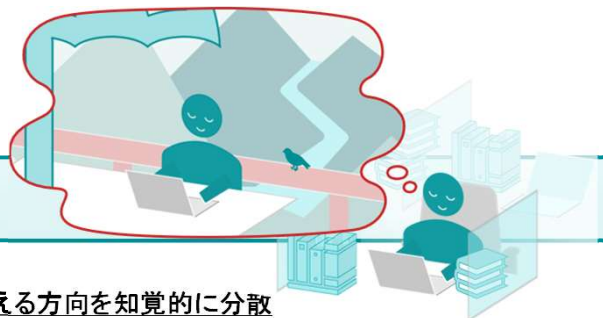


創造の拠点を知覚から再設計する時代

- ▶ オフィスやテレワーク空間などの、創造の拠点となる空間の音環境作りに配慮する企業が増加

既存技術

- ▶ 自然音の流れる空間を設計し、集中・イノベーション創生を支援
- ▶ 空間特性に合わせて複数スピーカを設置

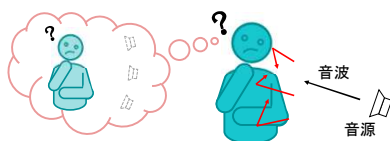


? 任意の音空間を再現するには

頭部伝達関数(HRTF)を用いて音の聞こえる方向を知覚的に分散

✓ 頭部伝達関数(HRTF)

- ▶ 耳介形状を含む頭部に関する音波の伝達特性
- ▶ 個人ごとに音の聞こえる方向が変化
- ▶ 特に正中面における個人差が大



✓ 個人最適化(個人化)

- ▶ 個人の耳介や頭部形状に合うようにHRTFをカスタマイズすること

✓ 先行研究

- ▶ 個人化HRTFの手法提案・数値評価: **多い**
- ▶ 人間の聴取実験による性能評価: **少ない**
- ▶ 知覚判断を介在させた個人化設計: **少ない**

✓ 本研究

- ▶ HRTF巡回順序を組み合わせ最適化問題として定式化
- ▶ 人間の聴取実験による性能評価
- ▶ 知覚判断を介在させた探索構造設計

個人化HRTF選択システム



HRTFデータベースから実測データ取得

- ▶ 正中面上の半円においてのみ



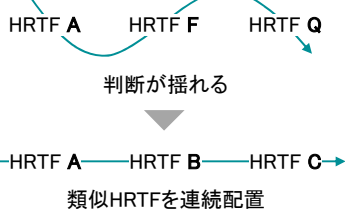
HRTFの階層的クラスタリング

- ▶ 角度ごとに3つのクラスタに分類



組み合わせ最適化でHRTFの巡回順序決定

- ▶ クラスタ内HRTFの最短経路問題を解く



ユーザは聴取を通して各クラスタのパラメータを調整したのちクラスタを1つ選択することにより個人化HRTFを得る

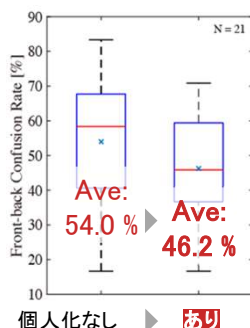
つながり

- ▶ 空間音響・仮想音像
- ▶ 音環境デザイン(集中・発想)
- ▶ 知覚評価
- ▶ 建築・空間設計
- ▶ UX/認知科学(感じ方)
- ▶ パーチャルリアリティ
- ▶ ヒューマンコンピュータインタラクション

探索手法を聴取実験で検証

個人化の有無に関するブラインドリスニングテスト結果

被験者数: N=21
目的音: 白色雑音

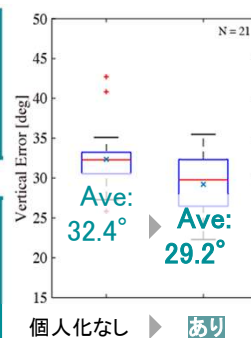


前後方向の誤知覚率: 改善あり

- ▶ 平均変化率: 14.4 % ($p = 0.023 < 0.05$)
- ▶ ただし個人化なし条件下における誤知覚率は先行研究より約3割大

高さ方向の角度誤差: 改善なし

- ▶ 高さ方向は相対的判断に基づく?
- ▶ HRTF変化の弁別閾が広範?



限界

- ▶ **性能**: 個人化前の初期前後誤知覚率が先行研究と比べ約3割大
- ▶ **設計**: 高さ方向の知覚改善は構造的に限定的
- ▶ **個人**: 実音像定位でも半数が誤知覚

示唆

- ▶ **性能**: 知覚判断の基準となる音刺激設計の再検討
- ▶ **設計**: 探索構造・提示順序を含むシステム全体の再設計
- ▶ **個人**: 知覚特性に応じた適応的探索・評価の必要性

信号処理で音空間を自分仕様に