

2-1-1

2-1-1 仮想音源サンプリングによるスタジオ音響のアーカイブと活用

Archiving and application of studio acoustics through the sampling of their virtual sound sources.

○中原雅考(オンフューチャー/ソナ), △田中誠記(音響ハウス), △山崎淳(レスター)

- ◆多くのアーティストに愛されてきたスタジオ (Fig.1 音響ハウス) の空間音響特性をアーカイブするために、2種類のレコーディングブースにて音響インテンシティ測定を実施し、13種類の仮想音源群を抽出した。
- ◆アーカイブした仮想音源情報をもとにスタジオの響きを再現するプラグインを開発し、アーカイブデータを活かした情報として音響コンテンツ制作に活用できるようにした。



Fig.1: The ONKIO HAUS recording booths, whose acoustics were archived by sampling their virtual sound sources. The archived data were implemented into the ONKIO Acoustics plug-in.

2-1-3

2-1-3 音響ホログラフィを用いた、文化財の音の空間放射特性のアーカイブ

Archiving the spatial radiation characteristics of cultural heritage by using the acoustical holography

○曹 浣豪, △In-Jee Jung (KRISS)

- ◆本研究では音源の再構築に使われる音響ホログラフィ方法を音源の空間放射特性を保存する方法を提案した。
- ◆その方法を用いて、韓国の国宝である聖徳大王神鐘の音を空間的な放射特性を記録し、音場の再現を行なった。
- ◆この例では、提案して方法を使用して構築されたモデルを通じて、鐘の音が持つ時・空間的特徴が精度良く再現できる事を確認した。



Fig.1: Sacred Bell of Great King Seongdeok and the measurement setup for archiving

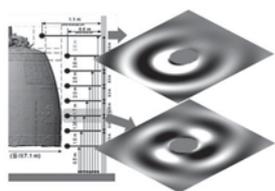


Fig.2: Example of the reconstructed sound field based on the acoustic model

2-1-2

2-1-2 3D オーディオを用いた音響空間のアーカイブ化の取り組みとその応用例

Archiving acoustic spaces using 3D audio and examples of its applications

○亀川徹

- ◆現実空間と同じように自由に動き回れる「6DoF (6 degree of freedom)」によって音響空間をアーカイブしておくことで、新しい音楽や演奏を体験することが可能となる。
- ◆6DoFに対応できる音楽のアーカイブ化を目指す本学での取り組み例として、ゲーム制作用のツールである Unreal Engine と Wwise を用いて奏楽堂の3D映像と立体音響を組み合わせたコンテンツの例を紹介した。
- ◆6DoFによる音響空間のアーカイブ化の実現に向けて以下の課題が挙げられる。
 - 仮想音源分布から任意の音源・聴取位置でのインパルス応答を生成する手法の確立
 - 音源の指向性(放射特性)のアーカイブ化
 - 音場合成された空間内での演奏を可能とするハウリング抑制手法

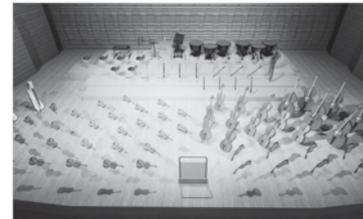


Fig.1: An example of a 6DoF viewing experience using 3D video and 3D audio (ResonoRemake -Sogakudo-)

2-1-4

2-1-4 Reconstructing Heritage Sound: Integrating 6DoF Auralization and Psychoacoustical Evaluation of Cultural Significance

○Kim Sungyoung, Sato Rai, △Oh Kyung Taek, △Kim Sungjoon, △Koh Poosung (KAIST)

Sound shapes the identity of heritage sites, yet the definition of "good acoustics" varies by culture. Western worship often seeks transcendence through reverberation, while Eastern traditions emphasize articulate acoustics for inward cultivation.

Method: We developed a hybrid 6DoF auralization platform integrating LiDAR-derived visuals and High-Order Ambisonics. The platform enables users to experience a real-time cross-comparison between Daegwangbojeon Hall (Korea) and St. Paul's Church (UK), highlighting their contrasting acoustic signatures.

Key Finding: The resulting reconstruction successfully reproduces these distinct atmospheres, intimacy versus grandeur, demonstrating how physical room acoustics support divergent religious practices and validating the system's role in preserving intangible sound heritage.



Fig.1: Reconstructed environments in the 6DoF platform. Daegwangbojeon Hall (left top), St. Paul's Church (left bottom), and VR experience (right)

2-1-5

2-1-5 The Past Has Ears at Notre-Dame - Research and public outreach using virtual reconstructions

○ Brian Katz [ブライアン・カツ] (CNRS, Sorbonne University)

The 2019 fire at Notre-Dame de Paris triggered renewed scientific interest in the cathedral's acoustics. The aim is to understand how sound behaves in this space, how it evolved over time, and how it supports musical practice. The French research project "The Past Has Ears at Notre-Dame" (PHEND) developed a digital acoustic twin of the cathedral, allowing simulation and auralization of different historical states, linking architectural and archival evidence to measurable room-acoustic parameters. Mainly a research project, we also emphasized dissemination. Several productions were made, enabling non-specialists to experience key results directly.

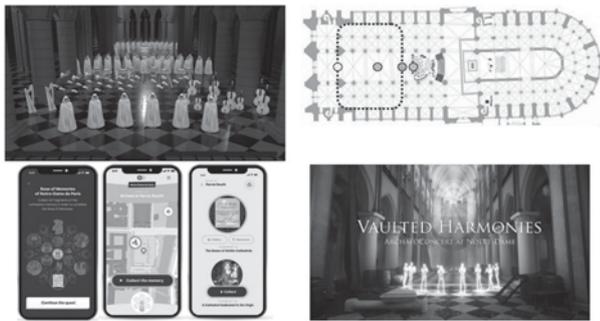


Fig. 1: Graphics from several productions: (upper row) Ghost Orchestra & La Vierge 2020, (lower row) Notre-Dame Whispers & Vaulted Harmonies.

2-1-6

2-1-6 XACLE Challenge 2026: 環境音とテキストにおける主観的意味関連性の自動評価に向けた国際コンペティション

XACLE Challenge 2026: An international competition toward automatic evaluation of subjective semantic alignment between environmental sounds and texts

◎岡本 悠希(東大院), 滝沢 力(京産大院), 岸 秀(慶大), 金森 勇介(東大院), 砺波 紀之(NEC), 永瀬 亮太郎(立命館大), 高道 慎之介(慶大/東大), 井本 桂右(京都大学)

◆環境音とテキストの主観的意味関連性を自動評価するコンペを実施

✓ 目的: 人間が評価した環境音とテキストの意味関連性スコアと強く相関する自動評価モデルの構築

◆参加した16/18チームがベースラインモデルを超える性能を達成

✓ 上位3チームはベースラインモデルと比較してSRCCで0.3近く改善



2-1-7

2-1-7 Spatial Audio Captioning: 複数音源状況下における空間情報を伴う説明文の生成とその評価

Generation and Evaluation of Audio Captioning Incorporating Spatial Information in Multi-Sound-Source Environments

◎関健太郎(東大/慶大), 岡本悠希, 山岡洸瑛, 齋藤佑樹(東大) 高道慎之介(慶大/東大), 猿渡洋(東大)

- ◆ 複数音源状況の課題: 音源情報と空間情報の対応関係
 - > 文全体の意味の類似度を評価する手法では, 細かな対応関係の違いを捉えた評価が困難となる。

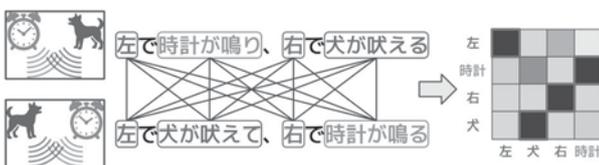


Fig. 1: BERTScoreによる評価の模式図.

- ◆ Spatial-CLAPによる評価: 対応関係を捉えた類似度評価
 - > 主成分分析を組み合わせることで, 「対応関係」「音源情報」「空間情報」の観点から評価を行う。
 - > 実際の生成キャプションに対しても有効な評価となることを示す。

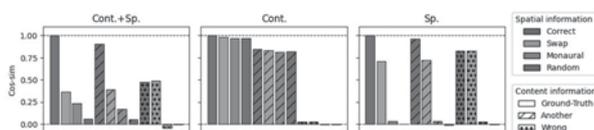


Fig. 2: Spatial-CLAPを用いた評価結果.

2-1-8

2-1-8 キャプションからの環境音生成における帰納的学習法を用いた推論高速化

Fast Environmental Sound Generation from Captions with Inductive Learning Methods

☆吉岡弘貴(東京理科大), 澤田隼(日本工業大), 大村英史, 桂田浩一(東京理科大)

キャプションから環境音を生成するText-to-Audio (TTA) 技術は, コンテンツ制作において重要な役割を果たすことが期待されている。近年のTTAでは, AudioLDMなどの潜在拡散モデル(LDM)を利用することで, 高品質な環境音生成を実現し, さらにCLAPのような対照学習を用いることで環境音とテキストのペアデータ無しに環境音を生成する手法が良好な性能を示している。しかし, 拡散モデルはガウス分布からデータを生成する過程において, 数百ステップに及ぶ反復的なノイズ除去を必要とするため, 実用上の大きなボトルネックとなっている。これを回避するためにステップ数を削減すると, 生成品質の低下や多様性の喪失(モード崩壊)を招くことが多く, 高速化と高品質化を同時に達成することは困難であった。

そこで本研究では, Inductive Moment Matching (IMM)を導入した高速なTTAフレームワークを提案する。IMMは, 反復的なノイズ除去に依存せず, 時間ステップ間の周辺分布のモーメントを整合させることで生成軌道を直接最適化する手法である。IMMで提案されているMaximum Mean Discrepancy (MMD) 損失関数を用いることで, 生成サンプル間の多様性を維持しつつ, 極めて少ないステップ数で高品質な音声生成を実現する。実験では主観評価および客観評価を用いた。その結果, 提案モデルは既存手法であるAudioLDMと比較して, 推論ステップ数を削減しながら, 生成品質および多様性の双方を向上させることを確認した。

2-1-9

2-1-9 半自動アノテーションに基づく
汎用視聴覚音響イベント物体定位・検出

Audio-visual sounding event object localization and detection

☆櫻井舜 (筑波大/産総研), 坂東宜昭 (産総研),
井本桂右 (京大/産総研), △大西正輝 (産総研)



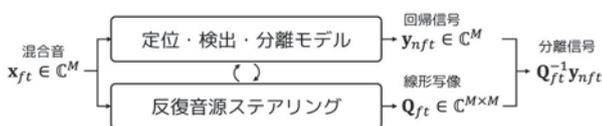
2-1-11

2-1-11 深層ブラインド音源分離に基づく
音響イベント定位・検出・分離

Universal Sound Event Localization, Detection, and Separation

◎坂東宜昭 (産総研), 野崎雄斗 (産総研), 櫻井舜 (産総研/筑波大),
西城耕平 (産総研/早大), 井本桂右 (京大/産総研)

- ◆目的: 汎用的な音響イベント定位・検出・分離モデルの構築
 - 多様なイベント種別と録音環境で動作する基盤モデルの構築
- ◆関連研究: 深層音源分離モデルに基づく定位・検出・分離
 - 観測信号の複素マスキングまたは音源信号の直接回帰
 - TAC 機構や注意機構によりチャンネル間の情報伝達を実現
 - ➔ チャンネル間での情報伝達によって空間情報を暗黙的に扱う
- ◆提案法: 反復音源ステアリング (ISS) を導入した深層分離モデル
 - 線形フィルタで写像された空間での音源信号の回帰
 - 深層モデルが回帰しやすい空間上での回帰問題を学習
 - ➔ 線形フィルタの更新・写像として空間情報を明示的に扱う
- ◆評価実験: FSD50K の音源信号を数値混合したデータセット
 - 1~5 個の音源 & 4~8 本のマイクロホンで学習
 - ISS を用いることで、難しい 4 or 5 音源の混合音の性能が改善
 - 推論時にチャンネルを増やすと更に改善 = 推論時スケーリング



2-1-10

asj2-1-10 音響区間検索のための
データセット構築

Dataset creation for audio moment retrieval

◎宗像北斗¹, 今村剛大^{1,2}, 小松達也¹ (LINE ヤフー, ²名古屋大院)

- ◆本研究では、CASTELLA と名付けた音響区間検索のための新たなデータセットを提案する。
- ◆CASTELLA は人手でアノテーションした大規模なデータセットであり、以下の三つの特徴を持つ。
 - 一分から五分の長い音響信号
 - 音響信号に含まれるイベントの説明文
 - イベントの発生区間を表すタイムスタンプ
- ◆データセットは以下のリンクにて公開している。
 - <https://h-munakata.github.io/CASTELLA-demo/>

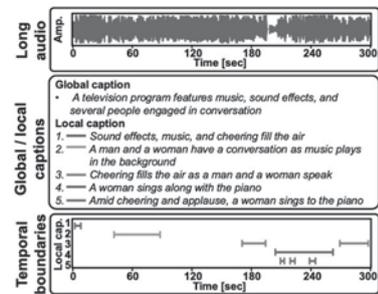


Fig. 1 A sample of CASTELLA.

2-1-12

2-1-12 イベント中心のシーン理解のための
音響イベント検出 Transformer の再考

Improving Sound Event Detection Transformer

◎朴潤花 (産総研), 櫻井舜 (産総研/筑波大), 坂東宜昭 (産総研),
井本桂右 (京大/産総研), △大西正輝 (産総研)

- ◆目的: 高性能なイベント単位での音響イベント検出器の構築
- ◆関連研究: 音響イベント検出 Transformer (SEDT)
 - イベント単位の表現をモデル化し、クラスと発生時刻を直接予測可能だが、検出性能に課題
 - ➔ 基盤となる物体検出 Transformer (DETR) に起因
- ◆提案法: SEDT のモデル構造と学習法を改良
 - DETR の最新手法 DINO に導入された拡張を SEDT に導入
 - AudioSet 学習時に生じるイベント単位型モデル特有の課題に対処
- ◆実験: Audioset を用いた検出性能の評価
 - モデル構造と学習戦略の改善が有効であることを確認

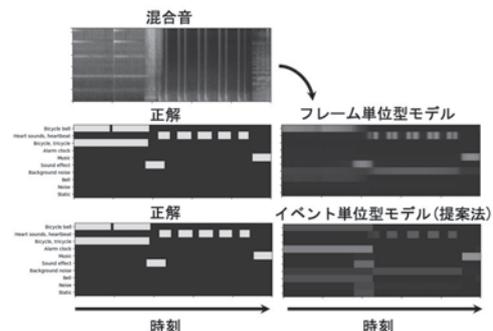


Fig.1: AudioSet (Evaluation) の音響信号に対する検出結果

2-1-13

2-1-13 類似性尺度を用いた 打音の異常検知ソフトウェア

Impact Sound Anomaly Detection Software using Acoustic Spectrum Similarity
○神内教博(), △植杉泰久(ship shape 合同会社)

- ◆【新しい類似性尺度 1次元GD】を用いた異常音の検知ソフトウェア (Geometric Distance : GD)
- ◆コンクリートの劣化診断を行う打音の異常検知 (衝撃音)
- ◆機械の異常を判定する機械音の異常検知 (定常音)
- ◆学習音と監視音の2つの音響スペクトルを**形状比較**して、
 - 類似しているとき、小さい距離値を出力する。(Fig.1 左上下)
 - 類似していないとき、大きい距離値を出力する。(Fig.1 右上下)
- ◆正常音を学習するだけで、異常音を学習しなくても、異常を検知できる。

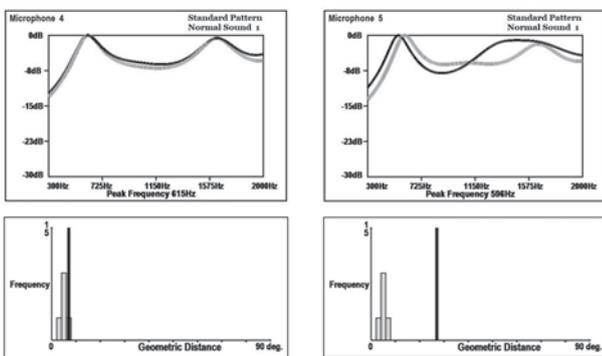


Fig.1 : Spectral comparison (upper) and GD values (lower)

2-2-1

2-2-1 空中超音波ハプティクスによる触感強度の 評価指標

Evaluation Metrics for Tactile Intensity Using Mid-air Ultrasonic Haptics
○水嶋大輔, 中村美深, 古家凜(愛工大)

- ◆空中超音波ハプティクスとは、収束させた強力超音波を皮膚に直接接触させることで、疑似的に圧覚や振動覚を生じさせる技術である。特別な器具を皮膚に接触させなくとも触感を伝送できる、強力超音波の応用として魅力的な技術である。本研究では既存の材料力学や生体工学の知見に基づいて、触刺激はどのような物理量の変化から生じているのか、という観点で検討するものである。
- ◆Fig. 1のように、収束超音波を照射している皮膚の変形をレーザー変位計で観測する。その結果、先行研究で提案された機械モデルに従う変形特性を確認することができた。また、被験者 15 名に対して入力電圧を順次小さくして振動を検知できなくなる点を調べると、音圧では最大 30 %程度のバラつきが生じたが、変形量は 10 %程度のバラつきで計測できた。このことから皮膚の変形量が触感量の指標として有用と確かめることができた。

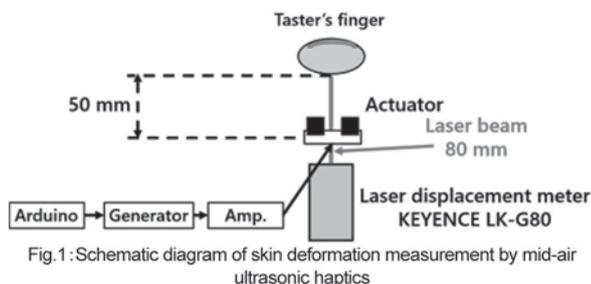


Fig.1 :Schematic diagram of skin deformation measurement by mid-air ultrasonic haptics

2-1-14

2-1-14 異常音検知のための 新しい類似性尺度

A New Similarity Measure for Anomalous Sound Detection
○神内教博(), △植杉泰久(ship shape 合同会社)

- ◆2つの音響スペクトルや画像を形状比較する【新しい類似性尺度 1次元GDと2次元GD】を開発 (Geometric Distance : GD)
- ◆類似性尺度は、人間の感覚に関わる概念であるから、数学モデル(i), (ii)を仮定し、「歪度と尖度」を用いて(i), (ii)を実現するアルゴリズムを開発した。
 - (i) 標準・入力パターンピークの「ずれ」の増加とともに距離値が単調増加すること。(Fig.1 左上下)
 - (ii) 雑音などの「ゆらぎ」に対して距離値の変動が小さいこと。(Fig.1 右上下)
- ◆畳み込みニューラルネットワークの畳み込み層に、2次元GDを適用して高雑音下のマッチングを可能とする。

