

採択番号 O6101

研究開発課題名 サイバネティック・フロントエンドを無線化する追従型テラヘルツリンクの研究
開発

(1) 研究開発の目的

物理世界と情報世界の間で人を取り巻くサイバネティック・フロントエンドを無線化するための研究開発を行う。現象や体験をありのまま記録する計測（例えばライトフィールドカメラ、モーションキャプチャ、レーダー、超音波エコー、多点生体電位計測、BMI 等）は空間的にも時間的にも大容量のデータを生成するが、それゆえデータ伝送に有線接続が不可欠となり計測対象が狭まる。本研究開発では、分散配置可能なテラヘルツビーム走査アンテナをネットワーク化することで、ボリュメトリックセンサデータの無線伝送基盤を構築する。この技術基盤を活用することで、人の身体的・社会的な活動を妨げることなく認識行動を支援・拡張することを目指す。

(2) 研究開発期間

令和 4 年度から令和 6 年度（3 年間）

(3) 受託者

国立大学法人東京大学<代表研究者>

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 4 年度 100 百万円

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 追従型テラヘルツリンク

研究開発項目 1-a) 2 軸ビーム走査アンテナ (東京大学)

研究開発項目 1-b) 中継伝送システム (東京大学)

研究開発項目 1-c) ビームトラッキング (東京大学)

研究開発項目 2 ボリュメトリックセンシングに基づく認識行動支援

研究開発項目 2-a) 高速有線インタフェースの無線化 (東京大学)

研究開発項目 2-b) 運動学習の拡張 (東京大学)

研究開発項目 2-c) 空間知覚の拡張 (東京大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	9	9
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目1 追従型テラヘルツリンク

研究開発項目1-a) 2軸ビーム走査アンテナ (東京大学)

テラヘルツ波を2軸ビーム走査するための新たなアンテナを提案・設計し、その試作に着手した。提案構造は導体板間を TE モードで伝搬する2次元導波構造をベースとし、給電部・偏向導波部・漏れ波放射部の3要素からなる。まず給電部では、導波管フランジから給電されるテラヘルツ波を平面波に変換する構造を提案した。次に偏向導波部では、導体板間に微小な傾斜を設けることで実効屈折率分布に勾配を設け、通過する伝搬波の軌跡を曲げられるようにした。そして、その軌跡が漏れ波放射部において表面に形成された導体メッシュ層から空中に漏洩し、指向性ビームを形成するようにした。

研究開発項目1-b) 中継伝送システム (東京大学)

テラヘルツ波を2方向にスイッチング可能な導波管切替器を提案・設計し、試作した。T字分岐導波管をベースとし、分岐部に設けた可動先端部を微小変位させることによって出力ポートを切替可能にした。導波モードの漏洩を抑制しつつ機械部品の駆動を可能にする構造を提案し、電磁界シミュレーションにより寸法の最適化を図った。試作器の評価実験は次年度に執り行う。なお、試作においては実装と制御の容易さからステップモータを用いるが、提案手法自体はピエゾなど他のアクチュエータを用いる場合にも拡張可能である。

研究開発項目2 ポリュメトリックセンシングに基づく認識行動支援

研究開発項目2-a) 高速有線インタフェースの無線化 (東京大学)

4GSa/s の高速 DAC・ADC が内蔵された FPGA ボードを用いて、1GBaud の速度で16QAM 方式でデジタル変調された IF(中間周波)信号を生成できることと、IF 信号からベースバンド信号を復調できることを確認した。また、AMC(Amplifier Multiplier Chain)と SHM(Sub Harmonic Mixer)を用いて 220~300GHz のテラヘルツ波を生成できることと、SHM を用いてテラヘルツ波から IF 信号へのダウンコンバートが可能であることを確認した。また、並行して 100GHz のサブテラヘルツ帯域において、ON/OFF 変調による無線通信実験を行う予定である。これらの実験では空間に電波を放出するため、必要な免許を取得のための準備を進めた。

研究開発項目2-b) 運動学習の拡張 (東京大学)

運動学習拡張のための道具型デバイスを設計し、試作に着手した。デバイスは2軸の駆動自由度を持ち、かつ片手で操作可能な重量を要求機能として設計した。デバイスの外形サイズに加えて、ユーザが体感する慣性モーメントが小さくなるような構造として平行機構を提案し、プロトタイプを製作した。ユーザの運動動作の計測に関しては、光学式モーションキャプチャシステム、多チャンネルの筋電センサを用いた運動情報、ウェアラブルな圧力センシング・触覚提示システムなどを統合的に用いることを検討し、ユーザの運動動作に合わせた制御手法の開発を進めている。

研究開発項目2-c) 空間知覚の拡張 (東京大学)

ビデオスルー型 HMD と画像編集技術を用いて、視覚的に消失された移動ロボットによるインタラクションシステムの試作に着手した。空間知覚の拡張技術開発の基礎検討として、移動ロボットの視覚的消失がユーザ体験やインタラクションにどのような影響を与えるかを調査した。プロトタイプとして、クロマキーと画像修復アルゴリズムにより、ロボットをリアルタイムに視覚的消去可能なシステムを構築した。計算負荷や他物体との干渉などの問題点も明らかになった。

(8) 今後の研究開発計画

220GHz 超のテラヘルツ波をビーム走査可能な複数のアンテナをネットワーク化して伝送するシステム、およびそれを用いてボリュメトリックセンシングを無線化して認識行動を支援するシステムの研究開発を2本柱とする。前者においては、テラヘルツ波のビームを伝送するシステムを開発し、動く対象に追従してテラヘルツ波を伝送できるようにする。後者においては、テラヘルツ波を用いた高速な無線情報伝送技術開発と空間知覚・運動学習の拡張を実現するためのシステム開発およびそれらの評価を行い基盤的な知見を明らかにする。両者は、2023年度までの研究開発では相互依存なく切り分けて進め、最終年度において統合する。