

# RealSound Interaction: 現実世界の音イベント検出を 利用した複合現実空間との対話デバイス

大槻麻衣<sup>†</sup> 木村朝子<sup>†‡</sup> 西浦敬信<sup>†</sup> 柴田史久<sup>†</sup> 田村秀行<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>立命館大学大学院理工学研究科 <sup>‡</sup>科学技術振興機構さきがけプログラム

## 1. はじめに

近年、現実と仮想をリアルタイムで継ぎ目無く融合する、複合現実感 (Mixed Reality; MR) 技術の発展が目覚ましい。しかし、大多数の研究は視覚面での融合を取り扱ったものであり、聴覚面での融合に関してはほとんど着手されていない。そこで、我々は視覚・聴覚の両方で現実空間と仮想空間を融合する MR システムの開発を進めており、本稿では現実空間で意図的に発した音イベントを MR 空間への入力とする新たな用法について述べる。

VR 分野で単一のマイクロホンを使って音イベントを入力とする従来研究として、Mihara ら[1]の音声コマンドに加えて非言語を併用し、2次元ディスプレイ上のカーソル操作を行うシステムが挙げられる。しかしこの研究では、音の ON/OFF およびパターンを入力として利用することとどまっている。本研究では音響分野で用いられるマイクロホンアレーを利用し、音イベントの方向、位置も MR 空間への入力として利用する。

## 2. システム構成

本研究では、図1のマイクロホンアレーを用いて、現実世界で発した音の方向と位置を検出し、これを MR 空間へのイベント入力とするシステムを構築した(図2)。音響分野では主にマイクロホンアレーは据置型で利用されてきたが、小規模直線型マイクロホンアレーでは、側面方向の分解能が正面方向に比べて荒くなる、正面方向の限られた範囲でしか推定できないという2つの欠点があった。そこで従来の据置型(図1左)に加え、マイクロホンアレーをHMDに取り付け、ウェアラブル型(図1右)にすることによって、ユーザが自由に動かせるようにした。これにより、常に分解能の高い正面方向かつ(HMDに取り付けた磁気センサの有効範囲が許す限りで)音源の近くで音を捉えることができるため、安定した推定を行える。

本研究では、装着の容易な小規模直線型マイクロホンアレーを利用し、CSP法[2]によって音源方向推定を行う。位置推定は、2台のマイクロホンアレーを利用し、各マイクロホンアレーの位置姿勢と音源方向推定結果より算出する。



図1 マイクロホンアレーの外観  
(左:据置型, 右:ウェアラブル型)

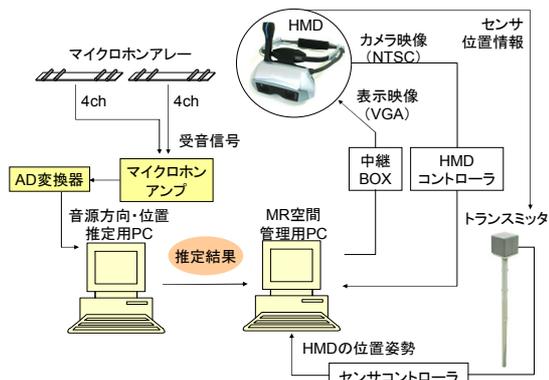


図2 システム構成図

## 3. 音イベントを利用した対話デバイスの実現

### 3.1. 方向推定の利用: メニュー選択

まず、ユーザが発する音イベントを検出し、その方向によってメニュー選択を行うインタフェースを実現した。ここで、メニュー項目は現実空間にCGオブジェクトとして離散的に描画され、ユーザはメニュー内容を視認し、選択したい項目に向けて音イベントを発生させる(図3, 4)。音源としてはまず、両手を強くたたき「拍手」を採用した。何も特別な物を必要とせず、簡便かつ直感的に利用できるという点で、「拍手」は最も優れた音刺激である。楽器やその他の器具で音を発生する場合には、安定性と使いやすさの観点から、

- 点音源である (正確な方向推定を行うため)
- 鳴らしやすい
- ユーザが意図している時だけ音が出せる

を満足していることが望ましい。この条件を満足する音源として、「カスタネット」と「ブザー」も利用可能

としている。実装の結果、音イベントはそれ自身が入力に対する聴覚フィードバックの役割を果たすこと、メニュー選択という段階的な入力に対して安定して利用できることがわかった。

