

「ワイヤレス充電のウェアラブルビジタガイド端末と 総合管理システムの研究開発」

蔡大維 (岩手県立大学、准教授)、有田寛之 (国立科学博物館、係長)、
佐々木毅 (株式会社東北 TKR、主事)

地方経済を活性化させるために、自然環境、歴史、文化などの観光資源を創造・再発見・整備し、ICT 技術を活かして、国内外観光客に有力な発信手段を提供することは観光立国の実現に重要となっている。本研究では、現在世界的にもっとも注目されているウェアラブル技術とワイヤレス充電技術を研究し、世界初の自動観光案内のウェアラブル端末及び高度な充電管理システムを開発する。NFC とセンシング技術による知的自動案内などの機能を提供するウェアラブル端末と、ワイヤレス充電機能や観光客動向の自動集計機能などを提供する高度な管理システムを開発・試作する。県内製造企業と連携し、日々拡大している世界観光市場に競争力の強い製品を提供することを目指す。

1 研究の概要

日本経済を活性化させるために、自然環境、歴史、文化などの観光資源を創造・再発見・整備し、これを国内外の観光客に発信することによって、日本政府が観光立国を目指していくことが重要となっている。観光施設の核である博物館や美術館などでは、海外観光客を含む来訪者向けの解説案内サービスの提供が不可欠である。世界的に情報通信技術を用いる観光促進の動きも活発で、携帯電話や携帯情報端末を用いる案内製品の開発と案内サービスの展開が加速している。近年、次世代の携帯情報端末として、ウェアラブル端末に関する技術と製品開発が世界的に注目されている。従来の手持ちで利用する携帯電話のような端末より、体に負担をかけずに、体に気軽に装着するウェアラブル端末を用いて、観光客の所在地や行動を知的に判断し、自動的な観光案内サービスを提供することはもっとも理想的なものである。

岩手県立大学の研究グループが超高速赤外線データ放送の技術と低消費電力の無線通信技術とセンシング技術の開発と応用で既にいろいろな実績を遂げた。研究論文の発表だけではなく、これらの技術の実用化を目指す地元の電機メーカーと連携し、展示案内の小型携帯情報端末の開発と商品化に成功した。関連技術の移転と指導で、県内電機メーカーが製造した新型情報端末とシステムは県内外の観光施設で多数採用された実績を遂げた。

本研究では、すでに開発した自動案内サービスに関する NFC 技術とセンシング技術と製品化に欠かせない実装技術の実績とノウハウを

もとにして、新型ウェアラブル端末の実用化コア技術を開発し、商品化を目指す。観光客の動向を検知するセンシング技術や所在地を検出する NFC 技術は既に確立されたが、ウェアラブル端末の特殊制約（消費電力、サイズ、重さなど）に合わせて、適性調査と改良が必要である。特に、従来の手持ち端末と違って、体に装着するために、装置の基本アーキテクチャと通信部品と MEMS の配置が研究課題になる。

また、施設管理の利便性のために、端末を簡単に充電するワイヤレス充電機能が特に必要である。モバイル端末の普及と電気自動車の展開で、ワイヤレス充電技術も近年世界的に注目されている競争的研究分野である。現在、磁気誘導方式のように密着しなくても充電できる磁界共鳴方式の実用化研究は、モバイル端末や電気自動車など向けの有望な充電方式として、MIT やトヨタやインテルなど大学と企業の参入で急速に進んでいる。MIT によって、磁気共鳴方式という物理現象が解明・検証されたが、実用化までにまだ多数の課題がある。特に、複数端末を一斉に効率よく充電することは世界的な難題である。本研究では、数十台のウェアラブル端末が一斉に安定的に充電できるように充電効率を決定的に影響する共振器の共振周波数を自動的に調整する適応的な制御アプローチを提案して、観光施設営業上で必須になる多数端末の同時充電を実現するワイヤレス充電のソリューションを開発する。また、ウェアラブル端末に内蔵する重要な部品になる受信コイルの小型化と超薄型化に関する技術を開発する。

