

TouchAnalyzer : タッチ操作ログ分析システム

平部 裕子^{†1,a)} 荒川 豊^{†1,b)} 安本 慶一^{†1,c)}

概要：スマートフォンやタブレット端末の普及により、タッチ操作はユーザの間で共通の技術となっている。そこで著者らは、このタッチ操作を新たなユーザコンテキストの一つとして着目している。タッチ操作というコンテキストを用いることで、将来的にユーザの感情やスキルといったより取得が難しいとされるユーザコンテキストを抽出できると考えている。本稿では、Android 端末におけるタッチ操作ログを、全てのアプリケーションから横断的に取得し、その操作を分析（分類）、可視化するシステム TouchAnalyzer に関する報告を行う。

1. はじめに

近年、センサーネットワークやスマートフォンが普及した事により、様々なコンテキストを取得することが可能となっている。この取得したコンテキストを用いて、ユーザにサービスとして還元する、コンテキストアウェアなサービスやアプリケーションの提案が続々となされている [1][2]。遍在する多くのセンサから様々な情報を取得、解析した上で、ユーザのコンテキストを認識することは、よりアウェアネスの高いサービスを提供する上で重要である。近年では、更に抽象度の高いコンテキストの取得に関して研究が勧められている。例えば、歩く・走る・座る、といった「動作情報」を、加速度センサを用いて認識する研究 [3] が存在する。他にもスマートフォンを用いた動態認識として、加速度に加え音情報を加味した研究 [4] や、気圧センサを用いた研究 [5] など、スマートフォンに内蔵された様々なセンサを用いる研究が広がっている。

そうした背景のもと、本研究では、これまで誰も着目していなかった情報源として、「タッチ操作の挙動」というものを利用することを提案する。スマートフォンやタブレットの普及により、タッチ操作は日常生活で頻繁に行われている。さらにタッチパネルや OS (Operating System) の発展により、マルチタッチを用いた UI (User Interface) も一般的になっている。また、同じアプリケーションを使っている場合でも、スワイプのスピードや頻度が様々な状況（例えば、返答を待っているかどうか等）によって異なる可

能性が高い。つまり、ユーザの感情や個性、操作スキル、姿勢、何を同時にしているか、などこれまで音や加速度だけでは把握できなかったコンテキストがタッチ操作の挙動を分析することによって得られる可能性がある。この仮定が正しいことを確かめるため、本稿ではまずスマートフォンにおけるすべてのタッチ操作をアプリケーション非依存で横断的にすべて取得する（例えば、Facebook, メール, ブラウザなどでそれぞれ行ったタッチ操作を、全て取得する）システムを開発する。

タッチ操作ではないものの、Web ページのどのボタンや部分がユーザにクリックされやすいかという情報を可視化する商用システムは数多く存在する。代表的なものに ClickTale[6] があげられる。これは、Web ページにスクリプトが埋め込み、このスクリプトからマウス操作を追跡し、追跡結果を録画する等の機能をもつ。さらに、ClickTale Touch[7] も提供されており、スマートフォンアプリにも同様に使用できる。アプリケーション内にアプリ開発者が実装することで、アプリケーション内におけるユーザの操作状況を取得している。さらにユーザの操作結果をヒートマップを用いて可視化している。しかしながら、ClickTale では、サービス提供者が自らアプリ及びサイト内にスクリプトを埋め込まなくてはならず、その他のアプリケーションではユーザのタッチ操作を取得することはできない。つまり、本研究で行いたいアプリケーションを横断したユーザのタッチ操作の取得は不可能である。

そこで、本研究では、OS によって出力されるイベントデバイスファイルを逆解析することによって、スマートフォン上で行われたすべてのタッチ操作をロギングする手法を提案する。この手法の利点は、元々 OS によって出力されているデータを利用するため、ロギングに起因する消費電

