

変身する無線機の実現に向けて

ソフトウェア無線技術

名古屋大学 エコトピア科学研究機構
情報・通信科学研究部門 教授

片山正昭

Prof. Masaaki Katayama
Division of Information and Communication Sciences,
EcoTopia Science Institute, Nagoya University

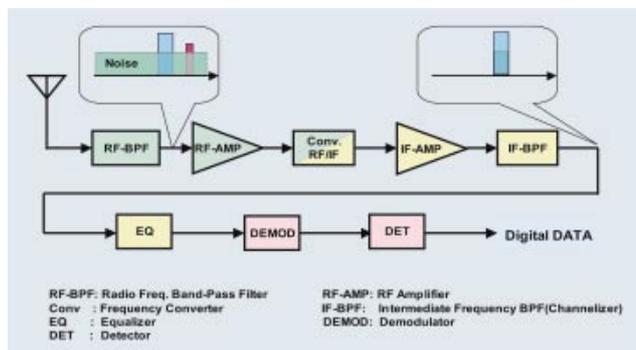


はじめに

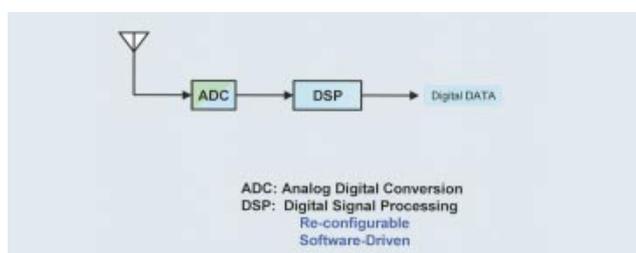
ソフトウェア無線技術が通信技術者の注目を集め始めてから、すでに十余年の歳月が流れた。少し前までは、ともすれば懐疑の念をもって語られることもあったが、近頃ではハードウェア・ソフトウェアだけでなく法制度の面からも整備が進みつつあり、無線通信分野の研究者にとって、一種の常識となった観がある。本稿では、このソフトウェア無線の概要を紹介する。

ソフトウェア無線とは

ソフトウェア無線とは、従来アナログ回路で実現されてきた変復調等の無線周波数信号処理を、ソフトウェアで記述・実現しようというものである。第1図に従来型の受信機概念図、第2図に理想的なソフトウェア無線受信機概念図を示す。現実的には、第1図と第2図の中間的な構成、すなわちIF段までの周波数変換はアナログ回路で実現しIF段でAD変換を行うような



第1図 従来型の受信機概念図



第2図 理想的なソフトウェア無線受信機概念図

構成も可能である。

ソフトウェア無線技術は、1970年代に軍用として米国で研究が開始され、80年代にはHF帯での装置が開発されている。さらに90年代半ばには、変調方式の異なる機器間の方式変更中継（voice bridge）も可能な広帯域軍用ソフトウェア無線機が実用化されている。これと同時に民生用への技術転用の機運が高まり、米国においてはSDRフォーラム^[1]を中心に検討が行われ、日本でも（社）電波産業会での調査検討が1996年に始まっている。その後も、研究開発は活発に行われ、多くの研究成果が、国内外の学会で発表されている。特に日本においては、電子情報通信学会のソフトウェア無線研究会^[2]が、1999年以来、研究発表の場を提供し続けてきている。法制度の面でも、総務省が「ソフトウェア無線技術の研究開発動向を見極めつつ、当面実用化が見込まれるものについて、技術基準適合証明の方法等を検討し、必要に応じ措置を講じる。」という方針を示している^[3]。

さらに実際の機器も、近年では、国内外各社がソフトウェアの変更で複数の通信方式（携帯電話とPHS等）に対応できる試作機を発表したり、ソフトウェア無線の考え方に基づく実験用無線装置を発売したりするようになっている。

無線信号の全デジタル処理

ソフトウェア無線システムでは、従来はアナログ回路によっていた信号処理を、デジタル信号処理により実現する。そのため高周波アナログ回路では不可避である部品性能のばらつきの影響や、それに起因する微調整から、ソフトウェア無線機は解放される。アナログ高周波部品の経年変化や温度特性の補償といったやっかいな問題もソフトウェア無線機には無縁である。この結果、高い信頼性と再現性が期待できる。またデジタル信号処理技術を用いることで、アナログ高周波回路では実現不可能な高度な信号処理が可能となる。