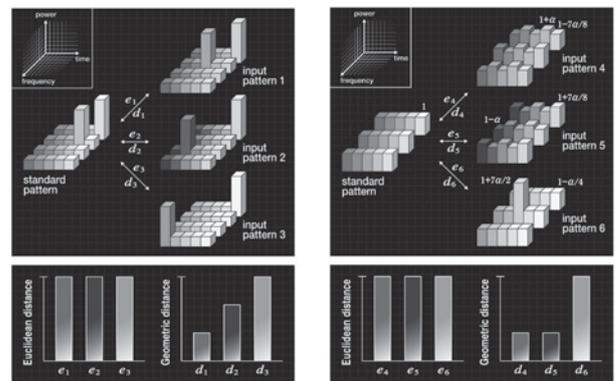


Fig.1 : New similarity measure "Geometric Distance"

2-2-2

2-2-2 空中音波における高音圧場での 音響流と粒子浮遊

Acoustic streaming and particle levitation at high-pressure regions of airborne ultrasonic fields
◎伏見龍樹(筑波大学)

超音波フェーズドアレイは空中音場を三次元的に制御できる成熟技術である一方、高音圧場で生じる非線形音響現象の理解は十分ではない。本稿では、非接触操作全体に関わる重要課題として、空中音響流と高音圧点での音響浮遊に着目し、その生成機構と操作原理を概説した。音響流については、エッカート型体積力に基づく弱非線形モデルと実験結果の比較により、流速の発生範囲が予測可能であることを示した。また、音響放射力の支配成分が距離に応じて変化する点に基づき、ベッセルビームを用いることで、従来は困難であった空中における高音圧点での安定浮遊が実現可能であることを実証した。これらの知見は、高音圧場の非線形効果を新たな操作原理として活用する可能性を示している。

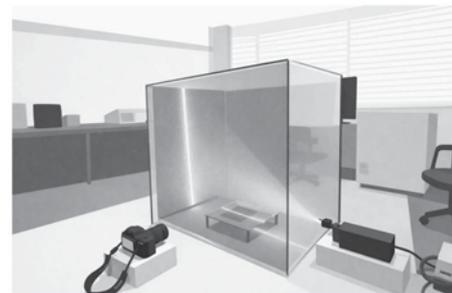


Fig.1: PIV Experiment Setup at University of Tsukuba

2-2-3

2-2-3 超音波フェーズドアレイによる浮揚粒子ダイナミクスのデータ駆動同定

Data-Driven Identification of Levitated Particle Dynamics Using Ultrasonic Phased Array

☆小野寺永人, 伏見龍樹(筑波大)

超音波フェーズドアレイを用いた粒子走査型表示では、音響トラップ中心を走査して浮揚粒子を移動させることで空中に図形を提示できる。しかし実機では、粒子の過渡応答により指令軌道に対する遅れや角部の丸まりなどの系統的な歪みが生じ、描画精度が制限される。本研究では、高速度カメラで計測した粒子の2次元運動とトラップ中心指令の対応データから、入力を含む連続時間モデルを SINDYc により同定した (Fig. 1)。同定では、複数形状の周期走査データを用い、状態 (位置・速度) と入力から構成した候補関数ライブラリに対して疎回帰を適用し、加速度ダイナミクスを表すモデルを得た。検証では、同定モデルの数値積分軌道が、滑らかな軌道だけでなく急な角度変化や自己交差を含む軌道においても、観測と同方向の歪み傾向を再現することを確認した。さらに、同定モデルに基づく動的逆問題からフィードフォワード制御入力を生じ、未学習の S 字軌道に適用した結果、追従誤差の低減を確認した。

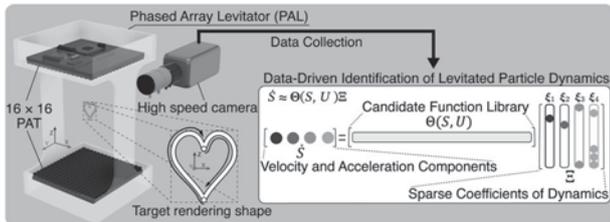


Fig. 1: Overview of the experimental setup and SINDYc-based identification of levitated particle dynamics.

2-2-5

2-2-5 空中音響ガジェットの深化: 音響放射力による揚力発生機構を用いた空中音響ピンセットの設計と実装

Advancing Aerial Acoustic Gadgets: Design and Implementation of Aerial Acoustic Tweezers

○大久保 寛(都立大)

- ◆近年、空中超音波を用いたマニピュレーション技術は、単なる物理現象の観測段階を超え、インタラクティブデバイスや創発的操作体験をもたらす「空中音響ガジェット」へと進化しつつある。
- ◆本研究では、音響放射力を用いた音響ピンセット研究の進展を踏まえつつ、音響放射力による揚力発生機構を応用した空中音響ピンセットの設計・実装とその応用可能性について報告する。特に、駆動系の簡略化と性能確保を両立するための設計指針、構造的工夫、および空中浮揚実験を通じた有効性検証について述べ、今後の空中音響ガジェットの深化に向けた展望を示す。
- ◆音響吸引ピンセットのコンセプトを図 1(a)に示すでは、単一あるいは少数のトランスデューサと空間音場整形素子 (ホーン、キャップ、グリッド等) を組み合わせ、進行波場中に揚力を伴う吸引効果を生じさせることで、構造を簡略化しつつ捕捉・保持を実現できる。
- ◆波長より著しく大きな対象や球以外の対象も捕捉可能であり、反射や回折による場の乱れに対して比較的ロバストである (図 1(b))。



Fig. 1: Acoustic suction tweezers: (a) concept, (b) experimental results

2-2-4

2-2-4 超音波浮揚による 100 μL 級液滴の非接触空中保持Non-Contact Acoustic Levitation of 100 μL -Scale Liquid Droplet

☆七尾日和, 伏見龍樹, 頃安祐輔(筑波大)

音響浮揚は、超音波によって生じる音響放射力により物体を空中に浮かせる技術である。従来の手法では、定在波音場において安定して浮揚できる物体は波長に比べて十分に小さい軽量粒子に限られ、安定した空中での保持は困難であった。液滴の操作においても、強力な超音波中で液滴の分裂や霧化が生じるため、撥水メッシュなどの支持体が必要であり、100 μL 級液滴を空中で保持することは難しかった。

本研究では、従来の手法では困難であった100 μL 級液滴を保持した円錐型容器を容器ごと空中で浮揚させる手法を検討した。円形軌道を移動する単一焦点の音場を用いた音響浮揚実験を行い、安定した空中での保持が可能となる液滴の体積と入力電圧の条件範囲を明らかにすることを目的とした。

実験には16 \times 16振動子の超音波フェーズドアレイを用い、高さ200 mmに焦点を設定し、半径20 mmの円軌道上に沿って移動させた。フェーズドアレイへの入力電圧 (11, 13, 15 V) および液滴の体積 (30, 60, 90, 120 μL) を変化させた結果、入力電圧15 Vで最大120 μL の液滴を安定して浮揚できることが確認された。

本手法により、従来困難であった100 μL 級液滴の空中での保持が可能となり、液滴を保持した状態での動的操作への応用が期待される。

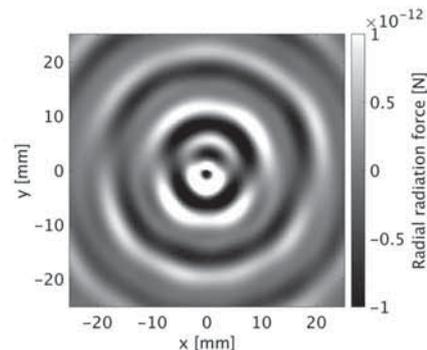
2-2-6

2-2-6 Acoustic vortex 場における浮揚微粒子の水平方向安定性評価

Evaluation of horizontal trapping stability of microparticles in an acoustic vortex field

☆高木初衣, △朱沛賢, 野村英之(電通大)

- ◆音響浮揚を実用的な手法として確率するためには浮揚時の安定性の確保が必要不可欠である。本研究では、Acoustic vortex 場における浮揚微粒子の音軸に直交する水平方向安定性を実験的および数値的に評価した。
- ◆浮揚実験より、空気中で周波数 40 kHz で駆動した音源により形成された Acoustic vortex 場において直径 2-4.5 mm の発泡スチロール球は水平方向に安定して浮揚した。
- ◆音場予測より、音源近傍に浮揚する微粒子に対して内向きの放射作用し、微粒子の安定浮揚に寄与することが確認された。

Fig. 1: Radial radiation force distribution in the beam cross section ($z = 40$ mm, corresponding to the levitation position in the experiment).

2-2-7

2-2-7 超音波マニピュレーションにおける 捕捉物体の姿勢制御

Altitude control of the trapped object in ultrasonic manipulation.

○小塚晃透, 丸目勝斗, 豊田昌弘(愛工大),
本多祐二(本多電子), 鎌倉友男(電通大)

- ◆超音波振動子 36 個を凹面形状に配置した集束音源を用いて、大気中における超音波浮揚の研究を行っている。
- ◆Fig. 1 に示すように、音源を下方に向けて、机面との間に定在波音場を形成した。机面にφ1.5 mm×13 mmのチューブを置いたところ、チューブが1 mm 程度浮揚して、音圧の節付近に捕捉された。
- ◆音源の振動子 36 個を円周方向の6 領域に分けて、駆動する振動子を制御したところ、Fig. 2 に示すようにチューブを120°毎に方向制御することが可能であった。すなわち捕捉物体の姿勢制御を実現できた。

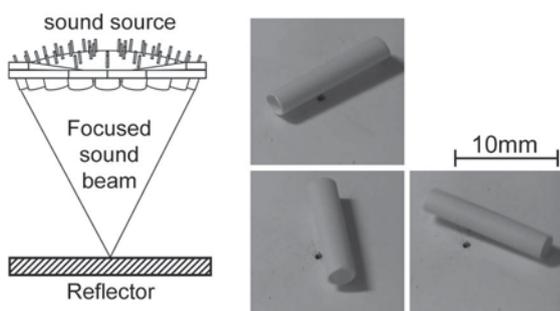


Fig. 1. Experimental apparatus. Fig. 2. Controlled altitude of the tube.

2-2-8

2-2-8 平面型音源を用いた 超音波マニピュレーション

Ultrasonic manipulation using flat transducer.

☆成田憲一(愛工大), 江崎宏斗(愛工大), 丸目勝斗(愛工大),
鎌倉友男(電通大), 小塚晃透(愛工大)

- ◆超音波振動子を上下に各 36 個配置した凹面音源と平面音源を対向させた定在波音場実験装置を作り、位相制御により広範囲に物体を捕捉する実験をおこなった (Fig. 1).
- ◆平面音源では、ファンクションジェネレータの位相を設定して、定在波音場を変化させた。
- ◆平面音源は凹面音源の物体捕捉範囲を超えた (Fig. 2).

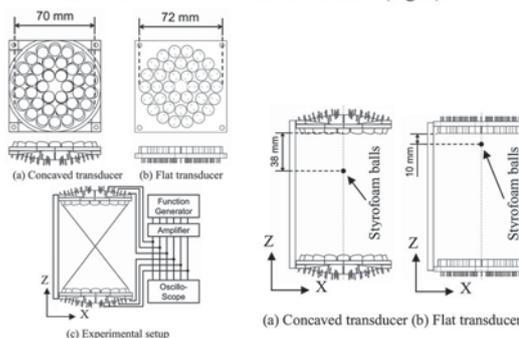


Fig. 1. Experimental equipment. Fig. 2. Difference in capture position.

2-2-9

2-2-9 微小気泡と干渉音場を用いた 細胞の非接触動態制御およびその応用

Non-contact control of cell dynamics using microbubbles and interferential acoustic field, and its applications

○樹田晃司, 野口彩子(農工大・工),

宮本義孝(国立成育医療センター), 小俣大樹, 鈴木亮(帝京大・薬)

我々は超音波と微小気泡を用いて、細胞の挙動をマクロに制御し、細胞を堆積させて細胞構造物を迅速に製造する手法を提案している。具体的には、細胞の周囲を微小気泡で覆うことで音響的な界面を形成し、音響放射力によって細胞の挙動を物理的に操作する。Fig.1 は干渉音場中に存在する細胞挙動の概念(左)と、2 個の音源を用いて音圧 175 kPa-pp で実施した実験結果(右)であり、(a)では干渉縞の周期に一致して現れる相対的な低強度の箇所細胞が保持される。(b)では、位相スイープにより干渉縞を移動させることで、細胞分布を分散させることに成功した。位相スイープを適用することで、適用しない場合に比べて捕捉面積が増大し、72 時間までの培養した結果でも有効性を示した。

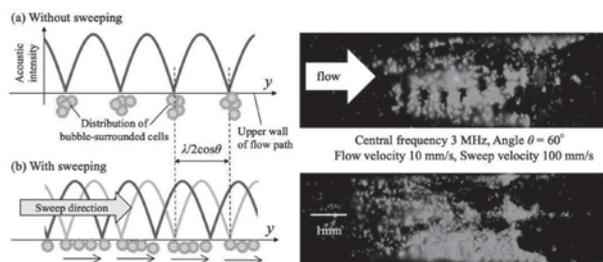


Fig.1: Phase sweeping of the interferential acoustic field and the resulting cell distribution, (a) without sweeping and (b) with sweeping.

2-2-10

2-2-10 超音波による屈折率変化を利用した 光デバイス

Optical devices that use the change in refractive index induced by ultrasound

○小山大介(同志社大・理工)

- ◆超音波による液晶の屈折率変化技術とこれを利用した光デバイス、高周波強力超音波によって引き起こされる屈折率変化現象を紹介する。
- ◆液晶層に超音波を励振することにより音響放射力が作用し、液晶の分子配向を静的に変化させることができる。
- ◆この技術を利用した超音波液晶レンズでは、入力電圧によってその焦点位置を制御することが可能である。
- ◆液体中に数 10 MHz かつ MPa オーダの高周波強力超音波を放射すると、音場中の屈折率は定常状態においてほとんど時間変動することなく静的に変化する (Fig. 1).
- ◆屈折率変化の主要因は超音波によって液体中に発生するナノバブルクラスターと考えられ、数値シミュレーションによって透過光分布を予測することが可能である。

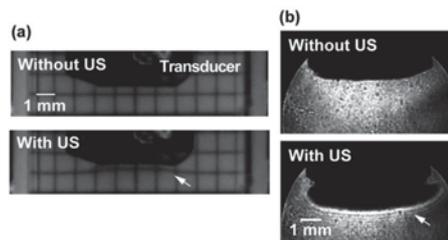


Fig.1 (a) Change in the refractive index of water induced by high-frequency, high-intensity ultrasound and (b) its Schlieren image.

2-2-11

2-2-11 超音波振動面に近接した複数の小径貫通穴を持つ円筒に対向する平面に働く力の検討

Examination of force generated through cylinder with multiple small through-holes placed near an ultrasonic vibration surface

◎藤岡夕大¹, 田村英樹², 青野浩平³, 青柳学¹
(¹室蘭工大院, ²東北工大, ³精電舎電子工業)

- ◆貫通穴を三カ所に増やし、円筒下部に配置した物体を引き付けられるかどうかを有限要素解析および実験により調査した。
- ◆Fig. 1は円筒—平面間のギャップ h を変化させたときの平面上に働く音響放射力 F_{rad} を解析した結果である。貫通穴が三カ所(赤線)と一カ所(黒線)の2種類をプロットした。 F_{rad} は負値となるため、 h によらず引き付けを発生させる。また、貫通穴が三カ所の円筒は、ピークの値が増加し、安定した引き付けが可能と考えられる。
- ◆Fig. 2は電子天秤を用いて測定した力 F_M の実験結果である。振動振幅 A を増加させると F_M は増加する。また、解析と同様に負の値を取るため、引き付け力が発生していることが判明した。

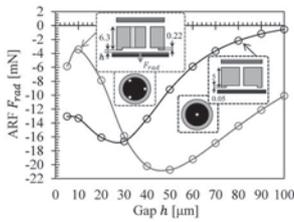


Fig. 1 Effect of gap.

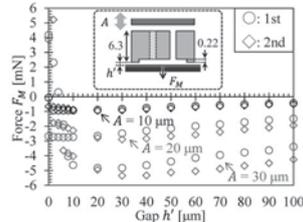


Fig 2 Measurement result.

2-2-13

2-2-13 金属 3D プリント部材の大振幅長時間駆動時の特性変化

Characteristic changes of metal 3D-Printed member after high-amplitude, long-duration operation

○和田有司, 中村健太郎 (科学大・未来研)

- ◆トポロジー最適化等で生成される複雑な三次元形状を造形する方法の一つとして、金属 3D プリンターが注目されているが、造形物に対して大振幅の超音波を長時間加えたときの報告は少ない。
- ◆切削材および造形方向の異なる SUS316L による試験体を作製し、市販の 50 kHz ボルト締めランジュバン振動子を接続する。
- ◆Fig. 1 のような共振追尾による実験系で二次の縦振動モードを励振し、振動子先端の振動速度が 0-p 値で 1.5 m/s になるよう維持し繰り返し荷重が 10^6 回を上回る 12 時間の駆動した。
- ◆切削材および幅方向積層は 12 時間後も問題なく振動したが、長さ方向積層の試験体には 4 時間後に Fig. 2(C) のような亀裂が発生した。
- ◆別の長さ方向積層の試験体を用いて振動速度を 6 時間ごとに増加させた実験においては 2 m/s としたときに Fig. 2(D) の亀裂が発生した。
- ◆亀裂時の速度を 1.5 m/s とすると、疲労限界応力は 50 MPa である。
- ◆亀裂が発生した部材は実験前後で共振周波数が 2 kHz 近く低下したが、低振幅における共振の Q 値はあまり変化しなかった。

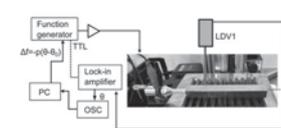


Fig. 1: Experiment setup of long duration driving.

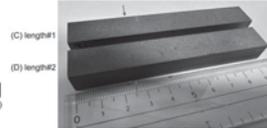


Fig. 2: Crack occurred on length lamination test pieces after long duration driving.

