

位置・画像情報を利用するインテリジェント波長多重高速屋内光無線 LAN に関する研究 (062107012)

Wavelength-division-multiplexing indoor optical wireless LAN using location and image information

研究代表者

香川景一郎 大阪大学 大学院情報科学研究科

Keiichiro Kagawa Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

撮像と並列多点光信号受信が可能な専用 CMOS イメージセンサを用いた、空間分割多重・波長分割多重屋内光無線 LAN に関する研究を行った。専用 CMOS イメージセンサにより、空間分割多重でのアップリンク、波長分割多重によるダウンリンクの基本実証を行った。ビーム偏向角を 3 倍以上に増幅するスキャンレンズを設計・試作し、2 軸小型アクチュエータを用いた光送信器を構成した。全角 132°に対して、光量変化 13dB で偏向が可能であることを確認した。0.18 μm 標準 CMOS プロセスを利用し、184×80 画素、1.25 Gbps×4 チャンネルの CMOS イメージセンサを設計・試作した。設計においては、寄生素子を十分に考慮し、周波数特性について 2 倍弱の設計マージンをもたせた。高速 CMOS センサを駆動し、PC と接続するためのメインボードおよびセンサを実装するためのドータボードを試作し、センサの駆動テストを行った。

Abstract

A space- and wavelength-division-multiplexing (SDM and WDM) indoor optical wireless LAN system has been investigated, in which a special CMOS image sensor is utilized. The image sensor can receive four independent optical data at the same time. An optical transmitter with a scan lens that covers a angle range of 132 degrees has been developed. A new CMOS image sensor that projected 1.25 Gbps×4 channels was designed and fabricated in a standard 0.18- μm CMOS technology.

1. まえがき

空間光通信は、高速データ通信を実現する魅力的な技術である。空間光通信を利用する屋内光無線 LAN (Local Area Network) は、電波方式の無線 LAN と比べて通信の秘匿性が高く、潜在的なデータ伝送能力が高いことから注目されている。一方で、光ファイバ通信では、波長多重化技術を用いた高速データ伝送が、バックボーン、メトロネットワークなどで広く使われている。波長多重化技術を用いた空間光伝送は、屋内 LAN において、無線データ通信の利便性と高速データ通信を両立する重要な技術である。一方で、ネットワークの分かりやすさも重要な要素である。例えば、ネットワーク環境をカメラで捉え、画像上にノード位置をオーバーラップして示すことで、部屋内の通信ノード位置を直感的に把握でき、ネットワークと実世界の対応が分かりやすくなる。

2. 研究内容及び成果

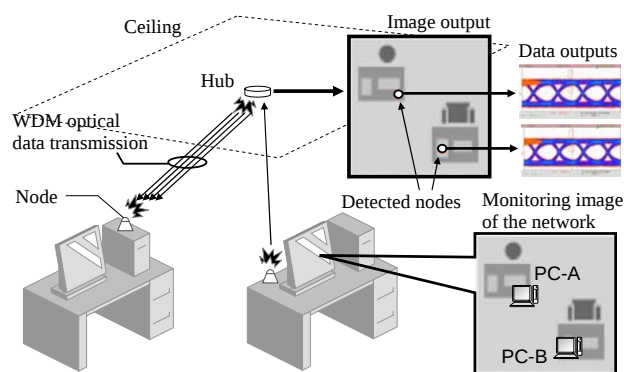


図 1 ネットワークの構成

図 1 に、本研究で想定したシステムの全体構成を示す。このシステムの最大の特徴は、受光素子として、撮像と高速光信号が同時に受信できるカスタム設計の CMOS イメージセンサを用いていることである。この CMOS イメージセンサは、同時に多点の光信号を受信できる。そこで本研究では、ハブが複数のノードから光信号を受信することから、アップリンクに対して空間分割多重通信を適用し、ノードはハブとしか直接通信しないことから、波長多重通信を適用し、受信直前に波長分散素子を用いて多点に分解して CMOS イメージセンサで受信することで、波長多重分割通信を行うことを考えた。

専用 CMOS イメージセンサは、通常のイメージセンサと比べると画素面積は 4 桁程度大きい。低解像度ではあるが、感度は標準 CMOS プロセスを用いて作られるイメージセンサとさほど変わらない。そのため、通信エリア内にある、ハブ・ノードの位置だけではなく、屋内の状態を画像から知ることができる。画像と通信を積極的に融合することで、通信速度の向上だけではなく、今までのネットワークにない、画像ベースの分かりやすい通信システムを実現することを狙った。本研究では、専用高速 CMOS イメージセンサの設計、専用 CMOS イメージセンサを用いた波長多重・空間多重通信のプロトタイプシステム、広角光ビーム偏向モジュールを開発した。

図 2 に、実験システムの概要を示す。天井にハブ、机の上にノードを配置した。図 3 上に、ノードの構成を示す。ノードには、波長多重光分離のための透過型ブレイズグレーティングと、光送信器を設けた。机の上に 2 台の光送信器を模擬した光源を配置し、ハブで捉えた画像を図 3 下に示す。秒間約 30 枚の動画として屋内の様子を捉えている。図 4 に 2 つのノード模擬光源からの光信号を捉えた結果を示す。専用 CMOS イメージセンサに導入した動

