

顔画像追跡とスピーカーアレイとの融合による対象人物追従型音響ビーム形成

- 「バーチャルメッセンジャー」あるいは「遠隔ひそひそ話」の実現 -

金森智彦、溝口 博、平岡和幸、重原孝臣、田中 勝、三島健稔

埼玉大学工学部

1. はじめに

本研究の目的は、実時間の顔画像処理技術とスピーカーアレイのいわゆるビームフォーミング技術とを融合することにより、離れたところにいる人の耳元で、あたかも仮想のメッセンジャーがささやきかけるような効果を実現することにある。これはいわば「遠隔ひそひそ話」とでも呼ぶべき効果である。しかも、たとえその人が動いてもそれに追従し、ささやき続けられるようにする。

著者らは、このアイデアに基づいて実際に稼働するシステムを構築し、その効果を聴感上からも実測値からも確認することができたので報告する。

2. 全体構成

Fig.1 にシステム全体のブロック図を示す。システムは顔画像処理部とスピーカーアレイ部とからなる。顔画像処理部は、視野中の顔画像を発見して座標を求め、それに基づいてシステムから顔までの距離を算出する。これを実時間で繰り返し顔を追跡する。

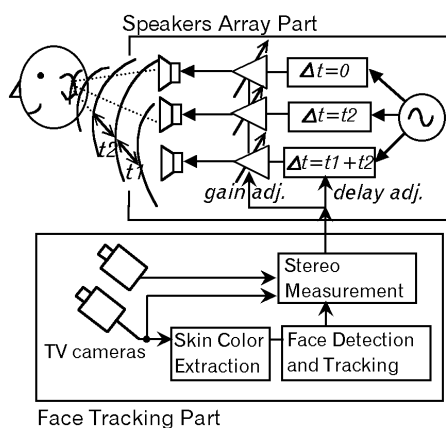


Fig. 1 Block Diagram of Virtual Messenger

一方、スピーカーアレイ部では、図中右上方にある信号源からの信号に対し、個々のスピーカー毎にそれぞれ異なる量の振幅と遅延時間を付加して各スピー

ーカーに供給する。スピーカーから出た音は、聴く位置までの距離に応じて振幅の減衰と位相のずれが生じる。よって、対象とする人の耳元の位置でちょうど各スピーカーからの音の振幅と位相とが揃うよう、増幅度と付加遅延時間を調整してやれば、「耳元でささやく」効果が実現できる。

3. 顔画像の発見・追跡

実現したシステムの顔画像処理部には、著者らが開発中の、大きさ・輝度変動に頑健な顔発見システム [1] を用いた。これは相関演算ベースのパターンマッチングと、多重解像度、輝度値ヒストグラム平坦化等を組み合わせることにより、発見可能な顔の大きさのダイナミックレンジが 7:1、輝度変化のそれが 8:1 という頑健性を達成したものである。

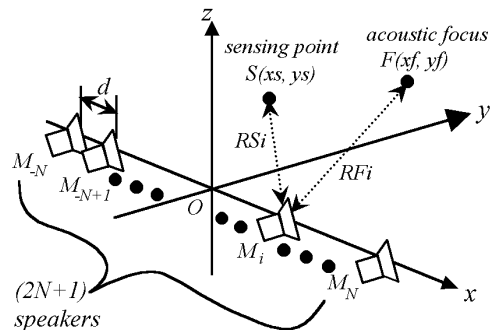


Fig. 2 Coordinate System of Speaker Array

4. スピーカーアレイを用いた音響ビーム形成

Fig.2 に座標系を示す。スピーカーアレイは x 軸上等間隔で一列に並んでいるものとする。図中の F 点を、上記した耳元の座標であるとする。すなわち、各スピーカーから出た音の振幅と位相とが丁度揃う位置である。これを「音響焦点」と呼ぶ。音響焦点から i 番目のスピーカーまでの距離を RF_i と記し、 RF_i の最大値、すなわち音響焦点から一番遠いスピーカーまでの距離を RF_{max} と記す。音速を v とすると、各ス

ピーカーに付加すべき遅延時間は $(RF_{max} - RF_i)/v$ 、振幅は RF_i / RF_{max} である。ただし、振幅は音響焦点から一番遠いスピーカーを 1.0 とした場合の相対振幅である。

この条件でシミュレーションを行い、音圧の空間分布を求めた結果を Fig. 3 に示す。スピーカーは図下方の x 軸上に並んでいる。スピーカー列から音響焦点にかけて、高い音圧分布がビーム状に伸びていることが見てとれる。これが、いわゆる(音響)ビームフォーミングと呼ばれる効果である。

