記憶の石：マルチタッチを利用した複数計算機環境 Copy-and-Paste

池松 香　　椎尾 一郎*

概要. パーソナルコンピュータ (PC)，スマートフォン，タブレット PC など，複数のコンピュータを利用する状況では，表示されている情報をコンピュータ間で転送する必要がしばしば発生する．単一コンピュータ内でならば，コピー・アンド・ペーストなどの直接操作により情報の移動は容易であるが，先のような環境では，転送先機器の探索や指定などのために煩雑な操作が必要になることが多い．そこで本稿では，マルチタッチ可能なトラックパッドやタッチディスプレイを利用し，コンピュータ上に表示されている情報をユーザが指を使ってつまみ上げ，これを別のコンピュータに運び・置く動作により，複数コンピュータ間でのコピー・アンド・ペースト操作を直感的に実現する操作技法：記憶の石を提案する．

1　はじめに

パーソナルコンピュータ (PC)，小型携帯端末，タブレット PC など，多彩な形態のコンピュータ利用が一般的になりつつある．このようにコンピュータがユビキタスな存在になった結果，同時に複数のコンピュータを一般生活の中で扱う場面も珍しいことではなくなった．そこで，一つのコンピュータに表示されている情報を別のコンピュータに転送するなどの，複数コンピュータにまたがる操作を直感的に実現するユーザインタフェースの必要性 [2] は，ますます高まっている．現在，複数・異種コンピュータ間の情報移動には様々な手段があるものの，その操作手段は煩雑であり，ユーザの負担が大きい．本研究では，マルチタッチデバイスを利用した，複数コンピュータ間のコピー・アンド・ペースト操作技法「記憶の石」を提案する．

2　関連研究

複数コンピュータ間で情報を受け渡す作業を平易な操作で実現するために，多くの研究や実装が行われている．

Shake Well Before Use [1] は，ユーザが 1 対のモバイル機器を手に持ち振る動作を加速度センサで認識し，これを利用して機器のペアリングすることで，コンピュータをネットワーク接続する操作を改善しようとしている．また，Pick-and-Drop[2] は，ディスプレイ上のアイコンなどのオブジェクトをペンデバイスで「持ち上げ」，他のコンピュータに「置く」ことで情報の移動を実現している．Toss-It [4] は，ユーザがモバイル機器を手に持ち，相手機器に対してボールを投げ渡すようなジェスチャをすることで，情報を転送する．

本研究では [2][4] と同様に，直接的な操作で機器のペアリングと情報転送の両方がシームレスに行える手法の実現を目指した．また，実用性の高い手法を目標としたため，一般的なコンピュータ機器に標準装備されていない高精度な位置センサ [4]，赤外線送受信器，識別可能ペンデバイス [2] などの，特殊なハードウェアやセンサが不要な方法を目指した．また小型携帯端末だけでなく，大型のタブレット PC やデスクトップ／ノートブック PC の利用も考えると，機器に加速度を加える方式 [1][4] は，ユーザに困難を強いる可能性があると考えた．

3　記憶の石

現実世界では資料などをつまみ上げ，別の場所へ置くことで物体の移動が可能である．また，何か固いものを指で持ち上げてから置くまでの間，指の形はほぼ変わらない．本研究で提案する記憶の石は，画面に表示された情報を，ユーザが指でつまみ上げ，別のコンピュータに運び・置く動作をパントマイムすることで複数コンピュータ間でのコピー・アンド・ペーストを直感的に実現するユーザインタフェース手法である．図 1 に，この方式でコピー・アンド・ペーストを行う様子を示す．

本方式は，マルチタッチ対応のタッチパネルに触れた複数指の位置を検出し，これが形作る多角形の形状から機器のペアリングを行い，複数コンピュータ間での情報のやりとりを実現する．マルチタッチ端末でユーザが行う複数指ジェスチャは，ユーザ認証に有効である [3] ことから，接続する機器を確実に指定する方法として実用性が期待できる．

4　実装

試作システムは，Apple 社の iOS 5 および Mac OS X 10.7 のアプリケーションとして実装した．これらの OS は小型携帯端末 (iPhone)，タブレット

Copyright is held by the author(s).