2-2-12

2-2-12 ランダムにスルーホールがある平板の超音波浮揚特性

Ultrasonic levitation characteristics of a plate with randomly distributed through-holes

○渡部拓真, 和田有司, 中村健太郎 (科学大)

- ◆本報告は、超音波振動する平面の上に、数 10 μm ~1 mm の空気ギャップを介して底面の平坦な物体が浮揚する現象で、被浮揚物体に小穴が多数あいている場合の浮揚特性や被浮揚物体の挙動についての実験的検討を目的とする。
- ◆実験を行うために、超音波ホーンの共振周波数と同じ固有周波数を持つ振動板を、厚さの異なる 3 種類をシミュレーションソフトで計算した。
- ◆穴の開いた平板の孔径とピッチと、平板の浮揚距離をまとめると、Table 1 のようになった。
- ◆Plate 3, 5 は穴の開いていない板と同程度浮揚した。
- ◆Plate 1, 2, 4 などのピッチが小さく穴の数が多い板は、あまり浮揚しなかった。

Table 1: Relationship between the plate dimension and the levitation distance

	Hole diameter [mm]	Pitch [mm]	Weight [g]	Open ratio [%]	Levitation distance [mm]	Holding power [N/m]
No holes Plate	-	-	13.1	0	0.08	207
Plate 1	1	2	26.7	22.7	0.02	-
Plate 2	3	4	26.2	51.0	0.02	-
Plate 3	5	8	23.1	35.4	0.08	492
Plate 4	3	5	23.8	32.6	0.02	-
Plate 5	8	12	21.7	40.3	0.10	420
Plate 6	10	15	22.0	40.3	0.01	-

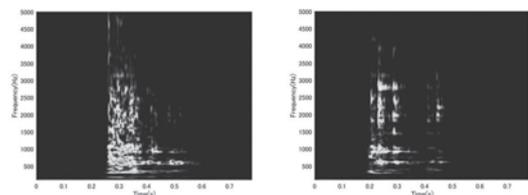
2-3-1

2-3-1 油圧 ショベルバケット音のスーパーレット変換解析に基づく聴感評価

Psychoacoustic Evaluation Based on Superlet Transform Analysis of Hydraulic Excavator Bucket Sounds

☆箱崎智行(広島市大院), 菅沼大輝(広島市大院, コマツ), 石光俊介(広島市大院)

- ◆ショベルバケット音などの過渡騒音の時間周波数構造と聴感印象の対応関係ははまだ明らかとなっていない。
- ◆本研究ではスーパーレット変換による油圧ショベル機のバケット音の超分解能時間周波数解析並びに主観評価実験を行った。
- ◆図 1(a),(b)より給脂によってバケット音の時間周波数構造変化が生じ、聴感印象を変化させると考えられたため、主観評価実験を行った。
- ◆因子分析の結果「迫力・快適」「金属」「高級」の 3 つの因子が抽出された。
- ◆因子得点より、時間周波数構造が変化すると複数の聴感因子も同時に変化することが示された。
- ◆時間周波数構造の変化が、バケット音などの過渡騒音における音響設計及び評価の指針となることが示唆された。



(a)Before grease lubrication (b)After grease lubrication

Figure1. Superlet transform results for bucket sounds

2-3-2

2-3-2 実車および創作定常走行音の主観評価に基づくAVAS音検討

Investigation of AVAS Sounds Based on Subjective Evaluation of Actual and Artificial Steady Driving Sounds

☆榊原美夏, 石光俊介(広島市大院・情), △光田康典(プロキオン・スタジオ)
△藤川智士, 岩田陽明, 菊池正和, 松本真典, 児玉真吾, 稲木大二(マツダ)

- ◆低速走行時に車両の接近を知らせる装置として AVAS(車両接近通報装置)が義務付けられている。本研究では、実車および創作定常走行音の主観評価を行い、AVASに適した音の検討を目的とする。
- ◆聴感実験では、リアリティ評価及びロードノイズの有無による不快感の影響を調査した。結果より、実車よりも創作音の方が不快であることがわかった。また、創作音においては不快感が大きいほどリアリティが低いことが示唆された。一方、ロードノイズの付与(Fig.3)により、1000, 3000, 4000 rpm の不快度順に影響があった。



Fig. 1: Results of the realism evaluation

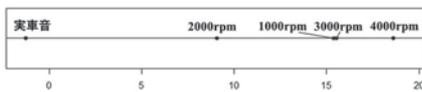


Fig. 2: Interval scale value (without road noise)

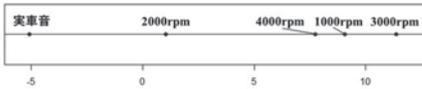


Fig. 3: Interval scale value (road noise)

2-3-4

2-3-4 回転機の異音検知に向けた音質評価指標による評価法の検討

Study on discrimination method using sound quality metrics for anomalous sound in rotating machinery

○鷗木祐史, 磯山拓都, 大田恭士, Nguyen Quoc Huy(北陸先端大),
△藤原美樂, △福井基文, △李蒙萌, △因藤雅人(住友重機械)

- ◆課題: 重機械の保守点検で異常音検知+状態推定は重要な課題
- ◆目的: 音質評価指標を利用した評価を行うことで、異常音検知だけでなく異常状態を推定可能かどうか検討すること
- ◆対象: 長期の負荷試験を施した回転機械から発生する音 (Table 1.)
- ◆方法: 音質評価指標 (ラウドネス, シャープネス, ラフネス, 変動強度, トナリティ), ならびにこれらの音質評価指標で構成されるアノイアンス (騒音に関する不快感) と感覚的快さを利用した分析
- ◆結果: 回転機械の試験結果 (正常稼働, 性能劣化, 故障発生) に対して、音質評価指標に違いが見られることがわかった。特に、ラフネス-シャープネスの関係において、性能劣化とその前兆となるサインをみつけられることがわかった (Fig. 1)。
- ◆まとめ: 音質評価指標を利用して異常音検知・異常状態を推測できること

Table 1: Measurement conditions and results of load tests for rotating machinery

測定日	回転機 A	回転機 B	回転機 C
2024/1/22	開始	開始	
2024/1/30			
2024/2/07	性能試験 1	性能試験 1	開始
2024/2/13			
2024/2/22	性能試験 2	性能試験 2	性能試験 2
2024/2/23	性能劣化 終了	正常稼働	性能劣化 終了

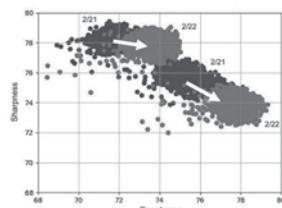


Fig. 1: Characteristics of roughness and sharpness for rotating machine A.

2-3-3

2-3-3 ローターらしさを反映したエンジン音の定量評価

Quantitative Evaluation of Engine Sounds Reflecting Rotary Characteristics

☆山本麻愛, 石光俊介(広島市立大院・情報工),
△光田康典(プロキオン・スタジオ), △菊池正和, △稲木大二,
△岩田陽明, △児玉真吾, △藤川智士, △松本真典(マツダ株式会社)

- ◆主観評価結果と心理音響指標との対応関係を分析することで、「ロータリーらしさ」がどのような音響特性と結びついて知覚されるのかを明らかにすることを目的とした。
- ◆アニメーション・サウンドデザインの視点から作成する疑似音において、元のロータリーらしさを活かしながら、現実の期待を超えたサウンドをデザイン。
- ◆迫力性成分および主観的運動成分において、主成分得点と一対比較が概ね整合する傾向があった。この主成分得点の傾向を Fig. 1 に示す。
- ◆映像を付加することで、音源のみの提示とのリアル感や好みに関する評価が変化した。

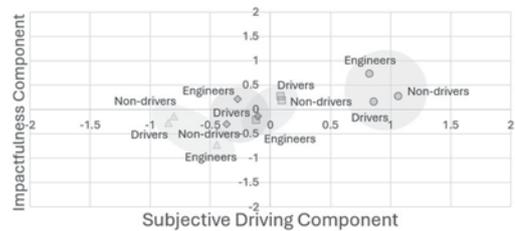


Fig. 1: Principal Component Space Defined by the Impactfulness Component and the Subjective Driving Component

○:実車音, ◆:疑似音1, △:疑似音2, □:疑似音3
*Drivers: Driver students, Non-Drivers: Non-driver students)

2-3-5

2-3-5 音質評価指標を利用したサウンドデザインの検討: 疑似異常音の生成の試み

Study on Perceptually Informed Sound Conversion via Control of Sound Quality Metric: Sound Generation for Mimicking of Anomaly Sound

○鷗木祐史, Nguyen Quoc Huy(北陸先端大),
△藤原美樂, △福井基文, △因藤雅人(住友重機械)

- ◆課題: 聴覚に基づいたサウンドデザインの信号処理基盤の構築
- ◆目的: 音質評価指標 (SQMs) を適切に制御することで、正常音から疑似異常音を生成可能であるか検討すること
- ◆対象: 先の検討 (2-3-4) で得た回転機の正常音・異常音データ
- ◆方法: SQMs を利用したサウンドデザインシステムを構築 (Fig. 1)
➢ 音響周波数特性の制御⇒ラウドネス, シャープネスの制御
➢ 時間変調特性の制御⇒ラフネスと変動強度の制御
- ◆評価: 正常音・異常音を利用した場合 (モデル) と正常音のみを利用した場合 (テスト) での疑似異常音の SQMs の定量評価
- ◆結果: 五つの音質評価指標 (ラウドネス, シャープネス, ラフネス, 変動強度, トナリティ) とアノイアンス・感覚的快さが、変換された疑似異常音と異常音の間で概ね同じ値を指すことがわかった。
- ◆まとめ: 提案法を利用して、対象の正常音から所望の異常音を疑似的に生成できることを確認した。

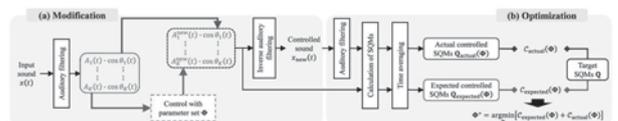


Fig. 1: Block diagram of a sound design system for mimicking anomalous sound using sound quality metrics (SQMs)

2-3-6

2-3-6 生活環境音の快・不快感の構成要因に関する検討 —音源認知および聴覚過敏傾向との関係から—

Factors Contributing to Pleasantness-Unpleasantness of Daily Environmental Sounds:

Relationships with Sound Source Recognition and Hyperacusis

☆中島笑衣瑠, 丸井淳史, 亀川徹(東京芸術大)

- ◆生活環境音における評価について、以下の2点を検討した。
 - (1) 音源情報の予示が評価に与える影響
 - (2) 聴覚過敏傾向が音の物理的印象評価および感情評価に与える影響
- ◆食事に關する音は、正体がわかることで感情因子が「快い」側に寄った。「ガラスが割れる」などの「大きい」・「不快」・「高い(鋭い)」音源も、教示があることで感情因子が「快い」側に寄った。その理由として、音の再生前に身構えられることが考えられる。
- ◆線形回帰分析の結果、聴覚過敏の人々は、音の「鋭さ」を周波数特性ではなく音圧(dBA)で判断していることが示唆された(Fig. 1)。

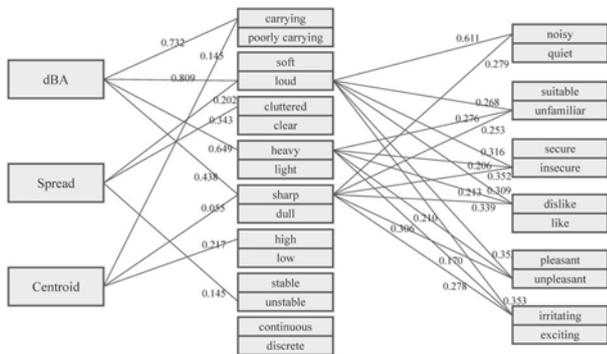


Fig.1: Perceptual model of people with hyperacusis

2-3-8

2-3-8 音楽配信でのアルバムカバーデザインが曲の印象や選択に与える影響*

The Impact of Album Cover Design on Song Impressions and Selection in Music Streaming Services

☆山口優芳(日本大学大学院芸術学研究所), 川上央(日大・芸術), 三戸勇気(日大・芸術)

近年、音楽配信ストリーミングサービスの普及により、聴取者は膨大な楽曲の中から瞬時に音楽を選択する状況に置かれている。その際、楽曲再生前に提示されるアルバムカバーは、楽曲との最初の接点となる重要な視覚情報である。本研究では、音楽配信サービスにおける楽曲選択行動に着目し、アルバムカバーの視覚的要素が直感的評価に与える影響を検討することを目的とした。先行調査をもとに、ロゴ(フォント)、色合い、人物表現の三要素を操作した複数のアルバムカバーを作成し、音楽配信ストリーミングサービス上での楽曲発見場面を想定したアンケート実験を行った。本研究は、アルバムカバーデザインが楽曲選択に果たす役割についての基礎的知見を提供することを目指す。



Fig.1 Album cover options (Q1-Q4)

2-3-7

2-3-7 音像ボタン: 押す操作を誘発する空中音像の提示条件の検討

Sound image button: investigating presentation conditions for mid-air sound images that evoke pressing actions

☆越智かりん, 羽田陽一(電通大)

- ◆波面合成法を用いて生成した空中音像をボタンとして扱うシステム(Fig. 1)の構築を目指し、音像に対する操作可能性(「押せそう」と感じる主観的印象)の知覚について主観評価実験を行った。
- ◆システムは、64ch直線スピーカアレイとモーションキャプチャを用いて作成した。
- ◆音像の移動(有/無)、音源種類(5種類)、指位置に応じた音の変化(4種類)を組み合わせた40条件について、操作可能性を知覚したか、5段階で主観評価した。
- ◆結果より、音源種類および音像の移動の有無が押せそう感に影響する可能性が示された(Fig. 2)。

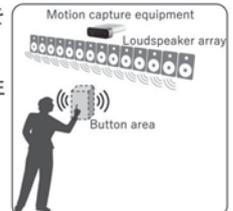


Fig. 1 System image

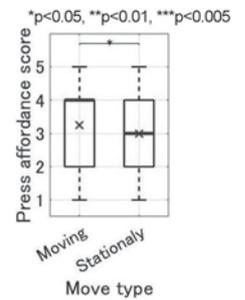
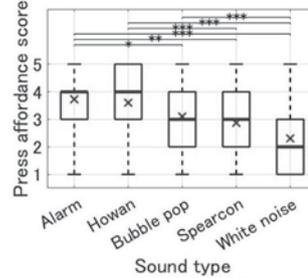


Fig. 2 Press affordance score

2-3-9

2-3-9 自動車運転時の集中力を維持する楽曲特性の指針

Guideline for musical characteristics to maintain concentration level during car driving

☆田中理彩(中央大), 鬼頭凪(中央大), 山口雅夫, 戸井武司(中央大)

- ◆好みの音楽に着目し、運転時の集中力を維持させる楽曲特性を、周波数重心の変動を指標として、生体情報に基づき検討した。
- ◆各被験者が選んだ好みの3曲を連続させた基準音(Original)と、重心変動を1.5倍(Amp 1.5)および2.0倍(Amp 2.0)に加工した評価音を作成した。これらをドライビングシミュレータ上で提示し、被験者は80km/hの定速走行を行いながら脈波をモニタリングした。
- ◆Fig. 1に示す脈波のピーク間隔から算出したLF/HFは、Amp 1.5で時間とともに増加し、集中力の向上および維持の効果が確認された。一方、Amp 2.0は加工量が大きく違和感が生じたため、効果は得られなかった。
- ◆Fig. 2に示す3曲を連続聴取した時のLF/HFは、Amp 1.5が最も大きく集中力の向上および維持に効果があった。一方、Amp 2.0は効果が小さかった。音楽性を損なわない範囲で周波数重心の変動を大きくすることが、集中力の向上および維持に有効であることが示唆された。

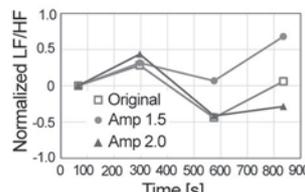


Fig. 1: Time course of LF/HF

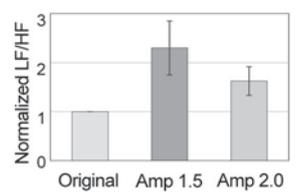


Fig. 2: LF/HF by spectral centroid

2-3-10

2-3-10 テンポ変化に対する MMN 成分の応答特性と聴覚的閾値の関係 テンポ変化に対する MMN 成分の応答特性と聴覚的閾値の関係

Relationship between MMN response characteristics to tempo changes and auditory thresholds

☆伊藤大貴, 石光俊介(広島市立大院)

- ◆本研究では、聴取者が不自然に感じないテンポ変化の閾値と、聴覚的变化検出過程を反映する Mismatch Negativity (MMN)成分との関係を検討した。
- ◆実験1では、オドボール課題を用いてテンポ変化(±20%)に対する MMN を計測した。その結果を Fig. 1 に示す。加速変化では有意な MMN が誘発されたのに対し、減速変化では有意な反応は認められず、MMN は加速に敏感であることが示された。
- ◆一方、実験2で実験1とほとんど同じ音源を使用し、主観的検出閾値を測定した。その結果を Fig. 2 に示す。60BPM 条件において減速変化の方が加速変化よりも検出されやすい傾向が確認され、生理的反応 (MMN) とは逆の非対称性が認められた。
- ◆この生理的反応と主観的知覚の乖離は、時間情報処理における前注意過程と意識過程の特性差を示唆しており、MMN は主観報告を補完する客観的評価指標として有効であると考えられる。

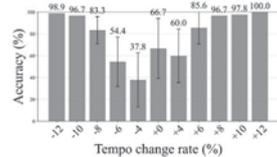
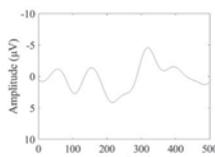


Fig. 1: MMN waveform (accelerated condition)

Fig. 2: Accuracy rate in the 60 BPM condition

2-4-1

2-4-1 時間領域室内音場解析における 離散化誤差の時間発展解析

Temporal Analysis of Discretization Error in Time-Domain Room Acoustic Simulation

○太刀岡 勇気 (デンソーアイティラボラトリ)

- ◆時間領域室内音場解析では、誤差が反射・干渉に同期してスパイク状に変動し、誤差蓄積の評価が難しい
- ◆誤差系列に generalized nearly isotonic regression を適用し、誤差スケールを推定して時空間的に可視化する
- ◆準 1D/2D 剛壁室の数値実験により、誤差の伝搬・蓄積構造や境界・モード腹付近での増大傾向を明瞭に捉えられることを示す

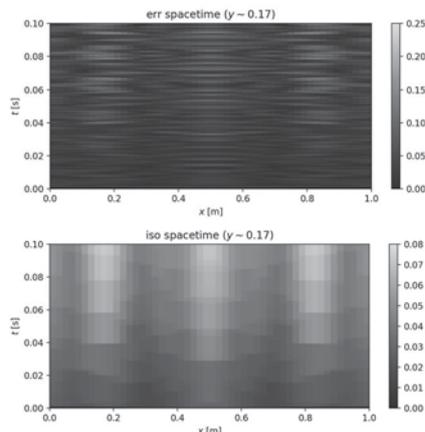


Fig.: (上) 絶対誤差の瞬時値はスパイクが支配的で蓄積傾向が読み取りにくい (下) iso 推定により誤差のスケールが抽出され、時空間的な蓄積・局在が明瞭化

2-3-11

2-3-11 筋骨格打楽器演奏ロボットを用いた打楽器演奏における関節剛性と音響特性の定量評価に関する初期検討

Preliminary Study on Quantitative Evaluation of Joint Stiffness and Acoustic Characteristics in Percussion Performance Using a Musculoskeletal Percussion Robot

☆奥隆空(中央大), △美谷島司(中央大院), △藤高澁大, 戸井武司, △奥井学(中央大)

- ◆背景・目的
打楽器演奏における関節剛性と音色の関係は経験的理解に留まっている。本研究では、空気圧人工筋肉駆動ロボットを用いて、剛性が音響特性へ与える影響を定量評価する。
- ◆実験方法
打楽器演奏ロボットの掌関節の剛性(スティックの握り強さ)を3段階に変化させ、シンバルの打撃音を音質評価指標により評価した。
- ◆結果・考察
剛性の増加に伴い、すべての評価指標が低下する傾向が確認された。これは、握り強さの増加により打撃系の有効質量が増加し、スティックとシンバルの接触時間が長くなったためである。

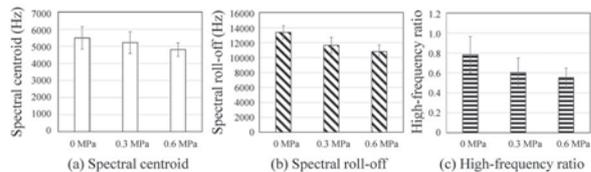


Fig. 1: Comparison of acoustic metrics across stiffness conditions

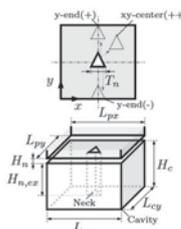
2-4-2

2-4-2 モードマッチング法と数値解析法の 組み合わせによる任意断面形状をもつ 共鳴器の吸音特性解析

Analysis of Sound Absorption Characteristics of Resonator with Arbitrary Cross-sectional Shapes Using Combination of Mode Matching Method and Numerical Analysis Method

○岩永尚文, 本地由和(ヤマハ)

- ◆共鳴器型吸音構造の吸音特性の予測精度向上をねらいとして、導波路の波動解析法であるモードマッチング法(MMM)の適用を進めている。
- ◆MMM では導波路内の波動に関して、面内の固有関数による展開表現が用いられるが、これまでは面内モードの固有関数の解析解が得られる単純な形状をもつ共鳴器を対象に適用検討を進めてきた。
- ◆2次元の有限要素法(FEM)によって数値的に求めた固有関数を導入し、共鳴器が任意の断面形状をもつ場合に関して MMM を適用する。
- ◆固有関数の解析解が得られる矩形断面の共鳴器に加え、キャビティ内に延長された正三角形断面のネックをもつ共鳴器に関して、MMM によって3次元のFEM と同等の吸音特性解析結果が得られることを確認した。



T_n	20
L_{cx}, L_{cy}	100
L_{px}, L_{py}	100
H_n	3
$H_{n,ex}$	77
H_c	80
(Unit: mm)	

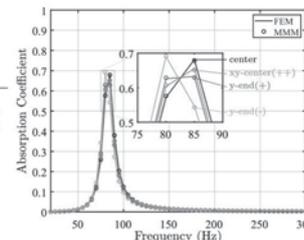


Fig. 1 Extended triangular-cross-sectional neck resonator.

