

ISM 帯を使用する無線規格間における電波干渉時の通信品質保証

石倉 功規[†] 小林 秀幸[‡] 杉浦 彰彦[‡]静岡大学 情報学部情報科学科[†] 静岡大学 創造科学技術大学院[‡]

1. はじめに

近年、無線 LAN などの近距離無線通信規格による無線機器が普及している。それらの機器の多くは、無免許で使用可能な ISM 帯(Industry Science Medical Band)を利用している。しかし、ISM 帯は様々な機器が同じ周波数帯を利用するため、電波干渉による通信品質の低下が懸念されている。ISM 帯における同一規格間での干渉実験は多く研究されている[1]。しかし、別の規格間での研究はシミュレーションを用いるものが多い[2]。そこで本研究では、ZigBee と無線 LAN による別規格間での干渉の影響を実機を用いて調査する。その結果から更に、通信品質を向上させるための手法を提案し、実機を用いて提案した手法の有効性について検討する。

2. 原理

2.1. CSMA/CA

無線 LAN や ZigBee などの近距離無線通信規格では、CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)という仕組みにより通信中の衝突回避を行っている。CSMA/CA は、送信を行う前に他端末の通信信号を検知し発見した場合、その通信が終わるまで待機する手法である。

しかし、CSMA/CA の動作は規格間で異なっているため、その違いにより上手く衝突回避が行われず他規格の通信に影響を及ぼす可能性がある。

2.2. 提案手法

送信先に正しくデータが届いたかどうかを確かめるためには Ack が必要である。通常、データを送信し、送信先からの Ack が返ってこなければデータが相手側へ届いてないと判断し、再送を行う。この一連の動作の中で、

Communication quality guarantee for interference of wireless standards using ISM Band

[†]ISHIKURA Koki, Shizuoka University

Faculty of Informatics Department of Computer Science

[‡]KOBAYASHI Hideyuki, SUGIURA Akihiko

Shizuoka University

Graduate School of Science and Technology

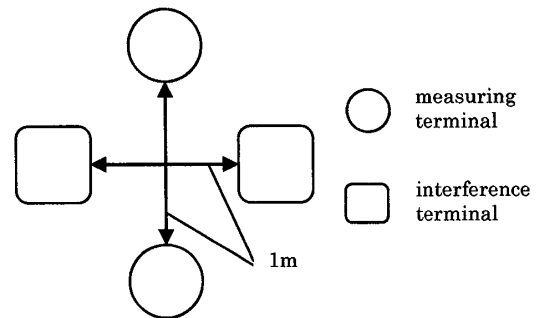


図 1: 機器の配置

データ送信時に相手側にデータが正しく届かなかった場合や、データ送信に成功しても Ack が正しく届かない場合に通信エラーとなる。

そこで、後者の場合については Ack を複数回送ることにより Ack が返る可能性を高め、再送の回数を減らすことができると考えた。そこで我々は、Ack の回数を変更する手法を提案する。

具体的には、Ack が複数回の場合は、データ送信後の Ack 待ちの待機時間を Ack の回数に比例して増やす。規定回数分 Ack 待ちを行っても Ack が帰ってこなかった場合にはデータの再送を行う。

Ack 送信側は、データを受信して Ack を送信した後、一定時間相手からデータが送られてこなければ Ack が届かなかったと考え、更に Ack を送信する。これを Ack 送信回数の上限まで繰り返す。

3. 実験

3.1. ZigBee - 無線 LAN 間干渉実験

端末の配置は図 1 の通りであり、通信端末が ZigBee で干渉端末が無線 LAN の場合と、通信端末が無線 LAN で干渉端末が ZigBee の場合について実験を行った。通信端末が無線 LAN の場合は、PC 上の 1Byte のファイルを 1000 回受信し、送信 1 回当たりの平均の時間を算出する。無線 LAN が干渉源の場合は、PC 上の 1Byte のファイルを連続で送り続ける。

