

# タッチセンサ入力に操作感を付与する効果音についての諸考察

渡辺 北斗<sup>†</sup> 木村 朝子<sup>‡</sup> 柴田 史久<sup>†</sup> 田村 秀行<sup>†</sup>  
立命館大学大学院 理工学研究科<sup>†</sup> 科学技術振興機構 さきがけ<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

我々は、これまでに一般のメカニカルなスイッチ（以下メカスイッチ）の操作音（以下、メカスイッチ音）を効果音として提示することでタッチセンサ入力に押下感を付与する試みを行った[1]。その結果、メカスイッチ音を提示することで押下感を付与可能であることが分かった。本稿では、上記研究で得られた知見を単純な電子音に適用した場合にも、同様の結果が得られるのか、操作感は向上するのかについて実験した結果を報告する。

## 2. 目的と実験準備

### 2.1 目的

タッチセンサやタッチパネルは、メカスイッチと比べてサイズやレイアウトの自由度が高く、デザイン性が高い一方で、押下感がなく操作感に欠けるという問題がある。先行研究では、この問題を解決するために触覚提示機構を導入し、押下感を再現している[2][3]。これに対して我々は、触覚提示機構を用いず、入力時にメカスイッチ音を提示することで押下感を付与する試みを行い、

- (1) メカスイッチ音の種類によっては、タッチセンサ入力に押下感を付与することができる
- (2) 「カッチン」というメカスイッチ音の提示タイミングを手の動きと連動させ、スイッチに指が触れたときに「カッ」、離れたときに「チン」と再生される方が、押下感が向上する
- (3) タッチセンサを押してすぐに効果音が提示される方が、押下感が向上する

の3点が明らかになった[1]。しかし、これらの結果が、メカスイッチ音特有の結果なのか、単純な電子音を効果音として用いた場合にも同様の結果が得られるのか疑問が残った。そこで本研究では、文献[1]と同様の実験を単純な電子音に対して行い、上記を確認する。

### 2.2 実験準備

【実験環境】実験には、オムロン社製 36 ch 静電容量型タッチセンサ、音処理用 PC、小型スピーカを用いる（図 1）。音処理用 PC はタッチセンサとシリアル通信を行い、ユーザの指が触れるか離れるかすると、その ID

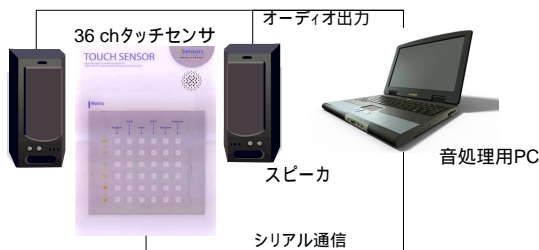


図 1 システム構成

と指の状態（触れた／離れた）が音処理用 PC に送信される。音処理用 PC は、受信した ID と指の状態に従い、該当する効果音を再生する。

【使用する電子音】実験では単純で音自体に意味を含まない効果音として正弦波を採用した。音の高低や再生時間が実験結果に影響する恐れがあるので、事前に様々な周波数、再生時間の正弦波をタッチセンサの効果音として比較する予備実験を行った（被験者成人 8 名）。その結果、周波数 500 Hz、再生時間 125 ms の正弦波の評価が最も高かった。よって、以降の実験では電子音として、周波数 500 Hz、再生時間 125 ms の正弦波を用いる。

【予備実験】まず、タッチセンサの効果音として上記電子音を使用した場合に、押下感が付与可能かを確認するために、予備実験を行った。3 名の被験者に対して実験を行ったところ、電子音では押下感は得られず、(1) についてはメカスイッチ音特有の結果で単純な電子音には当てはまらないことが分かった。そこで、(2) (3) の場合に操作感が向上するかについて本実験を行うことにした。

## 3. 実験

【目的】以下の2点を確認することを目的とする。

- (2) 効果音の提示タイミング：電子音の提示タイミングを手の動きと連動させ、スイッチに指が触れたときに「ピッ」、離れたときに「ピッ」と再生される方が、操作感が向上するか
- (3) 遅延時間：タッチセンサを押してすぐに効果音が提示される方が、操作感が向上するか

