オーダエントリーシステム無線ユニットの開発

正会員 多田 順次[†], 小池 清之[†]
 関 良則[†], 有馬 敬聴[†]
 段 林 敏 計[†]

あらまし 小電力無線設備(400 MHz 帯, 10 mW 以下)を用いたオーダエントリーシステム無線ユニットの開発を行った。無線ユニットの変調方式は直接 FSK, 伝送速度は 4800 b/s, 誤り訂正にはハイブリッド方式を採用し, 小電力無線による高品質双方向通信が実現できた。

1. ま え が き

オーダエントリーシステム無線ユニットは, データ伝送システム(構内無線局¹⁾)の技術的条件を適用し, ファミリーレストラン等のオーダ業務の円滑化を目的に開発された無線ユニットである²⁾。本システムは, データ端末側のセンタユニットとハンディターミナル側のエントリーユニットで構成され, ハイブリッド方式による誤り訂正機能を付加することにより, 無線区間では誤りのないエラーフリーのシステムが実現できた。この場合の無線区間の伝送速度は 4800 b/s である。

本報告では, オーダエントリーシステム無線ユニットの構成および試作結果について報告する。

図1 システムの構成
System configuration.

[†] シャープ株式会社 技術本部東京研究所

"Development of Radio Equipment for Restaurant Systems" by Junji Tada, Kiyoyuki Koike, Yoshinori Seki, Keicho Arima and Toshikazu Danbayashi (Tokyo Research Laboratories, Sharp Corporation, Kashiwa)

2. システム構成

オーダエントリーシステムの構成を図1に示す。標準的なシステムは, オーダメニューを入力するハンディターミナル (HT), オーダの管理を行うパソコン等のデータ端末装置 (DTE) また厨房にオーダを指示するキッチンプリンタ等で構成される。

一方, DTE と HT との間は, センターユニット (CU) とエントリーユニット (EU) の各無線ユニット

表1 無線設備の主要諸元
Performance of radio equipment.

項 目	諸 元
使用周波数	400 MHz 帯
チャンネル間隔	12.5 kHz
空中線電力	10 mW
チャンネル数	4 ch (データ: 3 ch, 制御: 1 ch)
周波数切替方式	自動 (MCA 方式)
伝 送 方 式	伝送内容 データ (270 バイト以下)
	通信方式 単信方式
	変調方式 直接 FSK
	伝送速度 4800 b/s
伝 送 品 質 (目 標)	ビット誤り率 1×10^{-2} 以下 (誤り訂正後 1×10^{-7} 以下)
サービスエリア (目 標)	屋内約 100 m ² 屋外約 300 m ²
そ の 他	送信時間制限装置, 送信装置識別装置, キャリアセンス, 空中線一体型構造, 受信電界強度表示機能, 誤り訂正機能

から構成され、インタフェースはDTE～CU間にはRS-232 C、また、HT～EU間は無線部とハンディターミナル部がそれぞれ分離され、8ビットシリアルインタフェースにより接続されている。

システムの主要諸元を表1に示す。システムの特徴は、通信方式には無線部の回路構成が簡単となる単信方式を採用し、無線による双方向通信が可能となり、また1回の通信により送信できるデータ長は汎用性を考慮して、270バイト可変のデータ長の伝送ができるように考慮されている。

3. 無線設備

無線ユニットの無線設備は、無線部分の受信部、送信部、発振部、空中線部および制御部等で構成される。CUの無線設備を図2に示す。なお、EUは図2のDTEと制御部のインタフェースのみが異なっており、他の無線部分については共通化を図るため、CU

図2 無線設備のブロック図
Block diagram of radio equipment.

図3 誤り率特性
BER characteristics.

図4 送信スペクトラム
Power spectrum.

図5 誤り率の改善効果
Improvement effect of BER.

の場合と同じ回路構成を採用した。

3.1 受信部

受信部の機能は使用周波数のキャリア検出およびFM検波等を行う。回路構成は中間周波数21.4 MHzと455 kHzのダブルスーパーヘテロダイン方式を採用した。初段のNFは2.0 dB、利得16 dBのトランジスタアンプを用いることにより所要の受信感度を得ている。

フィルタは、21.4 MHzのIFアンプにはクリスタル、455 kHzのIFアンプにはセラミックフィルタを使用し、12.5 kHzのチャンネル間隔に対して、所要の選択度が確保されている。一方、FM復調器における検波出力は等化器により帯域制限と波形整形を行い、デジタル伝送の特性で重要なビット誤り率(BER)の改善ができるような構成が採られている。

受信部入力におけるRF入力レベルと誤り率の関係を図3に示す。所要の伝送品質を確保するため、標準規格(BER= 1×10^{-2} のとき、RF入力レベル-110 dBm以下)より厳しい規格値(BER= 1×10^{-4} のとき、RF入力レベル-110 dBm以下)を社内規格として設定した。図3より誤り率は余裕のある特性が得られた。