### 3.2. 方向推定の利用：移動するオブジェクトの選択

次に、音イベントを任意方向かつ無段階（離散的でない）の方向選択・方向指示インターフェースへと発展させた。ユーザが任意方向に向けて発生させた音源の方向推定を行い、その方向にCGオブジェクトを出現させるといった利用方法を想定し、これを実現した。

事例として、空中を飛んでいるCGの鳥に対して、その方向に音イベントを発生させることで、その鳥が体験者の手元に飛来するというインタラクションを実装した（図5）。これより、無段階的な入力にも利用できることがわかった。加えて、音源にバードコール<sup>1</sup>を用いることで、音イベントに直感的な意味づけを行うことにも成功した。

### 3.3. 位置推定の利用

また、音源位置推定結果の利用法として、音源位置にCGオブジェクトを出現させる用途が考えられる。

図6に音源（拍手）の位置推定を行い、推定された水平位置、目の高さにCGオブジェクトを重畳描画している様子を示す。また、図7は、位置推定結果をMR空間への入力として利用し親アヒル（スピーカー付の

実物体）の鳴き声の位置を推定し、子アヒル（CGオブジェクト）がその位置に寄り集まる様子である。

## 4. むすび

本研究は現実空間の音イベントをMR空間に反映させるインタラクティブデバイスの作成を行った。音イベントの入力には、マイクロホンアレーを用い、音イベントのON/OFFだけでなく、音源の方向や位置の情報もMR空間への入力として利用可能とした。そして、この機能を用いて実現した音イベントによる複合現実空間とのインタラクションを3例紹介した。本稿で提案する機能は必ずしもMRに限定して利用する必要はなく、広く一般のシステムの新しい対話デバイスとして活用されることも期待できる。

謝辞

本研究の一部は、科研費・基盤研究(A)「三感融合型複合現実空間の構成法に関する研究」による。

参考文献

- [1] Y. Mihara *et al.*: "The migratory cursor: Accurate speech-based cursor movement by moving multiple ghost cursors using non-verbal vocalization," Proc. of ACM ASSETS2005, pp.76-83, 2005.
- [2] M. Omologo *et al.*: "Acoustic event location using a crosspower-spectrum phased based technique," Proc. of IACASSP94, 1(2), pp.273-276, 1994.

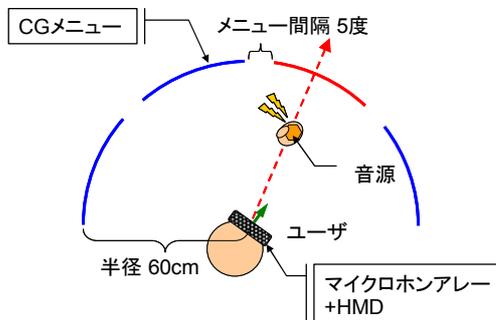


図3 メニューの提示

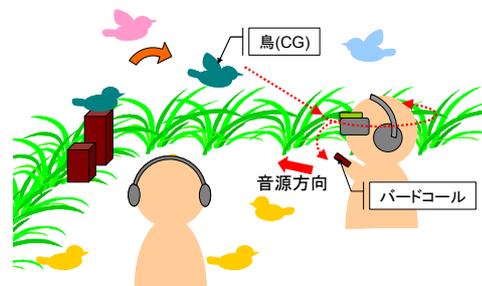


図5 音デバイスによる方向指示



図4 音入力によるスイッチの選択

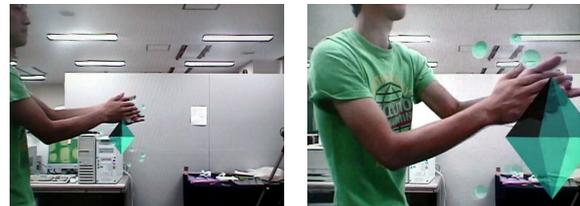


図6 音源位置にCGオブジェクトを重畳描画

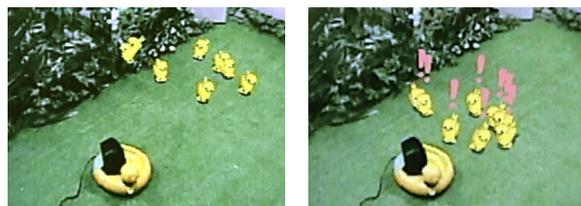


図7 音源（スピーカー）に集まる鳥（CG）

<sup>1</sup> バードコール：鳥のさえずりに似た音を発生させる道具。バードウォッチングで使用される。