大画面スマートフォンの片手操作を可能にする押下圧およびタッチ面積を用いたカーソル

八箇 恭平 * 志築 文太郎 † 高橋 伸 †

概要. 片手にて，把持姿勢を変えることなく画面全体を操作可能とする手法を示す．大画面スマートフォンを把持した手の親指のみを用いた操作は，親指の届かない画面領域が多いため困難である．提案手法は，カーソルを用いた間接操作手法である．タッチ面積の大きなタッチ（ラージタッチ）を行った際にタッチ領域の中心にカーソルを出現させ，ラージタッチ中に親指を動かすことによってカーソルの移動を行う．タッチ面積を用いることによって，提案手法はカーソル操作と直接操作を共存させている．またユーザは押下圧を高める動作によりカーソルの位置にタッチダウンイベント，低める動作によりカーソルの位置にタッチアップイベントを発生させられる．押下圧を用いてタッチイベントを発生させることによって，ドラッグやダブルタップなどのタッチジェスチャをカーソル操作中に行うことができる．

1 はじめに

スマートフォンを把持した手の親指のみを用いた操作（以降，片手操作）は親指の届く範囲が限られているため困難である [1]．特に，大きなタッチディスプレイを備えたスマートフォン（以降，大画面スマートフォン）においては，親指の届かない画面領域が多くなる分，ユーザは親指の届かない領域を操作するために把持姿勢を頻繁に変更する必要がある．この変更は煩雑であり，かつ把持を不安定なものとする．しかし傘や荷物などによって片手が塞がっている状況では，大画面スマートフォンを片手操作できれば便利である．

我々は，大画面スマートフォンの画面全体の片手操作を可能にする操作手法を示す．提案手法は，カーソルを用いた間接操作手法である．カーソルを用いることによって，ユーザは親指の届かない画面領域も含めて大画面スマートフォンの画面全体を把持姿勢を変えることなく片手操作することが可能である．

提案手法はタッチ面積および押下圧を用いる．ユーザがタッチ面積の大きなタッチ（以降，ラージタッチ）を行うとタッチ領域の中心にカーソルが現れる．ラージタッチ中に親指を動かすと，カーソルは，指の移動に対して高 Control-Display（CD）比にて移動する（図 1a）．なお，直接操作には，タッチ面積の小さなタッチ（以降，スモールタッチ）を用いる（図 1b）．また，提案手法はラージタッチ中に押下圧を高める動作を，カーソル位置へタッチダウンイベントを発生させるための動作（以降，TD 動作）として，押下圧を低める動作を，タッチアップイベントを発生させるための動作（以降，TU 動作）として用いる．これにより，ユーザはドラッグやダブルタップなどのタッチジェスチャをカーソルの操作中に行うことが可能である．

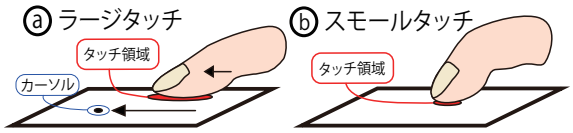

図 1. カーソル操作と直接操作の切り替え．a：ラージタッチによるカーソル操作，b：スモールタッチによる直接操作．

2 関連研究

これまでに，大画面スマートフォン向けのカーソルを用いた片手操作手法として [3, 4, 5] が提案されている．[3, 5] の手法はカーソル移動後のタッチアップによりカーソル位置へタップイベントを発生させているため，ユーザはタップ以外のタッチジェスチャを行うことができない．一方，本手法は TD 動作及び TU 動作を分けることによってカーソル操作中にタッチジェスチャを行うことを可能としている．また，ExtendedThumb [4] にて，カーソル操作のトリガとして用いているダブルタップは，アプリケーションによく用いられている（例：ブラウザアプリの拡大，縮小，YouTube アプリの早送り機能など）．そのため，カーソル操作のトリガとアプリケーションの機能を共存させることができない．一方，本手法はタッチ面積をカーソル操作と直接操作の切り替えに用いているため，ユーザは直接操作によって行える全てのシングルタッチジェスチャをカーソルの操作と区別して行うことが可能である．

Copyright is held by the author(s).

