

ZigBee を用いた屋内空間ネットワークにおける通信の頑健性に関する考察 A Study on the Robustness of ZigBee Networks in Indoors

○松尾 潤††† 辻 順平††† 川村 秀憲††† 鈴木 恵二†††
池田 剛††† 幸島 明男††† 車谷 浩一†††
Jun Matsuo Junpei Tsuji Hidenori Kawamura Keiji Suzuki
Takeshi Ikeda Akio Sashima Koichi Kurumatani

† 北海道大学大学院 情報科学研究科

†† 産業技術総合研究所

†† 科学技術振興機構 CREST

Graduate School of Information and Science, Hokkaido University
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
CREST, Japan Science and Technology Agency
E-mail: matsuo@complex.eng.hokudai.ac.jp

Abstract: 我々の身近にある屋内空間において、空間内を利用するユーザの有する携帯端末が、空間内に構築された無線センサネットワークを介して、サーバと通信することで、屋内のナビゲーションや混雑緩和など様々なサービスの実現を考える。このようなシステムを実際に運用することを考えたとき、ネットワークの構成は大きな問題になる。本研究では、用いるセンサネットワークとして ZigBee を採用し、携帯端末の台数を変えたときに生じる、ZigBee ルータの packet ロス率について検証を行った。

1 はじめに

例えばショッピングモールなど、普段何気なく利用している屋内空間には、情報技術を用いることでより効率的に運営できる余地はまだ残されている。我々は、無線センサネットワークを利用して、安全と利便性を両立した空間見守りシステム [1] の構築することを目的としており、主に屋内空間を利用するユーザの情報のリアルタイムのセンシング [2] と群ユーザ支援 [3] の技術をもとに、システムの実現を目指している。

本研究では、システムに用いるセンサネットワークの設計について、検討を行った。

2 屋内空間の見守りシステム

2.1 システムの概要

本研究で目標とするシステムにおいては、屋内空間に無線センサネットワークを構築することを想定しており、その空間内を利用するユーザに携帯端末を持たせて、それが無線センサネットワークを介してサーバと情報をやりとりすることで、様々なサービスを行うものとする (Fig.1)。

このようなシステムの実現を考えたとき、求められるセンサネットワークの条件としては、安価に設置することが可能で、また 1 年を通して稼働させるため、電力コストが低減できることが望まれる。本研究では、コスト面ではチップ価格あたり 1 ドル程度の実現を目指しており、消費電力の面でも電池駆動が可能な、ZigBee (IEEE802.15.4) 準拠の無線センサネットワークを用いた。

このシステムの主なサービスとして考えられるものが、人の流れの制御である。具体的には、屋内にいるユーザの目的地までのナビゲーションや、混雑を緩和するような買い物ルートの作成、また緊急時には避難誘導の役割を果たすとも考えられる [4][5][6]。その他にも、迷子の探索シス

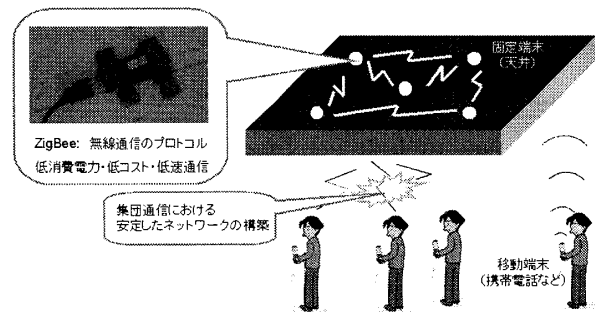


Fig. 1: システムのイメージ

テムや人だかりによる異常事態の検知など、その応用分野は多岐にわたると考えられる。これらのサービスの実現に向けては、位置情報の取得 [7] をはじめ様々な課題が挙げられるが、今回は主に無線センサネットワーク構成の設計に焦点をあて研究を行った。

2.2 ネットワーク構成の設計

ZigBee の主な仕様を Table.tb.ZigbeePro に挙げる。

これを見ると、ZigBee は低コスト・低消費電力の特徴が挙げられるが、通信速度が最大でも 250kbps と他の無線 LAN などの規格に比べて遅いことが欠点として挙げられる。したがって、ZigBee を実サービスに適用させることを考えると、ネットワーク構成は非常に重要な課題となる。

ここで、あるユーザが無線センサネットワークを用いて、自分の位置を知りたいときに、複数のユーザがあるひとつの ZigBee ルータに対して、自分の位置情報を要求するこ

項目	仕様
規格	IEEE802.15.4
通信速度	250kb/s
周波数帯域	2.4GHz
通信距離	10m - 75m
消費電力	60mW

Table 1: ZigBee の主な仕様

とを考える。このとき、ZigBee ルータにかかるパケットの負荷はパケットを送信する携帯端末の数とパケットの送信間隔に依存する。ここで、パケットをロスなく受信できるようなネットワークを構成するためには、ZigBee ルータが実際にパケットをどの程度まで受信できるか知っておかなければならない。したがって本研究では、実屋内空間において、ZigBee ルータと端末を設置し、実際に ZigBee ルータの通信の性能に関する計測実験を行った。