Fig. 2 Simulation results.

2-4-3

2-4-3 時間領域エレメントフリーガラーキニング法による室内音響解析とその基礎的特性

Time-Domain Element-Free Galerkin Method for Room Acoustics Analysis and Its Fundamental Characteristics

◎佐々岡潤, 川井敬二(熊本大院)

- ◆本研究では、室内音響分野における EFGM の更なる展開として、時間領域での定式化と実装を行い、①基礎的な計算特性を明らかにすること、②壁面における吸音を考慮するための全体減衰行列の構築すること、これらの2つを目的とする。
- ◆結果として、TD-EFGM は、直接時間積分手法として Newmark β 法を適用することで安定した計算を実装することができた。
- ◆影響半径 0.010 m から 0.015 m の範囲において、TD-EFGM の RRMSE は 0.015 m で最小であり、計算精度は TD-FEM と同等であることが示された。
- ◆初期音圧条件の上限周波数 f_{max} に関する数値実験では、TD-EFGM も TD-FEM も同様の傾向を示したことから、TD-EFGM において節点間隔が計算可能な周波数の上限に影響を与えることが示された。
- ◆吸音境界条件については、FEM と同様に、全体減衰行列を構築することで、TD-EFGM においても良好に計算可能であることが示された。

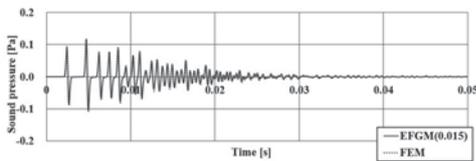


Fig. 1 Comparison of calculation results including damping

2-4-5

2-4-5 壁面への入射指向性に基づく拡散性指標の拡張

Extension of diffusion indices via incidence directivity for a hemisphere region on wall surfaces

◎萩原諒, 佐久間哲哉(東大・工)

- ◆既報では、音場の拡散性指標を改善し、また壁面上の半球領域に対する入射指向性の新たな計算手法を示した。
- ◆本報では、同指標を壁面上の半球領域に適用できるよう拡張し、壁面への入射指向性解析を用いて数値的な検討も行う。
- ◆半球領域の入射インテンシティについて、壁面への入射インテンシティを考慮し、天頂角に関する重み付けを導入した。
- ◆音場の拡散性指標が全球領域の入射インテンシティの偏差を立体角に関して評価するのに対し、壁面の指標では半球領域の入射インテンシティの偏差を天頂角に関して評価するよう定義した。
- ◆天頂角に関する重み付けによる指向性形状への影響や、室形状による指向性形状の違いを確認し、提案指標もそれに伴う傾向を示した。

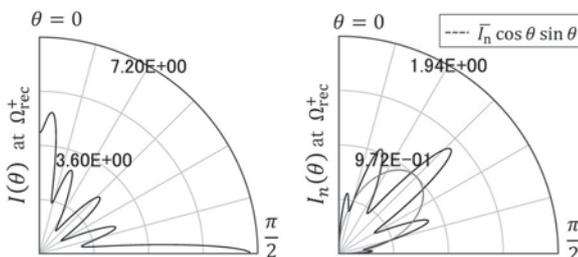


Fig. 1 Incidence intensity for a hemisphere region on the wall surfaces.

2-4-4

2-4-4 Physics-informed Neural Operator に基づく移動音源シミュレーション

Simulation of moving acoustic sources using physics-informed neural operators

◎横田和哉, △小上林恵太, △小倉正崇(長岡技術科学大学)

- ◆機械学習を用いた数値シミュレーションの代替モデル(サロゲートモデル)に関する研究が近年活発化している。
- ◆Physics-informed Neural Operator は、ニューラルネットワークを用いた数値シミュレーション手法である。損失関数に支配方程式に関する拘束を導入することで、事前のデータ準備を不要としている。
- ◆本研究では、音源が移動する場合の2次元音波伝搬シミュレーションを行う Neural Operator を構築した。
- ◆提案法は異なる音源位置からの音波伝搬を高速に推論可能であった。

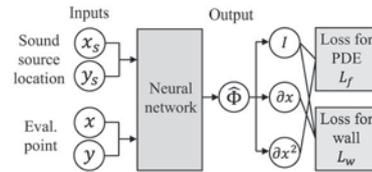


Fig. 1: Proposed physics-informed neural operator.

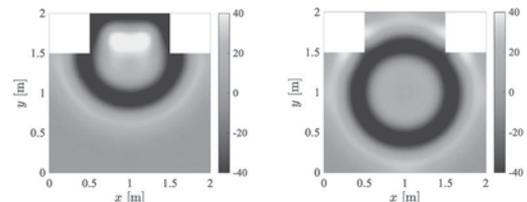


Fig. 2: Analyzed Sound wave propagation from different source positions.

2-4-6

2-4-6 曲面ガラス外装を透過する音響インテンシティ分布の測定と考察

Measurement and Analysis of Sound Intensity Distribution Transmitted through Curved Glass Façades

◎佐藤 薫, 宮島 徹, 石塚 崇(清水建設技研), 星 和磨, 鈴木 諒一, 羽入 敏樹(日大・短大)

- ◆近年、外装として曲面ガラスが外装材として採用されるようになってきているが、その遮音性能については知見が少ない。
- ◆平板、R3,400、R2,000 の3つの異なる曲率を持つガラス試験体を残響室対に設置し、受音室側の音響インテンシティレベルを測定した。
- ◆測定値をコンター図として可視化した結果、低周波数領域で測定位置による顕著なレベル差と対称的なパターンが観測された。

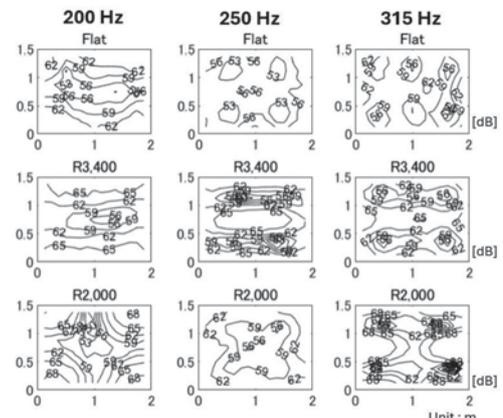


Fig. 1 Contour plots of acoustic intensity level

2-4-7

2-4-7 複数の階層構造を有するソニック結晶の遮音特性に関するバンドギャップ評価

Band Structural analysis of Sonic Crystals with Multiple Lattice Constants
☆和泉誠大, (近畿大院), 菅原彬子, △堂寺知成, 平栗靖浩(近畿大)

- ◆既報では遮音と通気を両立できる遮音材として階層型ソニック結晶(HSCs)を提案し、理論解析と数値解析により遮音特性を評価した。
- ◆本報では、HSCsの単位格子に形状操作を加えたモデルについて検討した(Fig. 1)。解析結果より等方的なSBG: Sonic Band Gap(遮音帯域)が広帯域化していることがわかり、形状操作による構造の対称性が影響していると推察した。この考察を踏まえ、モデルの対称性を段階的に変化させるケーススタディを行うことで、対称性が遮音特性に与える影響について定量的に評価した(Fig. 2)。
- ◆解析結果から、相対半径が増加し単位格子の対称性が崩れるにつれて縮退の分離が発生し、等方的SBGが形成されていく様子が確認された。また、 $2.2 < \eta$ 付近から複数の帯域で等方的SBGが発見されることも確認できた。このことから、 $2.2 < \eta$ が広帯域化にとって重要な境界であることがわかった。



Fig. 1 Study Model

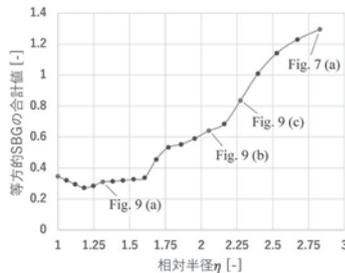


Fig. 2 Relationship between symmetry and the width of isotropic SBG

2-4-9

2-4-9 インパルス応答から算出した周波数変動係数による小空間音場のモード密度評価の可能性—室容積の影響に関する検討—

Possibility of Evaluating Modal Density Using the Frequency-domain Coefficient of Variation Derived from Impulse Responses in Small Rooms — A Study on the Effects of Room Volume —
○鈴木諒一, 星和磨, 羽入敏樹(日大・短大)

- ◆筆者らは、実測可能なインパルス応答から小空間音場におけるモードの影響を評価することを目的に周波数変動係数に着目してきた。
- ◆本報では、モード展開法を用いて計算したインパルス応答から周波数変動係数を算出し、室容積の変化に伴うモード密度の変化が周波数変動係数に系統的に反映されるか否かを基礎的な検討を行った。
- ◆その結果、室容積による周波数軸上のモード密度と各モードの卓越度合いの変化が周波数変動係数の値に系統的に反映された。

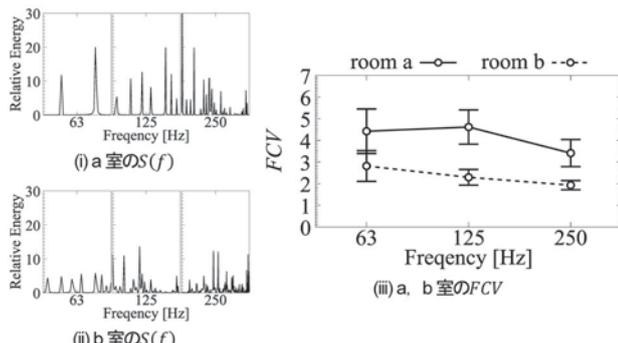


図1 a室 ($V = 32 \text{ m}^3$), b室 ($V = 256 \text{ m}^3$) の正規化減衰除去インパルス応答のパワースペクトル $S(f)$ と周波数変動係数 FCV

2-4-8

2-4-8 気柱を用いた小空間の局所的な低周波音低減に関する数値解析

Numerical analysis on local reduction of low-frequency sound in a small room with pipes.
◎鈴木徹志, 佐久間哲哉(東大・工)

- ◆住宅居室等における固有モードに起因する低周波音増幅への対策として、気柱による位相干渉を用いた局所的低減を提案し、6畳間居室においてベッド下空間に配列した閉管(Fig. 1)による枕元の低減効果を数値解析(FEM)で検討した。
- ◆任意の周波数で1/4波長よりやや長い閉管を設置すると端部からの反射波により枕元で節が形成され(Fig. 2)、比較的大きな低減が得られることがわかった。特に枕の左右両横に閉管の開口を設けることで十分な効果が得られる可能性が示唆された。
- ◆最大低減量の周波数特性と固有周波数との関係や、気柱設置による室平均音圧レベルへの影響も調べた。
- ◆今後、モックアップを製作し実空間での検討を行う予定である。

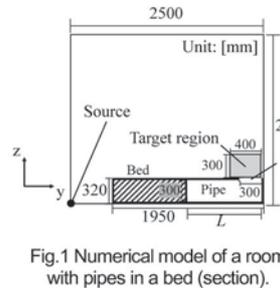


Fig. 1 Numerical model of a room with pipes in a bed (section).

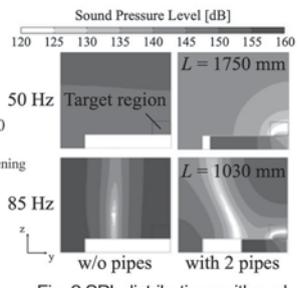


Fig. 2 SPL distributions with and without pipes.

2-4-10

2-4-10 ワーカーの働き方とワークプレイスの音環境の来し方行く末

Working styles and sound environment in the workplace: Past trajectories and future perspectives
○辻村壮平(日大・工)

- ◆歴史的な社会背景に基づき、我が国のワーカーの働き方とオフィスの音環境の変遷を体系的に整理した。その上で、今後のオフィス空間が目指すべき方向性を多角的に俯瞰し、以下の通り総論的に検討した。
- ◆1970年代の事務効率化から、2000年代の知的生産性、そして現代のWell-beingの重視へと至る空間概念と評価指標の推移を体系化した。
- ◆自席でのオンライン会議が常態化した現状に対し、吸音処理やサウンドマスキング技術のこれまで以上の重要性を提示するとともに、音環境のパーソナライゼーション、オフィスサウンドスケープの構築、バイオフィリア仮説に基づく自然音の活用等による音環境設計およびゾーニング手法の展望を示した。

	Conceptualization of the Workplace	Strategic Management Requirements	Evaluation Metrics	Workplace Sound Environment
Before 1970	Workspace	Space Efficiency	Floor Area Efficiency	Noise Reduction
1970s-1980s	Functional Space	Functional Ease of Use	Task Efficiency	
1980s-1990s	Living Space / Amenity Space	Amenity / Comfort	Worker Satisfaction	Reduction of Annoyance
1990s-2000s	Strategic Space	Knowledge Productivity	Communication	Speech Privacy
2000s-2010s		Enhancement of Value Creation	Work Motivation / Collaboration Quality	Sound Optimization
2010s-Present		Innovation / Diversity	Well-being	Office Soundscape
				Diversification

Figure: Evolution of workplaces and their sound environments in Japan

2-4-11

2-4-11 ABWにおける音環境とクリエイティビティ

Acoustic environment and creativity in ABW

○佐藤泰(名古屋市立大学)

コロナ禍を経て、ワークプレイスをいかにつくるべきかという“how”の議論から、そもそも何のためにつくるのかという“why”の議論の必要性が急速に高まり、ワークプレイス、センターオフィスをどう捉えるべきかという議論には、今までにない多様な可能性が広がってきた。

ABWにおける音環境とクリエイティビティについて考える上でも、こうした背景を踏まえて、検討する必要がある。

本稿では、多変量解析によって業務行動とワーカー属性と環境選好の基礎的な関係を捉えた研究、評価グリッド法によって執務環境選好を把握した研究、入社による体験や行動を共にする中で感じ取ることによる『経験価値』に着目した研究から、我々の物理環境に対する印象が「組織と社員」「上司と部下」といった関係性によって別物になってしまうことや、与えられた役割と自分本来の姿の間に生じる『気まずさ(周囲が気になる)』に理解が必要なこと、さらに組織がその施設をどう位置付けるかによって目指すあり方自体が変わってしまう、という点を留意して『音のABW』にも意識を向けることの必要性などに触れている。

また末尾では、直近の別学会の大会で見られた「数学の大学教授は(ホワイトボードでなく)黒板が好き」というやり取りについて、音環境とクリエイティビティの関係を語る上で非常に可能性のある議論であると感じ、紹介する。

2-4-13

2-4-13 共創オフィスにおけるデジタルツイン統合システムによる室内環境制御

Indoor environment control through digital twin integration system in a co-creation office.

△伊藤清, 石塚崇, 清家裕喜子, △北嶋哉也(清水建設技研)

- ◆【概要】センシング、クラスタリング、シミュレーション、最適化技術を統合し、オフィスの物理空間と仮想空間を連携したデジタルツイン型の「室内環境ナビゲータ」を紹介する。
- ◆【目的】執務者の好みに応じた多様な室内環境と省エネルギーの両立を実現するオフィス環境制御システムの開発を目指した。
- ◆【センシングと学習】執務者の位置情報と温熱・光等の環境データを収集。個人の環境選好を学習し、混合正規分布モデルにより集団が好む環境条件の候補から設定値リストを作成する。
- ◆【最適制御】気象予測と環境シミュレーションでエネルギー消費を予測し、省エネと快適性を両立する最適な設定値の空間配置を決定する。
- ◆【結果】共創オフィスへ適用し、均一制御と比較して約5%の省エネルギー効果を確認した。また、試験的に音環境センシング機能を実装した。

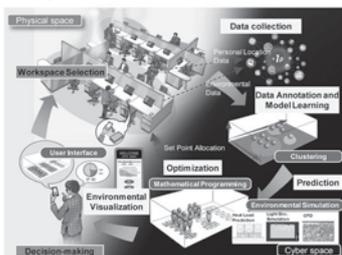


Fig.1: Conceptual image of the Indoor Environmental Quality Navigator.