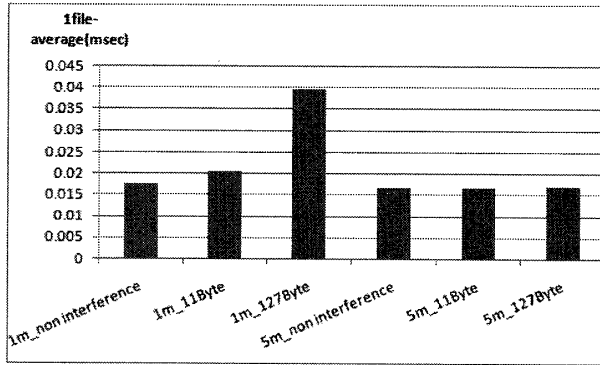


図 2: ZigBee - 無線 LAN 間干渉実験結果

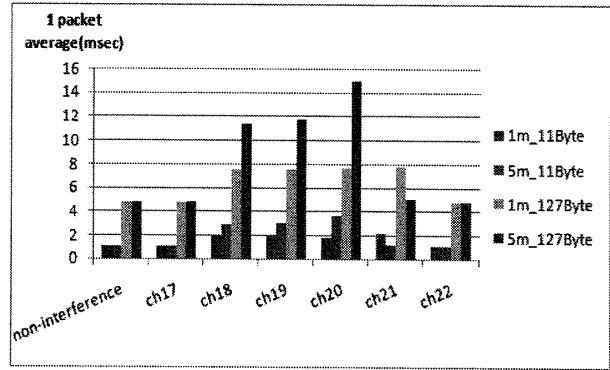


図 3: ZigBee - 無線 LAN 間干渉実験結果

ZigBee は ch17~ch22 を使用し, 無線 LAN は ch8 を使用する. 更に, 上記の実験の無線 LAN の配置を 1m から 5m に変更した場合についても同様に測定を行う.

無線 LAN の通信時間の測定結果を図 2 示す. 無線 LAN の距離が 1m の場合は ZigBee の干渉を受けて無線 LAN の通信時間は長くなっていたが, 5m の場合は ZigBee の干渉がある場合でも無干渉の場合とほぼ変わらない通信時間となった. これは, ZigBee と距離を離れたことにより ZigBee の通信を検知できなくなり, CSMA/CA が働かなくなったためと考えられる. 図 3 に ZigBee の通信時間の測定結果を示す. 結果より, 無線 LAN の距離が 5m の場合, 1m の場合より通信時間が長くなっていることが分かる. これは, 5m になると無線 LAN の CSMA/CA が働かず, ZigBee の通信中でも無線 LAN が通信を始めてしまい衝突するためだと考えられる.

3.2. 提案手法を用いた実験

提案手法の有効性を確認するため, Ack を 1 回だけ返す場合と, Ack を複数回返す場合について実験を行う. 端末の配置は図 1 の通りである. ZigBee 端末は, 1 から 1000 までの番号を入れたパケットを順番に送信する. Ack が正常に返ってきた場合は次の番号の入ったパケットを送信し, 正しく Ack が返ってこなかった場合は同じ番号のパケットを再送する. 最後の番号である 1000 が入ったパケットを送信し, Ack が返ってきた時点での時間と送信回数を計測する. 干渉用の無線 LAN は 1Byte のファイルを送受信し続ける. 使用するチャンネルは, 実験 3.1.より ZigBee は ch20 を使用し, 無線 LAN は ch8 を使用する. 上記の実験の無線 LAN の配置を, 実験 3.1.と同じく 1m から 5m に変更した場合についても同様に測

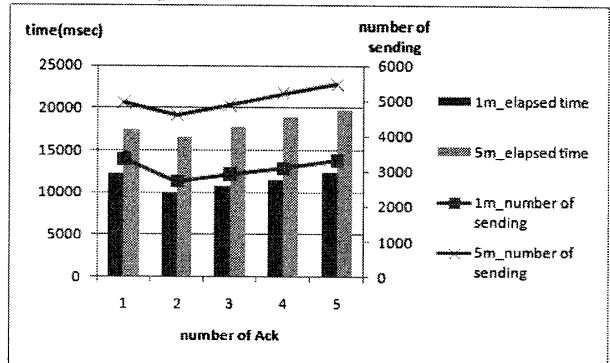


図 4: 提案手法の実験結果

定を行う.

図 4 に測定結果を示す. 測定結果より, Ack 回数が 1 回の場合と比べ Ack 回数が増える方が送信回数が少なく, 少ない時間で通信を終えていることが分かる. しかし, Ack の回数が 3 回以上になると 2 回の時と比べ送信回数が増えていることが分かる. この結果より, Ack の回数が 2 回の場合, 安定した通信が行われたことが分かった.

4. まとめ

ZigBee の通信に無線 LAN の干渉を加えることでパケットのロスが発生し通信時間に影響を与えることが分かった. 干渉時には Ack 回数を変更することで再送の回数を減らすことができ, スループットの向上を実現した.

Reference

- [1] 高谷和宏, 前田裕二, 桑原伸夫: 2.4GHz 帯無線 LAN の異機種間干渉特性. 電子情報通信学会論文誌 Vol.J80-B2 No.4, pp.368-371
- [2] S.Y. Shin and W.H. Know: "Packet error rate analysis of IEEE 802.15.4 under IEEE 802.11b interference", Proc. Wired/Wireless Internet Communications, pp.279-288, 2005