

# ソフト方式移動無線用アナログーデジタル信号処理デバイスに関する研究 (0221008)

## Research on Analog-Digital Signal Processing Devices for Software Defined Radio

真田幸俊 慶應義塾大学理工学部  
Yukitoshi Sanada Faculty of Science and Technology, Keio University

研究期間 平成 14 年度～平成 16 年度

### 概要

ソフト方式移動無線の 1 つの課題として、アナログーデジタル (A/D) 変換器の高解像度化、高速化および低消費電力化の問題がある。本研究ではソフト方式移動無線用アナログーデジタル信号処理デバイスを提案する。提案するデバイスはアナログフィルタバンク構造を用いて A/D 変換を周波数別に並列処理し、デジタル信号処理により変換した信号を補正する。アナログフィルタを用いることにより帯域ごとに適切な解像度の A/D 変換を行う。またアンダーサンプリング方式を用いて、信号周波数よりも低いサンプリング周波数で A/D 変換する。そしてアナログフィルタの誤差はデジタル信号処理で補正する。これにより高速、高解像度、低消費電力の A/D 変換を達成する。

### Abstract

One of the implementation issues for Software Defined Radio is the realization of high-speed, high-resolution analog-digital (A/D) converters. In this research, analog-digital signal processing devices for software defined radio is proposed. The proposed devices use an analog filter bank and convert the analog signal to digital signals in parallel. With the analog filter, the resolution of A/D converter on each filtered band can be adjusted properly. In addition, undersampling technique is employed in order to reduce the sampling frequency and the power consumption. In the digital domain, the distortion of the analog filter bank is compensated with adaptive signal processing. As a result, high-speed, high-resolution analog-digital conversion can be achieved with the proposed processing device.

### 1. 背景

ソフト方式移動無線の重要な課題として、A/D 変換器および信号処理デバイスの開発がある。ソフト方式移動無線受信機では RF 帯の信号を直接ベースバンド付近にダウンコンバージョンする低 IF 方式が検討されている。

たとえば無線 LAN の信号を低 IF 方式で受信する際には、図 1 のように隣接したチャンネルの信号を同時に復調することが考えられる。このとき片方のチャンネルの信号が大きく他方の信号が小さいと、この 2 つの信号を同時に復調するためにはアナログーデジタル (A/D) 変換器のダイナミックレンジが広くなくてはならない。また隣接チャンネルからの干渉を取り除かなければならない。以上のような処理を実現するには、高解像度かつ高速な A/D 変換器が必要になる。そこで本研究ではアナログフィルタバンクとデジタル信号処理を組み合わせることにより、A/D 変換器に対する要求を緩和し、全体として高解像度な A/D 変換を達成するデバイスを検討する。

### 2. アナログーデジタル信号処理を用いた A/D 変換方式

低 IF 受信機における A/D 変換器のダイナミックレンジの問題を解決するために、図 2 のようなアナログーデジタル信号処理デバイスを用いた受信機構成を提案した。提案方式はまずアナログフィルタ H0 および H1 を用いて各チャンネルを分離する。これによって A/D 変換器に必要なダイナミックレンジを低減する。つぎに適応信号処理によって H0 を通過した希望信号から隣接チャンネル干渉と取り除く。

### 3. アンダーサンプリングを用いたアナログーデジタル信号処理

さらに各 A/D 変換器のサンプリングスピードを低くし実効的な解像度と消費電力を改善するために、アンダーサンプリング方式を実験した。アンダーサンプリング方式では、まずアナログフィルタ H1 を用いて帯域外の雑音成分を除去する。そして H1 通過した信号を、フィルタの通過帯域の最低周波数よりも低い周波数でサンプリングする。これにより信号を周波数変換するとともにデジタル化する。デジタル化した信号をもとにアナログフィルタ H0 を通過した信号に混入の干渉成分を、適応フィルタを用いて再生し取り除く。以上のようなデジタル信号処理を行うことにより、アナログフィルタ H0、H1 のそれぞれを通過した信号を復調することができる。

### 4. 検討結果および結論

検討の結果、A/D 変換器の解像度にして 5 ビット程度、変換スピードにして 2 倍の改善を確認した。一般的に A/D 変換器においては 1 ビットに解像度が 2 倍の変換速度に対応するため、約 64 倍の変換速度を達成したことに相当する。

### 5. 今後の課題

今後の課題として高周波信号の直接変換が挙げられる。アナログ信号のサンプリングとデジタル化を分離し、アナログ信号処理を用いることにより、同様の信号処理構成で高周波信号の直接変換が可能となると予想される。