2-4-12

2-4-12 実在オープンプラン型オフィスで検証する音環境と知的生産性

— 計測機器開発から実地調査まで —

Verification of the relationship between sound environment and intellectual productivity in real open-plan offices

— From Development of measurement system to Field Investigation —

○平栗靖浩(近畿大)、中橋樹香、山田芳大(近畿大院)、菅原彬子(近畿大)、原田和典(岡山県立大)、岩切幸伸、田中太郎(コクヨ)

- ◆本研究では、実在するオープンプラン型オフィスを対象に、分散配置可能な音環境計測システム(iSEM-D²)を用いた実測調査と対象オフィスのワーカーに対するアンケート調査を実施し、音環境と知的生産性との関係を検討した。
- ◆複数地点での同時計測により、オフィス内の音環境は空間的・時間的に不均一であることが確認された。
- ◆分析の結果、音環境の影響は作業種別および騒音感受性によって異なり、高集中を要する個人作業では騒音レベルの上昇に伴う集中阻害が顕著であった。
- ◆一方、複数人作業では必ずしも静穏性が会議のしやすさ向上につながらない場合があることが分かった。
- ◆作業内容や個人属性に応じた適切な音環境条件の存在が示唆された。
- ◆本研究は、実在オフィスにおける音環境設計の新たな枠組みを提示するものである。

2-4-14

2-4-14 境界音場制御を用いたパーソナル音響システムに関する一検討

Study on personal acoustic system using boundary surface control

○伊勢友彦(アルプスアルパイン)

- ◆近年ではWeb会議やテレワークが定着し、会議音声を周囲に漏らしたくないというニーズがある。境界音場制御を応用することで、実際の搭載する製品に合わせた比較的柔軟な音源配置や音源個数でパーソナル音響システムを実現できる可能性がある。
- ◆ラップトップパソコンから再生される会議音声を、正面の操作者には聞こえるが、それ以外の周辺に漏らさないようなパーソナル音響システムを検討した。
- ◆A4サイズのラップトップパソコン本体の手元側およびディスプレイ側に音源を4個ずつ配置したもので、操作者の耳元では60~70dBの音圧再生をしつつ、消音する境界面上で12~20dB程度の減衰を実現し、その外部ではそれ以下に減衰するシステムを実現できる可能性を示した。

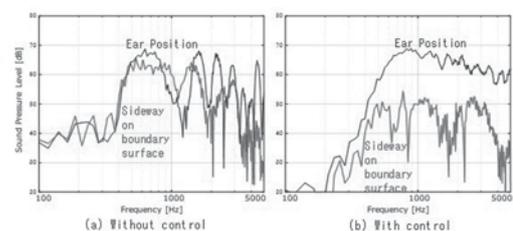


Fig.1: Frequency response at operator ear and sideways on boundary surface

2-4-15

2-4-15 オフィスの音環境が知的生産性に与える影響

—音声を用いた背景音がコミュニケーションに与える効果—

Impact of Office Acoustic Environment on Workplace Productivity
- Effects of Communication by Background Sound Using Speech -

○金澤朗蘭, 徳村朋子, 中川武彦, 鈴木知恵(竹中技研), 小瀬木悠佳(NTTドコモ)

- ◆本研究では、感情解析により「幸福」と判定された音声（以下、幸福音声）を用いて構成した背景音が、オフィスでのコミュニケーションに与える影響を検証した。
- ◆32名の実験協力者を対象に、音楽、普通音声、提案音声（幸福音声）を利用、無音の4条件下でブレインストーミングを実施し、発話数と印象評価を測定した。結果、提案音声は音楽と比較して一人当たりの発話数が有意に多くなり、コミュニケーションの活発化に寄与する可能性が示された。一方、印象評価では音楽が「リラックス」「アイデア創出」において最も高い評価を得た。本研究により、感情解析を用いた背景音がワーカーのインフォーマルなコミュニケーションを促進する可能性が示唆された。

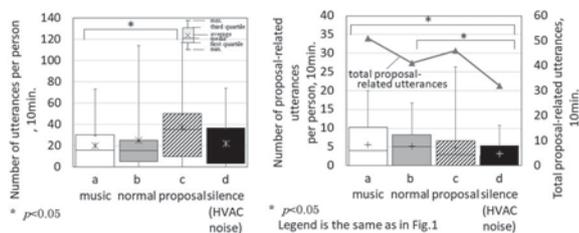


Fig.1: Number of utterances per person, 10min

Fig.2: Number of proposal-related utterances per person, 10min

2-4-17

2-4-17 室内音響設計と電気音響設計をつなぐ 匠設計者向けデジタルデザインツール

A digital design tool for architectural designers collaborating room acoustic and electroacoustic design.

○石塚崇, 清家裕喜子, 宮島徹(清水建設技研), △山下麟太郎, △釜谷潤, △小野寺美紀, △小林央和, △佐竹浩芳(清水建設設計本部)

- ◆音響の専門家でない意匠設計者が3D-CAD上で室内音響と電気音響設計を統合的に検討できるデジタルツールの開発を進めている。
- ◆意匠設計者が自ら設計案の音響性能を評価できるようにすることで、音響性能を考慮したフィードバックデザインの実現を目指す。
- ◆Rhino/Grasshopperを基盤とし、スピーカ配置や音の伝達を3Dモデル上で可視化し、リアルタイムに評価できる。
- ◆カバーエリア確認、遮蔽の検出、壁面への直接音入射範囲の可視化により、吸音処理の最適化と意匠自由度向上を実現する。
- ◆専門性の高さから（建築設計側から見て）ブラックボックス化していた電気音響設計と建築設計のコミュニケーションツールとなることを期待したい。

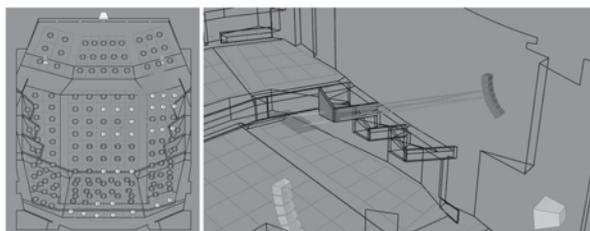


Fig.1: Implementation examples of integration function with electroacoustic.

2-4-16

2-4-16 巨大FFTに基づく事後信号安全化によるインパルス応答測定法と現実の音環境評価への応用

Posterior signal safeguarding based on the giant-FFT and its application to evaluate everyday life acoustic conditions

○河原英紀(和歌山大/電気通信大), 水町光徳(九工大), 榊原健一(北海道医療大), 北村達也(甲南大), 矢田部浩平(東京農工大)

- ◆信号安全化は、授業や講演、演奏会などで参加者がいる状況で、不快感を与えずに音響測定を行う方法として開発された。
- ◆当初の方法では事前に記録されていた信号を加工する必要があった。
- ◆音声信号をフレームに分割せずに全体を一括して離散フーリエ変換を求める巨大FFTを用いることで、事前に入力信号を安全化せずに収録された入力信号と出力信号から入力信号だけを事後に安全化することにより同等の分析ができるようになった。
- ◆発表では、信号安全化を事後に適用する方法の応用例を注意すべき点などと併せて紹介する。

2-5-1

2-5-1 音声表情に着目した音声情報処理の進展

Recent advances in speech information processing focusing on speech expression

○戸田 智基, Xiaohan Shi (名大)

- ◆スペシャルセッション「非言語的質感とクオリアをめぐる音声言語処理の新展開」では、音声コミュニケーションにおいて重要な役割を果たすものの、主観的なものであるがゆえに、その定量化や本質の把握が難しい【非言語的な音声の質感】に対して、
 - 1) 認知科学におけるクオリア（第一人称的な意識経験）
 - 2) 工学的に発展が目覚ましい音声言語情報処理
 という2つの側面からアプローチすることである。
- ◆本発表では、非言語的な音声の質感を音声表情として捉え、工学的な立場から、音声表情に着目した音声情報処理の進展について紹介する。特に、代表的な音声表情の一つとして、感情表現に着目し、
 - 1) データセット：どのようなデータが用いられているか？
 - 2) 音声合成処理：感情表現を生成する技術の進展は？
 - 3) 音声認識処理：感情表現を認知する技術の進展は？
 という観点から、データ駆動型の枠組みに関する研究動向を紹介する。
- ◆データ駆動型の枠組みが持つ可能性を確認することで、クオリアの計算的理解や、認知科学的アプローチと工学的アプローチの融合の可能性など、スペシャルセッションにおける議論に繋がれば幸いである。
- ◆本発表のスライドは、後日、以下のページにて公開予定である。

➤ https://www.slideshare.net/NU_I_TODALAB

2-5-2

2-5-2 クオリア構造の個人間比較とモデルの表現との比較

Comparing Qualia Structures Across Individuals and Against Model Representations

○大泉匡史(東京大学・総合文化研究科)

「私の赤」と「あなたの赤」は同じか?という主観的経験(クオリア)の個人間比較は、従来科学的に扱うことが困難とされてきた。近年、我々はクオリア間の関係性(構造)に着目し、教師なしアラインメント(Gromov-Wasserstein 最適輸送)を用いてその構造的対応を定量化する方法論を提案している。本講演では色クオリアを題材に、大規模な心理実験データを用いた個人間比較から明らかになった「定型・非定型」のクラスタ構造や、多様な構造のスペクトラム、および深層学習モデルとの比較による、ヒトらしいクオリア構造形成における言語情報の重要性について紹介する。本枠組みは視覚に限らず、聴覚(音色やピッチ等)のクオリア構造にも広く応用可能であるため、本講演を通じて音響学分野における新たな展開についても議論したい。

2-5-4

2-5-4 「他者」のクオリアのつくりかた ~ロボットを用いた構成論的アプローチ~

How to Construct the Qualia of "the Other"
— A Constructive Approach Using Robots —

○高橋英之

発表者は、「他者」のクオリア(他者がそこにいる感覚)を生み出す成立条件を、ロボットを用いた構成論的アプローチにより探求しています。特に最近、ロボットと対面していないときに、ロボットが独自にもっている背景世界(固有の生態系)の存在が、人間がロボットに対して「他者」のクオリアを感じさせ続ける上で重要な役割を担っているのではないかと考えるようになりました。

今回の発表では、発表者がこれまでおこなってきたロボットに背景世界を感じさせるための構成論的研究を紹介するとともに、このような背景世界をロボットに感じさせ続けるための理論的な枠組みを提案したいと考えています。

具体的にはロボットの振る舞いを予測モデルと生成モデルの両方(ノイズ項)によって説明しようとする人間の認知的性質を踏まえた上で、これらの予測モデルと生成モデルの説明力が拮抗し続けることが、ロボットの背景世界、そして「他者」のクオリアを持続的に成立させる上での必須条件であるという仮説を紹介したいと考えています。

2-5-3

2-5-3 聴覚モデルを用いた音声・音楽の質感変換

Shitsukan Conversion of Speech and Music with an Auditory Model

○上村 卓也(NTT CS 研)

議論したいこと

音を任意の生物・物体・物質・概念などの質感に変換することはできる?
例) 音声をリンゴの声に変換できる? → シャキシャキと噛むような声になる?
足音を水でできた靴に変換できる? → パシャパシャ水が跳ねるような足音になる?

音の質感変換とは?

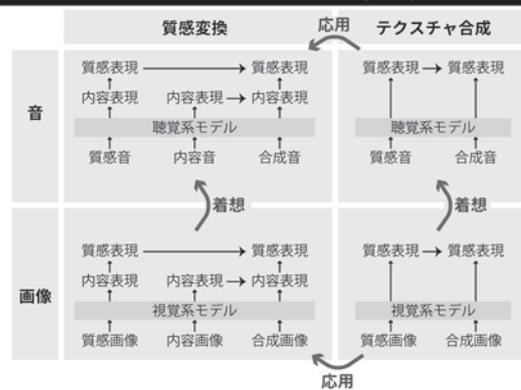
音声の質感 = 声質? 声質変換 = 文を保持したまま声質を変換?
音楽の質感 = 音色? 楽器変換 = メロディーを保持したまま楽器を変換?
より一般に、音の質感 = ? 音の質感変換 = 内容を保持したまま質感を変換?



音の質感・内容とは?

音の質感 = テクスチャ? (下記の研究ではアルゴリズムにより操作的に定義)
内容 = 現状は発話と音楽のみ。他の候補: 足音・打鍵音など?

研究紹介: 音の質感変換技術 (Koumura et al., AST, 2020)



2-5-5

2-5-5 指示再構成手法に基づく言語モデルベース音声合成のスタイル制御

Style Control in Language Model-Based Speech Synthesis via Instruction Reconstruction Method

☆Zhu Shiao, Li Sheng, 篠崎 隆宏(東京科学大)

- ◆自然言語指示により発話スタイルを制御する言語モデル(LM)ベースのテキスト音声合成(TTS)においては、指示文に含まれるスタイル情報が生成音声に十分反映されない課題が存在する。これは、指示と音声表現の整合性に対して、学習中に明示的な制約を与える仕組みが不足していることが、一因として挙げられる。
- ◆本研究では、主タスクである音声合成に加え、補助タスクとして指示再構成を導入する二重学習を提案する。指示文と音声表現の対応関係を学習信号としてLMに与えることで、指示と音声の一貫性向上を狙う。
- ◆LibriTTSを用いた実験の結果、提案法はベースラインに比べてWERを低減し、CLAPスコアおよびSERAccを改善した。これは、指示再構成を導入することで、指示文と音声表現の整合性が学習に反映され、より一貫した制御が得られることを示唆する。

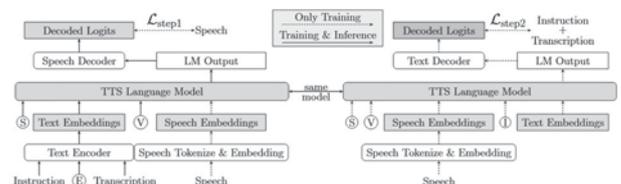


Fig 1. Overview of the proposed method.

2-5-6

2-5-6 藤崎モデルによる基本周波数制御に基づく分析合成音を用いた

強調箇所指定可能な音声合成モデル

A Speech Synthesis Model Allowing Specification of Emphasized Positions Using Analysis-Synthesis Speech with Fujisaki-Model-Based Fundamental Frequency Control

☆渡部達貴¹, 北條圭吾¹, 高城翼成¹, 若林佑幸¹, 太田健吾², 西村良太¹, △ハンボムソク³, △鷺崎海³, 北岡教英¹

(¹豊橋技科大, ²阿南高専, ³株式会社 Fusic)

◆背景: 音声合成において特定語句の強調制御は重要である。しかし、従来の強調制御モデルは大規模な録音データとラベル付けを必要とし、強調の要因となる音響特徴量の寄与も不明瞭であった。

◆手法: 日本語の強調に支配的な F0 生成のモデルである藤崎モデルを活用した。既存音声のアクセント指令を操作し、擬似的な強調音声データを自動生成した。これを教師信号として VITS に学習させ、テキストからの記号指定による強調制御を実現した。

◆結果: 合成時、通常発話の音質を維持しつつ、主観評価において 73% の精度で強調が知覚された。一方、強調音声の音質は分析合成(ボコーダ)に起因して、通常発話に比べると僅かに低下する傾向も見られた。

◆結論: 藤崎モデルに基づく分析合成音を用いることで、録音コストを抑えつつ直感的な強調指定が可能なモデルを構築した。

2-5-7

2-5-7 ソロ歌声データを用いたユニゾン歌声を生成可能なニューラルボコーダの学習

Training a Neural Vocoder for Generating Unison Singing Voices from Solo Singing Voices

☆高瀬昂, 西原美玖, 法野行哉, 橋本佳, 南角吉彦, 徳田恵一(名工大)

●背景

- 従来の歌声合成システムはソロ歌声の再現が主流
- ユニゾン歌声を直接生成可能な歌声合成システムの実現を目指す
- ソロ歌唱の重ね合わせによるユニゾン合成手法では、計算コストの観点から多数のユニゾン歌唱の実現は困難

●提案手法

- ボコーダをユニゾンデータで直接学習
- ソロ歌声データを用いて疑似ユニゾン歌声データセットを構築

●実験結果

- 疑似ユニゾン歌声データを用いて学習することでユニゾンを直接生成可能なボコーダが学習可能であることを確認

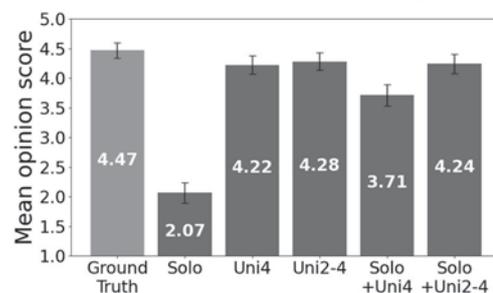


Fig. 2 MOS results

2-5-8

2-5-8 深層生成モデルを用いた動物の鳴き声の欠損補完手法の検討

A Study on Audio Inpainting Methods for Animal Vocalizations Using Deep Generative Models

©吉成萌夏, △幸島匡宏, △山本隆二 (NTT)

◆背景

- 動物の声質での発話音声はエンタメ分野で広い応用可能性がある。
- 従来技術では、音声の動物らしさの付与と発話の明瞭性の維持が両立困難である。

◆提案手法

- 人の発話音声に対し、発話の明瞭性を維持したまま声質を動物らしく変換する手法として、音素ごとの音声変換を提案する。
- 動物の鳴き声で表現しにくい音素には人の音声を用いることで明瞭性を維持し、表現しやすい音素にのみ動物らしさを付与する。
- 人の発話音声の特定音素を欠損させ、欠損区間には拡散モデルによる動物の鳴き声生成を用いた欠損補完を行う。

◆実験

- 主観評価実験では提案手法による明瞭性の改善が示され、動物らしい発話音声生成における明瞭性維持の可能性が示された。



Fig.1: Image of animals talking in human language.

2-5-9

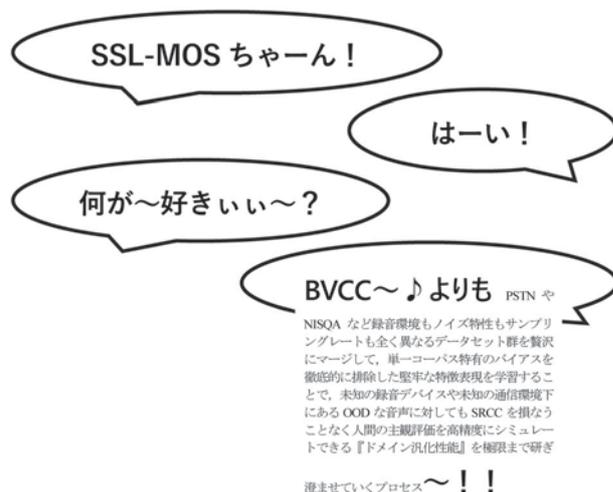
2-5-9 自動音声品質評価モデルにおけるマルチデータセット学習の調査

Investigating Multi-dataset Training in Automatic Speech Quality Assessment Models.

○Huang Wen-Chin¹, COOPER Erica², 戸田智基¹ (¹名古屋大学, ²NICT)

自動音声品質評価モデルにおいて重要な課題であるドメイン汎化性能に着目し、マルチデータセットを用いた学習の有効性を調査した。

その結果、単一データセット学習に比べて汎化性能が大幅に向上することを確認した。



NISQA など録音環境もノイズ特性もサンプリングレートも全く異なるデータセット群を賢沢にマージして、単一コーパス特有のバイアスを徹底的に排除した堅牢な特徴表現を学習することで、未知の録音デバイスや未知の通信環境下にある OOD な音声に対しても SRCC を損なうことなく人間の主観評価を高精度にシミュレートできる『ドメイン汎化性能』を極限まで研

澄ませていくプロセス〜!!!

