

M-029

# ZigBee ネットワークと携帯電話ネットワークを併用した SMS システムの提案

## Proposal on new SMS System using ZigBee Network and Cellular Network

今 宏史† 片桐 章博† 宮本 敦† 茂木 信二‡ 中村 武†  
Hirofumi Kon Akihiro Katagiri Atsushi Miyamoto Shinji Motegi Takeshi Nakamura

### 1. まえがき

工事現場や工場をはじめとする様々な場所において、容易にネットワークを構築し、センサが検出したセンサデータやその場にいる作業員等のユーザが作成した簡易文章データ等を含むメッセージを即座に伝達可能とすることが今後重要となる。そのようなネットワークの構築に適した無線通信規格に ZigBee[1]があり、端末の小型化や省電力化が可能となる。しかしながら、無線通信範囲が狭域であることから、遠隔の場所同士でのメッセージ伝達を可能とすることが重要な課題の1つになっていた。

そこで、本稿では ZigBee ネットワークと携帯電話ネットワークを併用することで、メッセージを送受信できる場所を拡大可能とする新たな Short Messaging Service(SMS)システムを提案する。提案システムは、例えば地下トンネルのように携帯端末同士が携帯電話ネットワークを使ってメッセージを送受信することが困難な場所では ZigBee ネットワークを利用する。そこから遠く離れた他の携帯端末とメッセージを送受信する場合は、トンネル出口等に配置したゲートウェイが接続している携帯電話ネットワークを利用する。このように狭域と広域の無線通信の併用により、あらゆる場所でメッセージの送受信が可能となる。更に ZigBee ネットワークは一般に小型で軽量、省電力な携帯端末で構成できるため、地下トンネル等の現場に即座に SMS システムを構築できることが提案システムの特徴となる。

### 2. ZigBee の概要と関連研究

ZigBee は IEEE 802.15.4 で標準化される ISM(2.4GHz)帯を利用する狭域無線通信方式である。同じ ISM 帯を用いる無線 LAN や Bluetooth などの無線通信方式に比較するとデータ伝送速度は 250kbps 程度と低速ではあるが、低価格・低消費電力という特徴を持つ。更に、ZigBee は自動で ZigBee ネットワークを形成し、1つのネットワークあたり最大 65000 台のノードが接続できる。このとき、1ネットワーク内のノード間の通信距離は数十メートル程度であるが、マルチホップに対応しており、ノードを中継すれば遠距離のデータ伝送も可能となる。

上記の ZigBee ネットワークはネットワークを管理する ZigBee コーディネータ(ZC: ZigBee Coordinator)、データの転送を行う ZigBee ルータ(ZR: ZigBee Router)、ネットワークの終端となる ZigBee エンドデバイス(ZED: ZigBee End Device)により構成され、1つの ZigBee ネットワークは PAN(Private Area Network)と呼ばれる。

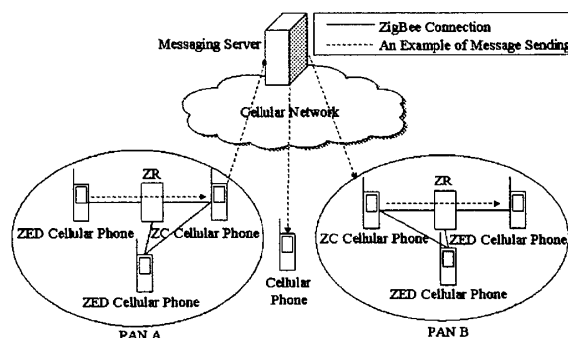


図1. 提案システム概要図

このような特徴を持つ ZigBee を使って構築した ZigBee ネットワークと広域ネットワークをつなげることでユーザに対して付加価値の高いサービスを提供することが可能となる。例えばセンサから収集したデータをインターネット上のサーバに蓄えるサービスや ZigBee ネットワークに向かってデータ収集方法の要求を可能とするサービスなどが実現する。そのため、既に ZigBee ネットワークとインターネットとの相互接続方式が提案されている[2][3]。しかしながら、それらの方式は、ZigBee ネットワークとインターネットを接続するゲートウェイの提案にとどまっており、遠隔の場所同士でのメッセージ伝達について十分な検討が行われていない。更にゲートウェイにおけるメッセージの形式変換処理等に時間を要し、通信遅延が増加してしまう課題等がある。

### 3. 提案システム

#### 3.1 概要

本稿で提案するシステムは、図1に示す通り、ZigBee コーディネータの機能を備えた携帯電話(ZC 携帯電話)と ZigBee エンドデバイスとなる携帯電話(ZED 携帯電話)および ZigBee ルータ(ZR)で構成され、メッセージの送受信は ZED 携帯電話同士で行う。PAN 内のメッセージ伝送は ZigBee ネットワークを用いるが、異なる PAN に属する ZED 携帯電話間は携帯電話ネットワークを経由してメッセージを伝送する。このとき、ZC 携帯電話はゲートウェイの役割を果たし、携帯電話ネットワークに接続するメッセージングサーバにメッセージを伝送する。メッセージングサーバはメッセージの送信先が ZigBee ネットワークに属していれば、ZC 携帯電話へメッセージを送信し、属していない場合は直接送信先の携帯電話に対してメッセージを送信する。また、送信先が複数あるときはその全てに対してメッセージの送信を行う。

† KDDI 株式会社, KDDI Corporation

‡ 株式会社 KDDI 研究所, KDDI R&D Laboratories Inc.

