

赤外線方式タッチパネルにおける接触面積を利用した押し込み操作の基礎検討

内藤 真樹 志築 文太郎 田中 二郎
筑波大学大学院 コンピュータサイエンス専攻

1 はじめに

現在、タッチインターフェースを用いた操作インターフェースは、タッチインターフェースで認識した操作者の接触点の出現や消失、軌跡を利用したジェスチャ操作が一般的である。しかし、このようなジェスチャ操作は画面のスクロールや操作対象の移動といった平面における操作が主となっている。

そこで、我々はタッチインターフェースの新たな操作方法としてタッチインターフェースへの「押し込み」操作を検討した。本稿では FTIR 方式 [1] のタッチインターフェースにおいて、接触領域の面積を利用して接触点にかかる圧力の変化を検知し、「押し込み」操作の検出を行う手法について述べる。

2 接触面積の検出

本稿ではタッチパネルとして FTIR 方式のタッチパネルを用いた。FTIR 方式ではタッチパネルにアクリルパネルおよび赤外線を用いる。アクリルパネルの断面に赤外線を照射することにより、アクリルパネルの内部に入った赤外線がアクリルパネルと空気の屈折率の関係により全反射を起こす。しかし、そのアクリルパネルの表面をユーザが触れると、接触領域において全反射が止まり拡散反射が起こる。この拡散反射した赤外線を撮影することによって、接触点を認識することができる。

この FTIR 方式のタッチパネルでは、指の接触領域が拡散反射を起こす領域となる。また、指は弾性をもつので、操作者がタッチパネルを押し込むように強く接触すると指がゆがみ、接触面積は大きくなる (図 1 左図 1 右)。

3 接触面積の変化

実際に FTIR 式のタッチパネルを作成し接触面積と押し込み強さの計測を行った。接触面積は、アクリルパネルを 40cm 離れたところから解像度 320x240 の Web カメラ (ELECOM 製、UCAM-N1C30WBK) で撮影し、得られた画像から認識した接触領域のピクセル数を接

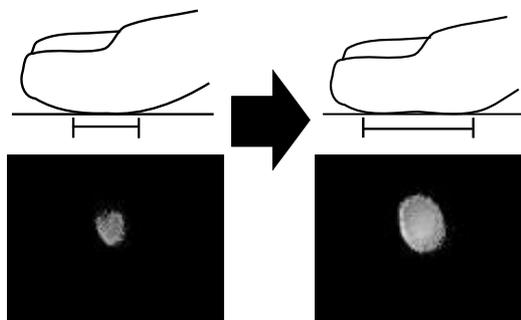


図 1: 指で強く押すことで広がる接触領域

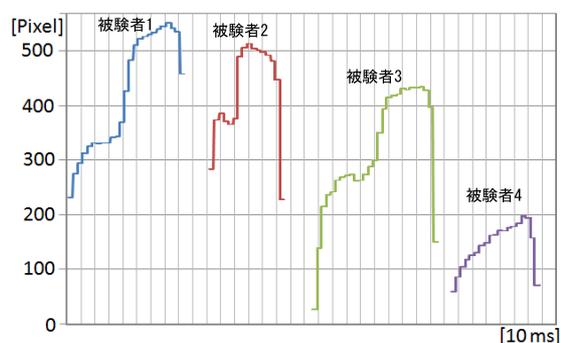


図 3: 被験者 4 人の軽く触れた状態から強く押し込む操作の結果

触面積とした。また押し込む強さは、タッチパネルを重量計の上の載せ、タッチパネルを押した時にどれだけ重量が変化したかで計測した。

図 2 にその結果として接触領域の大きさと、指によって押し込んだ力の強さを示す。図 2 に示した①、②、③はそれぞれ、タッチパネルに軽く触れた状態、強く触れた状態、軽く触れた状態から強く押し込んだ状態を表す。

①、②から分かるように、押す力を強くすることによって、その接触領域に差ができていることが分かる。また、③から、①と同じように触り、一拍置いてさらに②と同じくらいの力で押し込むことで接触面積の変化も、力の変化と同様に段状になっていることが分かる。また、4人の被験者に協力してもらい、練習なしで「指を軽く置く」、「強く押し込む」、「指を軽く置くように触れたあと一拍あけて強く押し込む」ように3種類の触り方をそれぞれ3回ずつ行うよう依頼し、計測を行った。図 3 に被験者らの③についての結果を示す。