上記の関連コア技術の開発だけではなくて、

総合的に機能評価を実施するために、新型ウェアラブル自動案内端末のプロトタイプを試作し、これらの技術の実用化と商品化を目指す。日本国内博物館の最高峰の国立科学博物館の展示担当者からの助言と岩手地元電機メーカーの協力で、世界初のウェアラブル自動案内端末及び高機能管理システムの商品化を実現する。国内外の観光市場に岩手製造の最先端展示器材を提供し、地元の経済振興に貢献する。

2 研究の内容

本研究では、次の内容を研究する。

1. 自動案内サービスに関する NFC 機能とセンシング機能などを統合するウェアラブルタイプ端末を実現するアーキテクチャと実装コア技術を確立する。頭部に長時間装着をしやすい制約条件を満たすために、低消費電力化と軽量小型化とフレキシブル化を実現する。
2. 一つの充電装置で、数十台のウェアラブル端末がワイヤレス充電で充電される機能を実現するために、小型かつ効率的な送電と受電回路を開発する。特に、充電している時に、端末の無線通信に影響しないように、高い効率で送電受電を実現する送電受電の仕組みなど重要要素を確定する。
3. 総合的な評価を実施するために、ウェアラブル端末及び総合管理システムのプロトタイプ機能検証機を試作し、国立科学博物館の専門家による性能評価を行う。また、電機メーカーによる製造上の課題などを検証する。

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、ウェアラブル端末として、通常の長方形ではない特殊な形状なので、従来の端子タイプの充電ソケットは使えない。そのため、ワイヤレス充電は理想な選択である。したがって、最初の課題は搭載スペースが厳しいウェアラブル端末に使われるワイヤレス充電回路の小型化と薄型化の実現である。良好なワイヤレス充電用の送電回路と充電回路を開発するために、図1と図2のような送電モジュールと受電モジュールを試作した。実験によって、10mm 以内の間隔で、5V の電圧で250mA の充電電流を提供した。これは、ウェアラブル端末にとって、十分な充電電圧と電流である。

観光客に負担をかけずに、気軽に利用できるウェアラブル端末の制約条件として、

- 1) 超軽量と小型と薄型

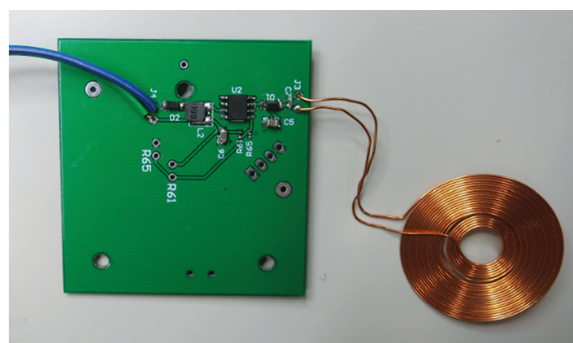


図1 新開発したワイヤレス受電モジュール

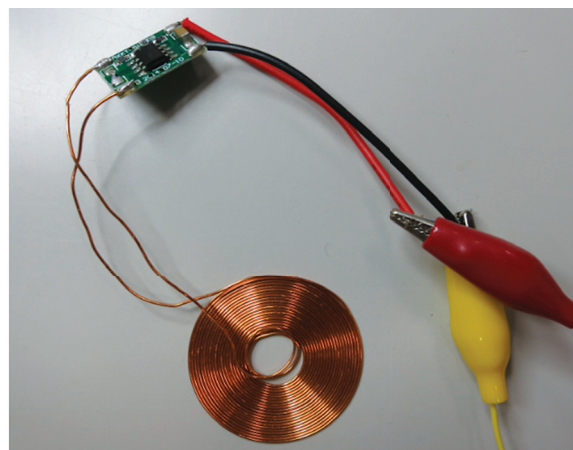


図2 ワイヤレス送電モジュール

- 2) 簡単に装着できる形状デザイン
- 3) 環境音の影響を受けにくい形態
- 4) 長時間利用の低消費電力
- 5) ワイヤレス充電できる形状デザイン
- 6) 利用者の向きを同定するために、端末を安定に利用者の体に固定できる

