

タッチパネルにおける押下感を付与する操作反応音の条件

☆今井将太（関西学院大院），和氣早苗（同志社女子大），光本恵（関西学院大院），野口光康，内田義隆（小島プレス工業（株）），長田典子（関西学院大院）

1 はじめに

近年，タッチパネル上のボタンを押して，機器操作をすることが増えてきた．しかし，タッチパネルは，物理的スイッチと異なり，操作の手応えが無いといった問題点がある．この問題を解決するために，操作時に音を付与する方法が挙げられる．この音を，操作反応音と呼ぶ．我々は，タッチパネルにおける操作反応音の有効性を検証した結果，ボタン押下時に音を発音することで，操作性が向上するということが明らかになった[1]．次に重要なことは，どのような音が押下感を感じることが出来るかである．ここでの押下感とは，ボタン入力が確実にできたという感覚だと考える．

先行研究では，木村らは，ボタン押下時に「カチッ」のようなメカスイッチ音を提示することで押下感を実現した[2]．また渡辺らはその結果を受けて，単純な電子音でも効果があるか検証を行っている[3]．また，2002年にJIS S 0013の“高齢者・障害者配慮設計指針—消費生活の報知音”が制定された[4]．この規格では，操作反応音は100 ms～150 msの矩形の持続エンベロープと定めてられており，ほとんどの機器製品の操作反応音は，JISに準じている．JIS規格の音は，電子ブザーで表現しやすい音が前提であるため，一定の周波数で且つ矩形エンベロープの音となっている．

一方我々は，タッチパネル操作において押下感を付与する操作反応音について，減衰系エンベロープの立ち上がり時間(Attack time)と立下がり時間(Decay time)に着目し，心理実験を行い検討することにした．先に述べた木村らの研究でメカスイッチ音が有効であったことで，自然な押下感を与えるには減衰系のエンベロープを検討すべきだと考えたことに

よる．さらに今後より多彩でデザイン性に富む音色で操作反応音が制作されることを想定しても，押下感を付与する減衰系エンベロープの特徴を明らかにし，操作反応音デザイン時の指針となるエンベロープの条件（エンベロープの許容範囲）を示すことは有効であると考えたことにもよる[5]．

2 方法

2.1 振幅エンベロープ

ここで，振幅エンベロープの定義を行う．エンベロープとは，ある波形を遠くから眺めたときに見える概形を表す．Fig.1に示す．縦軸は音量の変化のしかたを表す．横軸は時間であり，音の鳴り始めから鳴り終わりまでを表す．Attack timeは音の立ち上がりから最大音量になるまでの時間を表し，Decay timeは，発音してから最大音量から音が消えて無くなるまでの減衰時間を表す．

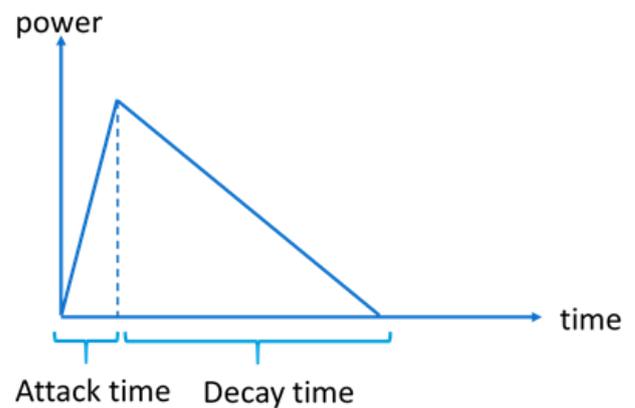


Fig. 1 Amplitude envelope

2.2 実験参加者

実験は20名(20代：男性12名，女性7名 30代：男性1名)の実験参加者にて実施した．

* Conditions of operation sound that imparts pressing feeling in touch screen , by IMAI, Shota (Kwansei Gakuin Univ.), WAKE, H.Sanae (Doshisha Women's College), MITSUMOTO, Megumi (Kwansei Gakuin Univ.), NOGUCHI, Mitsuyasu, UCHIDA, Yoshitaka (Kojima Industries Corporation), NAGATA, Noriko(Kwansei Gakuin Univ.)