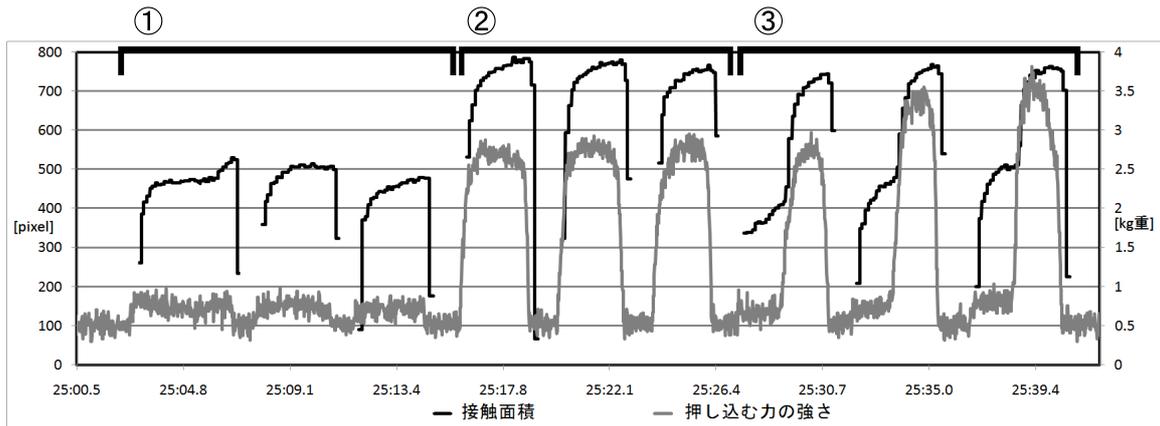


図 2: 接触領域と押す力の関係

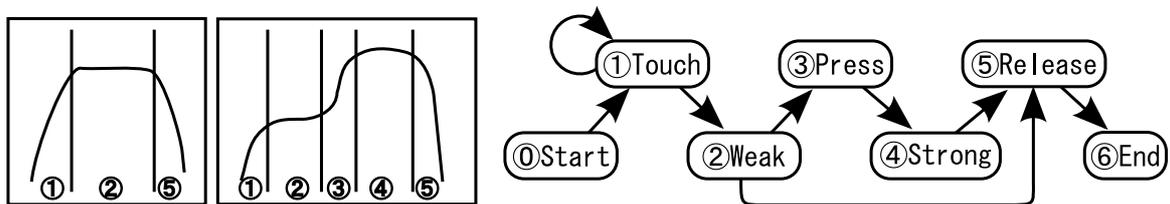


図 4: 「一度だけ押す操作」と「軽く触れた状態から強く押し込む操作」の状態遷移

被験者 4 を除き、グラフは図 2 の③とほぼ同じような形状となり、被験者 4 については、4 人中 3 人が練習無しで③の形状を得られた。

4 押し込む操作の検出

「押し込む」操作を検出するために、まず図 3 に見られる接触領域の変化の様子を 5 段階に状態を分けた。図 4 がその状態と分け方である。状態の遷移は、操作者がタッチパネルに触れ、接触領域を認識することで、Start から Touch に遷移する。次に、Touch では接触領域の増加量の最大値を更新し、増加量の減少を識別後、停止状態に移行したと判断し Weak に遷移する。Weak では増加量の変化を調べ、増加量が急激に増加した場合にさらに押し込みが発生したと判断し、Press に遷移する。Press では Touch と同様に増加量の減少を確認し、Strong に遷移する。Strong では増加量の変化を調べ、増加量の減少を識別後、Release へと遷移する。Release からは、接触領域が消失することで End へと遷移する。また、Weak の状態で、増加量が大きく減少した場合、押し込み操作は行わず、指を離したと判断し、Release へと遷移する。

接触領域の遷移データに対して多項式次数を 2 とし前後 5 ポイントを利用した Savitzky-Golay 法で補完し、この状態遷移にあてはめて検出を行ったところ、「触った (図 4 の Weak)」と「触れた後強く押し込んだ (図 4 の Strong)」の 2 種類の状態を識別することができた。

これらの 2 種類の状態を利用すれば、Weak で操作箇所の指示を行い、Strong の持続時間で押し込み量の変化などを認識することで、剛性体を押し込むといった操作を擬似的に再現できる。

5 まとめ

本研究では、赤外線方式のタッチパネルにおいて、指の接触面積を利用してパネルへの押し込みの強さを検出する手法について述べた。

今後は、強く押し込んだ量を接触面積の変化から推定し、より柔軟な入力に利用したいと考えている。また、我々がすでに行っている円筒型マルチタッチインタフェース [2] における 3 次元操作に取り入れていきたいと考えている。

参考文献

- [1] Jefferson Y. Han. Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In *UIST '05: Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 115–118, New York, NY, USA, October 2005. ACM Press.
- [2] 内藤真樹, 小林敦友, 志築文太郎, 田中二郎. 円筒型マルチタッチインタフェース. 研究報告「ヒューマンコンピュータインタラクション」No.2008-HCI-127, pp. 37–43. 社団法人情報処理学会, January 2008.