3 実験・考察

本研究では、計測実験は北海道大学大学院情報科学研究科棟の 9 階廊下において、床下から高さ 228cm の天井に設置された ZigBee ルータに対して、床下から高さ 44cm のところに設置された携帯端末が、3 分間パケットを送り続けるという形で行われた。今回は、ZigBee ルータの要求を受けた携帯端末がブロードキャストを行い、パケットを受け取った ZigBee ルータはその電波強度をサーバまで送信し、サーバは集まった情報から位置測位を行うという想定のもと行ったため、携帯端末は MAC 層レベルで実装したブロードキャストで ZigBee ルータにパケットを送信した。このとき、携帯端末のパケット送信間隔は、出来るだけ短くなるように 10msec とした。この計測実験を、携帯端末の数を 1 つから 5 つまで変えて各 10 回ずつ行ったときの実験結果を Fig.2 に示す。

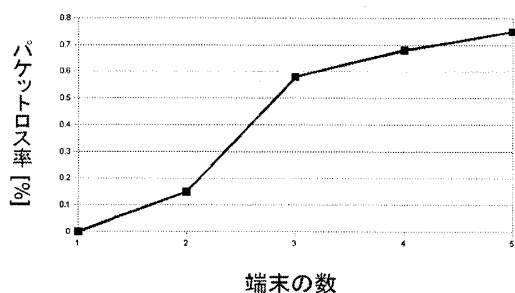


Fig. 2: パケットロス率のグラフ

横軸を端末数、縦軸をパケットロス率としてプロットしたもので、パケットのロス率が、携帯端末の数が増えるにしたがって増加していることがわかる。特に携帯端末を 3 台以上のときはパケットの半分以上がロスしているので、パケットの送信間隔が 10msec だと、携帯端末は 2 台までしか設置できないと考えられる。

しかし、実際に位置測位などのサービスを適用する際には 10msec ほどの短い送信間隔は必要ないと考えられ、現実的には人間の移動速度と位置推定の精度も踏まえて、もっと大きな送信間隔になることが十分に考えられる。し

たがって、実際のサービスを運用する際には、ルータと通信を行う携帯端末が高々 10 台程度なら問題なく運用できるものと考えられるが、ZigBee の通信距離が最大で約 75m 以内であるため、一つのルータで 50 台をこす携帯端末からパケットを受信しようとする際には、パケットのロス率は避けられないとも考えられる。したがって、実際にネットワークを設計する際には、複数のルータでパケットの受信を分散させるなどといった設計上の工夫が必要である。また実ネットワークにおいては、携帯端末からのパケットだけではなくルータ間のパケット送受信もあるため、それらをふまえたネットワークの構成が求められる。

4 おわりに

本研究では、想定している屋内空間の見守りシステムにおけるネットワーク構成の構築を目的として、携帯端末の台数を変えたときに生じる ZigBee ルータのパケットロス率について実環境内で調査を行った。今後も、ZigBee ネットワークの実システム上での運用を目標に、ネットワーク構成および設計について検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 車谷浩一：安全と利便性を両立した空間見守りシステムの構想 リアルタイムセンシング+群ユーザ支援によるサービス群の実現, 情報処理学会 研究報告, 2006-ICS-142.
- [2] Koichi Kurumatani : Mass User Support by Social Coordination among Citizens in a Real Environment; in Multi-Agent for Mass User Support, Lecture Notes in Artificial Intelligence(LNAI) 3012, Springer, pp1-17(2004).
- [3] 車谷浩一：群ユーザ支援—ユビキタス情報環境を用いた社会的調整サービス, 電子情報通信学会 信学技報, AI2003-87(2004-03).
- [4] Koichi Kurumatani : User Intention Market for Multi-Agent Navigation - An Artificial Intelligent Problem in Engineering and Economic Context; in Working Note of the AAAI-02 WorkShop on Multi-Agent Modeling and Simulation of Economic Systems, MAMSES-02, Technical Report WS-02-10, AAAI Press. 1-4(2002).
- [5] 今川孝博, 川村秀憲, 車谷浩一, 大内東: テーマパーク問題における予定情報共有システムの提案と有効性の検証, 電子情報通信学会 信学技報, AI2006-30(2007-03).
- [6] 南一久, 村上陽平, 河添智幸, 石田亨: マルチエージェントシステムによる避難シミュレーション, The 16th Annual Conference of Japanese Society for Artificial Intelligence (2002).
- [7] 高梨郁子, 斎藤謙一, 安藤康臣, 稲坂朋義, 古和義治: ZigBee を利用した, 歩行者の位置特定に関する実験, 情報処理学会, Vol.2005, No.21, pp.105-111 (2005).