

視覚障害者に固有な聴覚・触覚での質感におけるメカニズム解明と提示方法開発

三浦 貴大, スマートワークIoH研究チーム (miura-t@aist.go.jp)

背景と目的

障害当事者の現状

- 身体障害者数：約400万人 (2016)
 - 視覚障害者：約30万人 (手帳交付数)
 - 盲ろう者：約1.4万人 (推計値)
- 法的整備と公的支援の進展
 - バリアフリー新法, 移動等円滑化の促進に関する基本方針 (2006)
 - ▶ 情報・実世界のバリアフリー化の広まり
 - 障害者差別解消法 (2016)
 - ▶ 「合理的配慮」の提供が行政・事業者には義務化

障害者支援技術

- 情報アクセシビリティの進歩
 - WCAG 2.0 (2008), 2.1 (2018)
 - ▶ ウェブアクセシビリティの改善へ
 - 各種提示系の機能向上
 - ▶ スクリーンリーダーの機能向上
 - ▶ 点字ディスプレイの普及
- 実世界情報アクセシビリティの発展
 - ナビアプリ群の増加・高機能化・普及

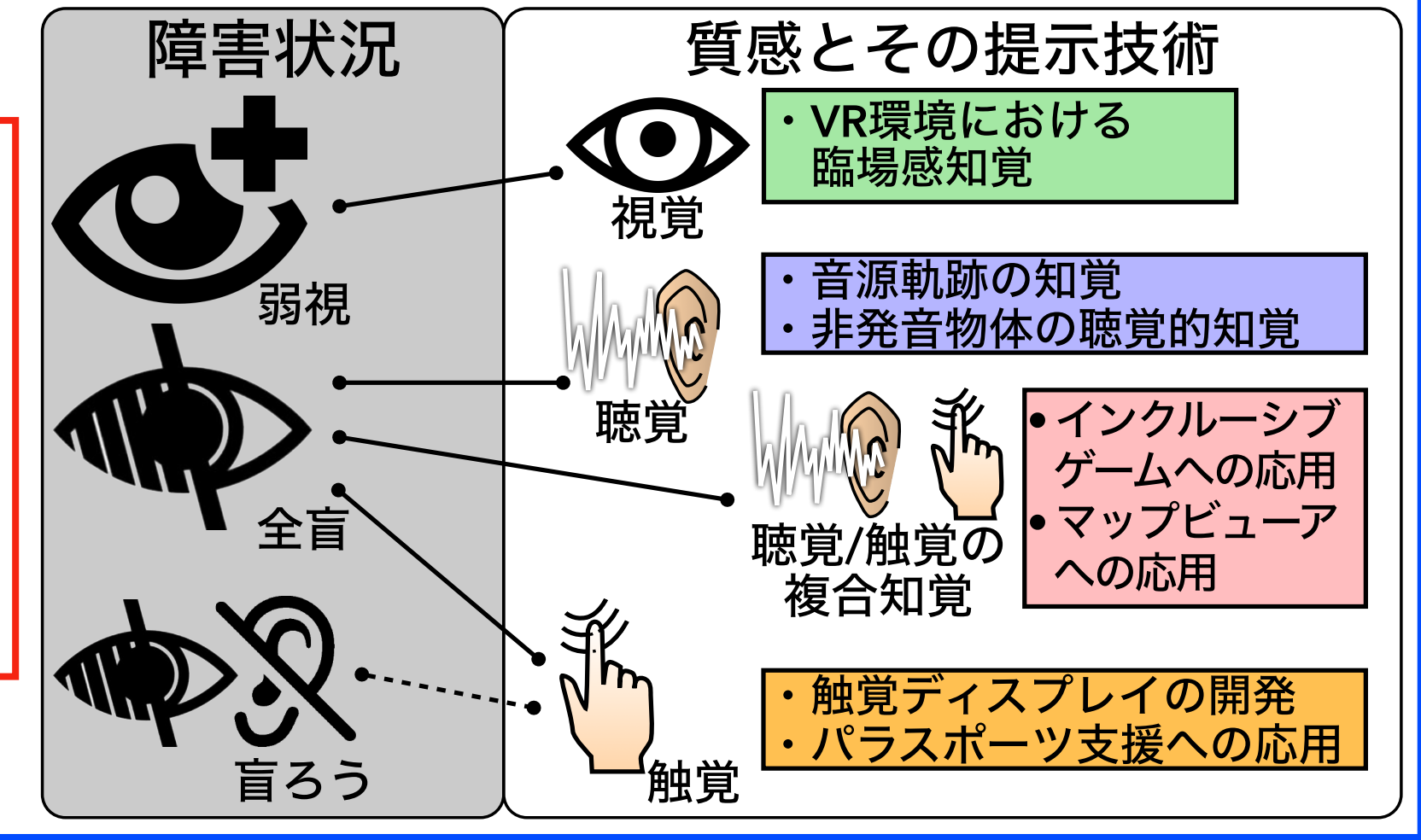


視覚障害者・盲ろう者における質感 研究目的と課題

視覚障害者や盲ろう者は独自の感覚・知覚・認識系を持つ
 晴眼者が捉えられない質感を捉える事もできる

高速音声の認識
 環境音による非発音物体の知覚
 点字の認識や触読速度向上

目的:
 視覚障害者に固有な視覚・聴覚・触覚での質感メカニズム解明と提示方法・指針の開発



弱視者における臨場感知覚

弱視者にHMDで全天球映像を提示する際、臨場感を感じられて酔わない状況を調査 (n=6)

