

直交3軸スピーカーアレイによる音場の3次元制御（人を魅する）

研究担当者：溝口 博（東京理科大学）

研究代表者：溝口 博（東京理科大学・理工学部）[公募研究]

研究期間：平成16～17年度

研究成果概要

本研究課題の目的は、対象とする人の周りでのみ局所的に音のやりとりができる、新しい自然な非束縛型ヒューマンインタフェースを実現することにある。この一環として、対象とする人の頭部周辺に「スポット状」の高音圧領域を作り出し、いわば「耳元で語りかける」効果の実現を目指している。具体的に、平成15年度は、スピーカー128台を正方形状に配置した大規模スピーカーアレイを構築し、スポット状の高音圧領域（サウンドスポット）を複数箇所同時に形成することに成功した。すなわち同時に複数の人の耳元でささやくことを可能とした。ただし、これは高さ方向の制御ができず、座っていても立っていても、背が高い人も低い人も同じ内容が聞こえるものであった。Fig. 1に図示するように、高さ方向の制御が可能になれば、応用範囲が拡大し、有用性が一層高まる期待できる。そこで、平成16年度は、スピーカーアレイを直交3軸に拡張し、音場の3次元制御を可能として、サウンドスポットの高さ方向制御に成功した。

Fig. 2に構築した直交3軸スピーカーアレイの外観を示す。スピーカは各軸に32個ずつの計96個並べている。各軸ともスピーカ間隔は70mmである。直交3軸スピーカーアレイの構築と並行して、平成16年度にはシミュレータの3次元拡張も行い、これまでは2次元的な音圧分布しか得られなかったものを、3次元的な音圧分布が得られるように機能強化した。また音圧分布の実測値についても、3次元の分布の表示ができるようにした。

比較の意味で、まず、直交2軸スピーカーアレイによる音圧分布のシミュレーション結果をFig. 3に、実測値をFig. 4に示す。スピーカ数は各軸に32個、スピーカ間隔は70mmとし、音源に1000Hzのsin波をおいた。シミュレーション結果からも実測値からも、焦点付近に円柱状の高音圧領域が形成されていることが確認できる。この2軸アレイでは、円柱位置の2次元の制御ができるだけで、高さ方向を含めた3次元の制御はできない。一方、直交3軸スピーカーアレイによる音圧分布は、シミュレーション結果がFig. 5、実測値がFig. 6となり、球状の高音圧領域が形成されていることが判る。焦点位置は高さ方向にも可変であって、サウンドスポットの高さ方向制御ができることが確認できた。また、この効果は、聴感上でも確認できた。

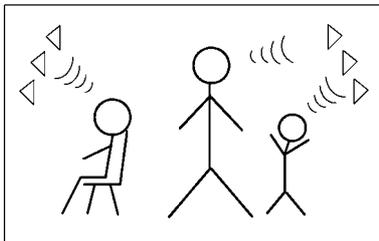


Fig. 1 サウンドスポットの高さ制御の必要性

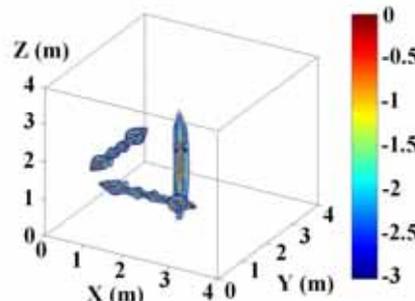


Fig. 3 直交2軸スピーカーアレイ音圧分布シミュレーション結果

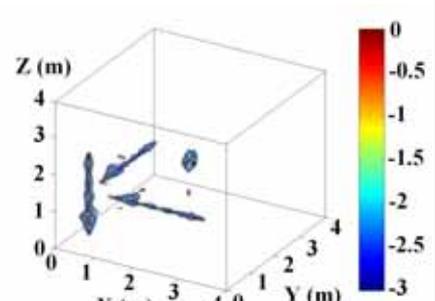


Fig. 5 直交3軸スピーカーアレイ音圧分布シミュレーション結果



Fig. 2 構築した直交3軸スピーカーアレイ

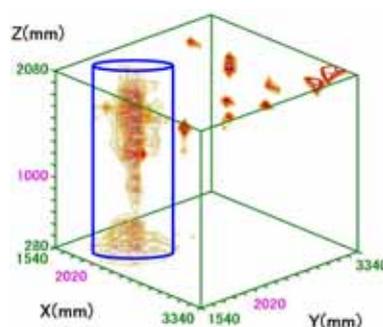


Fig. 4 直交2軸スピーカーアレイ音圧分布実測値

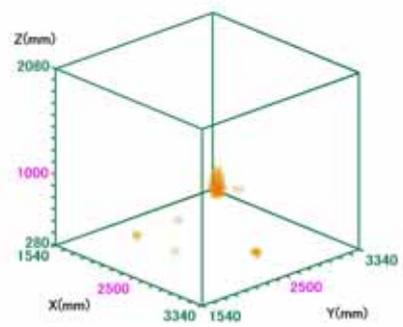


Fig. 6 直交3軸スピーカーアレイ音圧分布実測値

論文発表等

1. K. Sakaya, H. Mizoguchi, T. Toba, and S. Kagami: 3D Sound Spot Forming by Multi Axis Speaker Array for Environmental Robot, Proc. of IEEE/ASME AIM2005, pp. 170-175, 2005.
2. H. Mizoguchi, K. Sakaya, et al.: 3D Sound Field Generation by Orthogonal Three Lines Speaker Array for Man-Machine Symbiotic Systems, Proc. of 2nd IWMMSS, pp.429-439, 2004.
3. (特許)溝口 博, 加賀美聡: 音響システム, 特願 2004-190090, 2004年6月28日出願.