケーションや多数の内臓センサにより、高度なコミュニケーションツールとして認識されるようになった。遠隔コミュニケーションに優れているスマートデバイスであるが、Bluetooth や WiFi などの無線通信を使用することで近接したコミュニケーションにも十分利用できる。そして、スマートデバイスの新しい使い方である、近接コミュニケーションが注目されている。Lucero らはスマートデバイスが発展したことにより、生活が便利になった一方で、私たちが他人といるときでさえ画面から目を離さないなど、我々がそれに依存していることを問題としている[1]。対面時におけるスマートデバイスのあり方として注意点の共有を提案し、その手法としてスマートフォンを持ち寄り、並置させることで注意点を作り、並置したデバイス上で画像を分割表示させることで注意点の共有をさせた。これにより、対面時に画面から頭を上げさせることができた。しかし、これは注意点を共有させることには優位だが、その後の応用性が低いことが問題として挙げられる。

そこで本研究では、複数のスマートデバイスを並置し、それらの画面上で画像を分割表示させ、デバイス間で即時的にインタラクションできる方法を検討し、そのプロトタイプを開発している。これにより複数のデバイスで一つの大きな画面を操作できるなど、様々なアプリケーションやゲームなどへの応用や、近接した人々の間で直接のコミュニケーションを促すことができると期待している。本稿では、デバイス間のインタラクションの方法、およびプロトタイプの評価について報告する。

2. スマートデバイス間のインタラクション

本節では並置したスマートデバイスを協調させて動作させるアプリケーションと、その間のインタラクションのアイデアについて述べる。

2.1 複数のデバイスで動作するアプリケーション

複数台のスマートデバイスを並置させ、それらの画面上で画像の分割表示をさせる。画像の分割表示の後のインタラクションとして、①画像のデバイス間の移動、②画像の拡大・縮小、③画像の転送の3つを検討した。①については画像を分割表示させるだけでなく、画像をスライドさせることで一つのデバイス上でも表示できるようにする機能である。②については表示させた画像を拡大または縮小させる機能である。③は、親機が持っていた画像を子機それぞれにも転送する機能である。

2.2 アプリケーションの実現方法

2.1 で述べたインタラクションを実現するには以下の機能が求められる。①デバイス同士の接続、②デバイスの

位置推定、③画像の分割表示、④デバイス間のイベント送信の4つである。

①については Bluetooth を用いることとした。これは Bluetooth が WiFi に比べて消費電力が少なく、7 台まで同時接続が可能であることから、本研究の実装に向いていると考えられるためである。さらに、ペアリングを行うだけで接続が可能と、接続が容易な点も挙げられる。②の位置推定には電波強度を用いて実現する。電波強度は RSSI (Received Signal Strength Indication) を用いて測定することが可能である。Bluetooth 接続の場合、親機と子機という接続のされ方をする。そこで並置したときに親機とそれぞれの子機との距離が異なることを利用する。③は画像サイズと親機での描画位置座標を子機に渡し、その座標から残りの画像を描画することで可能である。④の画像転送では画像データを各デバイスに送信し、子機で画像データを再構築することで可能である。画像の拡大、縮小は、元画像の比率を変えて再描写することで可能である。また画像の移動は、画像の分割表示と画像転送を応用し、親機で描写した画像を画像分割した後に子機で描写させることで可能である。

3. 開発環境

- デバイス : Nexus7 ASUS (2012), Android4.4.2 4 台
- 言語 : Java
- ソフトウェア開発環境 : Eclipse IDE for Java Developers ver. Juno Service Release 2
- API : Android SDK ver.4.2.2

4. スマートデバイス間の位置推定

2.2 節の②のデバイスの位置推定において、電波強度を用いて行い、そのために RSSI を使用すると述べた。それにあたって、デバイス間における RSSI の特徴について調査を行った。

4.1 RSSI の取得実験

実験は以下の方法で行った。

- 使用デバイスは親機、子機とも Nexus7 ASUS を使用。
 - 配置の仕方は図 1 のように、親機測定デバイスとして左上に配置し、子機を親機の右側、下側、右下に配置したときの 3 つとした。デバイスは中心を向くように、デバイス同士をつなげるように配置した。
 - RSSI を取得するアプリケーションを作成し、親機でそのアプリケーションを実行し 2 分間、20 秒ごとに子機の RSSI を取得する。これは、Nexus7 が周辺デバイスに Bluetooth 表示を許可する時間が 2 分間であるため、また RSSI は 20 秒ごとに更新されるためこの値を採用した。
- (1) 初めに測定デバイスとして親機 1 台、子機 1 台の 2 台だけ使用し、他のデバイスとの電波干渉が起こらないような状況で RSSI を取得する。
 - (2) 次に、2 台での RSSI 取得実験の後に子機 3 台を使用