無線信号処理回路の全ソフトウェア化

前項で述べたソフトウェア無線の利点は、アナログ信号処理をデジタル信号処理に置き換えた効果といえる。これに加え、ソフトウェア無線機では、デジタル信号処理そのものがソフトウェアで記述され、汎用のデジタル回路（CPU、DSP、FPGA等）で処理されることが重要である。この結果、同一のハードウェアであっても、プログラムを交換するだけで、まったく別の無線機として動作させることが可能となる。

このようにソフトウェアで記述（規定）されたシステムであることが、ソフトウェア無線を単なる無線周波数信号のデジタル処理と区別している。総務省でも、ソフトウェア無線設備は、「変調方式、空中線電力等の電波法の技術基準に係る無線設備の特性を、ハードウェアの変更なしに、ソフトウェアの変更により切り替えることが可能な機能を有する」と定義している。

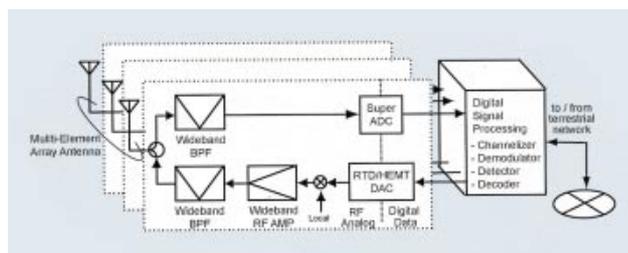
無線システムがソフトウェアで記述されることで、利用可能な通信方式や使用周波数・電力などの変更に対応し、システムを柔軟に変化できる環境適応性が得られる。もちろんこのソフトウェア自体を、無線で伝送することも可能である。ハードウェアの変更を必要としないため、無線装置の共通化（いわば無線機のパソコン化）が期待できる。特に無線基地局にソフトウェア無線技術を適用すると、ひとつのハードウェアで複数のサービスを一元的に提供することが可能となる。これは、新サービスの導入競争に追われる先進諸国だけでなく、通信インフラが不十分な発展途上国等においても魅力的な特徴である。

無線信号処理の抽象化

ソフトウェア無線技術により、無線システムの高周波信号処理が全デジタル化され全ソフトウェア化されることの利点は、実用面だけにとどまらない。ソフトウェア無線の最大の意義は、「無線システムのアナログハードウェアの呪縛からの解放」であると著者は考えている。ソフトウェア無線により、従来の「発振器」「フィルタ」等の実際の回路の制約から離れ、無線システムを抽象的に理解し、自由に設計することが可能となる。そして従来のアナログ高周波回路に基づく無線機では考えられなかったような信号形式や復調方式が生まれて来ることが期待できる。

先端素子を用いたソフトウェア無線基地局

ソフトウェア無線の研究の多くは、端末装置を想定しており、またそこで用いる素子も既存のものである。それに対し我々の研究室では、本学量子工学専攻の水谷教授、藤巻教授、前澤助教授らとともに、次世代移動体通信での利用が想定されるSHF帯での適用を狙い、超伝導単一磁気量子（SFQ：Single Flux Quantum）素子や共鳴トンネル素子（RTD：Resonant Tunneling Diode）/HEMT結合デバイスを用いた超広帯域ソフトウェア無線基地局について、実験と理論の両面から検討を行っている。第3図にシステム概念図を示す。



第3図 先端素子を用いたソフトウェア無線基地局

おわりに

無線通信周波数の逼迫に伴い、システム毎に排他的に周波数を割り当てるといった従来の手法が困難となり、複数のシステムへの同一周波数帯割り当てとシステム共存技術が注目されつつある。これを実現するためには、同一周波数を利用する他の無線システムを検出し、それらからの干渉を避け、またそれらに妨害を与えないような最適な無線通信方式を選択・使用することができる。環境に応じて最適な状態に変身するソフトウェア無線機が不可欠である。このような無線環境のより一層の複雑化・多様化と、先に述べたような素子の今後の益々の発展に伴い、ソフトウェア無線技術の価値と役割は今後、一層大きなものになっていくものと考えている。

参考文献

- [1] <http://www.sdrforum.org/>
- [2] <http://www.ieice.or.jp/cs/jpn/sr/>
- [3] 規制改革推進3か年計画(再改定)平成15年3月28日閣議決定)

片山正昭(かたやままさあき)氏 略歴

昭和56年 大阪大学工学部通信工学科卒業
 昭和61年 大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻
 博士課程後期課程修了(工学博士)
 昭和61年 豊橋技術科学大学工学部助手
 平成元年 大阪大学大型計算機センター講師
 平成4年 名古屋大学工学部電気電子情報工学科講師
 同助教授、名古屋大学情報メディア教育センター教授
 を経て平成16年4月より現職