

タブレット端末におけるジェスチャに基づく 端末ペアリング手法について

村瀬 隆拓[†] 今井 翔太[†] 白松 俊^{††} 大園 忠親^{††} 新谷 虎松^{††}
名古屋工業大学工学部情報工学科[†] 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻^{††}

1 はじめに

本論文では、タブレット端末におけるジェスチャを用いた端末ペアリング手法について述べる。本論文でのペアリングとは、無線接続された多数のタブレット端末の中から特定のタブレット端末を選択可能にすることを指す。

現在のタブレット端末の特徴として、タッチパネルによって指を使って入力や操作をおこなっていることが挙げられる。タッチパネルは操作性が高く、直感的な操作が可能であるが、タブレット端末において複数端末間でファイルをコピーしたりする場合には、メールとして送信したり、ファイル共有の設定が必要など、タッチパネルを持たない従来のPCなどと同じ操作が必要であった。これはタッチパネルの特徴である直感的で高い操作性を活かしているとは言えず、タブレット端末においてデータを交換する場合タッチパネルの利点を活かした独自の操作が必要である。

このような課題を解決するために本研究では、タッチパネルの利点を活かし、タブレット端末同士でのデータ交換の利便性を改善することを目的とする。そのためのアプローチとして本研究では、タッチパネルを活かしたジェスチャとデータ交換の際の端末選択に着目した。本研究では、タッチパネルを活かした簡便なジェスチャを用いることで、情報のやり取りをするタブレット端末を選択可能にし、データ交換の際の利便性の改善を目指す。

2 既存のペアリング手法

無線接続されたモバイル端末では、多くの端末ペアリング手法が提案されている。

文献 [1] では、無線接続の可視化や適切なフィードバックが可能な特殊な装置を実現することで、直感的なペアリングを実現している。専用のハードウェアを利用することで、ペアリング操作が簡単になるが、タブレット端末上での実装には制約が大きい点が問題である。

文献 [2] では、同時クリック操作に基づいた手法が提案されている。画面上にボタンを配置し、ペアリングしたい端末のボタンを同時にクリックすることでペアリングをおこなう。端末数が少なければ、偶然に複数のクリックが同時に発生することは少ないが、本研究では、同じ場所で複数のユーザが操作することを想定しているため、同時間に同じような操作が発生することを考慮する必要がある。

本研究では、ペアリングの際にジェスチャを用いて端末選択をおこなうことで、同じ場所で複数のユーザが操作する場合においても、頑健性の高いペアリングをおこなうことを可能にする手法を提案する。本研究では、ペアリングの際のジェスチャに、図1のようにデータの送信端末画面から受信端末画面までをスワイプするという非常に簡単なジェスチャによって端末選択をおこなう。スワイプとは、タッチパネル上において、画面に触れた状態で指を滑らせる操作であり、

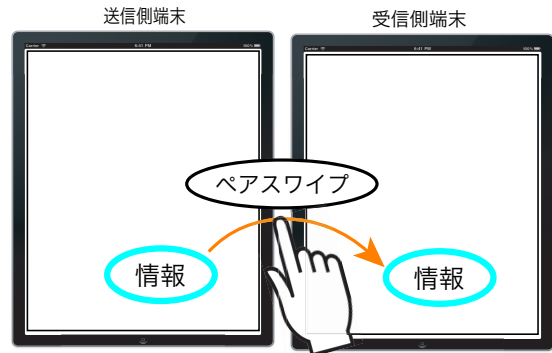


図1: ペアスワイプを用いた端末ペアリング

マウス操作ではドラッグに相当する。本研究ではこのジェスチャをペアスワイプと呼ぶ。

3 ペアスワイプに基づくペアリング手法

ペアスワイプを用いた端末ペアリング手法について説明する。本研究では、端末選択の際のジェスチャにペアスワイプというジェスチャを用いることで、同じ場所で複数のユーザが操作する場合においても頑健性の高いペアリングを実現した。

3.1 ペアリングにおける制約条件

複数のユーザが操作する環境において、他のユーザの操作に対して頑健なペアリングをおこなうためには、ペアリングを成立させる何らかの手順、もしくは制約条件を決めることが必要である。例えば、端末画面上で複雑な記号を描くなどのジェスチャを制約条件とすれば、高い頑健性を実現できるが、複雑すぎるジェスチャは習得に時間がかかったり、そもそもペアリングのための操作方法を忘れてしまう問題がある。