2.3 実験環境

タブレット PC(DELL XPS11)と、本実験用に開発したソフトを用いた。ソフトは1~132の番号がつけられたボタンを表示する(Fig 2)。発音タイミングは押下時である。視覚、振動などのフィードバックはなく、音のみのフィードバックである。

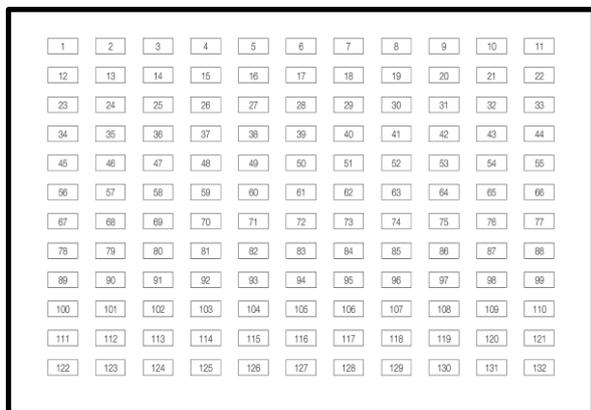


Fig. 2 Screen of software

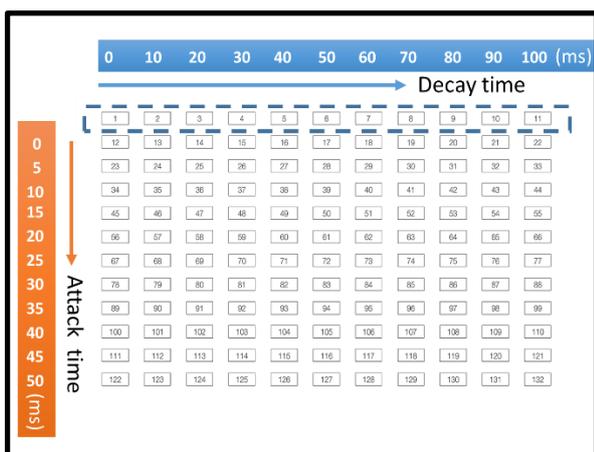


Fig. 3 Layout drawing of stimuli

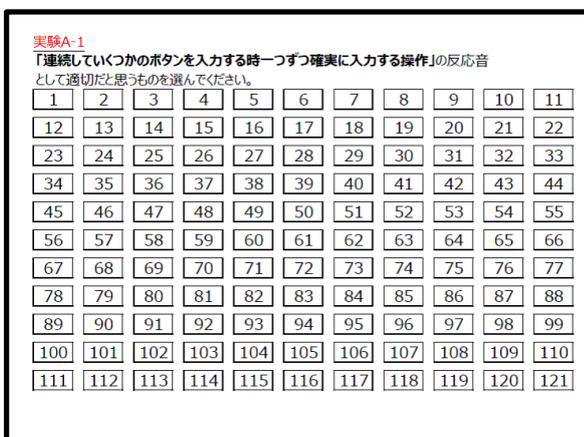


Fig. 4 Sheet of evaluation

2.4 実験刺激

実験刺激は、波形編集ソフト Sony 製 Sound forge 8 を用いて作成した。実験刺激は全て正弦波で、Attack time, Decay time を変化させたものである。周波数は 2000 Hz とした。Attack time は 0 ~ 50 ms の間で 5 ms 毎、Decay time は 0 ~ 100ms の間で 10 ms 毎とした。刺激音は Fig.3 に示すように配置されている。なお、図中の点線で囲まれている 1~11 のボタンには、0~100ms の間で 10 ms 毎の矩形のエンベロープの音を割り当てた。

2.5 実験手続き

実験参加者には、以下の課題を提示した。

課題:「連続していくつかボタンを入力する時一つずつ確実に入力する操作」の反応音として、適切だと思うものを選んでください。

この状況を想定した上で、タッチパネル上のボタンを押して、適切であるか、適切でないかの評価を行ってもらった。また、評価の際の条件として、

- 全てのボタンを最低一回は押して評価をする。
- ボタンに番号が振ってあるが、番号順に押す必要はない。
- 同じボタンを繰り返し押して音を聞いても構わないが、深く考え込まずに、できるだけ直感での評価をして欲しい。

これらの内容を伝えた上で、別紙の評価シート(Fig 4)に記入をしてもらった。評価シートには、ボタンの配置図が書かれており、適していると思う音については○印をつけてもらい、適していないと思うものについては×印をつけてもらった。