上記の制約条件を考慮し、利用者の頭部に固定する方法を採用する。頭部に固定されるメリットは、観光客の向きを正確に計測することが可能である。また、頭部に固定されるので、観光客は頭の動きによって、端末を制御することも可能である。頭部に固定するには、頭の後部にかけるタイプとイヤホンタイプの二つデザインを提案した。図3と図4はそれぞれのデザインを示す外観である。

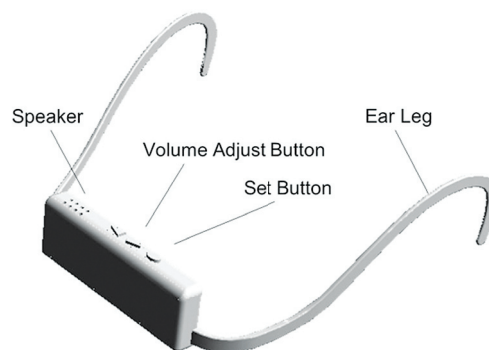


図3 頭の後部に装着する案

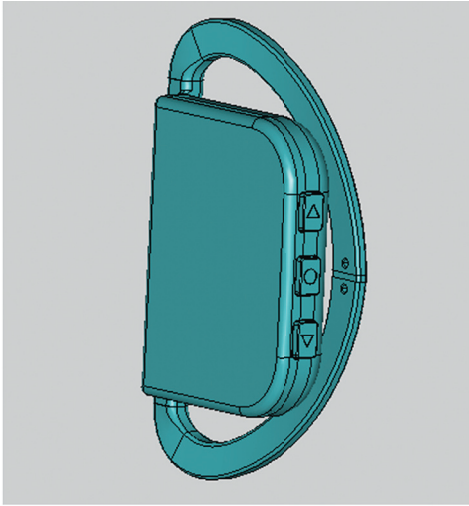


図4 耳に装着するイヤホンタイプ案

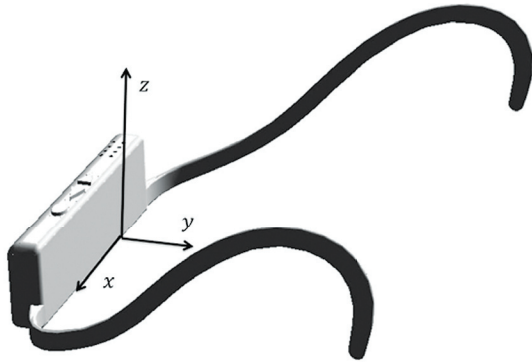


図5 端末に固定する座標系

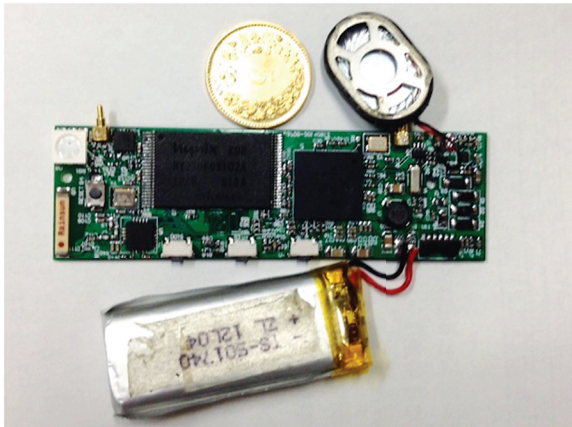


図6 試作のPCBモジュール

頭部に装着した端末と頭部の位置関係が固定されるので、端末の姿勢から簡単に頭部の姿勢が得られる。

動作を確認するために、基本回路を設計し、動作確認用基板モジュールを実装した。図6は実際に作成したモジュールである。このモジュールを用いて、組み込みOSでのMEMSドライバーを開発し、MEMSによる3軸加速度と3軸地磁気データをサンプルできることが確認された。同定精度を向上させるには、有効

