

視覚障がい者のタッチパネル操作支援のための音像生成手法の検討*

☆天野成祥, 山田武志, 牧野昭二 (筑波大)

1 はじめに

近年のタッチパネルディスプレイの普及は目覚しく、身の周りの様々な場面で目にするようになってきている。しかし、視覚に障がいを持つ人にとっては、タッチパネルディスプレイの操作が本質的に難しいという問題が生じている。我々はこの問題を解決するために、音像生成手法を用いたタッチパネルディスプレイを提案している[1]。音像を画面上に生成し、画面に表示されている内容を空間的な音情報として提示することにより、ユーザは視覚に頼ることなく聴覚のみによってタッチすべき場所を把握することが可能となる。

一般に、音源から両耳までの音響伝達特性を厳密に再現するほど定位精度は高くなる。しかしその一方で、ヘッドホンの使用やユーザの頭の位置の固定といった強い制約を課すことになる。このような制約を緩和するには、スピーカ群を使用し、かつ音響伝達特性をある程度近似することが有効である。小澤らは、スピーカ群の音量設定と人間の定位位置の関係を実測し、それに基づいて指定位置に定位させるための音量設定を推定するという手法を提案した[2]。この手法では、人間は水平方向の定位と垂直方向の定位を独立に行くと仮定し、水平方向、及び垂直方向のスピーカ群の音量設定を独立に推定している。しかし、この仮定は必ずしも成り立たないことが知られている。

本稿では、水平方向と垂直方向の両方のスピーカ群の音量設定と人間の定位位置の関係をモデル化し、指定位置に定位させるためのスピーカ群の音量設定を、モデルから選択した指定位置周辺の音量設定を用いて推定する手法を提案する。

2 提案手法

2.1 音量設定と定位位置の関係のモデル化

様々な音量設定のもとで音像定位実験を実施し、音量設定と定位位置の関係をモデル化した。ここで、実験に用いたタッチパネルディス

プレイのサイズは 19 インチであり、画面の 4 隅にスピーカを設置している。予備実験の結果、水平方向、垂直方向の各々に対して 10 通り程度の音量設定を用意し、定位位置の測定を行うこととした。また、被験者は 10 名であり、目隠しの状態で定位位置をタッチにより回答した。

定位位置の測定結果を Fig. 1 に示す。

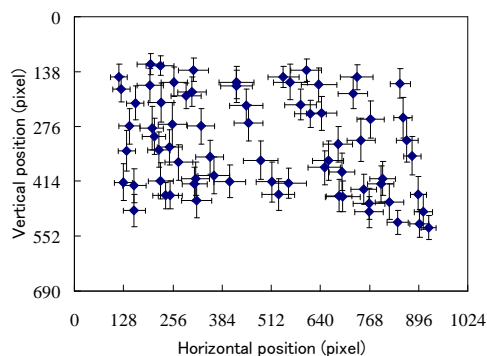


Fig. 1: Positions localized for each volume setting

ここで、横軸と縦軸は各々水平方向と垂直方向の定位位置をピクセルにより示している。また、各点は 72 通りの音量設定の各々に対して被験者 10 名が定位した位置の平均値である。エラーバーは 95%信頼区間である。Fig. 1 より、おおよそ画面上を網羅するように定位していることが確認できる。画面の端と下方への定位が少ないが、前者については、被験者が画面の枠に触れるのを避けようとしていること、後者については、そもそも下方に定位し難いということが原因と考えられる。

測定結果から構築したモデルの一部を Table 1 に示す。

Table 1: Model of the relationship between localized positions and volume settings

音量設定 (dB) 左上, 右上 左下, 右上	定位位置 (pixel) (水平方向, 垂直方向)	95%信頼区間幅 (pixel) (水平方向, 垂直方向)
50, 44 41, 35	(130,140)	(24,21)
50, 44 44, 38	(147,131)	(27,33)
50, 44 50, 47	(188,146)	(27,44)
...

* A study on sound image control method for supporting touch panel operation for sight-restricted people, by Shigeoyoshi Amano, Takeshi Yamada, and Shoji Makino (University of Tsukuba).