3 結果

評価シートを回収し、確実に入力する操作の反応音として適切だと回答を得たボタンについての得票数の集計を行った。その後、Attack time と Decay time, また、Total time (Attack time と Decay time を合わせた時間)の値ごとに得票数の平均値を算出し、比較検討を行った。Total time に関しては、値が多いために、10 ~ 150 ms の間で 10 ms 毎に分けて、

得票数の平均値を算出した。

その結果を Fig.5, Fig.6 , Fig7 に示す。グラフの横軸がパラメータの値、縦軸が平均得票数を表している。Fig. 5 は Attack time に関しての結果を表している。Attack time に関してはどの値についても、得票数はほぼ等しいことが分かる。Fig. 6 は、Decay time に関しての結果を表している。50~70 ms 辺りに得票数のピークがあることが分かる。Fig. 7 は Total time (全体の時間) に関しての結果を表している。60~70 ms 辺りに、得票数のピークがあることが分かる。

一要因の分散分析を行ったところ、Attack time においては有意差が見られなかった。Decay time においては、有意差が見られ、($F(10, 109) = 5.45, p < .05$)。また、Total time においても、有意差が見られた($F(4, 100) = 7.65, p < .05$)。

次に、個々の音の得票数を算出した。結果を Fig. 8 に示す。左下から右上に向かって、得票数が増えていることが分かる。特に、Attack time が 0~20 ms, Decay time が 50~100ms の範囲が比較的点数が高い傾向がみられる。また、最も得票数が高い音は、Attack time が 15 ms, Decay time が 50 ms の組み合わせであった。