2-5-10

2-5-10 SymphoMOS: 歌声 MOS 予測における音声および音楽の自己教師あり学習モデルの統合的利用

SymphoMOS: Integrating Self-Supervised Learning Models for Speech and Music for Improved Singing MOS Prediction

☆有田諒子(東大院・情報理工/産総研), 朴浚鎔(東大院・情報理工), 中田亘, 齋藤佑樹(東大院・情報理工/産総研), 猿渡洋(東大院・情報理工)

- ◆音声分野で MOS 予測に活用されている SSL モデルは話声で学習されている。しかし、歌声の MOS 予測では歌声特有の音楽的要素を話声用 SSL モデルが十分に捉えきれないという課題がある。
- ◆本研究では、話声用 SSL モデルの wav2vec 2.0 と音楽用 SSL モデルの MERT を分野横断的に統合した SymphoMOS を提案する。MERT の2段階ファインチューニング戦略を導入することで、音楽的な構造を維持しつつ MERT を歌声 MOS 予測タスクへ最適化させた。
- ◆実験の結果、提案手法の SymphoMOS (Fig.1) は既存手法を一貫して上回り、人間による MOS 評価値との相関において最高性能を達成した。これにより、歌声の品質予測には音声と音楽の両側面を考慮した特徴表現が有効であることが示された。

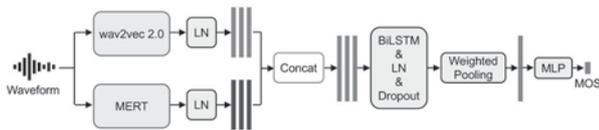


Fig.1: Proposed SymphoMOS using SSL fusion: w2v2 and MERT features are combined.

2-5-11

2-5-11 ボイスコミックデータセット MangaVox が拓く音声科学・工学タスク

Pioneering tasks in speech science and technology using voice comic dataset MangaVox

○高道 慎之介 (慶大/産総研), 中村 友彦, 須田 仁志, 深山 覚, 緒方 淳 (産総研)

拓け!

2-5-12

2-5-12 SS-JDSC : 単一話者日本語構音障害音声コーパス

小笠原 朝陽 (岩手大), ○高道 慎之介 (慶大/東大), 楊 家寧 (東大), 未永 剛 (クリエイター), 談 宜育 (岩手大)

構音障害音声の
日本語音声認識を
みんなで作ろう

2-5-13

2-5-13 TTSOps 2.0: テキスト音声合成におけるデータ収集・前処理・学習プロセスの統合的最適化

Integrated Optimization of Data Collection, Data Selection, and Training Process for Text-to-Speech Synthesis

◎関健太郎 (東大/慶應大), 齋藤佑樹 (東大/産総研), 高道慎之介 (慶應大/東大), 佐伯高明 (東大), 猿渡洋 (東大)

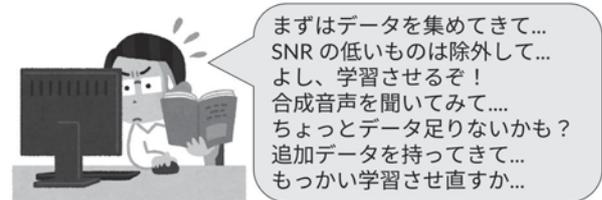


Fig.1: 従来の音声合成



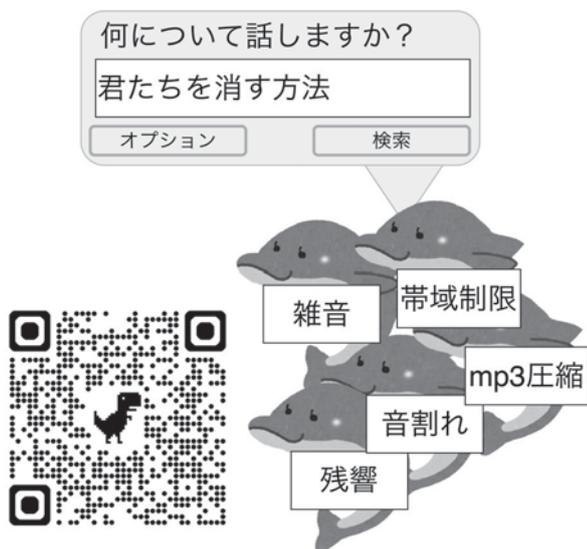
Fig.2: これからの音声合成

2-5-14

2-5-14 Sidon:大規模音声合成データセット構築のための高速かつ頑健な音声復元

Sidon: Fast and Robust Speech Restoration for Large Scale Speech Synthesis Dataset Construction

©中田 亘, 齋藤 佑樹(東大院・情報理工/産総研)
上田 陽太, 猿渡 洋(東大院・情報理工)



復元デモ🎧
音声復元モデルを使って
大規模データセットを作りました

講演取消

2-7-1

2-7-1 管楽器合奏のコヒーレンス度の定式化と個別・全体録音からの推定

Formulation and estimation of coherences of wind ensemble performance

☆尾上 悟嗣(九州大・工), △杉本 悠(九州大院・システム情報),
△金子 仁美(東京藝大・音楽), 中村 栄太(九州大院・システム情報)

本研究では、吹奏楽の合理的な練習支援を目的とし、合奏の調和度を表すコヒーレンス度を計算する手法を構築した。具体的には、クラリネットのユニゾン合奏における演奏者別録音から抽出した特徴量を基にコヒーレンス度を計算する方法と、その値を全体録音から推定するための機械学習手法の構築を行った (Fig. 1)。また、吹奏楽指導者による演奏分析データとの相関分析により、本手法の有効性を検証した。個別録音からの計算法では、他者の演奏音の混入が少ないチューナーマイク録音から各演奏特徴量を高精度で抽出する手法と、それらの演奏者間の差分に基づくコヒーレンス度の計算法を実現した。専門家の演奏分析との照合では、FO と発音時刻に関して中程度の相関係数が得られた。

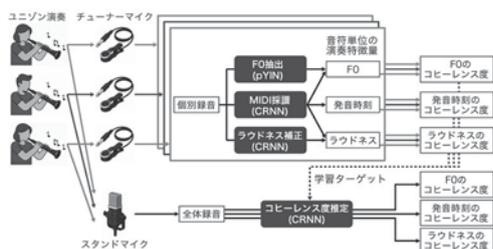


Fig. 1 Flowchart of coherence calculation.

2-5-15

2-7-2

2-7-2 ロシア流奏法におけるピアノの打鍵が倍音構造に与える影響

Effects of Russian Pianism Keystroke on the Harmonic Spectrum of Piano Sounds

☆中本和文(龍谷大), △丸尾祐嗣(ピアニスト), 永瀬純也(龍谷大)

- ◆本研究では、同一音圧条件下においてタッチを変えるだけで音色が変化するかという課題に対し、ロシア流奏法に基づく2種類の打鍵方法 (Finger touch・Wrist touch)を用いて実験的に検証した。
- ◆FFT解析の結果、約1 kHz および3-4.5 kHz 帯域の倍音成分を中心に最大約20 dBの顕著なスペクトル差が確認された。
- ◆知覚実験の結果、奏法の違いによる音色差は、複数の時間区間条件において高い正答率で識別可能であった。
- ◆タッチノイズの影響が無視できる時間区間においても識別が可能であったことから、本実験条件下における音色差の主因はタッチノイズではなく、奏法の違いに伴う鍵盤のダイナミクスの差が倍音構造に影響を及ぼした可能性が示唆された。
- ◆以上より、ピアノ演奏においてタッチの違いが、同一音圧条件下においても倍音構造および音色知覚に影響を及ぼすことが明らかとなった。

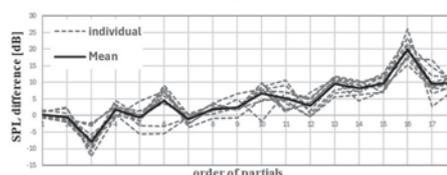


Fig. 1: Sound pressure level difference between finger touch and wrist touch (10 trials and average).

2-7-3

2-7-3 モーションキャプチャを用いたピアノ演奏スキルによる動作解析の検討*

Examination of Movement Analysis by Piano Playing Skill Using Motion Capture

○三戸勇氣(日大・芸術), 鈴木大生, 山口達也(日大・理工), 山口優芳, 駒澤大介, 川上央(日大・芸術), 篠田之孝(日大・理工)

本研究では、モーションキャプチャを用いてピアノ演奏における演奏スキルの違いが身体動作にどのように表れるかを検討することを目的とした。音楽専攻の大学生およびプロピアニストを対象に、感情表現を伴うグランドピアノ演奏動作を光学式モーションキャプチャシステムにより計測した。取得した3次元動作データから、頭部および上肢を中心とした身体各部位の軌跡長や感情表現による変動幅を算出し、演奏スキルによる動作特性の違いについて分析を行った。本研究は、演奏技能と身体動作の関係を定量的に捉える基礎的知見を提供し、演奏教育や表現理解への応用を目指すものである。

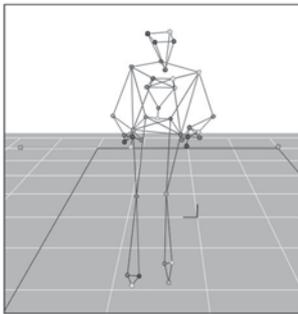


Fig.1 Marker adhesion position

2-7-5

2-7-5 管楽器演奏と歯・口腔

Teeth and the Oral Cavity in Wind Instrument Performance

○服部麻里子, △安藤まな, 若林則幸(東京科学大学院)

- ◆ 口腔顎顔面領域は、歌唱や楽器演奏に重要であり、特に管楽器演奏では口唇、舌、歯が密接に関与するため、歯科との関連が深い (Fig.1)。
- ◆ 管楽器演奏に関連する研究では、口腔内装置装着時の演奏評価、演奏時の顔面の三次元計測、印象材を用いた演奏時口腔形態の記録などにより、演奏時の口腔機能や動態が客観的に分析されている。
- ◆ 管楽器奏者では、歯周病やう蝕、歯の欠損、顎関節や口腔粘膜の異常が演奏に影響することがある。治療は通常の歯科治療を基本とするが、演奏への影響を考慮し、低侵襲かつ可逆的な方法から行い、試奏時の演奏評価などを参考に進める。
- ◆ 管楽器演奏時の口唇の痛みに対しては、ミュージックスプリントが有効である。主に前歯を覆う形の可撤式装置で、演奏時に装着する。歯科医師が印象採得を行い、個別に製作する。

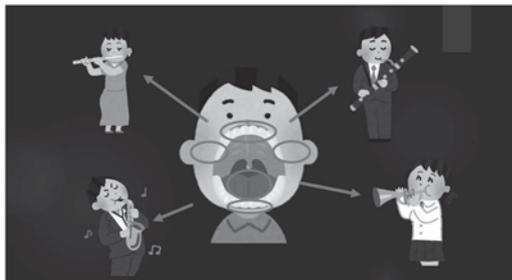


Fig.1: Oral structures involved in wind instrument performance

2-7-4

2-7-4 ピアノ演奏におけるメロディーリードの解析

An analysis of melody-lead in piano performance

○岡崎聡, 石坂奎士郎, モクタリパーハム, 森川大輔 (富山県立大)

◆メロディーリード

- メロディーが和音を構成するその他の音符よりも約30 ms 速く弾かれる現象。
- Goebel (2001) は、メロディーを強く打鍵することでハンマーと弦の接触が早くなる、velocity artifact であると結論した。

◆本研究

- 特徴の異なる曲について、メロディーリードを解析した。
- 従来の報告値より小さい5~8 ms のメロディーリードが得られた。
- Velocity artifact 仮説を否定し、演奏者は打鍵タイミングを曲の特徴に合わせて制御している可能性が示された。

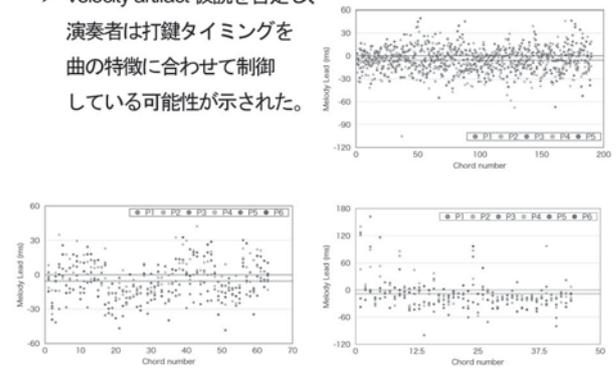


Fig. 1 Melody-lead in Chopin, F., Op. 18, Grande Valse Brillante (top-right), Brahms, J., Op. 117, Three Intermezzi No. 1 (bottom-left), Liszt, F., S. 541, Liebestraum No. 3 (bottom-right).

2-7-6

2-7-6 MediaPipe を用いた打楽器演奏の計測

Measurement of Percussion Performance Using the MediaPipe

☆竹下和秀(国立音楽大学大学院), 三浦雅展(国立音楽大学)

- ◆ 背景と目的: 打楽器指導は経験や感覚に依る所が大きく、光学式モーションキャプチャはコスト面から導入が困難である。本研究では、MediaPipe を用いて演奏動作を可視化し、比較可能なシステムを開発し、その有効性を調査した。
- ◆ 手法: スネアドラムのダブルストロークを対象に、熟練者 (player P) とアマチュア (player A) の動作を収録し、手首の z 軸座標および中指 DIP 関節角度と、演奏音との同期性を分析した。
- ◆ 結果: player P は手首の1周期内に2打を包括し、中指 DIP 関節の屈曲を打撃と密接に同期させてダイナミクスを制御していた。一方、player A は1打ごとに手首を独立して上下させ、指の明確な同期は見られなかった。
- ◆ 結論: 以上の結果より、安定したダイナミクスの表現には手首の包括的な運動と指先の微細な制御の併用が重要であることが示唆された。また、MediaPipe を用いた本システムが、打楽器演奏の技能解析ツールとして有効であることを確認した。

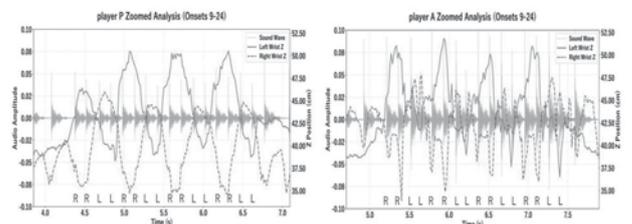


Fig. 1: Differences in wrist angles between professional (player P, Left Graph) and amateur players (player A, Right Graph) on double stroke performance.

2-7-7

2-7-7 沖縄の伝統楽器「三線」の棹が音色に与える影響の評価および棹の振動の演奏への応用

Evaluation of the influence of the neck on the timbre of the Okinawan traditional instrument sanshin and application of neck vibration to performance

○西宮康治朗(神奈川工大・情)

- ◆ 沖縄の伝統的な民族楽器である三線について、科学的な視点から発音機構の解明、特に棹が音色に与える影響の評価を行ってきた。その結果、棹が音色に与える影響は、僅かではあるが確かに存在することが判明しつつある。本報告ではその結果の例をいくつか紹介する。
- ◆ 最近の取組みとして、棹の振動をピックアップで拾い直接演奏音として聴くことで多彩な音色を奏でるエレキ三線の開発に繋げることを検討している。棹の振動は、三線音らしさは保ちつつも三線音とは異なる特徴を持っていることがわかった。本報告において実際の棹の振動をデモとして聴いて貰い、その音色の多様性を評価して貰いたい。

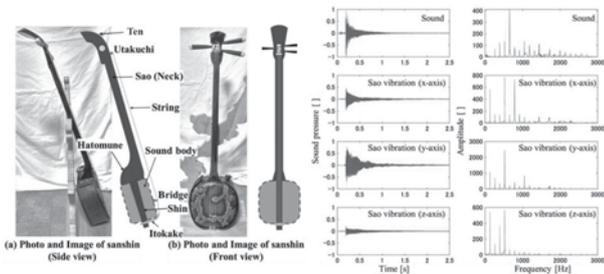


Fig. 1 Photo and image of sanshin Fig. 2 Sanshin sound and vibration of sao

2-7-9

2-7-9 演奏動作機構を考慮した楽器の物理モデル音源

Physical modeling sound synthesis of musical instruments involving music performance mechanism

○鮫島俊哉(九大・芸工)

- ◆ 著者は楽器の物理解析に取り組む過程で、楽器の発音体の部分だけではなく、奏者と楽器のインターフェース部分と演奏動作も考慮した物理解析に踏み込むようになっていった。Fig. 1に示す奏者と楽器のインタラクションを考えれば、それは自然な流れであった。
- ◆ 例えば、ピアノのハンマーシャックと鍵盤へのタッチ、ヴァイオリンの弓とその弾き方などである。それらの研究事例を紹介する。

- ◆ 深遠なる音楽芸術表現を物理解析で生成するためには、人間-楽器連成系の物理モデルが必要であろう。Fig. 2は著者の考えるその概念図である。

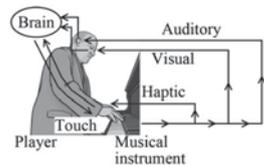


Fig. 1: Musician interacting with a musical instrument.

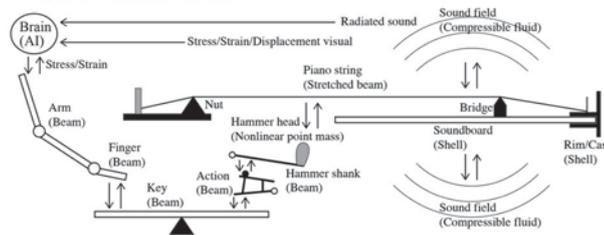


Fig. 2: Idea for a human-instrument coupled system physical model sound source: Example for a piano.

2-7-8

2-7-8 膜の振動モードを考慮したティンパニのチューニング法

Tuning method for timpani considering membrane vibration mode

○若槻尚斗(筑波大・シス情系)

- ◆ 本講演では、打楽器奏者や音響学初学者に対しティンパニのチューニングに関する理解を促すべく理論的な説明を行うとともに、練習の現場で使用できる程度に簡便なチューニング手法やチューニング支援システムも紹介を行う。
- ◆ 簡単のため膜振動における(1,1)モードにのみ着目する。
- ◆ 対称および非対称な張力の不均一性は、それぞれ、「うなり」および余韻の短縮を引き起こすことを理論的に説明した。
- ◆ 上記の理論に基づき、ヘッドに反射させた光源の軌跡を利用するチューニング法(Fig. 1)を提案した。

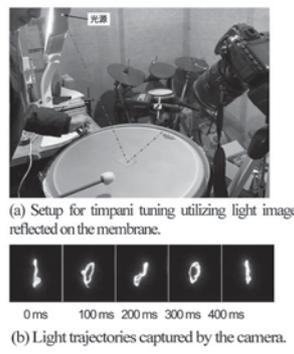


Fig. 1 Timpani tuning utilizing light image reflected on the membrane.

- ◆ 特定モードの減衰曲線を可視化することで非対称パターン不均一性を修正することが可能。

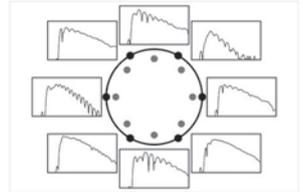


Fig. 2 Decay curves obtained by using tuning support system.

