

# ソフトウェア無線とは何か

## 第1章

——“柔軟いハードウェア”が携帯電話の世界を変える

原田博司

ここでは、ソフトウェア無線技術の概要と技術動向について解説する。ソフトウェア無線は、複数の通信方式に柔軟に対応できる無線通信装置を実現するための技術である。システムの中のアナログ/高周波部の割合を抑え、CPUのソフトウェア・プログラム、FPGAのコンフィグレーション・データを入れ替えることによって、対応する通信方式の変更を実現している。今後、ソフトウェア無線技術が普及すると、「ユーザの利便性が上がる」、「通信インフラの設備コストが下がる」などのメリットがある。

(編集部)

近年、無線通信の世界では、ユーザのさまざまな要望に応じて、新しい通信システムが次々に導入されています。例えば、携帯電話やPHS (personal handyphone system) に代表されるセルラ移動通信の国内の利用者数の合計は、2004年2月末現在で8,500万人を超えています。また、無線通信を使って現状の有線通信に引けをとらない伝送速度を実現するマルチメディア移動無線アクセスもすでに利用されています。こうした無線アクセス・システムの例としては、安価でかつ数十Mbpsという高速通信を追求し、2.4GHz、5GHz、および25GHz帯を用いる無線LAN (local area

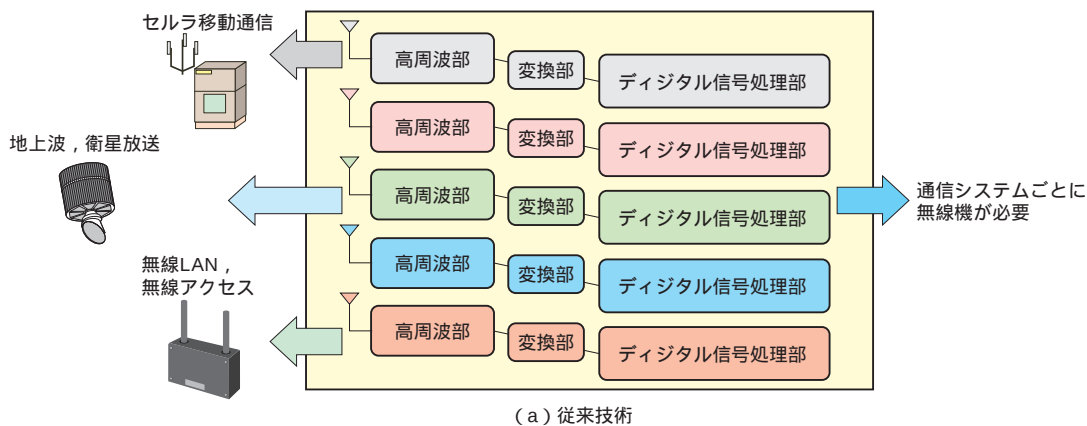
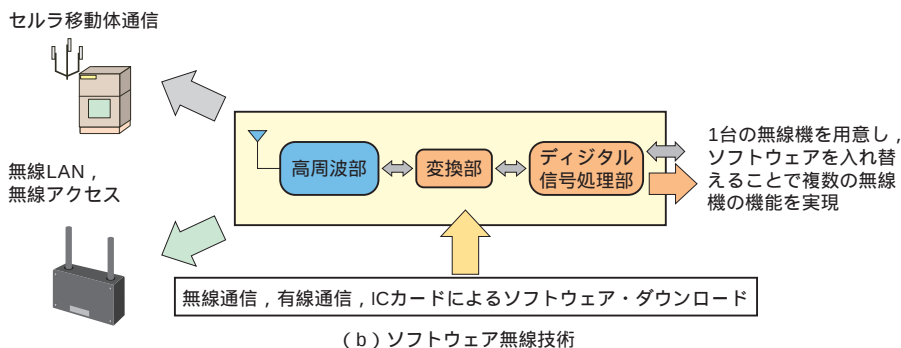


図1 複数の無線通信を送受信する機器の構成例

セルラ通信や無線LANなど、複数の無線機の機能を実現させる場合、(a)のようにその通信システムごとに高周波部、変換部、デジタル信号処理部を用意する必要があった。一方、ソフトウェア無線技術では、ソフトウェアによって変更可能な高周波部、変換部、デジタル信号処理部を無線機の中に組み込む。外部から無線通信、有線通信、ICカードなどによって各種通信システムを実現するソフトウェアをダウンロードすることにより、ユーザが所望する通信システムを1台の無線機で実現する。



network)系、無線LANと比較して機器コストが高いものの、通信速度が100Mbps以上と高速で、22GHz、26GHz、38GHz帯を用いるFWA(fixed wireless access)などの固定系があります。さらに、これらの無線通信システムに加えて、地上デジタル放送に代表される放送システムについても、多種多様なサービスが検討されています。加えて、通信システムと放送システムを融合させたシステムやサービスなどの検討も進んでいます。

