

ICT 機器内ハーネスのワイヤレス化の研究開発 (095107003)

Research and Development of Wireless Harness of ICT Equipment

研究代表者

伴 弘司 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
Hiroshi BAN, Advanced Telecommunications Research Institute International

研究分担者

北沢 祥一[†] 小林 聖[†] 清水 聡^{††} 菊池 典恭^{††} 畑本 浩伸^{††} 原 美永子^{†††}
Shoichi KITAZAWA[†] Kiyoshi KOBAYASHI[†] Satoru SHIMIZU^{††} Noriyasu KIKUCHI^{††}
Hironobu HATAMOTO^{††} Minako HARA^{†††}

[†]株式会社国際電気通信基礎技術研究所 ^{††}沖電気工業株式会社 ^{†††}日本電信電話株式会社
[†]Advanced Telecommunications Research Institute International ^{††}Oki Electric Industry Co. Ltd.
^{†††}Nippon Telegraph and Telephone Corp.

研究期間 平成 21 年度～平成 23 年度

概要

ICT 機器の省資源・CO₂ 排出量削減を目的として機器内ハーネスのワイヤレス化を提案し、それに必要となる低遅延多元接続無線通信技術の開発を行った。また、本技術に係る環境側面の定量的評価手法を検討した。具体的には ATM、券売機、プリンタ、自動販売機の 4 機器を事例対象として電波伝搬の詳細な解析、通信方式の策定、無線通信モジュールの試作、実機検証システムの構築と実証実験を行って基本技術を確立し、その CO₂ 排出量低減効果を明らかにした。

Abstract

Aiming to achieve resource-saving and the reduction of CO₂ emissions of ICT equipment, we propose here the wireless harness of ICT equipment and develop the low-latency multiple-access wireless communication technology that needs to be established. The methodology to quantitatively estimate the environment aspect of this technology is also investigated. Specifically, ATM, ticket vendor, printer, and vending machine are taken as case studies. Detailed propagation characteristics, system specification, wireless modules, and a test system are studied to establish and validate the developed wireless harness technology and to clarify its effect of CO₂ emission reduction.

1. まえがき

ATM、券売機、自動販売機のようなメカトロニクスを内蔵する ICT 機器（以下、機器）においては制御用に多数のセンサが使用される。その結果として多量の通信用線材（ハーネス）が必要となり、重量増や組立・保守の複雑化を引き起こす。本研究開発はこのハーネスに着目し、低遅延の多元接続無線通信技術によりワイヤレス化を実現することで ICT 機器の省資源化とライフサイクル CO₂ 排出量の削減を目指そうとするものであり、地球温暖化防止に貢献することを目的としている。

2. 研究内容及び成果

本研究開発のイメージを図 1 に示す。本研究を進めるにあたっての主要な技術課題としては、通常の無線通信の環境とは全く異なる、金属の筐体や部品で囲まれた狭小な機器内環境で無線通信を確立しようとする点が筆頭に挙げられる。次いで機器内に多数存在するセンサの情報を低遅延で収集する低遅延多元接続無線通信システムの技術確

立である。そして本技術の CO₂ 排出量削減効果の定量化とそれを用いた環境配慮型設計手法の確立がある。予備検討段階では ATM、券売機、プリンタ、自販機、遊技機への技術導入を仮定して試算を行い、CO₂ 排出量削減のポテンシャルは 34.1 万 t-CO₂/年（国内）と見込んでいたため、これを数値目標として取り組んだ。

2-1 ICT 機器内における電波伝搬特性

事例対象とした ATM、券売機、プリンタ、自動販売機の各機器内に 40～70 か所の測定点を設け、チップアンテナを挿入して伝搬損失の周波数特性、遅延特性、ノイズ、漏洩等の詳細な測定を行った。周波数は機器内ノイズを勘案して 1～8GHz とした。機器内伝搬損失の周波数特性の典型例を図 2 に示す。このような結果をもとに伝搬モデル解析や送受信間距離依存性評価等を行い、機器内はマルチパスリッチな環境であること、伝搬モデルとしては多くの



図 1 ハーネスのワイヤレス化の概念図

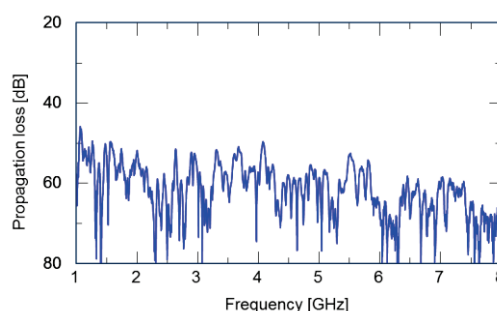


図 2 機器内の周波数特性の典型例

場合は Nakagami-Rice モデルが適合し、部品充填度の高い環境では Rayleigh モデルが適合すること、1m 程度の筐体サイズでは深部でも伝搬損失は平均 70dB 程度に留まること等を明らかとした。機器内では伝搬損失が大きく、多重干渉による受信電力の劣化などの課題はあるものの、条件が揃えば通信は可能であることが判った。

2-2 通信方式策定・通信モジュールの開発

上記知見を踏まえて通信諸元を策定し、小型無線通信モジュール及びシステムの開発を行った。周波数は 2.4GHz ISM 帯とし、シングルキャリアの FSK 変調方式で、基本通信速度は 1Mbps/ch とした。またシステム遅延は 1ms 以下、多元接続数は 200 とし、MF-TDMA (周波数時分割多元接続) 方式に基づく適応チャネル制御により実現した。さらに通信品質向上のために空間選択ダイバーシチを併用した周波数選択プロトコルを考案し、実装した。同時に、機器内では金属部品の近接によるアンテナ特性の劣化が顕著であったため、幅広い設置環境で安定なアンテナも開発した。試作開発品を図 3 に示す。なお、本通信モジュールには省電力化のためにウェイクアップ機能も実装した。本通信モジュールを機器内で動作させた時のパケット誤り率を図 4 に示す。周波数選択プロトコルによって無線通信モジュール毎に受信電力の良好な周波数を割り当てることにより、無線通信システム全体においてビット誤り率が 10^{-6} 以下という高い通信品質を達成できた。