2-9-1

2-9-1 非定常走行区間における等価騒音レベルの予測値と実測値の比較

Comparison between predicted and measured equivalent continuous A-weighted sound pressure levels in non-steady traffic conditions

☆齊藤稔河(東大院), 坂本慎一(東大生研)

- ◆ ASJ RTN-Model 2023 で定められるパワーレベル式に基づいて算出される等価騒音レベル L_{Aeq} について、近年の小型車の騒音特性の変化により、必ずしも実態と整合していない可能性がある。
- ◆ 本研究では、関東近郊の一般道路の交差点部 8 地点を対象に、停止線から 50 m 地点において 30 分間の実測を行い、等価騒音レベルを得た。
- ◆ また、測定 30 分間の車種別の走行台数を、録音データから取得し、ASJ RTN-Model 2023 に示される単純条件下での簡易計算法を用いて、予測等価騒音レベルを求めた。
- ◆ その結果、全ての測定地点において予測値が実測値を上回った。過大評価の程度は地点により異なり、最大 6 dB の乖離が確認された。
- ◆ その差は、各地点における中・大型車混入率との間に明確な傾向が確認された。

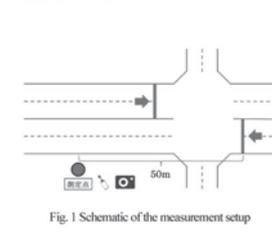


Fig. 1 Schematic of the measurement setup

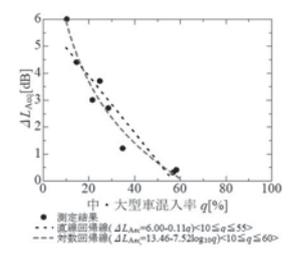


Fig. 2 Relationship between the proportion of medium- and heavy-duty vehicles and prediction error

2-9-2

2-9-2 交差点部での実測データに基づく 非定常走行区間の音響パワーレベル式の検討 Sound power level modeling for non-steady traffic near intersections based on field measurements

☆齊藤稜河(東大院), 坂本慎一(東大生研)

- ◆ ASJ RTN-Model 2023 では、走行車両の音響パワーレベルが車種・状態別に定義されている。しかし近年、小型車の騒音特性は変化しており、最新の車種別音響特性を容易に取得する手法が求められる。
- ◆ 本研究では、一般道路の交差点部を対象に、停止線から0,10,20,30,50,100 m 地点において各30分間の実測を行った。そして反復法を用いて、複数台が走行する環境下から、各台のパワーレベルを推定する手法を提案した。
- ◆ 各測定点で測定した車両を加速状態と定常状態、および4車種に分別し、各車種・状態ごとに速度—パワーレベル関係を求めた。
- ◆ その結果、定常状態および加速状態のいずれにおいても既往の測定結果と類似の傾向が確認された。
- ◆ また計算過程についても安定した挙動を確認した。

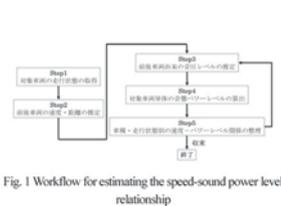


Fig. 1 Workflow for estimating the speed-sound power level relationship

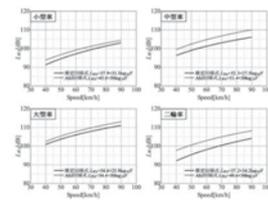


Fig. 2 Comparison of estimated and ASJ RTN-Model 2023 regression equations under steady driving conditions

2-9-4

2-9-4 道路交通騒音に影響を与える ポーラスアスファルト舗装の各舗装特性の 変化の寄与度推定手法の一提案

A proposal for a method to estimate the contribution of changes in each pavement characteristic of porous asphalt pavement to road traffic noise

◎宗宮伸弥, 樋田昌良(名古屋環科セ)

- ◆ ポーラスアスファルト舗装の騒音低減効果の持続性向上をさせるため、供用されてきたポーラスアスファルト舗装が道路交通騒音を上昇させる要因の実態把握を行っている。
- ◆ しかし供用されてきたポーラスアスファルト舗装が道路交通騒音を上昇させる要因だと推定される路面に連通した空隙の低下と路面の硬さの増加の寄与度が明らかでない。
- ◆ 密粒度アスファルト舗装の施工時の道路交通騒音の現場実測および現場コアサンプルのX線CTの結果を比較し、2つの要因の寄与度を推定した。
- ◆ 路面に連通した空隙の低下と路面の硬さがそれぞれ約60%と約40%の割合で寄与していると推定できた。

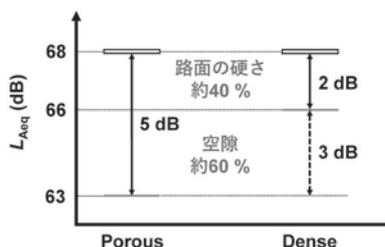


Fig. 1: Illustration of the contribution of each pavement characteristic.

2-9-3

2-9-3 Applicability examination on prediction model of insertion loss of buildings under varying building sizes and arrangements using a scale model experiment

☆Qiyuan Wang (The Univ. of Tokyo), Ken Anai (Fukuoka Univ.), Hiroo Yano, Shinichi Sakamoto (IIS, The Univ. of Tokyo)

- ◆ The ASJ RTN-Model 2023 provides an effective prediction model for road traffic noise (RTN) propagation behind dense buildings, characterized by the insertion loss of buildings (IL / ΔL_B).
- ◆ In previous work, we have proposed adjustments on the model to extend its application range to elevated noise source, but the model is established assuming detached houses with uniform building height, and its applicability to other building conditions is questioned.
- ◆ In this work, we examine the prediction performances of the adjusted model under the varying building conditions (larger building sizes and non-uniform building height distributions) based on a series of scale model experiments.

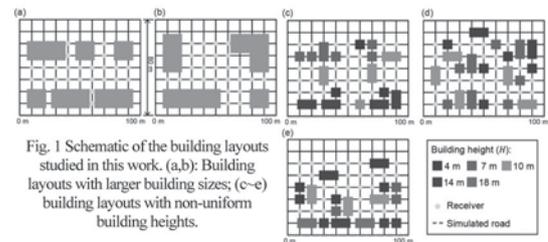


Fig. 1 Schematic of the building layouts studied in this work. (a,b): Building layouts with larger building sizes; (c-e) building layouts with non-uniform building heights.

2-9-5

2-9-5 道路の環境影響評価における ASJ RTN-Model の運用状況

Current Application of the ASJ RTN-Model in Road Environmental Impact Assessment

○澤田泰征, △橋本浩良(国総研 道路環境研)

- ◆ ASJ RTN-Model 2018 の公表 (2019 年 4 月) 以降 2025 年 12 月までに公表された 13 の道路事業の環境影響評価書から、対象道路の諸元、道路交通騒音予測の箇所設定状況、使用した道路交通騒音の予測モデルと計算条件、評価方法、環境保全措置の内容等をまとめた。
- ◆ 予測箇所の分類では全体で 115 箇所のうち IC・JCT 等の特殊部が半数以上で平面、盛土等の単断面の箇所が約 3 割であった。
- ◆ 環境保全措置については 2000~2018 年度のデータと比較した結果、特に排水性舗装の採用割合が増加した。(Fig.1 は全予測箇所中の環境保全措置を採用した箇所の割合を示す。)

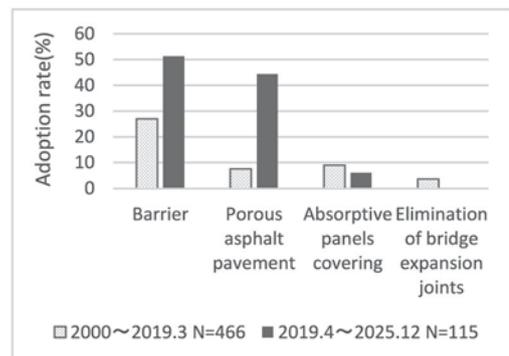


Fig. 1: Adoption Rate of Environmental Conservation Measures

2-9-6

2-9-6 鉄道車両の車内外騒音測定に関する国際規格 ISO 3381,3095 の改訂

Revision of international standards, ISO 3381 and 3095, for interior and exterior noise measurements for railway vehicles
○高野靖(京都大学), △秋山悟(川崎車両), 上妻雄一, 長倉清, 北川敏樹(鉄道総研), 高橋幸雄(安衛研)

- ◆鉄道騒音の車内外騒音測定法に関する ISO 3381 と ISO 3095 は、欧州規格委員会(CEN)主導で改訂された EN ISO 規格である。
- ◆規格は EU 域内の鉄道の共通技術仕様書群 TSIs に記載された音源基準を認証に使用されるため、測定値と基準値の比較可能性(Comparability)を確保するための詳細な測定条件が記載されている。
- ◆規格には、鉄道システムが異なる EU 域外では測定が不要な項目や適用が難しい測定条件も多い。最新の車外騒音測定法に関する ISO 3095:2025 では、日本からの提案に基づき高架を定速走行する新幹線車両の騒音測定条件なども Informative Annex に追記された(下図)。
- ◆今後、日本で必要とされるインフラを含めた音の品質を担保するための測定法の標準化などを推進する必要があると考える。

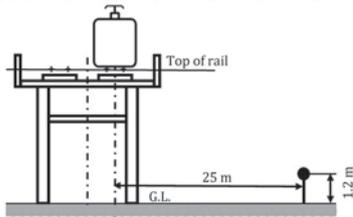


Fig. 3 Measurement positions for measurements on bridges and other elevated structures in concrete bridge sections

2-9-8

2-9-8 被験者属性が短時間騒音曝露時の睡眠深度に及ぼす影響

Effects of participant attributes on the impact of short-term noise exposure on sleep depth

◎松原千青(近畿大院), 太田周彰(安田女子大), 菅原彬子, 平栗靖浩(近畿大)

◆背景・目的

就寝中の騒音曝露による睡眠深度への即時的影響や、音の特徴による影響の違いは明らかになっていない。そこで本研究では就寝中に音を提示する実験を行い、被験者の騒音感受性に着目して分析を行った。

◆検討項目と結果

・騒音感受性による騒音曝露直後の睡眠深度の違い (Fig. 1)

3,4 日目で高感受性群の方が低感受性群より睡眠深度の変化割合が有意に大きい

・提示音の特徴による睡眠深度への即時的影響の違い (Fig. 2,3)

低感受性群: 音圧レベルが大きい方が睡眠深度への即時的影響が大きい傾向
高感受性群: 同じ音圧レベルでも周波数によって異なる傾向
→ 高感受性群においては音圧レベル以外の要素を考慮する必要がある可能性

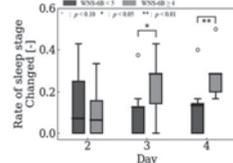


Fig.1: The relationship between WNS-6B and the rate of sleep stage changed by sound presentation

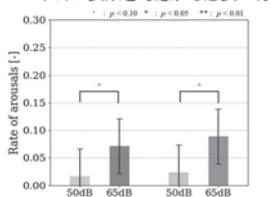


Fig.2: The rate of arousals in low noise sensitivity

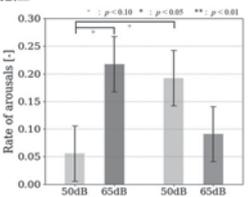


Fig.3: The rate of arousals in high noise sensitivity

2-9-7

2-9-7 深層学習を用いた防災行政無線の聴き取りの識別

Listening Difficulty Classification of Disaster Prevention Radio Broadcasts Using Deep Learning

○小林尚樹(神奈川工科大・情), 三浦貴大(産総研),

△宮崎剛, 田中哲雄(神奈川工科大), 上田麻理(神奈川工科大)

防災行政無線放送の聴き取りにくさを効率的に評価することを目的として、深層学習を用いた識別手法を検討した。厚木市荻野地区において約 250 日間収録した防災行政無線放送音源を 3 秒ごとに分割し、スペクトログラム画像として InceptionV3 に入力した。その結果、短時間区間のみを用いた識別では音源全体の評価が困難であったが、各区間から得られた尤度を音源単位で集約することで識別精度が向上し、特に聴き取りにくい音源の誤判定が減少することが確認された。

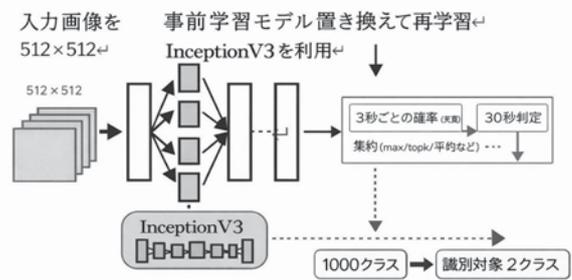


Fig. 1. Procedure for constructing the classification model using InceptionV3.

2-9-9

睡眠中に断続的に発生する短時間騒音がレム・ノンレム睡眠中の生理量に与える影響

Effects of Intermittent Short-Duration Noise During Sleep on Physiological Responses Across REM and Non-REM Sleep Stages

○太田周彰(安田女子大・理工), 松原千青(近畿大院),

平栗靖浩(近畿大・建築)

◆本報では、65 dB、50 dB の短い 3 秒間のチャープ音が睡眠深度毎に生理量である心拍数、呼吸数、体動に影響を与えるかの研究である。

◆各被験者 30 名に対して、音の提示が有る場合と無い場合の生理量の変化量について検定を行った。結果が下表である。

◆65 dB の音圧レベルでは、NonRem2 において全ての生理量で有意な増加が見られ、Nonrem3 においても呼吸数、LF/HF で有意な増加が見られた。50 dB の音圧レベルでは、NonRem2 において HF で有意な増加が見られた。NonRem2 の睡眠深度が最も音に敏感で、生理量への影響が最も大きいある可能性がある。

Results of the Paired Permutation Test on Sound Pressure Effects

睡眠深度	NonRem2			
	65 dB		50 dB	
SPL	騒音の有無による変化量差	p 値	騒音の有無による変化量差	p 値
心拍数	0.70	< 0.01	-	n. s
呼吸数	0.48	0.04	-	n. s
コール値	12.06	< 0.01	-	n. s
HF	5.31	0.05	8.38	0.02
LF/HF	0.14	< 0.01	-	n. s

2-9-10

2-9-10 騒音の曝露反応関係を用いた
基準値等の設定について

Establishment of noise standards using exposure-response relationships

○横島 潤紀(神奈川県環境科学センター/神奈川大学)

我が国の騒音分野における環境基準としては、一般環境における騒音(道路交通騒音を含む)、航空機騒音および新幹線鉄道騒音の3種類が設定されている。このうち最も新しい航空機騒音の環境基準が2007年に改正されたものであり、その告示からも20年近くが経過している。

2018年に発行された「欧州地域向けの環境騒音ガイドライン」(以下、「ガイドライン」と記す。)では、1日の騒音曝露に対する評価指標として時間帯補正等価騒音レベル(L_{den})を採用している。そして、道路交通騒音、鉄道騒音、航空機騒音それぞれの勧告値を、53 dB, 54 dB, 45 dBとした。これらの勧告値を、我が国の騒音分野における環境基準の基準値を L_{den} に換算した数値と比較すると、いずれの換算値も勧告値より高いレベルになることが報告されている。

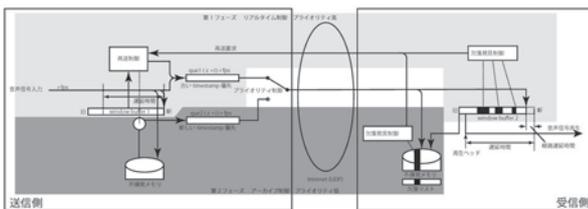
環境基準は、環境基本法(平成5年法律第91号)第16条第3項の規定のとおり、常に適切な科学的判断が加えられ、必要な改定がなされなければならない。環境基準よりも低いレベルに勧告値を設定したガイドラインが公表されたことも受け、環境基準のあり方について議論が続けられている。騒音による人への影響を判断するために、環境基準など基準類の具体的な数値(基準値、勧告値、指針値、参照値など)を設定する上では、騒音の曝露反応関係が基本となる。筆者らは、住宅種別(戸建住宅/集合住宅)に、我が国における交通騒音の曝露反応関係として、 L_{den} と72%HA(高度のアンノイズの反応割合)との関係を構築した。ただし、これらの曝露反応関係から基準類の具体的な数値を設定する場合にも、課題が残されている。具体的には、(1)騒音の曝露による人への影響の検証、(2)曝露反応関係の妥当性、(3)ベンチマークの設定、(4)住宅種別の調整の4つの課題についてを整理する。

2-9-12

2-9-12 アーカイブとリアルタイム性を両立させた
リアルタイム通信の実装Implementation of Real-Time Communication Supporting
Both Concurrent Archiving and Real-Time Performance

○森 洋久

我々は、奄美の自然の音を、インターネットによって、マルチチャンネルでリアルタイムに博物館の展示場に転送し、来館者にイマーシブな環境音空間を提供すると同時に、この音をアーカイブとして保存する試みを行っている。リアルタイム・プロトコルによって送られてくる再生用の音声データを一時的にアーカイブする一方、劣化部分の音声、リアルタイム通信の余剰を利用して現地のバックアップから入手し、完全なアーカイブを再現することにより、ネットワークリソースを有効活用するプロトコルDP-RTP(Dual Phase Real Time Protocol)を開発、実装した。



DP-RTP 概念図

2-9-11

2-9-11 デジタルオーディオにおける伝送方式による
サンプリングジッターの諸様相

Various Aspects of Sampling Jitter in Digital Audio Transmission Methods

金子祐輔(東京情報大院), 西村明(東京情報大学)

DA/AD変換時のサンプリングクロックに生じる時間ゆらぎ(サンプリングジッター)は、録音や再生時にひずみをもたらす原因のひとつであり、ADC、DAC、再生メディアやデジタルケーブルによってジッター特性に違いが生じる場合がある。ジッターが数百ナノ秒になると、人は音質の違いを検知できる。実際のジッターは、大きくて数十ナノ秒程度であるが、ジッターは小さければ小さいほど良いとされ、マニアもそれにこだわることが多い。そこで、まだ測定がされていないHDMIケーブルの伝送方式とS/PDIFの同軸ケーブルと光ケーブルと比較し、伝送方式によって生じるジッター特性を調べた。

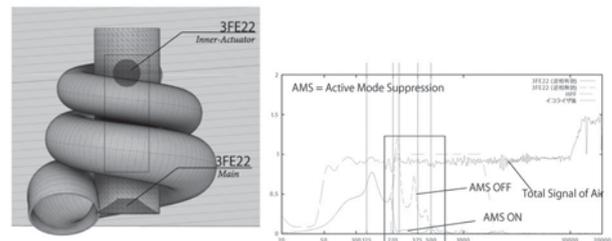
測定方法は、解析信号を用いて、ジッター波と振幅変動波を別々に測定することができる時間領域の測定法を用いた。S/PDIFとHDMIによる伝送では、ジッター特性に違いが生じた。また、HDMIケーブルで接続してDACを変えるとジッター特性に違いが生じることがわかった。S/PDIFの同軸ケーブルと光ケーブルは、伝送するオーディオデータにクロックがのっているが、HDMIケーブルはエンコードしたオーディオデータをケーブルで伝送して、シンク機器側でデコードしてシンク機器のサンプリングクロックを用いてオーディオ出力を行う規格となっている。そのため、HDMIケーブルを使用した場合のジッター特性は、シンク機器側のDACに依存すると言える。