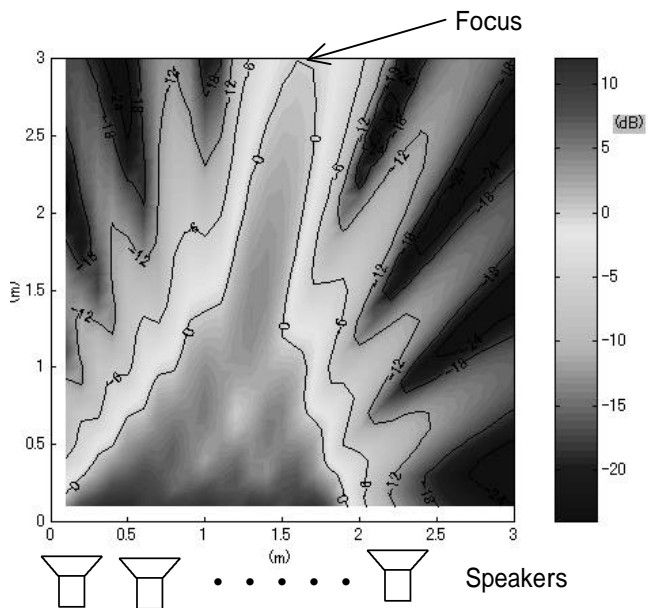


Fig. 3 Simulation Result of Speaker Array

5. デモシステムの構築と動作実験

構築したデモシステムの外観を Fig. 4 に示す。スピーカーは 16 個、サンプリング周波数は 22.05KHz である。上記した顔画像処理もスピーカーアレイ信号処理も、いずれも DSP や専用ハード等は用いず、汎用 PC のソフトウェア処理のみで実現している。これは、多チャンネル同時サンプリング D/A 変換ボードと実時間 OS の導入により実現可能となった。

Fig. 5 に、本システムを用いて実測した音圧分布を示す。上記シミュレーション結果と良く似た分布となっている。スピーカー列から音響焦点に向かい、明瞭に音響ビーム形成ができていることがわかる。このことは聴感上も確認できた。設定した音響焦点付近で、

x 軸に平行に歩いてみると、音響焦点付近でのみ明瞭に音声聴取できた。

6. おわりに

顔画像処理とスピーカーアレイとを融合することにより、離れたところにいる人の耳元でささやきかける効果が実現できることを示すと共に、著者らが構築した実際に稼働するシステムについて報告した。その効果は聴感上からも実測値からも確認できた。

参考文献

- [1] K. Hidai, et al., "Robust Face Detection Against Brightness Fluctuation and Size Variation," Proc. of IROS2000, pp.1379-1384, Nov. 1-3, 2000.

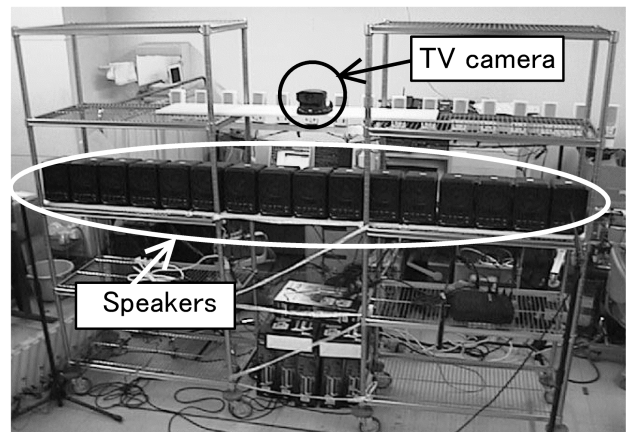


Fig. 4 Outlook of Implemented System

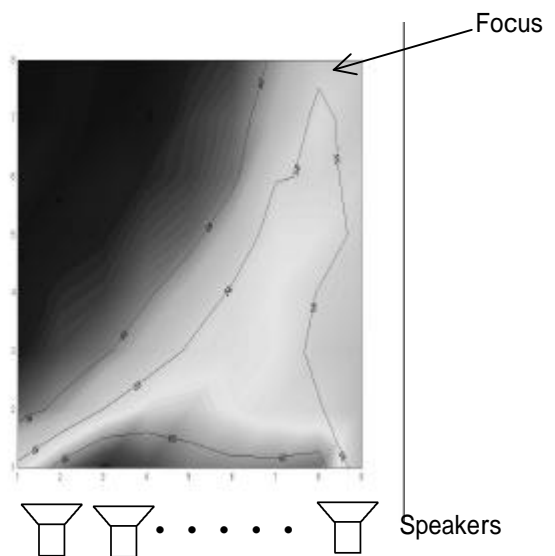


Fig. 5 Result of Actual Measurement