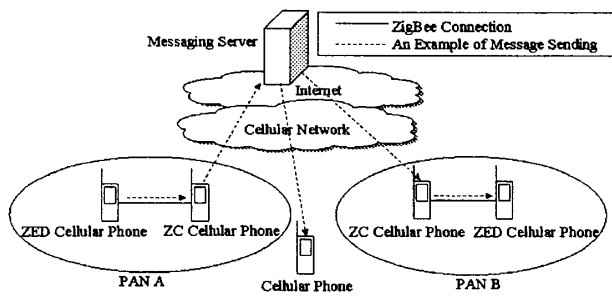


図2. 試作システム概要図

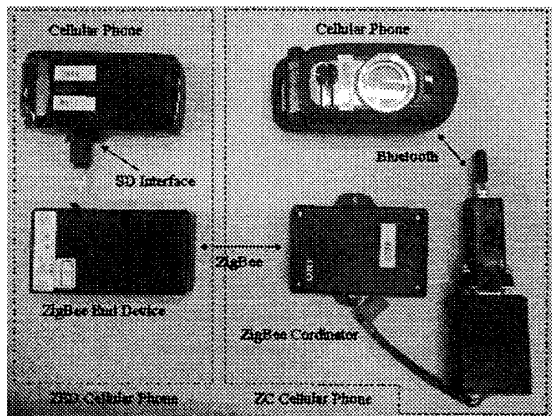


図3. ZED携帯電話とZC携帯電話

提案システムにより、ZED携帯電話が携帯電話ネットワークの圏外である場所にあってもZC携帯電話が携帯電話ネットワークを利用可能な位置に存在すれば、ZigBeeネットワークを通してZC携帯電話までメッセージを送送し、異なるPANに属する携帯電話やZigBeeネットワークに属さない携帯電話とメッセージを送受信することが可能となる。また、メッセージングサーバを介することで、複数宛先へのメッセージ送信が可能となる。このような機能を有する提案システムは、携帯電話ネットワークが圏外となる場所での情報伝達に有効である。更に、提案システムは、構成要素がZigBee端末と携帯電話のみであり、可搬性に優れていることに加え、ZigBeeネットワークが自動で形成され、構築が容易であるという特徴を持つ。従って、提案システムは携帯電話ネットワークが圏外となるようなトンネルや地下、高層ビルの工事や点検など、一時的に情報伝達手段が必要となる場合の利用にも適していると考えられる。

### 3.2 試作システム

本章では、提案システムの実現性を評価するために試作したシステムについて説明する。試作システムの概要を図2に示す。試作システムでは、図3に示すZC携帯電話とZED携帯電話をそれぞれ2つずつ用意し、2つのPANを構築する。このとき、携帯電話ではZigBee通信を利用することができないため、ZC携帯電話としてZigBeeコーディネータと携帯電話をBluetoothで接続したものをを用いる。一方、ZED携帯電話はZigBeeエンドデバイスと携帯電話をSDメモリのインターフェイスを用いて接続し

携帯電話で入力したメッセージをZigBeeエンドデバイスへ伝送することで、ZigBee通信を行う。PAN間のメッセージ伝送に用いるメッセージングサーバはインターネット上に用意し、ZC携帯電話と接続する。メッセージングサーバは接続しているPANを管理し、メッセージを受け取ると送信先のZED携帯電話が属するZC携帯電話へメッセージを送信する。また、メッセージングサーバからメッセージを送信する機能を持つ。

### 4. 性能評価

提案システムの有効性をメッセージの送達性と通信遅延の観点から評価する。提案システムと商用の携帯電話で利用可能なSMSシステムのそれぞれで100byteのメッセージを10回送信し、送信成功回数とメッセージを送信してからそのメッセージを受信するまでの通信遅延を比較する。尚、実験は同一の場所で行う。

評価を行った結果、提案システムと商用の携帯電話で利用可能なSMSシステムの双方で全ての送信が成功し、提案システムが商用の携帯電話のSMSシステムと同等の送達性を達成していることを確認した。また提案システムの通信遅延は、最短5.08秒、平均7.10秒、最長時間9.99秒であった。一方商用の携帯電話で利用可能なSMSシステムではそれぞれ4.21秒、6.95秒、9.49秒であった。この結果は、提案システムは、商用の携帯電話で利用可能なSMSシステムとほぼ同等の通信遅延内でメッセージを送達できることを示している。

以上により、提案システムは、十分に実利用可能な通信遅延内でメッセージを送達でき、ZigBeeネットワークと携帯電話ネットワークの併用によりメッセージを送受信できる場所を拡大可能とすることから、有効と言える。

### 5. まとめ

本稿では、ZigBeeネットワークと携帯電話ネットワークを併用することで、あらゆる場所でメッセージの送受信が可能となるシステムを提案した。また、提案システムの実現性を評価するために、試作システムを作成し、実験を行った。その結果、ZigBeeネットワークと携帯電話ネットワークを併用しても、商用の携帯電話によるSMSシステムと送達性・通信遅延時間の点において同等の性能でメッセージの送受信が可能となることが確認できた。ただし、今回試作したシステムはZigBeeルータを用いないシステムであり、マルチホップによるメッセージ伝送は評価していない。今後は、ZigBee端末が増えてマルチホップによる伝送も行う場合のメッセージ送受信についても評価する必要がある。

### 参考文献

- [1] ZigBee Alliance Document 053474r06, ZigBee specification, v. 1.0, Dec. 2004.
- [2] S. Lin et. al., "A wireless network based on the combination of Zigbee and GPRS," Proc. of IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, April 2008, pp. 267-270.
- [3] L. Wu et. al., "A Modular Wireless Sensor Network Gateway Design," Proc. of the second International Conference on Communications and Networking in China, Aug. 2007, pp. 882-886.