なキャリブレーション方法を確認する予定である。

観光客がまっすぐ立っている状態で、図7に示す計算アルゴリズムを用いて、頭部の傾き角度と方位(向き)を同定することが可能になる。

図3で示す頭の後部に装着できるタイプについて、プロトタイプを試作した。図8は装着している様子を示す写真である。学生などの装着調査テストによって、頭の後部に装着するタイプは、頭の高さや髪の長さなどの変化に影響を受けやすく、試験者に不快感を与える場合もある。ただ、このタイプなら、端末のサイズや重さに対する要求は相対的にゆるい。

耳に装着するイヤホンタイプは、頭部の大きさや髪スタイルなどの影響を殆ど受けない。試験者から不快感の意見もない。ただ、このタイ

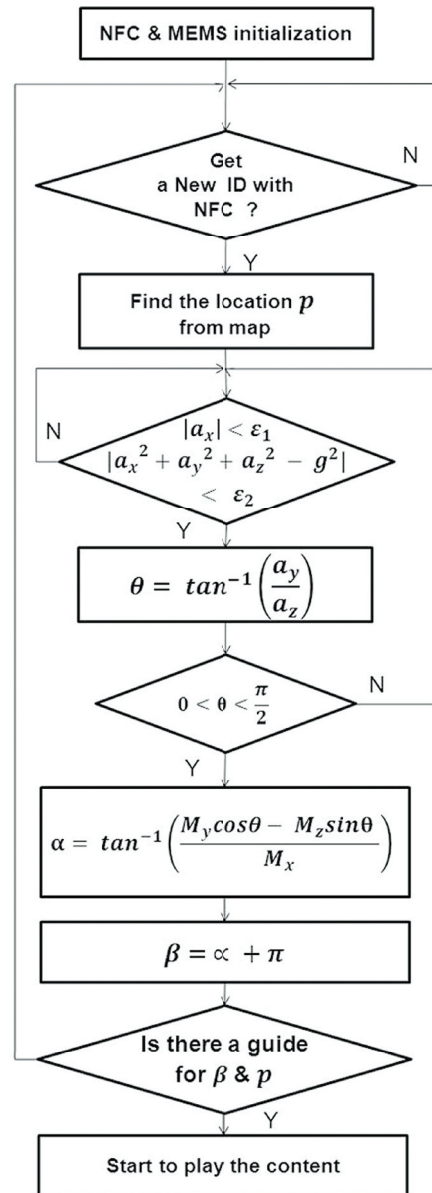


図7 姿勢と方位の計算アルゴリズム

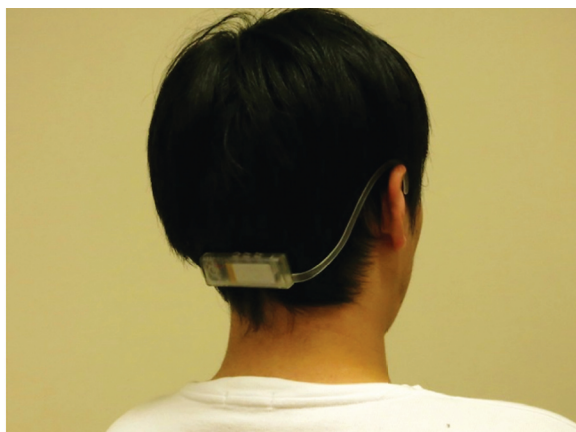


図8 頭の後部に装着する様子

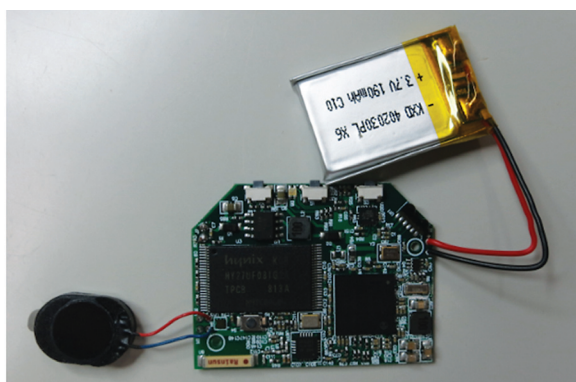


図9 携帯情報端末 PCB モジュール

ブなら、端末のサイズや重さに対する要求が高い。耳に装着するので、軽量化と小型薄型化が要求される。

イヤホンタイプ端末として、NFCとMEMSとワイヤレス充電を搭載する新しいハードウェアアーキテクチャを考案した。図9は開発したウェアラブル端末のPCBモジュールの写真である。図10と図11は開発したウェアラブル端末のプロトタイプ機の写真である。