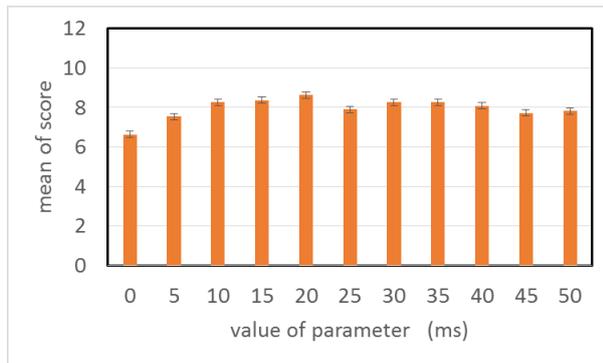


Fig. 5 Attack time and likeability

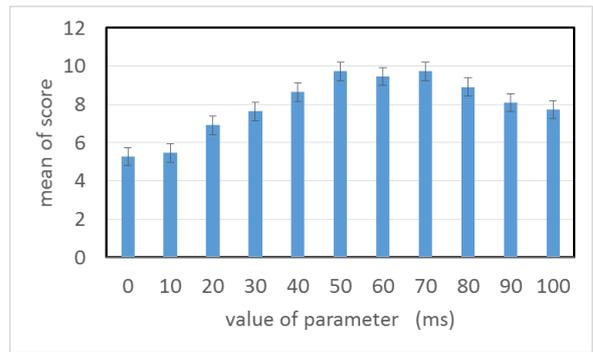


Fig. 6 Decay time and likeability

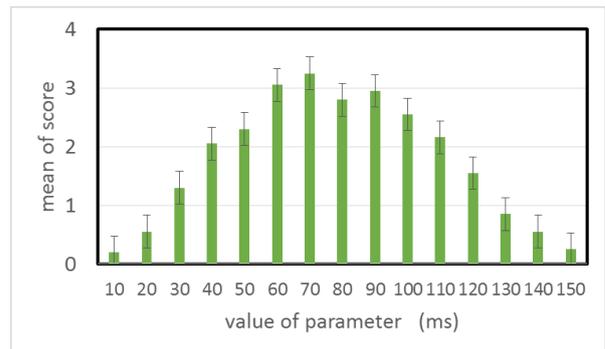


Fig. 7 Total time and likeability

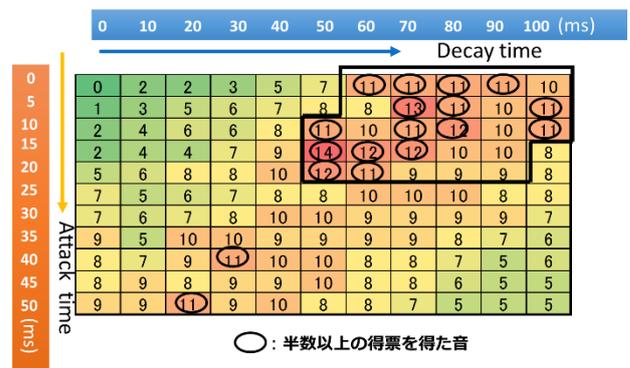


Fig. 8 Score of individual sound

4 考察

Fig.5, 6, 7のグラフよりわかることは、確実に入力する操作として適している操作反応音の減衰エンベロープの特徴は、Decay time と Total time に関連する。Decay time は短すぎるのは適切でなく、50~70ms にピークがあり、Total time は短すぎてもまた長すぎても適切ではなく、60~70 ms にピークがある。まず、減衰系エンベロープの操作反応音において、これらの数値が最も押下感を得るのに適した値だということが今回の実験結果よりわかった。

一方、これらのピークの値を外れたエンベロープの操作反応音は押下感がないのか、操作反応音として使えないのか、というところではない。ピーク値を外れてもある程度の範囲をもって操作反応音として利用することはできるだろう。デザイナーが操作反応音を多彩な音色でデザインする際の目安としてエンベロープ値を示すことを考えるときも、ピークの値だけではなく、ある程度の幅を持った数値範囲で指針を示すべきであると考えた。

そのために我々は、個々の音の得票数 (Fig. 8) を検討した。Fig. 8 で丸で囲った刺激音は、実験参加者の半数を超える 11 名以上から支持を得た音である。これらの刺激音は図中の右上に集中していることがわかる。この半数を超えて支持を得た音のエリア、右上の直線枠で囲んだ部分について、操作反応音として利用可能なエンベロープであるとし、ここからエンベロープの範囲を導出した。これを以下に示す (Fig. 9)。

< 押下感を付与する操作反応音の条件 >

1. Attack time : 0 ~ 20 ms
 2. Decay time : 50 ~ 100 ms
 3. Total time : 60 ~ 110 ms
- (※ Total time = Attack time + Decay time)

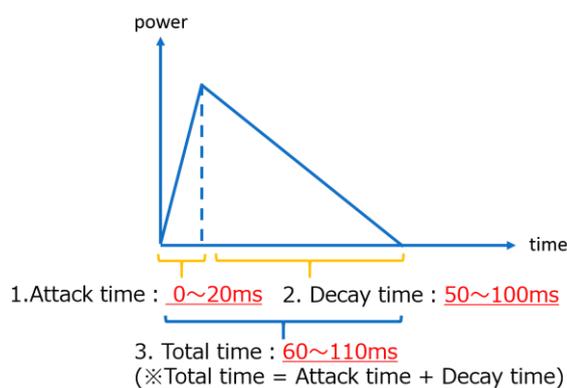


Fig. 9 Condition of operation sound

5 おわりに

タッチパネルにおける押下感を付与する操作反応音の条件を、振幅エンベロープの立ち上がり時間 (Attack time) と立下がり時間 (Decay time) に注目し、心理実験を行い導出した。そしてそれは、サウンドデザイナーが操作

反応音をデザインする際の指針となるものでもある。今後は、この条件のもとに実際にデザイナーに様々な操作反応音のデザインを依頼する。そして、それら複数の音に対して、印象評価実験を行い、操作反応音イメージスケールと呼ぶ操作反応音の印象構造とその尺度を作成する。また、実機に組み込み、分かりやすさや、好み等、評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 今井, 和氣, 光本, 長田 “タッチパネルにおける操作反応音の有効性の検証”, 平成 26 年度日本人間工学会 中国・四国支部, 関西支部合同大会 講演論文集, K503, 148-149
- [2] 木村, 大町, 柴田, 田村 “効果音によるタッチセンサへの押下感提示の研究”, 情報処理学会研究報告 HCI, Vol. 68, 9-16, 2007.
- [3] 渡辺, 木村, 柴田, 田村 “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”, インタフェース全国大会講演論文集, Vol. 71, No. 4, 2009
- [4] 日本規格協会, JIS S 0013 : 高齢者・障害者配慮設計指針—消費生活製品の報知音, 2002.
- [5] 和氣 “ヒューマンインタフェースとしてのサイン音とそのデザイン”, 日本音響学会, 春季研究発表会 2-8-2, 2012