実験の様子

HMD提示した映像

- 画質: 3種 (480p, 720p, 1080p)
- フレームレート: 4種 (10, 15, 24, 29.97 fps)
- 映像と音の遅延: 3種 (0, 1000, 1500 ms)
- Presence questionnaire (PQ) (Witmer, 2005) を使用

視力0.05以下
 視力0.05以上

フレームレート・解像度が増すに連れてPQスコア (臨場感) は上昇
 視覚障害状況によって、臨場感が頭打ちになる解像度が異なる

Miura, T. et al., "Reality Varies by Vision: Requirements of Immersive Virtual Reality Content for Users with Low-Vision," J. Tech. PwD, 8:170-195, 2020. URL: https://doi.org/10.2113/2197

全盲者における音源軌跡知覚

点図ディスプレイのように二次元パターンを提示する音源軌跡提示用スピーカマトリクスを開発・評価

実験条件

- 参加者: 晴眼者6名, 全盲者5名
- 軌跡の形状: 3種 (○, △, □)
- 提示音: 4種 (ホワイトノイズ, インパルス列 (4, 8, 16 Hz))
- スピーカーつ当たりの提示時間: 4種 (0.125, 0.25, 0.5, 1 s)
- リファレンス用音源軌跡をパターンA/B/Cと提示して教示後、実験用軌跡を提示、どれに近いかを回答してもらう

音源軌跡提示にノイズ音を用いると図形判別されやすい
 ノイズ音は音源軌跡をより丸く感じさせ、インパルス列は音源軌跡をより角があるものとして感じさせる

提示軌跡/応答の混合行列から求めたCramer's V

三浦大, "視覚障害者向けの二次元パターンを提示するスピーカマトリクス," 日本VR学会論文誌, 25(3):228-231, 2020. URL: https://doi.org/10.18974/jvrs.25.3.228

触覚提示による感覚代行手法の開発

汎用触覚ディスプレイモジュール Tactule (USB 5Vで駆動)
 振幅: 60 μm, 振動周波数: 50-400 Hz

質感評価用ピンマトリクスディスプレイ

汎用触覚ディスプレイモジュール Tactule を取り付けたゲームコントローラTactCon (Tactile game Controller) ※操作性と触覚情報の獲得の両立を目的

点字の触読に慣れた弱視者において、音声でのルート読み上げよりも分かりやすいとの意見

Miura, T. et al., "Tactule: Tactile display modules utilizing multilayer-bimorph piezoelectric vibrators - Their applications in tactile game controllers (TactCon)," IEEE WHC 2019, WIP, 2019.
 Miura, T. et al., "Hold-through: Run-through of the holds on the bouldering wall through haptic/tactile guides for blind climbers," IEEE WHC 2019, WIP, 2019.

聴覚/触覚の複合知覚のアクセシビリティ支援への応用

インクルーシブ2Dアクションゲームの開発

- 視覚障害の有無によらず、誰もが一緒に楽しめるよう開発
- 画面上の全ての情報は、聴覚/触覚情報だけで判別可能

マルチモーダルプレイ: 視覚・聴覚・触覚情報でプレイ
 [後半] 画面暗転プレイ: オーディオプレイ/タッチプレイ

有効データ: 225名分 (139名がクリア)
 ▶ 181名が晴眼, 11名が全盲, 5名が弱視
 - プレイ後にゲームの行いやすさをアンケート調査 (任意)

プレイ状況ごとのクリア率

TactConによる壁・段差までの距離の分かりやすさ

- 開発したゲームコントローラを用いた際のクリア率が他条件よりも有意に高い
- 晴眼者の評価は幅広く分布
- クリア率に対する分散分析:
 - プレイ状況以外に、最近のプレイ頻度も主効果
 - 全盲者は非常に分かりやすいと回答
 - 晴眼者の評価は幅広く分布
 - クリアした晴眼者の40%、クリアできなかった晴眼者の10%が分かりやすいと回答

松原ら, "リアルタイム多感覚提示を行うインクルーシブアクションゲーム: 触覚提示付きゲームコントローラ(TactCon)を導入したゲームの開発と利用時の評価," SIGAAC研究会, 情報知理学会, Vol.2019, AAC-10, No.15, pp.1-7 (2019) URL: http://id.nii.ac.jp/1001/00198657/
 Miura, T. et al., "GAME: Game As a Measurement Environment - Scheme to Evaluate Interfaces and Game Contents Based on Test Theories," (to appear)

項目反応理論に基づくコース/プレイ評価方法を提案

サブステージごとのプレイ評価方法

ゲームステージの生成方法

サブステージのテンプレート例

テスト理論に基づくステージ/サブステージの分析

プレイスタイルごとのパフォーマンス分布

シミュレーションによる評価用最適コース生成

項目反応理論に基づくサブステージ分析