携帯端末回路の改良と部品配置及びPCBパターンの最適化によって、新型携帯端末の軽量小型化を達成できた。試作プロトタイプの本体（耳かけの部分除き）外形寸法が48mm×36mm×9.6mmで、重さが40gである。研究目標が達成できた。

携帯端末の稼働時間に大きく影響する消費電力の制御について、最新の低消費電力SoCを採用するだけではなく、端末動作モードによるCPUと周辺装置の動作クロック制御の最適化手法を提案し、動作パフォーマンスを維持しながら、最小な消費電力を実現した。一回充電で、通常の利用で8時間以上の稼働が確認された。

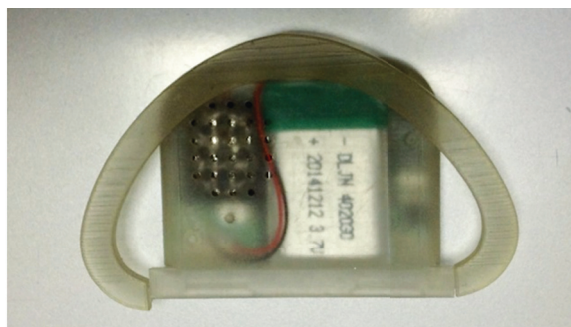


図10 ウェアラブル端末のプロトタイプ機 (裏面)

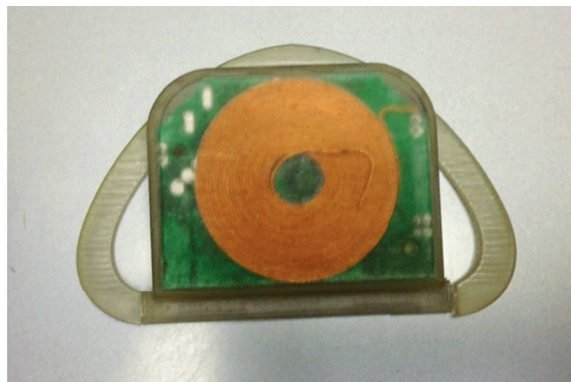


図11 ウェアラブル端末のプロトタイプ機 (表面)

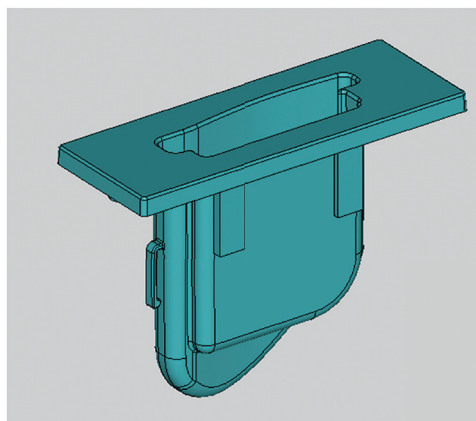


図12 イヤホン端末用のワイヤレス充電ソケット

ワイヤレス充電の機能を検証するために、気軽に充電できる充電ソケットのプロトタイプを開発した。図12はワイヤレス充電に対応する充電ソケットである。ウェアラブル端末を充電させるには、端末を充電ソケットに入れるだけで、自動的に充電できる。また、充電している時に、無線通信への影響が確認されなかった。

今回の研究で開発した展示案内システム用ウェアラブル端末は次の機能を達成できた。

- 1) 赤外線通信
- 2) PAN 無線通信機能 (2.4GHz)
- 3) 6軸加速度センサーと地磁気センサー

- 4) 記録媒体=フラッシュメモリー (1GB)
- 5) 対応フォーマット= MP3、WMA など
- 6) 電源=リチウムイオン二次電池
- 7) 充電=ワイヤレス充電
- 8) サイズ=幅48×高さ36×奥行き9.6mm
- 9) 重量= 40g (電池含み)

