

患者案内システム用無線通信ネットワークの開発

岡田 英夫 及川 浩一 池上 潤 鎌田 徹

富士通研究所 電子ペーパープロジェクト部

1. はじめに

日常生活の中で、病院や銀行、遊園地など、様々な施設で順番を待つ場合がある。例えば病院では、待ち時間が長いと、「いつ呼ばれるのかイライラする」、「待合室に拘束されて動けない」、「自分は受付されたのか不安になる」などのストレスを感じる。このような、精神的な負担を軽減させるために、病院をターゲットとして、患者一人ひとりに、待ち順番などの情報を提供する患者案内システムの研究開発を進めている。

本システムの目的は、患者に端末を貸与することで、病院内の無線通信エリア内であればどこにいても、タイムリーに、待ち人数配信や呼出しを行うことである。待ち人数は、1人呼出される、もしくは、急患が入るのをトリガーとして増減するので、その時に、端末の表示情報も一斉に更新する必要がある。

そこで、短時間に配信するために独自のビーコン連動型の無線プロトコルを考案した。本プロトコルの有用性を検証するために、アクセスポイント(以下、AP)、および、患者が携帯する端末を試作して、病院内で実証実験を行ったので報告する。

2. 短時間配信の課題と問題点

2.1 無線規格の選択

病院には、内科や外科など様々な診療科がある。特に大規模な病院では、1つの診療科で百名以上の患者が待つ場合があるので、APは、百台以上の端末を収容できることが望ましい。患者へ提供する情報は、待ち人数などの比較的容量が小さいデータであり、かつ、データの更新は、診察完了ごとなので、更新頻度も少ない(例えば5分に1度程度)。

また、病院内では、混信をさけるため電波出力の大きい携帯電話等の利用は制限しており、スタッフ間ではPHSなど比較的出力が弱い無線を利用している。従って、無線の規格として、APの端末収容量が多く、

かつ、低消費電力で、出力が1mW程度と微弱なIEEE 802.15.4を採用した。

2.2 従来の衝突回避機能

1つのAPと5台の子機を用いて、既存の衝突回避機能(CSMA-CA^[1])の評価を行った。CSMA-CA方式は、ビーコンに連動して、子機が一斉に通信を開始する。その時に、混信しないようにランダム時間待ってから通信する。失敗した時は、再度、通信を行う。これが、リトライ機能であって、最大3回までと定義されている。また、リトライしても通信できなかった場合は、次のビーコンで通信を行うものである。

図1に通信パケット発生状況を示す。実験の結果、通信すること自体は可能であったが、リトライ処理が多発するため、配信の遅延と電力消費量の増加が問題となる。そこで、他の端末と干渉せずに効率よく通信する方式が必要である。

3. 無線プロトコルの開発

3.1 通信時刻算出方式

通信効率の向上を目的として、IEEE 802.15.4に準拠した無線プロトコルを開発した。

APが定期的に発信するビーコン信号(T=492ms間隔)に、通信対象の子機のアドレスを順番に記載しておく。ビーコンを受信した子機は、アドレスの記載総数n、及び、記載順e、から通信時刻tを計算してAPと通信する。

$$t = T / (n + \alpha) \times e \quad (\alpha \text{ は補正係数})$$

例えば、n=7、e=1、 $\alpha=1$ とすると、t=61.5msとなり、1台目はビーコンを受信して61.5ms経過後にAPと通信する。2台目(e=2)であれば、ビーコンを受信して123ms経過してからAPと通信する。このようにして、衝突を回避する。

3.2 通信方式の検証

7台の子機を用いて、開発した通信方式の検証を行った(図2)。従来法(図1)と比較すると、通信のリトライが無くなったことが確認できる。各子機は、

Development of a wireless communication network for patient guidance systems.