† 仙台高等専門学校

し、RSSI 取得実験を行い、2 台で行ったときとの違いを評価する。

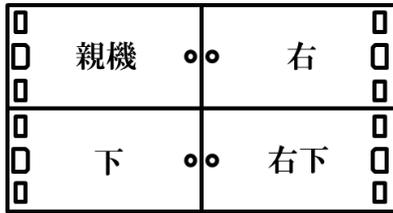


図 1. デバイスの配置図

4.2 結果と考察

実験結果を図 2 に示す。(1)ではそれぞれの配置において、大きな変化は見られず配置によってある一定の値が取得できている。このことから、RSSI は時間的な変化はせず、その配置に異なる RSSI 値が取得できると思われる。

図 2 を見てみると、一見安定しているように見えるが右下に配置したときが(1)より強い値、下に配置したときが弱い値が得られている。また、40 秒から 80 秒にかけての右下の値、60 秒から 100 秒にかけての下の値が(1)では見られなかったような±10dBm 近くの急激な変化をしている。このことから互いで電波干渉している可能性がある。

また(1)、(2)ともに共通しているのが下に配置したときより右下に配置したときの方が RSSI の値が強いことである。電波は距離の対数に比例するため、距離が遠い方が弱いはずである。(1)の実験から電波干渉が原因の可能性は低いと思われる。そのため、デバイス内のデバイスの影響の可能性を考え、実際に図 3(b)のように Nexus7 の裏カバーを外し、デバイス内の構造を調べた。その結果、図 3(a)の A の部分に Bluetooth チップ、B の部分には GPS 受信チップがあることが分かる。また基板には様々な金属部品があり、その影響により、電波が減衰したと考えられる。計測デバイスの Bluetooth チップと被測定デバイスのその間により多くの金属部品があり、下に配置したときにその影響が強くなったと思われる。

この実験により、距離の長さに応じた RSSI の値が取得できなかったが、デバイスが配置される場所により、異なる値が取得できた。それをもとにして位置推定ができることを確認した。

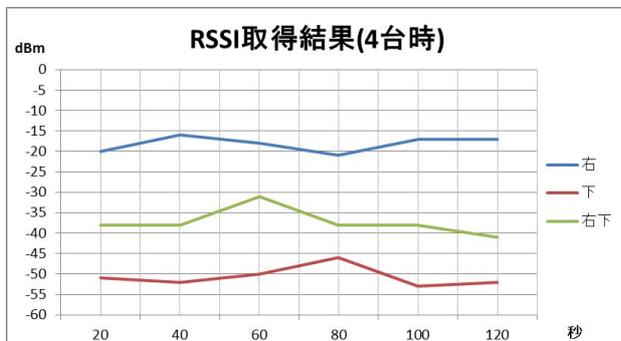


図 2. 4 台で行った時の RSSI 取得結果

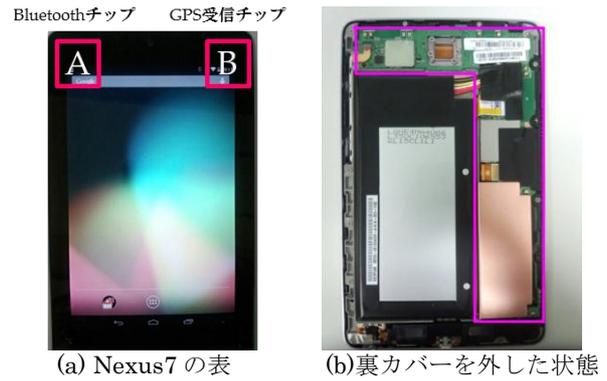


図 3. Nexus7 の無線用チップ位置

5. デバイス間の位置推定とイベント送受信

5.1 位置推定

4 節の実験結果をもとに RSSI 値から位置を推定する機能を実現した。RSSI 取得機能をもとに、表 1 のように判別範囲を指定した。実際にアプリケーションを実行させたところ、位置が推定できることを確認した。

表 1. 配置した位置における RSSI の判別範囲

位置	判別範囲[dBm]
B(端末の横)	-20~-10
C(端末の下)	-60~-40
D(端末の右下)	-40~-30

5.2 イベント送受信

画像を分割する際に、描写した座標値やデバイスの終端座標値を用いて分割を行う。複数台のデバイスで分割表示するため、その座標値を共有する必要があり、座標値を転送する機能が必要になる。そのため親機で画像を描写した座標値を子機に転送するイベント送受信機能を実現した。仕様は、親機で画像を描写した座標値やフリック時の座標値を子機へリアルタイムに転送するものである。さらに、描写座標とフリック終了座標値をもとに子機で差分を計算することで画像の移動や拡大、縮小を実現することが可能である。また、2 節でアプリケーションに画像の転送機能を持たせると述べたが、この機能をイベントではなく画像データを送受信させるように応用することで画像転送が可能になると考えられる。

6. おわりに

本稿ではスマートデバイス間でインタラクションについて提案し、そのための実現方法について検討した。現段階では画像のみのインタラクションを考えているが、他のアプリケーションと連携させることで、複数台を並置して行ったり、画像を分割して行うような新しいゲームアプリケーションや音楽や動画を一緒に編集できるようなものに応用できると考えられる。

参考文献

- [1] A.Lucero, M.Jones, T.Jokela, S.Robinson : "Mobile Collocated Interactions: Taking an Offline Break Together," interaction, March+April, pp.26-32, 2013.