ペアリングのための制約条件の簡単さとペアリングの精度はトレードオフであるといえるが、本研究では、ペアスワイプという簡単なジェスチャによって、頑健性の高いペアリングを可能にした。

本手法では、ペアスワイプにおける制約条件として図2に示すように、(a) ペアスワイプの発生位置 (画面上の座標) に関して、送信端末と受信端末で方向による関係性がある、および (b) データの送信端末と受信端末でほぼ同時刻に操作がおこなわれる、を利用した。(a) に関しては、ペアスワイプの方向は、送信端末側のジェスチャと受信端末側のジェスチャがペアスワイプという一連の動作であることを利用し、例えば送信端末において右からペアスワイプ操作がおこなわれた場合、次に受信端末では左からペアスワイプ操作がおこなわれるものと仮定した。ペアスワイプの方向をタッチパネルによるジェスチャ入力に加えて加速度センサとジャイロセンサなどを利用することで判断し、ペアスワイプ操作と方向の異なる他のユーザの操作と区別することで蓋然性を高めた。(b) に関しては、ペアスワイプにおいて送信端末と受信端末のジェスチャはほぼ同時刻におこなわれることを利用して、指の移

Device Pairing using Gesture for Tablet Terminals

Takahiro MURASE, Shota IMAI, Shun SHIRAMATSU, Tadachika OZONO, and Toramatsu SHINTANI

[†]Dept. of Computer Science, Nagoya Institute of Technology.

^{††}Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology.

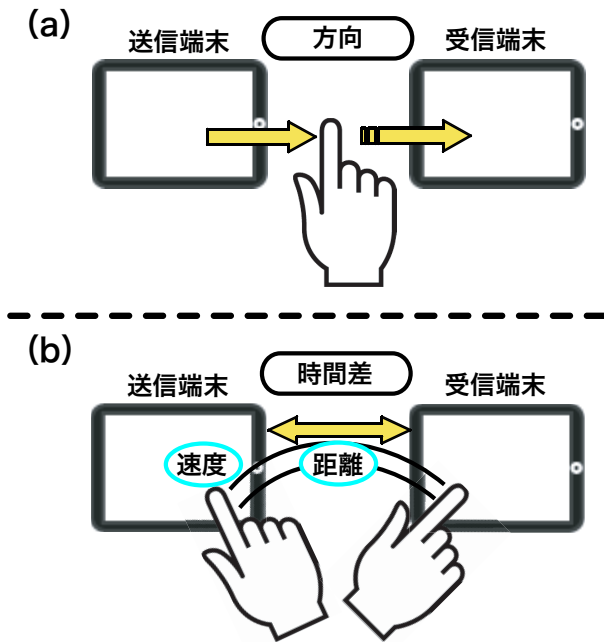


図 2: ペアスワイプにおける制約条件

動する速度とペアスワイプが可能である距離によって送信端末と受信端末のペアスワイプの時間差を予測することでペアリングの頑健性を高めた。この2つの制約条件をペアリングする際の端末選択の基準として利用することで同時刻に同様なイベントが複数の端末において発生しても、該当の端末を識別可能にした。

3.2 ペアリング端末決定手法

本手法では、タブレット端末の特徴であるマルチタッチインターフェースを用いて、ペアスワイプを検出する。さらに、加速度センサおよびジャイロセンサを利用することで、ペアリングの精度を高めた。

ペアリング要求送信端末 s とペアリング要求受信端末 r における、ペアスワイプを用いた端末ペアリングの手順について説明する。最初に、 s と r はローカルワイヤレスネットワークを構築し、無線接続されている端末のリスト T をそれぞれの端末で保持する。以降このリスト T の端末をペアリングをする際のペアリング候補端末となる。

ユーザが s に対してペアスワイプをおこなった際に、マルチタッチインターフェースを用いて、ユーザがおこなった操作を検出する。その際に T に保持された端末 t にペアスワイプがおこなわれたことを送信し、指を動かした速度 v を測定する。またペアスワイプがおこなわれた座標と加速度センサ、ジャイロセンサによってペアスワイプの方向を検出する。

