

空中映像との多方向触覚インタラクションシステムの開発

熊本大学 ○渡邊雅之 星貴之 鳥越一平

Development of Multi-directional Tactile Interaction System with Midair Images

Masayuki Watanabe, Takayuki Hoshi, and Ippei Torigoe
Kumamoto University

Abstract: This paper proposes an interaction system with midair images. It provides multi-directional tactile feedback in midair by utilizing ultrasound. The position and orientation of the user's hand are sensed with two infrared LEDs (markers) and two infrared cameras.

1. はじめに

今年、家庭用3Dテレビが発売されて人々の注目を集めている。また、裸眼で3D/空中映像を見ることのできる技術も開発されている。その流れに伴い、目の前に浮かんでいる映像に手で触ってインタラクションするシステムが発表されるようになってきた[1][2][3][4]。文献[2],[3]では指に小型デバイスを装着することで触覚を提示している。一方、文献[4]では非接触で触覚を提示している。これは超音波の進行方向に生じる力を利用したものである。ただし触覚提示デバイス一台を用いていたため、力の向きも一方向のみであった。

本研究の狙いは、多方向の力を提示することで文献[4]のインタラクションシステムを発展させることである。これによって操作感やリアリティの向上が期待できる。

2. システム構成

本システムは、ユーザの手の位置を計測し、空中映像を手で触れたときに、それに応じて映像を変化させ、同時に触覚を提示する (Fig.1)。今回は右手に上向きと右向きの力を与えることを考え、触覚ディスプレイをL字型に配置する。以下では要素技術について説明する。

2.1 空中超音波触覚ディスプレイ

空中超音波触覚ディスプレイは、超音波の音響放射圧を利用して空中に触覚を提示する。音響放射圧は、超音波の伝播が物体によって遮られる時に物体の表面

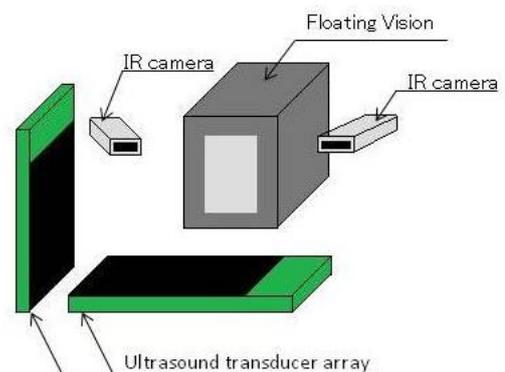


Fig.1 Setup of interaction system.

に生じ、その圧力 P [Pa] は式 (1) のようにならわされる。

$$P = \alpha \frac{p^2}{\rho c^2} \quad (1)$$

ここで α は物体表面における超音波の反射特性によって定まる定数 (全反射のとき $\alpha = 2$)。 p [Pa] は音圧、 ρ [kg/m³] は媒質の密度、 c [m/s] は媒質中での音速である。超音波の空間分布を制御することにより、空間中の圧力分布の制御が可能である。これまでに数百個の超音波振動子を用いて、空気中において数 gf 程度の力を発生できることが確認されている。

装置は、文献[5]で用いたものと同様のものを用いる。超音波振動子アレイ (Fig.2) は短冊形 (幅10cm, 高さ29cm) で、空中超音波送信用振動子 (日本セラミック株式会社製, 共振周波数 40kHz, 直径1cm) 192個を $10 \times 20 \text{cm}^2$ の領域内に配

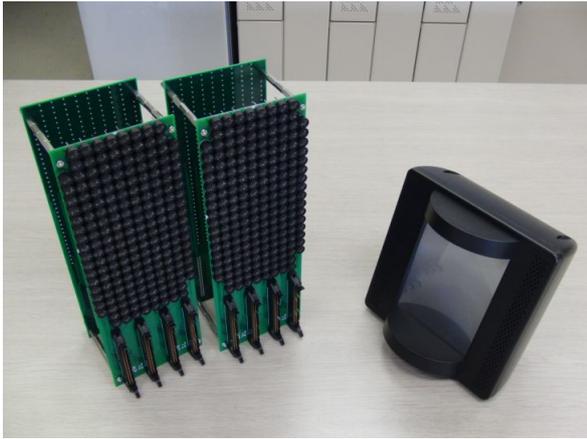


Fig. 2 Ultrasound transducer arrays and Floating Vision.

列したものである．今回はこのアレイを上向きと右向きにそれぞれ1枚ずつ配置する．

2.2 空中映像ディスプレイ

空中映像ディスプレイにはフローティングビジョン[6]（パイオニア株式会社）を用いる（Fig. 2）．これは液晶ディスプレイと凸レンズを多数配置したマイクロレンズアレイを利用することで画面から約4cm～5cm離れた位置に映像が浮いているように見せる装置である．

2.3 ハンドトラッキング

手の位置と向きを計測するために，人差し指と薬指にそれぞれ赤外線LEDを装着し（Fig. 3），交互に点灯して赤外線カメラ（Wiiリモコン、任天堂）により計測する．時分割で取得された二つのマーカーの位置から、手の位置と向きを知ることができる．

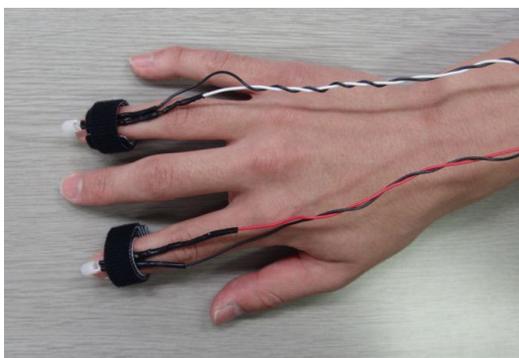


Fig. 3 LED markers attached on hand.

3. おわりに

本論文では，空中映像ディスプレイと空中超音波触覚ディスプレイを用いたインタラクションシステムを提案した．空中映像にユーザが触れたとき、手の向きに応じた触覚を非接触でフィードバックすることができる．今後，実装を進めていく予定である．

今回は手に位置計測用のマーカーを直接装着した．手の計測も非拘束でおこなうことは今後の課題である．また将来的には下向きと左向きの力も提示することで全周囲から触覚フィードバックを受けることのできるシステムを構築する．

謝辞

本研究は日本学術振興会・科学研究費補助金・研究活動スタート支援（研究課題番号：21800039）の助成を受けたものである．

参考文献

- [1] フローティングタッチディスプレイ, <http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h21/090415/090415-3.html>.
- [2] i³Space, http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2010/pr20100825/pr20100825.html.
- [3] RePro3D, <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20101012/index.html>.
- [4] T. Hoshi, M. Takahashi, K. Nakatsuma, and H. Shinoda: Touchable Holography, Proc. SIGGRAPH 2009, E-Tech, article no. 23, 2009.
- [5] 星貴之: 触覚フィードバックのある空中入力システムの開発, Proc. SICE SI部門講演会, 発表予定, 2010.
- [6] フローティングビジョン, http://pioneer.jp/fv/fv_01/.