多数端末を効率よく管理するために、図13に示す総合管理システムを構築した。総合管理システムでは、まず、ワイヤレス充電による充電管理機能を提供する。提案した無線データ放送方式通信機能を用いて、高速で大容量のマルチメディア展示解説コンテンツを多数端末に伝送する。また、無線通信を用いて、ワイヤレスで各端末の操作履歴を読み出し、パソコンによる自動解析を行う機能を実現した。

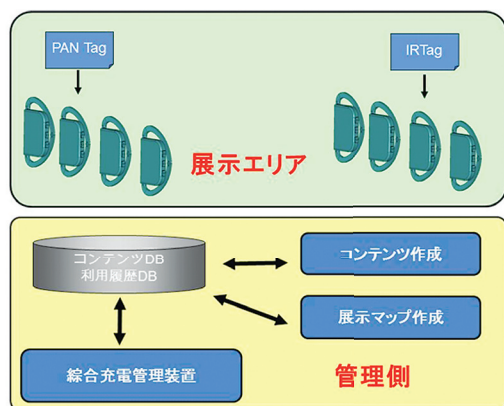


図13 管理システム構成

総合管理システムを用いて、知的な情報管理を実現した。図14は観光案内システムの情報流れを示す。この仕組みによって、観光客の観光トレンドに合わせる観光案内サービスを提供することが可能になる。

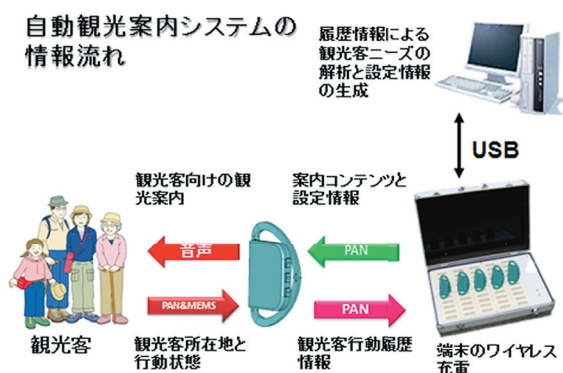


図14 システムの情報流れ

4 まとめ

本研究では、現在世界的にもっとも注目されているウェアラブル技術とワイヤレス充電技

術を研究し、自動観光案内のウェアラブル端末及び高度な充電管理システムを提案し、そのプロトタイプを開発した。ユビキタス通信とセンサリング技術による知的自動案内機能とワイヤレス充電機能を備える新型のウェアラブル端末の基本アーキテクチャ、及び、基本デザインに関するコア技術を確立した。今後の製品化と実用化など展開のために、重要な成果を遂げた。FreeScaleの高性能SoCを用いて、超小型化と軽量化で、加速度と地磁気センサリングとユビキタス通信とワイヤレス充電機能を搭載するウェアラブルデバイスのハードウェアアーキテクチャを提案し、機能検証用プロトタイプを開発した。最初に二つのタイプのウェアラブル端末のデザインを考案し、それぞれのモジュールと機能検証用試作機を作成した。プロトタイプ試作モジュールを用いて、センサリング機能や通信機能や充電機能を確認した。実験の結果によって、ワイヤレス充電機能とセンサリングの基本機能とNFC通信機能とコンテンツ再生機能は研究目標の指標を達成した。

5 今後の具体的な展開

今後、NFCによる展示位置の同定精度とMEMSによる動きと方位の推定精度を改善し、案内動作の正確率を向上する。さらに、実証実験を実施するために、実験用端末及びシステムを構築し、博物館又は観光地の協力で性能評価をおこない、製品化と事業化を目指す。

6 論文・学会発表等の実績

- 1) Dawei CAI, Development of A New Wearable Device for Automatic Guidance Service, Proceeding of ICCSE 2015, Jan, 2015
- 2) 蔡大維, ウェアラブル端末による龍泉洞観光案内サービスの構築と評価、情報処理学会第77回全国大会、2015年3月11日
- 3) 高谷拓磨、蔡大維、MEMSセンサーとユビキタス通信を融合した知的観光案内システムの研究、平成26年度第2回情報処理学会東北支部研究会、2014年12月

7 受賞・特許

なし