



山梨大学工学域 電気電子情報工学系 コンピュータ理工学コース 小澤 賢司

【今後の展開 商品イメージ応用できる分野】

映像のフォーカスに合わせて、音のフォーカスを簡単な仕組みで実現する

研究背景・目的

◆同一方向にある音源の分離

- 超指向性マイクロホンでは困難
- 長いマイクロホンアレイ／高コストなアルゴリズムにより実現可能



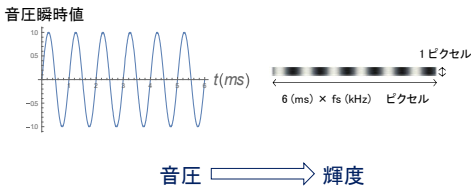
↓ 本研究の目的

- 短いマイクロホンアレイ (スマートフォンサイズ)／画像信号処理により実現

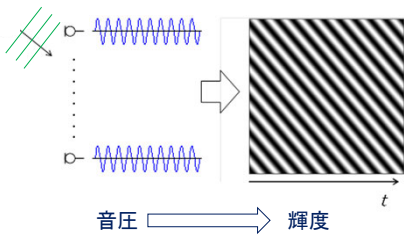


原理：時空間音圧分布画像

- マイクロホンの出力である、音圧の瞬時値の高低を輝度と対応付けした画像

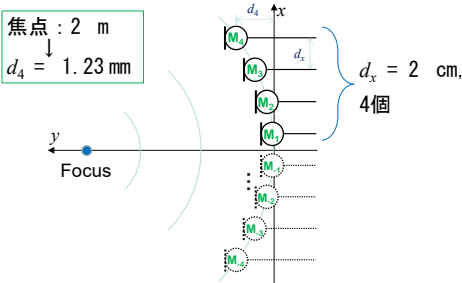


- マイクロホンを直線状に並べてアレイを構成し、上記の1ピクセル幅の画像を並置
 - 斜め方向から平面波が到来した場合 → マイクロホンの到達時刻が異なる → 時空間音圧分布画像は「斜め縞」



- 周方向の音源分離
 - 到来角度により縞模様の角度が異なる → この性質を利用して分離可能

距離が異なる音源を分離するための円弧状にマイクロホンを配置



- 図の説明は右上に記載

- 音源から球面波が到来すると仮定

- 左下図の説明

- スマートフォンサイズ = マイクロホン4個
 - ◆ y 軸対称の位置に仮想的に4個を配置 (出力は、実マイクロホンのコピー)
 - ◆ 実際には直線状に配置し、位相回転により等価的な円弧状配置 (フェーズドアレイ)

時空間音圧分布と2次元スペクトル

- 時空間音圧分布画像 → (2次元フーリエ変換) → 2次元スペクトル

音源距離	時空間音圧分布画像	2次元振幅スペクトル
4 m		
2 m (焦点)		
1 cm		

【重要】焦点位置にある音源については、時空間音圧分布画像が縦縞

→ 2次元振幅スペクトルは「縦方向の直流成分」に局在

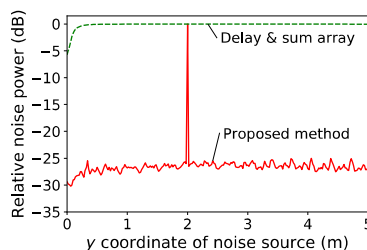
- ◆ 同時に存在する妨害音のスペクトルは広がり、縦方向の直流成分にも漏れ出し

→ この漏れ出した直流成分の値を推定して、引き去れば目的音のみを抽出可能！

(事例1) 縦方向の直流成分の推定に基づく雑音抑圧 (2音源の分離)

- 条件 = スマートフォンサイズのアレイで音声帯域
 - f_s : 16 kHz (ナイキスト f : 8 kHz → 波長: 4.25 cm)
- 音源距離 (妨害音源は1個に限定)
 - 2 m から目的音 (音声/a)
 - y m から妨害音 (白色雑音)

- ◆ 下図のとおり、雑音低減量は遅延和アレイ (従来法) に比べて格段に向上

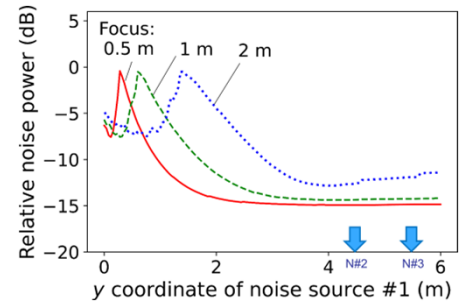


(事例2) 連立方程式の求解による4音源の分離

- 目的音だけでなく、4音源を分離可能
 - 4音源のスペクトルに関する連立方程式
- 4つの音源を、アレイから 1 m, 2 m, 3 m, 4 m にそれぞれ置いた場合に、分離された音を「本交流事業のホームページ」に掲載したビデオで試聴可

(事例3) 目的音以外の一括消去

- 接話マイクロホンとしても利用可能
 - 音源までの距離が 4 m 以上になると、2次元スペクトルはほぼ変化なし (平面波に近似されるので)
- 複数雑音源が存在しても「全てが 4 m の位置にあると仮定」して一括消去が可能
 - ◆ 下図は雑音#1を移動させ、雑音#2 (4.5 m)、雑音#3 (5.5 m) は固定して、一括消去した場合の雑音パワーの減衰状況
 - ◆ 目的音の位置 (Focus) が近いほど、#1の位置の広い範囲で一括消去が可能



まとめ

- 時空間音圧分布画像を用いることで、簡単な処理により目的音のみを抽出可能 → 次世代SNSは...
 - Instagram・YouTube のような映像メディア
 - 狙った映像に音がついてくる → 狙った音に映像がついてくる

特許情報

- 特6758589, 音源分離装置、及び音源分離方法 (令和2年9月4日)
- 特7286896, 音源分離システム、音源位置推定システム、音源分離方法および音源分離プログラム (令和5年5月29日)
- 米国特許 US 11,317,200 B2, Sound source separation system, sound source position estimation system, Sound source separation method, and Sound source separation program (2022/4/26)