次に r に対してペアスワイプをおこなわれた際に、 r でペアスワイプがおこなわれた時間 t_r と s から受信した時間 t_s の差 $t_r - t_s$ を計算し、 s と同じ方法で検出したペアスワイプの方向と、まとめて s に送信する。 s では、 v とペアスワイプ操作が可能で最小の距離 Δ_{min} とペアスワイプ操作が可能で最大の距離 Δ_{max} により、 r から送られてくるペアスワイプの時間差 $t_r - t_s$ の予測範囲を計算する(式(1))。 $t_r - t_s$ が式(1)にあてはまり、かつ、ペアスワイプの方向が適当である端末をペアリング候補として判断する。

$$\frac{\Delta_{min}}{v} \leq t_r - t_s \leq \frac{\Delta_{max}}{v} \quad (1)$$

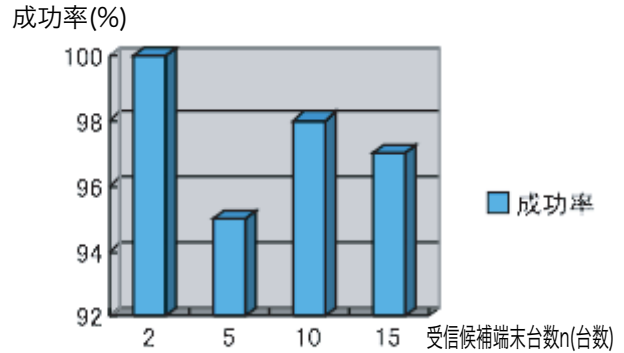


図 3: ペアスワイプでの端末ペアリング成功率

同じ場所で、ほぼ同時に複数の送信端末 s_i からペアスワイプによるペアリング要求をおこなわれた場合、受信端末 r_j は r_j でペアスワイプがおこなわれた時間 t_{r_j} と s_i から受信された時間 t_{s_i} の差 $t_{r_j} - t_{s_i}$ を s_i に送信する。

s_i では $\frac{\Delta_{min}}{v} \leq t_{r_j} - t_{s_i} \leq \frac{\Delta_{max}}{v}$ であるような r_j が複数存在する場合、ペアスワイプ時の送信端末と受信端末 r_j の端末間距離が d_j である確率 $P(d_j)$ (ただし $d_j = v(t_{r_j} - t_{s_i})$) を最大化する r_j とペアリングをおこなう。このとき確率 $P(d_j)$ はペアスワイプの実データから逐次学習する。

4 評価実験

実験では、本手法におけるペアリングの精度の検証をおこなった。データ交換をおこなうタブレット端末を送信端末(選択側)および受信候補端末(被選択側)の2つに分ける。

送信端末を持つユーザは、 n 台の受信候補端末の中から1台の受信候補端末を不規則に選択し、ペアリングをおこない、データを送信する。この間、受信候補端末を持つユーザは端末を絶えずタッチパネルで任意の操作をおこなうという実験設定をとる。選択した受信候補端末とペアリングが正しくおこなわれデータが送信された場合成功とし、受信候補端末の台数が2,5,10,15台の場合にそれぞれ100回ずつペアリングをおこない、それぞれの成功率を計測した。

実験結果を図3に示す。実験の結果、どの台数の場合も95%以上の確率でペアリングは成功した。台数が増加しても成功率が減少しないのは、失敗する原因である同時刻に起こる同じ操作が偶発的に起こるものであるからだと考えられる。

5 おわりに

本稿では、タッチパネルの利点を活かした操作によって、タブレット端末同士のデータ交換の利便性を改善するために、ジェスチャによる簡便な操作で情報をやり取りする端末を選択可能にする手法を提案した。

本手法では2端末間にまたがる直線的なスワイプ操作であるペアスワイプという非常に簡単なジェスチャを用い、複数のユーザが同時に端末を操作するような環境においても、95%以上の確率でペアリングすることが可能である。

参考文献

- [1] Jong-bum Woo, Youn-kyung Lim: "Contact and Connect: designing new pairing interface for short distance wireless device", CHI 2009, 3655-3660, 2009.
- [2] 大芝崇, 小林秀明: "同時クリック操作に基づく端末ペアリングのスケラビリティ確保方式" 情報処理学会研究報告, 2009(3), 127-132, 2009-01-15.