【手順】(2)を検討するために 500 Hz の正弦波を、

- ・触れたときにのみ
- ・指を離れたときのみ
- ・触れたときと指を離れたとき

の3種類のタイミングで、また、(3)を検討するために、上記の3つのタイミングにそれぞれ、遅延なしと 100 ms、200 ms の3つの遅延時間を与えた計9種類の効果音を用意した。これらの効果音をランダムに提示し、タッチセンサを被験者に触らせる。そして、

- ・操作感：確実に入力を行えたと感じたか
- ・安心感：操作に不安を覚えることがないか
- ・感度：感度よく動作する印象を持ったか
- ・音の鬱陶しさ：音を鬱陶しく感じたか

の4項目に対して被験者に5段階（「はい」「どちらかといえばはい」「どちらともいえない」「どちらかといえばいいえ」「いいえ」）で回答させる。また、その他気づいたことを自由にコメントさせる。

安心感を質問項目に入れたのは、操作感が安心感に繋がるかを調べるためである。感度については、タッチセンサでは反応の良さが重要であり、効果音によって、反応速度が変化したように感じるのではないかと考えたためである。音の鬱陶しさについては、操作感、感度が良いと感じたとしても効果音が鬱陶しいと感じるのであれば効果音としては相応しくないためである。被験者は成人 12 名である。

The Considerations for Sound Effects to Give an Operational sensation to Touch Sensor Input  
<sup>†</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University  
<sup>‡</sup>PRESTO, Japan Science and Technology Agency

【結果と考察】結果を図 2 に示す．図中の遅延なし，100 ms，200 ms は効果音の遅延時間を示す．分散分析の結果，(a) ~ (d) の効果音の提示タイミングと (b) (c) の遅延時間について，優位差が見られた ( $p < 0.05$ )．図より，操作感，安心感の項目において，触れたときと離れたとき双方で効果音を提示した場合の評価が，触れたときのみより低かった．被験者から「同じ音が 2 回鳴ると誤入力したと思う」というコメントが多くあり，1 回の操作で 2 度同一の周波数である効果音を提示したことで，2 回操作を行ったように感じ，操作感や安心感が低くなったと考えられる．また，「1 回のタッチで 2 回音が鳴るのは鬱陶しい」といったコメントもあり，単純な電子音を効果音として用いる場合，効果音の提示は触れたときのみでよいことが分かる．この結果は文献[1]と異なっている．これは，人がメカスイッチ音を聞くとき，経験的に 2 音あることを自然と感じるためと考えられる．

遅延時間については，効果音に遅延時間を与えるほど，評価は低くなり鬱陶しさを感じていることが分かる．被験者からも「タッチセンサを押してから音が遅延すると確実に操作したと思えない」などのコメントがあった．

以上の結果から，(2) についてはメカスイッチ音特有の結果で単純な電子音には当てはまらないこと，(3) は電子音の場合にも当てはまるということが分かった．

【追加実験】上記の実験では，スイッチを触れたときと離れたときどちらも周波数 500 Hz の電子音を再生した

め，「同じ音が 2 回鳴ると誤入力したように思う」とも考えられる．そこで，触れたときと離れたときで周波数の異なる 2 音を提示し，同じように実験を行った (図 3)．この 2 音の組み合わせについても予備実験を行い，評価の高かった 300，900 Hz の組み合わせを採用した．遅延時間は，今回の実験で評価の高かった遅延なしを採用した．追加実験の結果は，図のように本実験と同様であった．

#### 4. むすび

タッチセンサ入力時の効果音をメカスイッチ音から単純な電子音に変えた場合に，押下感・操作感を付与することが可能か実験した．遅延時間に関しては，メカスイッチ音同様遅延がない方が，操作感が向上するが，再生タイミングに関しては手の動きと連動させると誤入力と誤解し，操作感が下がるということが分かった．今後は，ボタンだけでなくスライドバーやダイヤルなどに操作感を付与する効果音についても検討する．

#### 参考文献

- [1] 木村 他，“効果音によるタッチセンサへの押下感提示の研究”，情処研究会報告 2007-HCI-124, pp. 9 - 16, 2007.
- [2] 赤羽 他，“触感提示機能を持つタッチパネルのための押下感生成信号の検討”，HI 学会論文誌, Vol. 8, No. 4, pp. 591 - 598, 2006.
- [3] 新井 他，“タッチパネル用透明触覚スイッチ”，日本 VR 学会第 9 回大会, pp. 5 - 6, 2004.