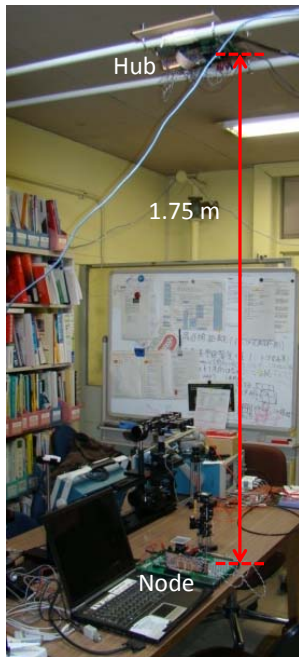


図 2 測定系

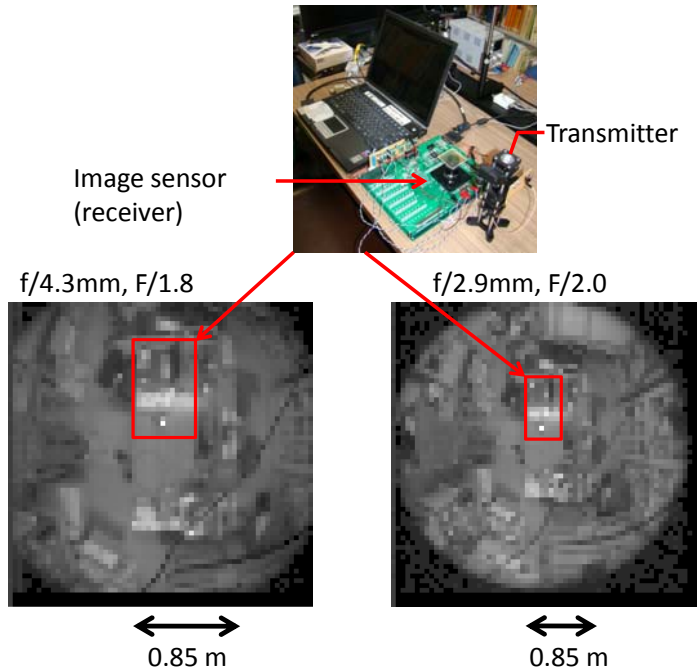


図 3 専用センサによる室内の撮影結果

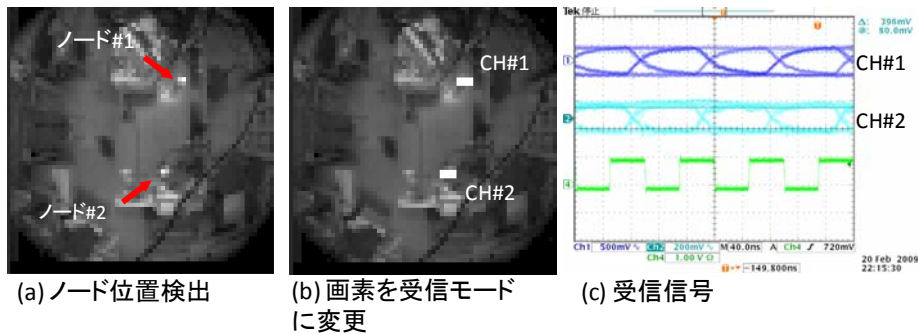


図 4 送信器

的画素差動化技術により、撮像しながらの信号受信を可能とした。ノードにおいても、波長多重光を分離し、複数波長の信号を同時受信できることを確認した。

3. むすび

撮像と並列多点光信号受信が可能な専用 CMOS イメージセンサを用いた、空間分割多重・波長分割多重屋内光無線 LAN に関する研究を行った。実験システムにより、専用 CMOS イメージセンサにより、空間分割多重でのアップリンク、波長分割多重によるダウンリンクを確認した。ビーム偏向角を 3 倍以上に増幅するスキャンレンズを設計・試作し、2 軸小型アクチュエータを用いた光送信器を構成した。全角 132°に対して、光量変化 13dB で偏向が可能であることを確認した。0.18 μ m 標準 CMOS プロセスを利用し、184×80 画素、1.25 Gbps×4 チャンネルの CMOS イメージセンサを設計・試作し、センサの駆動テストを行った。

【誌上発表リスト】

- [1] Tomoya Miyawaki, Keiichiro Kagawa, Itsuki Nagahata, Masahiro Nunoshita, and Jun Ohta, "A custom CMOS imager for wavelength-multiplexed indoor optical LANs," in *Proc. of 2007 Int'l. Image*

Sensor Workshop(Ogunquit), pp. 125-128(2007 年 6 月 7 日)

- [2] Keiichiro Kagawa, Keiji Nomura, Tomoya Miyawaki, Masahiro Nunoshita, and Jun Ohta, "Preliminary demonstration of wavelength-division-multiplexing indoor optical wireless LAN by use of a special CMOS imager with a multi-channel fast data acquisition function," in *EOS Conf. on Trends in Optoelectronics*(Munich)(2007 年 6 月 18 日)

- [3] K. Kagawa, H. Asazu, M. Nunoshita, and J. Ohta, "A vision chip with column-level amplification of optical data signals for indoor optical wireless local area networks," *Opt. Rev.*, Vol. 15, No. 1, pp. 6-10 (2008 年 1 月)

【申請特許リスト】

- [1] 香川景一郎、屋内光無線通信信用光送信器、日本、申請準備中（学内審査採択済）

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

http://www-lip.ist.osaka-u.ac.jp/~kagawa/optical_lan/optical_lan.htm