次に、水平方向の音量設定と定位位置の関係を Fig. 2、垂直方向の音量設定と定位位置の関係を Fig. 3 に示す。

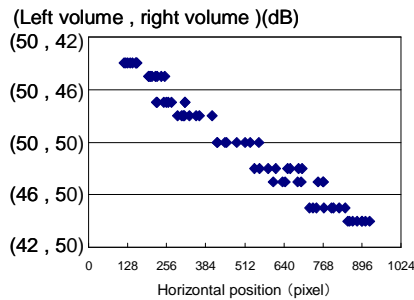


Fig. 2: Relationship between localized positions and horizontal volume settings

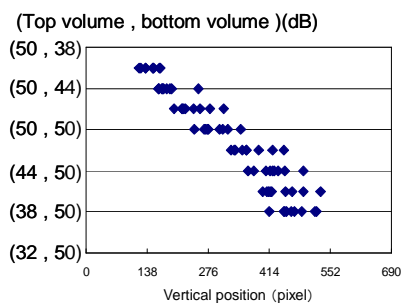


Fig. 3: Relationship between localized positions and vertical volume settings

Fig.2 において、同じ音量設定に対して複数の定位位置が存在しているが、これは垂直方向の音量設定が異なることによる。Fig. 2 より、水平方向の音量設定が同じでも、垂直方向の音量設定が異なると定位位置に違いが生じることが分かる。Fig.3 についても同様である。

2.2 音量設定の推定法

構築したモデルに基づいて、指定位置に定位させるためのスピーカ群の音量設定を推定する。まず、指定位置を中心に左上、右上、左下、右下の4つの領域に分け、構築したモデルの中から、各領域において指定位置までの距離が近い順に2つつつ定位位置を選択する。そして、選択した定位位置に対する音量設定を用いて、指定位置に対する音量設定を推定する。推定方法として、前節に示したような定位位置と音量設定の関係を近似式（直線、あるいは曲線）により推定するもの、各音量設定の重み付け和（重みは指定位置に近いほど強くする、以降はキュービック法と呼ぶ）により推定するものを試みた。

構築したモデルの中から定位位置の各々を指定位置としてその音量設定を推定し、実際の

音量設定との平均誤差を算出した結果、垂直方向の音量設定の推定には近似直線、水平方向の音量設定の推定にはキュービック法が適していた。

3 提案手法の有効性の検証

構築したモデルの中から10個の定位位置を指定位置とし、前節において選定した推定方法により音量設定を推定した。この推定した音量設定のもとで音像定位実験を実施した。ここで、被験者は2.1節の実験に参加した10名である。

実験結果を Fig.4 に示す。

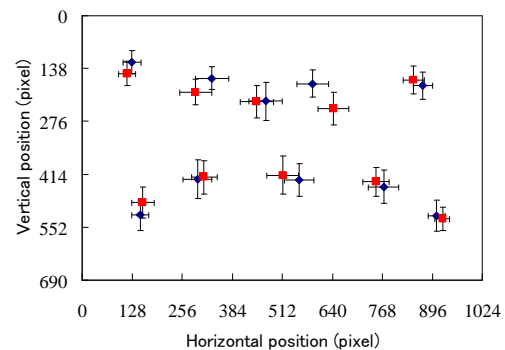


Fig. 4: Positions localized for each of estimated volume settings

ここで、青い点は指定位置（エラーバーはモデル中の95%信頼区間）、赤い点は被験者10名が定位した位置の平均値である（エラーバーは95%信頼区間）。青い点と赤い点の有意差の有無を2標本t検定により判定した結果、10個の指定位置の全てにおいて有意差がないことが分かった。よって、定位精度に対する提案手法の有効性が示された。

4 まとめ

本稿では、水平方向と垂直方向の両方のスピーカ群の音量設定と人間の定位位置の関係をモデル化し、それに基づいて指定位置に定位させるための音量設定を推定する手法を提案した。推定した音量設定のもとで音像定位実験を行った結果、定位精度に対する提案手法の有効性が示された。

参考文献

- [1] 木村ら, “タッチパネルのための音像定位インタフェースの検討,” 信学総大, A-19-8, Mar. 2009.
- [2] 小澤ら, “合成音像による位置表示が GUI におけるオブジェクト探索に及ぼす効果,” 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 6, pp. 1299-1310, June 2001.