2-3 ライフサイクル CO2 排出量の削減

ハーネスのワイヤレス化に係る部品製造、組立、運用、等を含むライフサイクルを定義し、工程別に CO2 排出量を算出する枠組みを構築した。さらにワイヤレス化の適用をシナリオ化し、それらにおける CO2 排出量を評価した。ATM に関する評価結果を図 5 に示す。ケーブル及びコネクタの製造工程と無線モジュールの製造工程における CO2 排出量の差分が CO2 排出量削減の大きな原動力であることが判る。このような分析を通して CO2 排出量削減を最大化するワイヤレス化の導入シナリオを環境配慮型

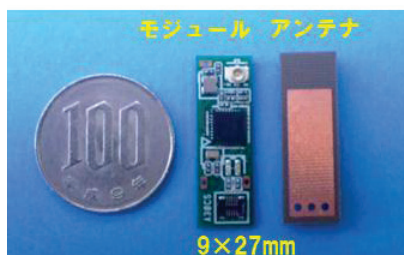


図 3 開発した無線通信モジュール及びアンテナ

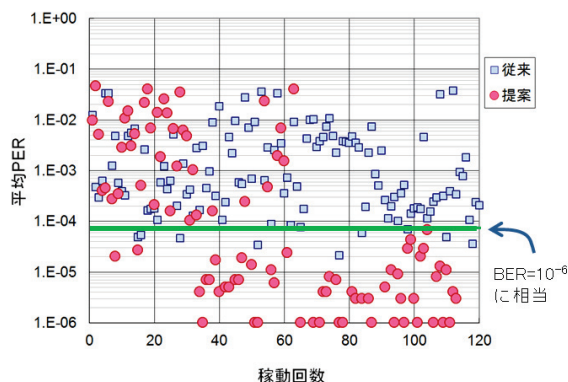


図 4 周波数選択プロトコルによるパケット誤り率の低減

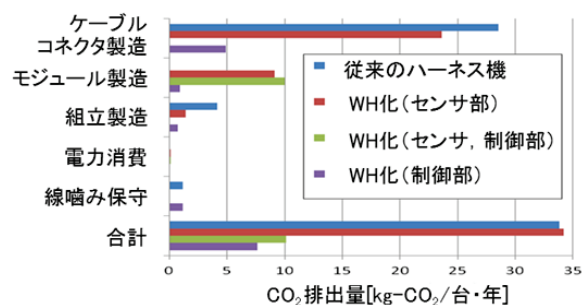


図 5 各工程・シナリオ別の CO2 排出量の推計値

設計手法として策定し、原単位等の精査も踏まえて CO2 排出量削減のポテンシャルについて再評価を行った。その結果、本技術が普及した段階での CO2 排出量削減のポテンシャルは 2.6 万 t-CO2/年 (国内) との推計結果となった。予備検討との差は、遊技機への適合性の問題や削減ケーブル量の過大評価等が原因である。

3. むすび

ICT 機器内の伝搬環境を明らかとし、小型無線通信モジュール、機器内で安定な特性を発揮するアンテナ、適応型 MF-TDMA 方式等の開発を進め、当初目標を上回る通信品質を有する、低遅延・多元接続無線通信技術を確立した。また、CO2 排出量の予測的評価手法及び環境配慮型設計手法も確立した。CO2 排出量削減のポテンシャルは大幅な下方修正となったものの、一定の効果は十分に期待できることを明らかにした。今後の CO2 排出量削減に貢献すべく、現在、実用化に向けた検討を進めている。

【誌上発表リスト】

- [1] M. Ohira, et al., "Experimental Characterization of Micro-wave Radio Propagation in ICT Equipment for Wireless Harness Communications," IEEE Trans. Antenna Propagat., 59(12), pp.4757-4765 (2011).
- [2] M. Hara, et al., "A case study analysis of the CO2 emission reduction potentiality of the wireless harness within ICT equipment", Proc. of EcoDesign 2011 Intl. Symp., pp.736-737(2011).
- [3] H. Ban et al., "Wireless Harness Inside ICT Equipments", The 14th Intl. Conf. on Adv. Commun. Tech., pp.98-102 (2012).

【申請特許リスト】

- [1] 大平ら、"アンテナ装置およびそれを備えた無線装置"、日本、2010 年 3 月 9 日
- [2] 菊池ら、"サーバ装置、クライアント装置および通信システム"、日本、2010 年 12 月 20 日

【受賞リスト】

- [1] H. Ban, The 14th Intl. Conf. on Adv. Commun. Tech., Outstanding Paper Award, "Wireless Harness Inside ICT Equipments", 2012 年 2 月 20 日
- [2] 畑本、電子情報通信学会 第 74 回学術奨励賞、"自動販売機内部における 2.4GHz 帯無線センサ通信に関する検討"、2012 年 3 月 21 日

【報道発表リスト】

- [1] "ATR/OKI ICT 機器内用に適した多元接続無線通信技術を開発"、電波タイムズ 1 面、2011 年 11 月 7 日
- [2] "ATR と OKI ICT 機器内ハーネスのワイヤレス化で実証実験"、電波新聞 2 面、2011 年 11 月 10 日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

http://www.wel.atr.jp/organization_j/radrad-j/