2-9-13

2-9-13 バックロードホーンスピーカーの整音へのフィード
フォワード型アクティブ・モードサプレッションの応用Feedforward Active Mode Suppression for Acoustic Tuning of Back-Loaded
Horn Loudspeakers

○森 洋久

我々は、博物館や美術館の空間において、芸術性の高い外観と質の高い音響を提供するスピーカーとして、天吊渦巻き型バックロードホーンスピーカー以下BLHSと略す。)TROCHUSを開発している。BLHSはホーン内部に高次モード共鳴が起きやすく、音質の劣化につながる。歴史的に、数理的な設計を基礎に、高次モードが生じにくい構造のホーンを設計する手法と、高次モードをBLHSの特徴と積極的に捉え、聴き心地よさを追求する手法が試みられてきた。我々は、第三の方法として、理論的に可解な線形・時不変系に近似可能なホーンを構成した上で、背面音道のスロート部分に挿入したアクチュエータによって、高次モード成分を能動的にキャンセルするアクティブ・モードサプレッション手法を提案する。この手法によって、背面音道の形状の可塑性が増し、芸術性の高い外観や、天吊可能な軽量化への道が開けた。



Structure of TROCHUS

Active Mode Suppression

2-9-14

2-9-14 スパース最適化に基づく周波数領域シミュレーションデータを用いた頭部インパルス応答推定

Estimation of head-related impulse response using frequency-domain simulation data based on sparse optimization

◎草野翼, 小山瑠生, 大久保寛(都立大)

- ◆個人の頭部伝達関数 (HRTF) 取得のため、3D モデルを用いた数値シミュレーションが研究されており、境界要素法 (BEM) による周波数領域シミュレーションは有効なシミュレーション手法の一つである。
- ◆周波数領域シミュレーションで得られた HRTF から頭部インパルス応答 (HRIR) を得るには逆離散フーリエ変換 (IDFT) が用いられるが、周波数領域における Nyquist 周波数での不連続性のために、リングングのようなアーチファクトが生じる。
- ◆本研究ではスパース最適化に基づき、周波数領域シミュレーションで得られた HRTF を用いた、HRIR を推定する方法を提案する。
- ◆提案手法により、20 kHz 以下でのデータ忠実性を保ちつつ、前後のリングングを抑えた HRIR が推定できることを確認した (Fig. 1)。

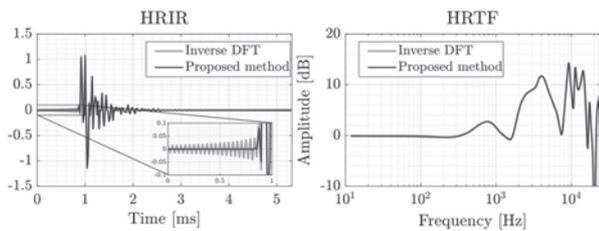


Fig. 1 HRIRs estimated from the left ear HRTF of KEMAR simulated by BEM. (Left) The HRIRs estimated by the inverse DFT and the proposed method, (right) the HRTFs computed by the DFT of the estimated HRIRs.

2-9-16

2-9-16 屈曲アレイスピーカを用いたスペクトル除算による音場合成の検討

Sound Field Synthesis Using Spectral Division Method with Bent Array Loudspeakers

◎佐々木陽(NHK・東北大通研/院情科研), 坂本修一(東北大通研/院情科研)

- ◆没入型コンテンツの視聴環境として、湾曲型映像ディスプレイを用いるケースが増えているが [1], 曲率が異なるディスプレイに合わせて曲線アレイを製作することは効率的ではない。
- ◆本稿では、湾曲型映像ディスプレイの曲率に沿って直線アレイユニット (Fig.1) を複数屈曲するように配置したアレイスピーカを用いたスペクトル除算法を提案し、数値シミュレーションにより提案手法で音場が合成できることを確認した。
- ◆提案法の合成精度は従来法と比較して、600Hz 以上の周波数帯域において正面領域では同等であり、仮想音源の左右近傍では向上した。



Fig.1: Linear loudspeaker array unit

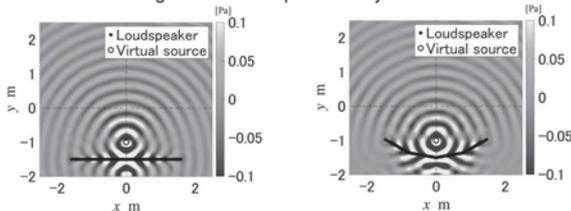


Fig.2: Synthesized sound field (Left: Conventional, Right: Proposed)

[1] <https://www.nhk.or.jp/str/open2025/tenji/3/index.html>

2-9-15

2-9-15 音声オブジェクトの同時再生数と提示位置のズレや仮想音源化の知覚し易さとの関係

The effect of the number of audio objects on the perceptibility of changes in presentation methods: position shifts and virtualization

◎岡本恭佳, 久保弘樹, 大出訓史(NHK)

- ◆6DoF 音響のレンダリングにおいて、個別に処理が必要な音声オブジェクト数を減らし処理量を削減することが検討されている
- ◆同時再生する音声オブジェクト数の変化に伴い、個別に処理する音声オブジェクト数の削減条件が変化することが予想されるため、以下の2つの手法を用いて音声オブジェクト数を削減した際の聞こえ方の違いと、音声オブジェクトの数の関係を主観評価実験で調査した
 - 提示位置ずらし: 音声オブジェクトの提示位置をずらし、別の音声オブジェクトと統合して再生
 - 仮想音源化: 複数の別の音声オブジェクトに分配して再生
- ◆同時再生数や聴覚的注意の有無によって、削減してもよい音声オブジェクトの見込み角が異なり、提示方法を変更する音声オブジェクトの方向によって、望ましい提示手法が異なることが分かった

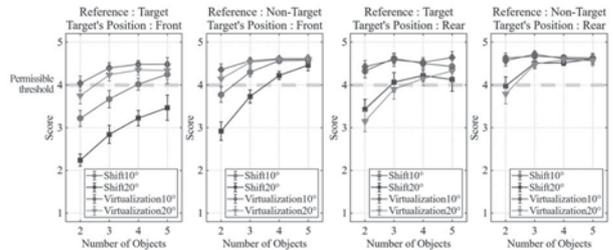


Fig.1: Average value and 95% confidence interval for each method's evaluation

2-9-17

2-9-17 三次元放射音場再生のためのMRゴーグルを用いた放射型映像提示システムの評価

Evaluation of immersive video display system Using MR Goggle for 3D radiated sound field reproduction

☆荒木峻我(東北学院大院・工), 木村敏幸(東北学院大・情報)

- ◆未来の3Dテレビの仮想的な再現手段として、MRゴーグルを用いて Fig. 1 のように体験できる放射型映像提示システムを構築し、バイノーラル音響による音像定位および腹話術効果を評価した。
- ◆実験では、Fig. 2 に示す8つの位置に音像を定位させた。音響再生手法検証実験では、バイノーラル音提示と空間化処理を行わない音提示の2条件で音像定位の性能差を検証した。さらに、腹話術効果検証実験では、映像提示の有無による音像定位の変化を検証した。
- ◆その結果、音響再生手法検証実験では、本システムにおけるバイノーラル音は音像定位に有効にはたらくことが認められた。また、腹話術効果検証実験では、映像提示を行うことで提示位置と回答位置がほとんど一致する結果となったため、映像提示が音像定位に強く影響を及ぼすことが示された。



Fig.1: Experience screen of developed system

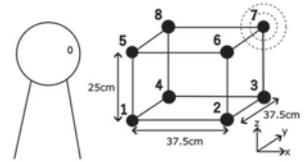


Fig.2: Experimental environment for localization experiments (sound source position: 7)

2-9-18

2-9-18 ウェアラブル音響デバイスと外耳の音響接合が Pressure Division Ratio と音響透過性に与える影響

Influence of Acoustic Coupling between Wearable Audio Devices and the Ear on Pressure Division Ratio and Acoustic Transparency.

◎千葉大将, 加古達也, 渡邊悠希, 野口賢一, 鎌本優 (NTT), 中村風香, 飯田一博 (千葉工大)

- ◆Audio AR で要求される3次元音響再生精度と音響透過性について、デバイスと耳との音響接合が与える影響を体系的に調査した。
- ◆バイノーラル再生における補正フィルタの精度に関わる Pressure Division Ratio (PDR) と、周囲音の聞こえやすさを示す音響透過性を、耳との接合方法の異なる15種のデバイスで測定・算出した。
- ◆耳全体を覆う Circum-aural 型は音響透過性が低く、外耳道入口付近に筐体がある Intra-concha 型は PDR が劣化する傾向が確認された。一方、耳との接触面積が小さく外耳道を開放する Open-ear 型や Extra-aural 型は、PDR と音響透過性の両指標で比較的良好な特性を示し、AudioAR に適したデバイス設計であることが示唆された。

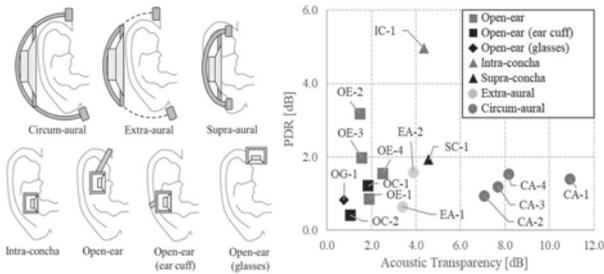


Fig.1: Classification of acoustic coupling.

Fig.2: Scatter plot of PDR and acoustic transparency.

講演取消

2-10-1

2-10-1 聴覚・音声研究の40年とこれから—学会と研究者の視点から—

Forty Years of Speech and Hearing Research and Its Future: Perspectives from an Academic Society and a Researcher

○廣谷定男 (NTT CS 研)

- ◆1985年春季研究発表会に「聴覚・音声」部門が新設され、音声知覚関連の研究発表は同部門に集約されることとなった。
- ◆この度、「聴覚・音声研究の再訪と展望：部門発足40周年を期して」と題したスペシャルセッションを開催し、聴覚・音声部門のこれまでの歩みと今後の方向性について意見交換を行う。
- ◆本稿では、学会運営（聴覚研究委員会副委員長および学術委員長）の立場と、約20年にわたり聴覚・音声研究に携わってきた研究者としての立場から、現在の到達点、課題、ならびに今後の展望を論じる。
- ◆現在の到達点
 - 生成と知覚の関係
 - マルチモダリティ
 - 音声障がい
 - 音声知覚実験用ツール
- ◆課題
 - 時間情報の音声変換
 - 深層学習の利用
 - 変形聴覚フィードバックと骨導音
- ◆今後の展望
 - 音声知覚はどの部門で発表すべきか
 - 聴覚・音声部門のCOE拠点化

2-10-2

2-10-2 スピーチチェーンのモデル化と音声・聴覚研究領域の役割

Modeling of Speech Chain and Roles of Speech and Hearing Research Area

○赤木 正人(北陸先端大 / 大連理工大)

- ◆Speech Communication 中の音声知覚をターゲットとする聴覚・音声研究領域が40年前に誕生した。
- ◆聴覚・音声研究領域は、Speech Communication のモデルである「スピーチチェーン（ことばの鎖）」の科学的研究の一端を担ってきた。
- ◆私に関わったスピーチチェーンのモデル化研究のいくつかを紹介しながら、40年にわたる聴覚・音声研究領域の過去・現在の役割を考える。
- ◆スピーチチェーンのモデル化研究の例
 - スピーチチェーンにおいては知覚と生成は表裏一体である。
 - 「音を聞く」を解明するためにはスピーチチェーンの中の知覚機構を考えるべきであり、同様に、「音声を生成する」を解明するためにはスピーチチェーンの中の生成機構を考える必要がある。
 - このような指針の下で行ったスピーチチェーンに関連した研究を紹介する。
 - ◇例1：ターゲット予測モデル（生成モデルから知覚モデルへ）
 - ◇例2：感情知覚・生成モデル（知覚モデルから生成モデルへ）
- ◆聴覚・音声研究領域のこれからの役割についても、講演で言及する。

2-10-3

2-10-3 [招待講演] VOCODER, pattern playback, morphing そして深層学習が聴覚・音声を解剖する

Reverse engineering of hearing and speech by VOCODER, pattern playback, morphing and deep learning

○河原英紀(和歌山大/電気通信大)

- ◆最近の機械による音声処理能力の向上は凄まじく、音声の認識も生成も人間を凌ぐことは珍しくなくなっている。機械の能力の向上が漸進的で、人間の能力は到達できない究極の目標のように見えていた四半世紀前の状況は、今からでは想像することも難しい。
- ◆今後は、実現すべき究極の目標として人間の聴覚と音声を研究するのではなく、機械の能力と比較したときに人間がどのようなハンディキャップを抱えているのかを明らかにするために、聴覚と音声を研究(解剖)することになると考える。
- ◆別の言い方をすれば、全ての人がハンディキャップを負っていると捉え、どのような問題があるかを個人ごとに調べ、それぞれに合わせて調整した仕組みを提供することで機械の能力に近づける、能力拡張が重要な課題になるように思う。
- ◆本講演では、半世紀前から音声研究に携わってきた立場から、それぞれの時代の空気感を交えて研究の変遷を紹介したい。
- ◆生存者バイアスにまみれた個人語りの色彩が強くなることをご容赦いただきたい。

2-10-5

2-10-5 認知心理学者からみた聴覚・音声研究

Hearing and speech research from a cognitive psychologist's perspective

○田中章浩(東京女子大)

認知心理学を専門とする筆者は、音響学会の会員でありながらもつかず離れずの距離感を保ちつつ、心理系学会や認知科学会を主な活動の場としてきた。音響学会における聴覚・音声の研究発表は、主に知覚レベルの現象にフォーカスし、実験刺激を厳密に統制し、人間の普遍的な知覚メカニズムの解明に関心を持つ研究者が主流であるとの印象を持っている(誤解かもしれない)。本発表では、知覚よりも認知、聴覚よりも多感覚、普遍性よりも文化差・個人差に軸足を置いて研究してきた筆者の立ち位置から、自身の研究紹介を交えつつ、聴覚・音声研究の現状と課題について考えたい。

2-10-4

2-10-4 実環境での聴覚・音声知覚はどこまで解明されたか？

○柏野牧夫(NTT)

- ◆実環境の会話は、静かな実験室のように“理想的な音響信号”を与えてはくれない。しかし、脳には安定した聴取を可能にするメカニズムが備わっている。
- ◆一方、純音聴力が正常であっても、そのような条件下では特に聴取困難を訴える人々も存在する。
- ◆実環境での聴覚や音声(speech)知覚のメカニズムを理解することは、基礎科学の課題であると同時に、補聴・支援技術、教育・コミュニケーション支援、高齢化社会における生活の質とも直結する。
- ◆本稿では、音声知覚の頑健性に関する過去約40年間の研究史を振り返り、考え方やアプローチの変遷をたどるとともに、今後の課題についても考えたい。
- ◆目次
 - はじめに
 - 1980年代：実環境指向の萌芽
 - 2.1 音声の変動性と知覚の頑健性
 - 2.2 聴覚フィルタを超えて
 - 2.3 情景分析としての聴覚
 - 1990年代：知覚現象の体系化
 - 3.1 外部要因に対する音声知覚の頑健性
 - 3.2 聴覚オブジェクトの神経目標
 - 2000年代：神経機構の探索
 - 4.1 音声処理の階層とネットワーク
 - 4.2 聴覚情景分析の階層とネットワーク
 - 2010年代：計算原理の探究
 - 5.1 予測・適応の計算理論
 - 5.2 聴覚情景分析の統一理論
 - 2020年代：実環境での検証
 - 6.1 刺激や課題のリアリティ
 - 6.2 機械学習の貢献
 - 6.3 聴覚の多様性 LID
 - おわりに

2-10-6

2-10-6 「自分らしさ」が形作る発話の行為主体感

Self-voice identity shapes the sense of agency in speech

○大畑龍(産業技術総合研究所)

- ◆行為主体感(sense of agency)は、「他の誰でもなく自分がその行為を行った本人である」という主観的な感覚を指す。
- ◆発話は他の運動制御と異なり、感覚フィードバックである声に「自分らしさ」の手がかりが含まれるが、この「自分らしさ」いかに行為主体感の生成にいかにか寄与するかは明らかではなかった。
- ◆発話に伴う行為主体感を、黙示的・明示的指標を用いて実験的に評価した。その結果、発話の結果として自分の声が聞こえることで、両指標ともに主体感が高まることが示された。
- ◆一方、行為のモダリティを発話からキー押しに変更したところ、自分の声による主体感の向上は明示的指標でのみ確認された。
- ◆行為主体感の非概念的側面である feeling of agency には、「自分らしさ」が感覚運動プロセスに寄与するのに対し、概念的側面である judgment of agency には、事後の推論プロセスに関与する(Fig. 1)。

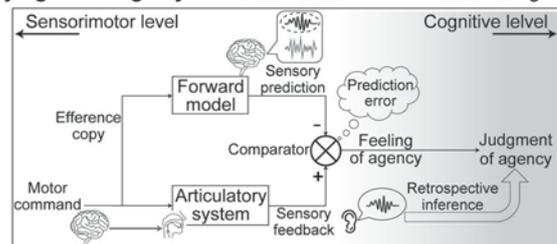


Fig. 1: Theoretical schematic of the sense of agency in speech.

2-10-7

2-10-7 言語音声知覚とその障害に関わる神経オシレーション研究

Neural Oscillatory Dysfunctions underlying speech perception deficits

◎田村俊介(宮崎大学)

- ◆近年の言語音声知覚に関する脳機能研究では、連続的な音声信号に含まれる多様な時間変動成分に同期して生じる神経オシレーションを調べる研究が盛んに行われるようになってきている。
- ◆言語音声知覚の神経メカニズムを探る上で、その障害を呈する疾患を対象として脳機能計測を行うことは有用な研究アプローチであり、本研究では統合失調症が呈する言語性幻聴や雑音下での音声聴取困難に着目した研究を行った。
- ◆脳磁図を用いて言語性幻聴知覚時と非知覚時における神経オシレーションの違いを調べたところ、左半球聴覚野付近における自発のガンマオシレーションが幻聴知覚時に異常亢進していることが分かった。
- ◆脳波を用いて単語音声聴取時に基本周波数に同期して生じるガンマオシレーションと振幅包絡に同期して生じるシータオシレーションを評価し、健常者と統合失調症の違いを調べるとともに、日常生活における音声知覚能力との関連を調べた。その結果、左半球の上側頭溝におけるガンマオシレーションが統合失調症患者で有意に低下し、雑音下での音声の聞き取り能力の低下とも相関することが分かった。
- ◆上記の実験で生じた課題を踏まえて実験デザインをした speech illusion 課題について紹介し、予備実験の結果を発表する予定である。