^{†1} 現在,
Presently with 奈良先端科学技術大学院大学 Nara Institute of Science and Technology

a) hirabe.yuko.ho2@is.naist.jp

b) yutaka.arakawa@gmail.com

c) yasumoto@is.naist.jp

力の増大を招くことなく、常時取得可能という点である。

今回、代表的ないくつかのタッチ操作に関して、逆解析アルゴリズムを確立するとともに、識別されたそれぞれのタッチ操作の頻度や速度といった統計分析、および可視化を行うツールも併せて開発した。本研究により、操作スキルを数値化し、感情の分類やながら動作の認識を行うことが実現できれば、ユーザの操作スキルに応じて配置が動的に変化する UI や、ユーザの感情を理解するコンシェルジュアプリの開発、更には酩酊状態でも間違いづらい文字入力システム等、今までに無いコンテキストウェアなサービスが実現できると考える。

2. TouchAnalyzer

今回は、第1の目標として Android 端末に出力されるログの意味を分析することとし、図1に示すように、USBで外付けするログ分析システムを作成した。次期システムでは、Android アプリとして端末内で完結する構成で開発する予定である。TouchAnalyzer を構成する、PC、USB、Android で動作するモジュールを順に述べていく。

TouchAnalyzer は Android SDK の platform-tools に含まれる、Android Debug Bridge (以下 adb と記載) と python を用い、可視化には matplotlib を用いている。TouchAnalyzer の分析対象となる AndroidOS は、AndroidOS 全バージョンである。現在実機を用いて確認しているのは、バージョン 4.2.4, 4.2.1, 4.1.2, 4.0.4, 4.0.2, 2.3.4 である。



図1 TouchAnalyzer の構成

2.1 TouchAnalyzer のシステム要件

TouchAnalyzer がシステムとして備えるべき要件として、タッチ操作ログの取得、タッチ操作ログデータの解析、タッチ操作の統計分析、タッチ操作の可視化の4つが挙げられる。以下、順に各要件について説明する。

2.1.1 タッチ操作ログの取得

Android では、Linux と同様に /dev/input などのデバイ

Semicolon + space		Space	Space
104683-768654:	0003	0039	000026bd
Elapsed time from wake-up	Type	Value	
Time format		0000 : Delimiter	
104683-768654		002f : (a) Tracking number of recognized finger	
or		0039 : (b) Sequence number	
104683.768654		0035 : (c) x-coordinate	
		0036 : (d) y-coordinate	
		0030 : (e) Radius of ground contact area	
		003a : (f) Pressure of ground contact area	
		0039 : (g) Touch exit	
Flag of processing			
0000 : unprocessed			
0003 : during processing			

図2 出力されるログデータの1文とその意味

スログにタッチイベントに関するデータが出力される。そこで、TouchAnalyzer では、まず /dev/input などのデバイスログに出力されるタッチイベントログを、adb ツールからシェルコマンドを発行し取得する。またこの時、foreground (ユーザが操作している) のアプリケーションのログを取得する。しかしながら、機種によってタッチイベントの出力先や時刻フォーマットが異なることを著者らは確認している。図2は実際に出力されたログデータの例を示している。

2.1.2 タッチ操作ログデータの解析

/dev/input などのデバイスログに出力される実際のタッチイベントデータログは、一見してもどのようなタッチ操作が行われたのか不明であり、機種によってタッチイベントの出力先や時刻フォーマットが異なる。そこで、TouchAnalyzer では、デバイスログに出力されるタッチイベントデータログを解析し、挙動の識別を行う。識別する挙動は、図3のシングルタッチ・マルチタッチ、図4のシングルスワイプ・マルチスワイプ、図5のピンチイン・ピンチアウト、図6のローテートである。