* 筑波大学情報学群情報科学類
† 筑波大学システム情報系

3 設計

トリガとカーソルの操作

本手法は，ラージタッチをカーソル操作のトリガとして用いる．ラージタッチをカーソル操作のトリガ，スモールタッチを直接操作のトリガに割り当てることにより，両者を共存させる．ユーザはラージタッチを片手操作中にも容易に行えることが知られている [2]．

提案手法ではラージタッチが行われると，タッチ領域の中心にカーソルを出現させる．また，ラージタッチ中にタッチ領域が移動するとカーソルを移動する．図 1a に示すように，移動方向は指の移動と平行，移動量は「指の移動量 × CD 比」である．

我々はラージタッチとスモールタッチを区別する閾値として，ユーザ毎にキャリブレーションとして行われるラージタッチとスモールタッチの平均タッチ面積を用いた．

カーソル位置に対する操作

本手法は，押下圧を高める動作を TD 動作，低める動作を TU 動作として用いる．TD 動作，TU 動作を分けることによって，押下圧を高くし続けることによるドラッグや，短時間で押下圧の高低を切り替えることによるダブルタップのようなタッチジェスチャをカーソル操作中に行うことを可能とする．

我々は押下圧の高低を区別するための閾値として，ユーザ毎にキャリブレーションとして行われる押下圧の高いラージタッチと低いラージタッチの平均押下圧を用いた．

4 実装

提案手法は，iPhone 8 Plus において動作する iOS アプリケーションとして実装されている．本アプリケーションは，タッチ面積を UITouch クラスの size プロパティから，押下圧を UITouch クラスの force プロパティから取得している．

5 使用例

親指が届かない領域の操作

提案手法により，ユーザは親指の届かない画面領域を片手操作できる．特にタッチジェスチャも行うことができるため，画面上端に配置されているステータスバーを下方向へのスワイプ によって表示した上で，通知の履歴確認や各種モードの切り替えが行える（図 2a）．

キーボード表示中の画面操作

提案手法はラージタッチをカーソル操作のトリガ，スモールタッチを直接操作のトリガに割り当てることにより両者を共存させているため，ユーザは画面

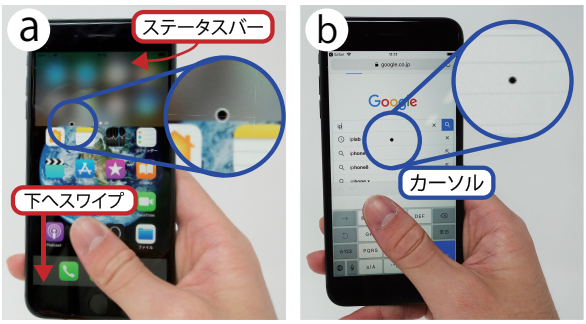

図 2. 使用例．a：ステータスバーの降下，b：キーボード表示中の画面上部の操作．

状態に依らずカーソル操作を行える．例えば図 2b のようにキーボードが表示されている状態においても画面下部を用いたカーソル操作により画面上部のメニュー選択が可能である．

6 まとめと今後の課題

カーソルを用いた，把持姿勢を変更することなく画面全体の操作が可能な，大画面スマートフォン向けの片手操作手法を示した．提案手法は，カーソル操作と直接操作の切り替えにタッチ面積を用いており，カーソル操作にはタッチ面積の大きいタッチ，直接操作には小さいタッチを用いる．また，タッチイベントを発生させるトリガとして，押下圧の変化を用いることにより，ドラッグやダブルタップなどのタッチジェスチャをカーソル操作中に行うことを可能にした．今後は，既存の片手操作手法との比較実験を通じて，提案手法の操作性や使用感を検証する計画である．

参考文献

[1] J. Bergstrom-Lehtovirta and A. Oulasvirta. Modeling the Functional Area of the Thumb on Mobile Touchscreen Surfaces. *CHI '14*, pp. 1991–2000, 2014.

[2] S. Boring, D. Ledo, X. A. Chen, N. Marquardt, A. Tang, and S. Greenberg. The Fat Thumb: Using the Thumb's Contact Size for Single-handed Mobile Interaction. *MobileHCI '12*, pp. 39–48, 2012.

[3] S. Kim, J. Yu, and G. Lee. Interaction Techniques for Unreachable Objects on the Touchscreen. *OzCHI '12*, pp. 295–298, 2012.

[4] J. Lai and D. Zhang. ExtendedThumb: A Motion-Based Virtual Thumb for Improving One-handed Target Acquisition on Touch-screen Mobile Devices. *CHI EA '14*, pp. 1825–1830, 2014.

[5] N.-H. Yu, D.-Y. Huang, J.-J. Hsu, and Y.-P. Hung. Rapid Selection of Hard-To-Access Targets by Thumb on Mobile Touch-Screens. *MobileHCI '13*, pp. 400–403, 2013.