

## 論文の内容の要旨

論文題目     **Dynamic Acoustic Manipulation of Macroscopic Objects and Its Applications**

(空中超音波による巨視的物体の動的3次元制御技術とその応用)

氏     名     古本 拓朗

本研究は、空中超音波を用いて波長よりも十分大きな球体の3次元位置をメートルオーダースケールで非接触に制御する手法を提案・実証し、さらにその応用例を示すものである。

これまでも空中超音波を用いて物体の3次元位置を制御する方法は数多く提案されてきたが、その殆どが半波長よりも十分小さな物体を対象としており、ワークスペースはアクチュエータから数cmから数十cmの範囲であった。提案手法は直径20cm程度の球体をメートルオーダーの高度で位置制御する手段を提供する。音場の生成には空中超音波フェイズドアレイを使用しており、フェイズドアレイの配置面積を拡大することで水平方向の移動範囲を自由に拡大することが可能である。

本研究では巨視的物体の3次元位置安定を実現するために、音場のセンサ・フィードバック制御を導入する。センサで取得した物体位置をリアルタイム空中超音波にフェイズドアレイの駆動位相・振幅に反映して音場を更新する。空間中に分散配置された空中超音波フェイズドアレイから物体に向けて焦点ビームもしくは平面波ビームを放射し、それらの出力を音響放射力モデルに基づいて適切に調節することで、放射力と重力をバランスし物体に所望の力を与える。

また、本研究では提案技術の応用例として浮遊型ディスプレイを提案し、その実証を行っている。ヘリウムを封入したバルーンを天井に配置されたAUPAで制御し、その表面にプロジェクタで映像を投影することで空中の任意の位置に映像を提示する。本手法は、飛行および映像提示のための電力がすべて環境から供給されているため、搭載バッテリー容量による電力制限を受けず、長時間の運用が可能である。この性質は3次元拡張現実において、遠隔会議のためのアバター、パブリックアート、アイコンなどの長時間存在し続ける必要のあるコンテンツを提示する際に役に立つと思われる。