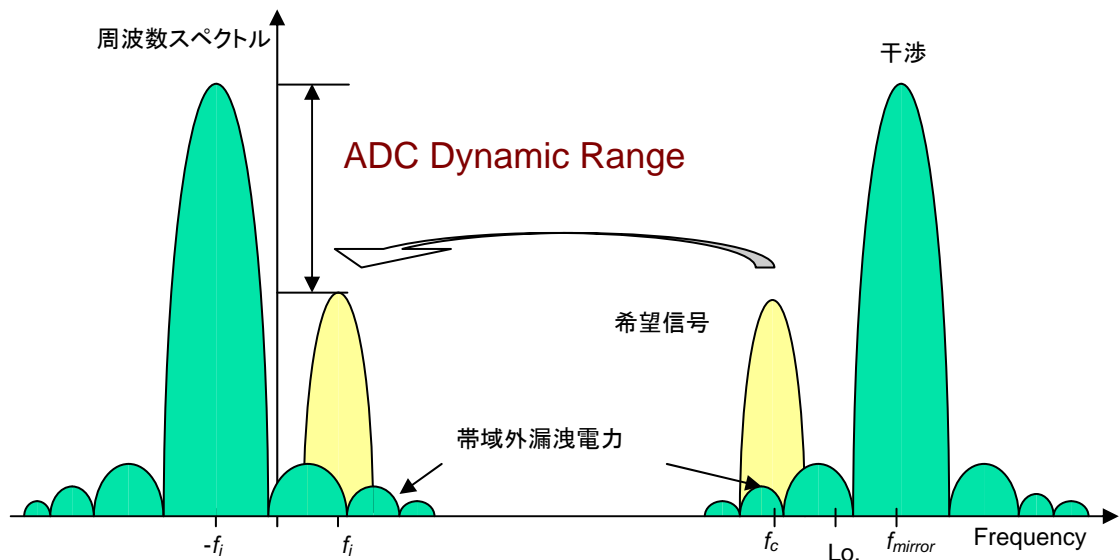


図1 低IF受信機における隣接チャネル干渉の問題

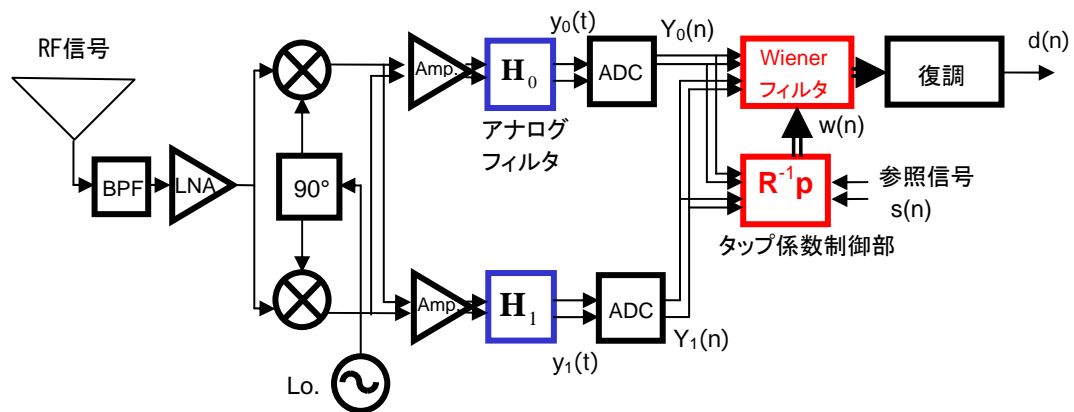


図2 アナログーデジタル信号処理を用いた低IFマルチチャネル受信機

### 誌上发表リスト

- [1] Y. Sanada and M. Ikehara, "Digital Compensation Scheme for Coefficient Errors of Complex Filter Bank Parallel A/D Converter in Low-IF Receivers", IEICE Transactions on Communications Vol.E85-B No.12 pp.2656-2662 (2002年12月1日)、被引用度数:0
  - [2] Y. Sanada and M. Ikehara, "Decorrelating Compensation Scheme for Coefficient Errors of a Filter Bank Parallel A/D Converter", IEEE Transactions on Wireless Communications Vol.3 No.2 pp.341-347 (2004年3月1日)、被引用度数:0
  - [3] Y. Sanada and A. M. Bostaman, "Analog-Digital Signal Processing for Multi-channel Reception", IEICE Transactions on Communications Vol.E88-B No.3 pp.1271-1273 (2005年3月1日)、被引用度数:0
- 他1編

### 登録特許リスト

- [1] 眞田幸俊、低IF方式受信機およびプログラム、日本、平成15年11月13日、平成17年3月18日、特許第3656739