* Kaori Ikematsu and Itiro Siio, お茶の水女子大学理学部情報科学科

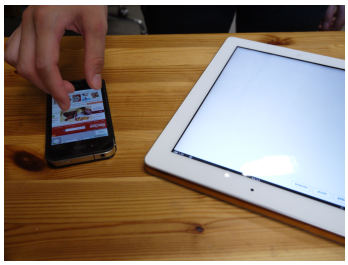
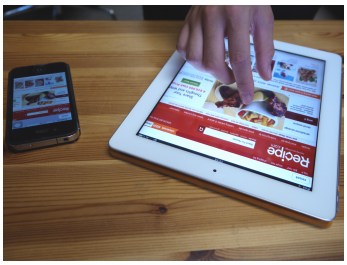
(a)  (b) (c) 

図 1. 本方式による複数コンピュータ間コピー・アンド・ペースト．(a) 複数指で情報をつまみ上げ，(b) 別のコンピュータに移動，(c) 画面に置く．

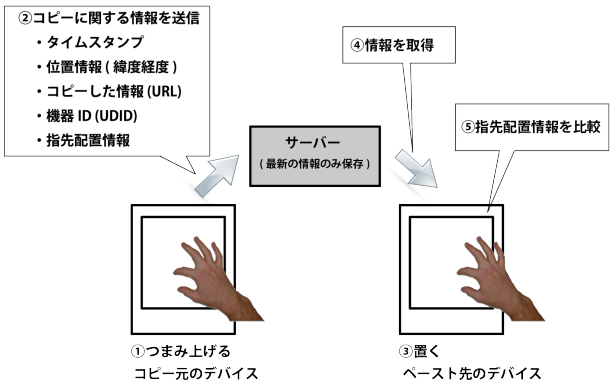


図 2. システム概要

PC (iPad)，ノートブック PC，デスクトップ PC のすべてにマルチタッチ機能を提供していることから，実装のプラットフォームとして選択した．

本アプリケーションは，iOS および OS X 上に Web ページを表示する Web ブラウザとして機能する．ユーザが画面やトラックパッドに複数指でタッチすると，表示されている Web ページの URL がコピーされる．次に，本アプリケーションが稼働している別の機器にタッチすると，先の URL のページが表示される．これによりユーザは，指を使ったドラッグ・アンド・ドロップを行うことができる．また，コピーとペースト操作がシステムに認識された事を示すために，情報を象徴する石（記憶の石）の映像を，マルチタッチの場面で一時的に表示する．

本アプリケーションで情報移動を行う手順を，図 2 で説明する．ユーザがコピー元の機器にマルチタッチすると，この機器は，タイムスタンプ，位置情報，表示していた Web ページの URL，UDID(iOS および OS X でサポートされる機器固有の番号)，及び指先配置情報 (座標同士を繋いだ多角形の辺長の情報) を，本システムのために用意したサーバに送信する．次にユーザがペースト先の機器にタッチすると，この機器はサーバー上にあるログファイルから，現在時刻に近いタイムスタンプのデータを取得し，同じ指先配置であるかどうかの判定を行う．指先配置が同じであることの判定には，指先が形作る多角形の合同条件（対応する各辺長の差の 2 乗合計が，設定した閾値以下であること）を用いている．合同と判定された場合，サーバーから Web ページの URL を取得し，ペースト先の機器で開く．

5 まとめ

本論文では,「つまみ上げる」「置く」というメタファを利用し，情報という実体のない物をあたかも物理的な「物」であるかのように扱い，複数計算機環境での情報の移動操作を，より直感的に，容易に行う手法「記憶の石」を提案し実装した．

今後は，多数の被験者による評価実験を行い，指先位置検出の最適化を行う予定である．また，広域で多人数が使用する状況への対応を考慮し，タイムスタンプや位置情報の比較をサーバー上で行うなど，システムのスケーラビリティを向上させたい．

参考文献

[1] R. Mayrhofer and H. Gellersen. Shake well before use: authentication based on accelerometer data. In *Proceedings of the 5th international conference on Pervasive computing*, PERVASIVE'07, pp. 144–161, Berlin, Heidelberg, 2007. Springer-Verlag.

[2] J. Rekimoto. Pick-and-drop: a direct manipulation technique for multiple computer environments. In *Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '97, pp. 31–39, New York, NY, USA, 1997. ACM.

[3] N. Sae-Bae, K. Ahmed, K. Isbister, and N. Memon. Biometric-rich gestures: a novel approach to authentication on multi-touch devices. In *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, pp. 977–986, New York, NY, USA, 2012. ACM.

[4] K. Yatani, K. Tamura, K. Hiroki, M. Sugimoto, and H. Hashizume. Toss-it: intuitive information transfer techniques for mobile devices. In *CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, CHI EA '05, pp. 1881–1884, New York, NY, USA, 2005. ACM.