3.2 送信部

送信部の機能はFM変調、送信部の周波数変換および信号増幅等である。FM変調器は21.4 MHzのVCXOを使用し、ダイオードミキサによるアップコンバータにより所要の周波数帯に周波数変換を行う。コンバータの出力はパワーアンプにより増幅され、アンテナ端子には10 mWの出力が得られる。直接FSKのスペクトラム波形を図4に示す。特性は規格をクリアしていることを示している。

3.3 発振部

発振部の機能は局発信号の発生および送受信の切り替え等を行う。局発信号を発生する局部発振器は、所要の周波数安定度を得るため、原発振は 58 MHz の水晶発振器で発振させ、この周波数を 7 通倍して 400 MHz 帯の信号を取り出している。

本システムのチャンネル数は 4 チャンネルであるため、チャンネル選択は周波数シンセサイザ方式よりも構成が簡単な水晶切替方式を採用した。また、局部発振器の出力信号は、RF スイッチにより送信側および受信側に切り替えられて信号が出力される。

3.4 空中線部

空中線部はアンテナ、送受信の切り替えを行うアンテナスイッチ、帯域制限用の BPF 等から構成される。

CU に使用するアンテナは、レストラン等では固定して設置されるため、 $\lambda/2$ のモノポールアンテナを使用した。EU のアンテナはウェイトレスが HT を携帯するため、特に小型化が要求される。 $\lambda/2$ および $\lambda/4$ モノポールアンテナについて、伝搬特性の検討を行った結果、特性上では差異がみられなかったため、EU のアンテナには長さの短い $\lambda/4$ モノポールアンテナを採用した。

3.5 制御部

無線制御部の機能はキャリヤセンス、周波数切り替え、送信時間制限および送信休止時間等の無線制御を行う。周波数の切り替えは 4 チャンネル（データ：3 ch、制御：1 ch）の信号を自動的に切り替えできる MCA 方式を採用した。一方、無線によるデータ伝送では、無線区間で発生するマルチパスやフェーディング等の影響によりディジタル伝送固有の符号誤りを生じ、システムの伝送品質の劣化要因となる。この場合には、誤り訂正機能を付加すると誤り率の改善が可能となる。

本システムでは、誤り訂正機能として拡大 (8, 4) ハミング符号、インタリーブおよび再送機能 (ARQ) を付加したハイブリッド方式を採用した。拡大 (8, 4) ハミング符号およびインタリーブによる誤り率の改善効果を図 5 に示す（符号化利得は約 3 dB）。この特性から明らかなように、誤り率の改善が可能となることを示している。なお、本システムではハードウェアの負担を軽減するため、受信データに対するビット同期はソフトウェアで行い、フレーム同期および誤り訂正等についても、ビット同期の場合と同様にソフトウェアで処理し回路構成の簡略化を図った。

4. む す び

400 MHz 帯の周波数および 10 mW の空中線電力で構成される小電力無線設備を用いたオーダエントリシステム無線ユニットの開発を行った。本無線ユニットは、ハイブリッド方式による誤り訂正機能を付加することによって、エラーフリーの双方向無線通信が容易に実現できた。なお、この場合の無線区間における伝送速度は 4800 b/s である。

オーダエントリシステムは、ファミリーレストランのオーダ業務の利用以外に、無線モデムとしての用途も考えられるため、構内における在庫管理システム、倉庫管理システム、ホテル管理システムおよび医療管理システム等への新しい無線通信システムの構築が可能となる。今後、無線ユニットの小型化および低消費電力化の検討が必要である。

(1989 年 2 月 6 日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 杉浦, 石原: “微弱電波機器の展望”, 信学誌, **69**, 3, pp. 231-233 (Mar., 1986)
- 2) 多田, 小池, 関, 有馬, 段林: “オーダエントリシステム無線ユニットの開発”, テレビ学技報, **12**, 47, RE 88-52, pp. 7-12 (Nov., 1988)

ただ じゅんじ
多田 順次 昭和 39 年, 大阪工業大学電気工学科卒業。同年, タツタ電線(株)に入社。40~44 年, 東北大学工学部通信工学科に留学。58 年, シャープ(株)に入社, 現在, 東京研究所主任研究員。移動体通信の研究開発に従事。工学博士。正会員。

こいけ きよゆき
小池 清之 昭和 59 年, 長岡技術科学大学大学院電子機器工学専攻修士課程修了。同年, 富士通(株)に入社。61 年, シャープ(株)に入社。技術本部東京研究所に勤務し, 現在に至る。小電力無線通信システムの設計, 開発に従事。

せき よしのり
関 良則 昭和 60 年, 電気通信大学電気通信学部物理工学科卒業。同年, シャープ(株)に入社。同社技術本部東京研究所に勤務し, 現在に至る。小電力無線通信システムの開発に従事。

ありま けいちょう
有馬 敬聴 昭和 62 年, 長岡技術科学大学大学院電気電子システム工学専攻修士課程修了。同年, シャープ(株)に入社。同社技術本部東京研究所に勤務し, 現在に至る。小電力無線通信システムの開発に従事。

だんばやし としかず
段林 敏計 昭和 62 年, 電気通信大学電気通信学部電子情報学科卒業。同年, シャープ(株)に入社。同社技術本部東京研究所に勤務し, 現在に至る。小電力無線通信システムの開発に従事。