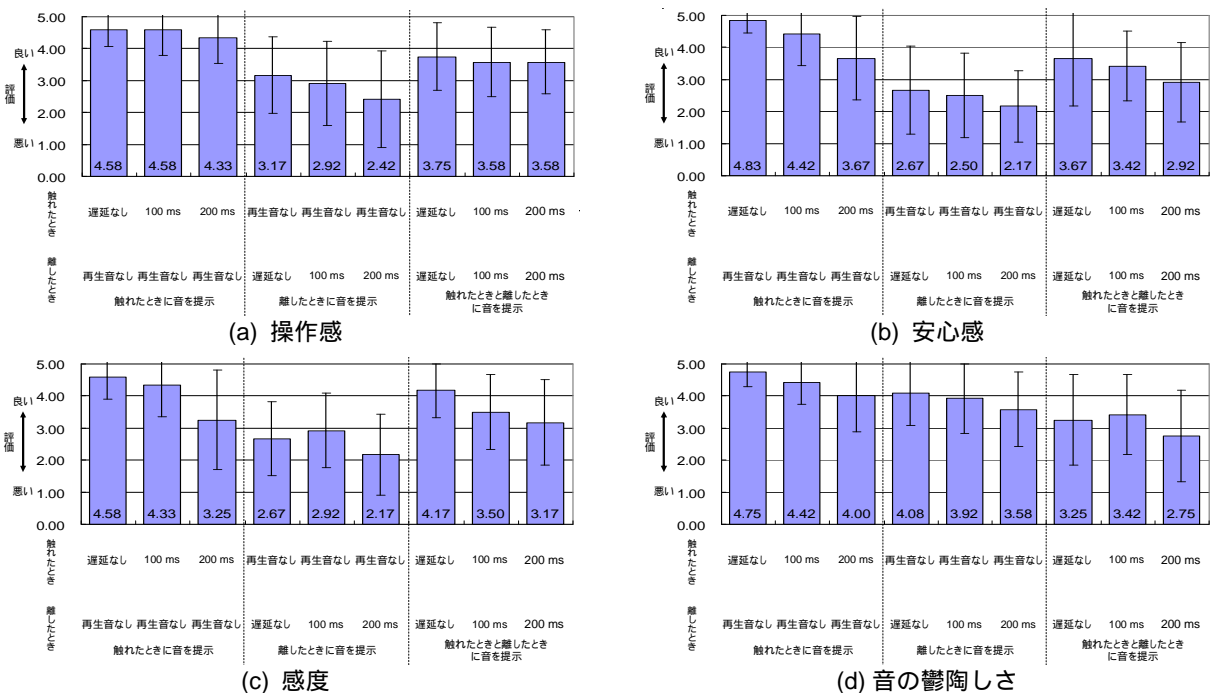


図 2 各提示タイミングと遅延時間における評価

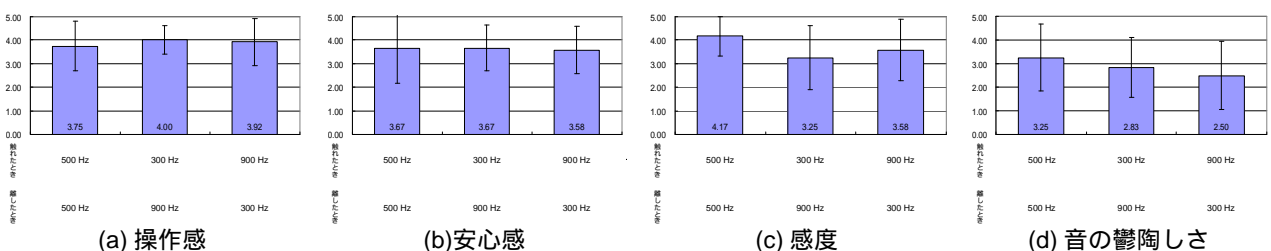


図 3 各周波数の組み合わせにおける評価