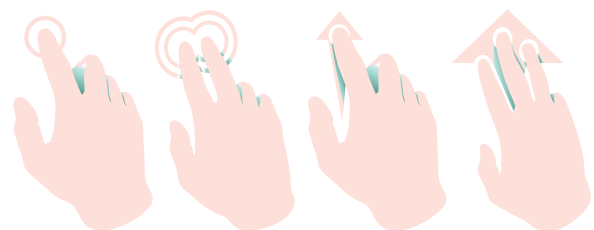


図3 シングル・マルチタッチ 図4 シングル・マルチスワイプ

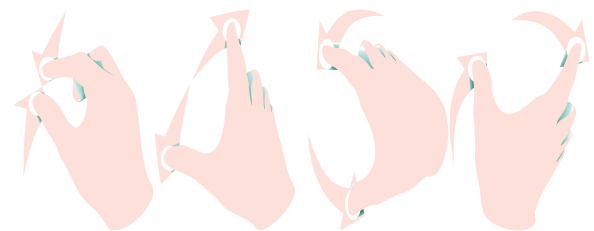


図5 ピンチイン・ピンチアウト 図6 ローテート

2.1.3 タッチ操作の統計分析

ユーザの感情や操作スキルといったコンテキストを推定するためには、各タッチ操作の特徴を分析する必要がある。しかしながら、その特徴は個人やアプリケーション、そして状況により異なると考える。そこで識別した各タッチ操作の特徴を定義するため、識別した挙動ごとの頻度と平均速度を出力した。

2.1.4 タッチ操作の可視化

解析したタッチ操作ログのデータから、タッチ操作の可視化を行った。TouchAnalyzer では、PC に USB 接続した端末のタッチデータをリアルタイムに取得し、取得した x, y 座標を用いて、タッチした場所を点として描画する。また、取得したデータにタッチ面積の半径が含まれる場合には、描画する点を円とし、タッチ面積の半径に合わせて描画する円の大きさが変わるよう設計した。また TouchAnalyzer は、タッチ操作の挙動を取得する際、foreground にあるアプリケーションの情報を横断的に取得している。そして、アプリケーションがユーザのタッチの挙動により切り替わるたび、描画する色を変化させている。

開発したシステム TouchAnalyzer の動作確認を行った。使用した機器は、AndroidOS4.0.2 がインストールされた GalaxyS II である。TouchAnalyzer の動作結果を図7に示す。本研究の開発システム TouchAnalyzer は、将来的にス

ンテキストを取得するために、Android 端末におけるすべてのタッチ操作ログをアプリケーションに関わらず横断的に取得、分析(分類)、可視化するシステム TouchAnalyzer を開発した。今後は、TouchAnalyzer をスマートフォンアプリ化するとともに、タッチ操作の統計分析からタッチ操作の挙動に対する様々なコンテキストを推定していく予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(課題番号:25540031)の成果である。

参考文献

- [1] GPS Log. <http://gpslogapp.com/>.
- [2] NIKON IMAGE SPACE. <http://nikonimagespace.com/>.
- [3] Human Activity Sensing Consortium 人間行動理解のための装着型センサによる大規模データベースの構築. <http://hasc.jp/>.
- [4] 大内一成, 土井美和子. 加速度と音で日々の生活行動を認識する ActivityAnalyzer. 情報処理学会シンポジウム論文集, 2011-3, pp.255-258, 2011年3月
- [5] 岩波 慶一郎, 新井 イスマイル. 気圧センサ値と数値標高モデルを用いた移動経路推定手法の提案と評価. 情報処理学会研究報告, 2013-UBI-37(46), pp.1-7, 2013年3月
- [6] CLICKTALE. <http://www.ctale.jp/>.
- [7] ClickTale Touch. <http://www.clicktale.com/products/clicktale-touch>.

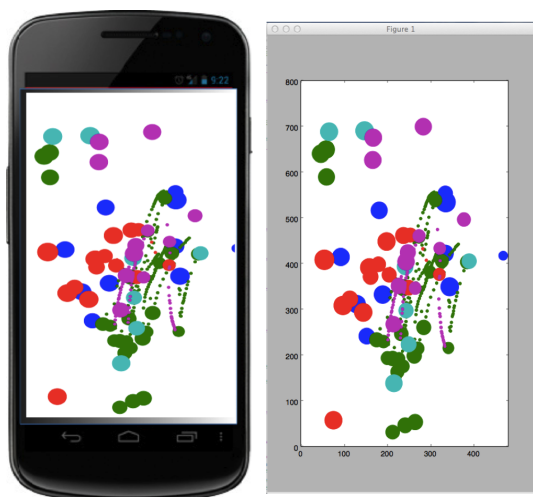


図7 開発システム TouchAnalyzer

マートフォンのアプリケーションとして実装する予定である。root 権限を取得した端末であれば、端末内で完結することができると考えており、今後開発する予定である。

3. まとめと今後の課題

本研究では、ユーザコンテキストの一つとして、スマートフォンやタブレット利用時のタッチ操作に着目し、このコ