Okada Hideo, Oikawa Kouichi, Ikegami Jun, Kamada Toru
Fujitsu Laboratories Ltd. Electronic Paper Project Department

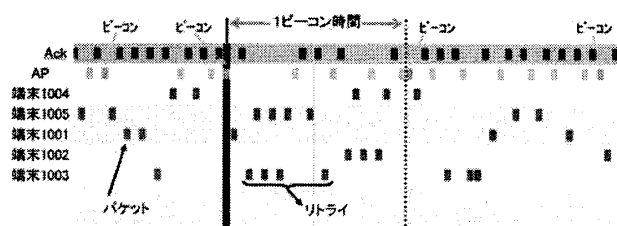


図1 従来法の通信パケット

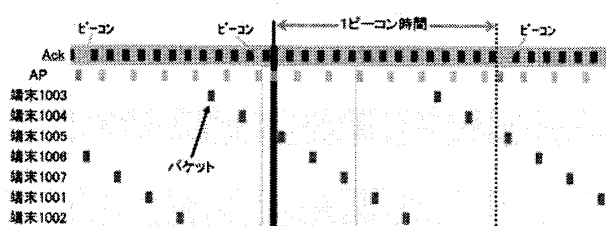


図2 通信時刻算出方式の通信パケット

自分専用の通信時間帯を確保できるため、他の子機と衝突せずに効率よく通信することが可能となった。

3.3 通信の信頼性と速度評価

PCとAPを接続して、PCの評価アプリから子機16台へ順番に命令を送信するテストを行った。合計で10万命令発信したので、子機1台あたり6250命令を受信した。

その結果、通信成功確立は99.99%、最大通信速度840台/分(=14台/秒)で通信できることを確認した。例えば、1つのAPに100台の端末がある場合は、全端末へ8秒以内に配信可能である。

3.4 ハンドオーバー

子機を持つ患者が病院内を移動する時は、所属するAPを切替える必要がある。そこで、ハンドオーバー機能を開発した。これは、子機がビーコンを受信できない時に迷子と判断し、受信チャンネルを順次切り替えてビーコンを探索し、受信できた最大電波強度のAPに参加する機能である。

4. 実証実験

4.1 APと電子カードホルダーの試作

図3に試作した(a)親機のAPと、(b)子機となる電子カードホルダーの外観を示す。

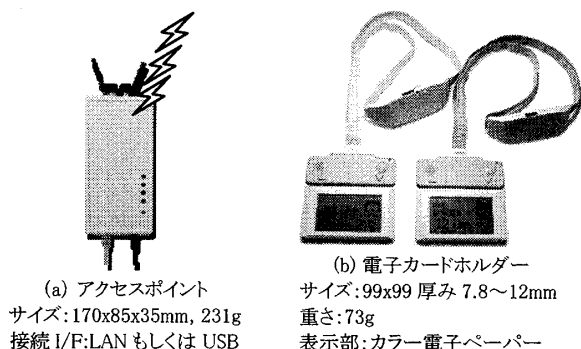


図3 試作端末

APと上位サーバーは、有線LAN経由で通信する。

電子カードホルダーは、無線通信モジュールを搭載し、表示部には、当社で開発した、書換え時のみ電力を必要として、表示には電力を消費しないカラー電子ペーパーを適用した。

4.2 病院での試用

川崎市富士通病院の1階外来フロアにて実証実験を行った。導入済みの電子カルテシステムと連携させることにより、待ち順番などの情報を配信できる。今回は、内科の外来患者を対象とした。実験は、看護師が電子カードホルダーを患者へ貸与して、①診察までの待ち人数の配信、②医師による患者呼び込みを行った。

のべ357名の利用者にアンケート調査を行った結果、①待ち人数表示は必要だと思う95%、②待ち人数の更新や呼出しはわかり易い85%との結果であり、案内サービスの有効性を確認できた。

5. おわりに

通信効率の向上を目的として、独自の無線プロトコルを開発した。無線の親機と子機を試作して性能を評価した結果、最大で840台/分で通信できることを確認した。さらに、病院で患者案内システムの実証実験を行った。利用者のアンケート調査の結果、案内サービスの有用性を確認した。今後、製品化を行う予定である。

[参考文献]

- [1] IEEE Std 802.15.4™-2006
- [2] 富士通研究所プレスリリース(2009/10/5) 電子ペーパーを利用した外来患者案内ソリューションの実証実験を実施
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2009/10/5-3.html>