### ● 複数の方式に柔軟に対応できるソフトウェア無線

このように、今後、ユーザは多様なセルラ移動通信システム、無線アクセス・システム、放送システムを利用できるようになります。しかし、現状では、これらの無線アクセス・システムをすべて利用できる端末をユーザが持ち歩くことは困難です。新しい機能や使用可能な無線通信システムが増えるたびに、ユーザは無線機を交換または増設する必要があります(図1(a))。そのため、一つの無線端末でさまざまな機能追加やシステム変更に対応できる無線機器の開発が求められています。

このような無線機器を実現する手段の一つが「ソフトウェア無線(software defined radio)」です。ソフトウェア無線技術を利用した無線機器(以下、ソフトウェア無線機と呼ぶ)は、以下の機能を備える高周波部、変換部、デジタル信号処理部から構成されます。

- **高周波部**——各種無線機が無線信号を受信し、デジタル信号処理を行いやすい周波数帯に変換する。作られた送信信号を実際に送信する周波数に変換し、アンテナを介して送信する。
- **変換部**——受信したアナログ信号をデジタル信号に変換する。送信するデジタル信号をアナログ信号に変換し、高周波部にその信号を渡す。
- **デジタル信号処理部**——変復調および通信プロトコルの処理をつかさどる。FPGA(field programmable gate array)、デジタル信号処理プロセッサ(DSP: digital signal processor)、汎用プロセッサ(CPU: central processing unit)などで構成される。

これらの機能は、各種無線通信システム、放送システムに対して汎用的に構成されており、かつ、無線通信や有線通信、ICカードなどを通じてソフトウェア(CPUのソフトウェア・プログラムやFPGAのコンフィグレーション・データ)を送り込むことによって、所望のシステムに合わせ

表1 FPGAのゲート規模の例(米国Xilinx社のVirtex-II)

|          | システム・ゲート数 | スライス(Slice)数 | コンフィグレーション・メモリ(ビット) |
|----------|-----------|--------------|---------------------|
| XC2V40   | 4万        | 256          | 400K                |
| XC2V80   | 8万        | 512          | 600K                |
| XC2V250  | 25万       | 1,536        | 1.7M                |
| XC2V500  | 50万       | 3,072        | 2.8M                |
| XC2V1000 | 100万      | 5,120        | 4.1M                |
| XC2V1500 | 150万      | 7,680        | 5.7M                |
| XC2V2000 | 200万      | 10,752       | 7.5M                |
| XC2V3000 | 300万      | 14,336       | 10.5M               |
| XC2V4000 | 400万      | 23,040       | 15.7M               |
| XC2V6000 | 600万      | 33,792       | 21.9M               |
| XC2V8000 | 800万      | 46,592       | 29.1M               |

て内部の機能を改変できるようになっています(図1(b))。

### ● FPGAの大規模化により実現が可能に

ソフトウェア無線機の実現性の議論が盛んになってきた理由の一つとして、デジタル信号処理用のFPGAに収容できる回路規模が増大したことが挙げられます。

簡単な変調器程度であれば数万～数十万ゲート、もっとも高速な無線LAN用の変復調機能の場合は数百万ゲート・クラスのFPGAが必要になります<sup>(1)</sup>。10年前は数万ゲートのFPGAを手に入れるのがやっとでしたが、現在では800万ゲート・クラスのFPGA(表1)すら手に入れることが可能となりました(決して値段は安くないが...)。

すなわち、ソフトウェア無線機のすべての変復調処理を、場合によってはたった一つのFPGAで実現することも可能となってきています。加えて、FPGAなどの開発ツールも安定、かつ高速に動作するようになってきており、さらに、数百万ゲート・クラスのFPGAに対して比較的高速に書き込み(コンフィグレーション)を行える環境が整いつつあります。

以上のような背景を受けて、本特集ではFPGAを利用したデジタル変復調回路やソフトウェア無線機の実設計の実際を読者のみなさんに体感していただきたいと思います。そして、本特集を通じてソフトウェア無線技術の有効性を理解していただければ幸いです。

### ● “携帯アプリ”のように通信機能をダウンロード

ソフトウェア無線技術は、現段階では図2のような形態で導入されていくものと考えられています。現状の端末では、ユーザはゲームや着メロといった各種アプリケーション