다중채널 SDR 시스템을 위한 비대칭 폴리페이즈 필터 뱅크 기반의 채널화/역채널화 구조

*이규하, *황운철, **이충용, **윤대희

*삼성탈레스, **연세대학교

kyuha.lee@samsung.com wch.hwang@samsung.com cylee@yonsei.ac.kr dhyoun@yonsei.ac.kr

An Architecture of Channelizer/Dechannelizer based on Asymmetric Polyphase Filter Bank for Multi-channel SDR System

*Kyu Ha Lee, *Wooncheol Hwang, **Chungyong Lee, **Dae Hee Youn

*Samsung Thales, **Yonsei Univ.

요 약

본 논문에서는 다중 채널 SDR 시스템을 위한 효율적인 채널화/역채널화 구조를 제안하였다. 다중모드/다중채널 신호처리를 위해 비대칭 구조의 폴리페이즈 필터 뱅크 기반의 새로운 다중화/역다중화 방식을 제안하였고, 이를 근간으로 이중 변환 구조의 채널화/역채널화 구조를 제안하였다. 제안된 구조는 종래의 개별 채널 방식에 비해 대등한 성능에 비해 연산량 효율적인 구조이며, 설계 예제를 통한 성능 평가를 통해 우수성을 확인하였다.

1. 서 론

Software Defined Radio (SDR) 기술은 통신 방식의 다양화 문제를 해결하기 위한 새로운 통신 시스템의 개념이다. 단일 시스템 하드웨어 상에서 여러 가지 통신 방식 지원의 소프트웨어를 기반으로 다양한 통신 서비스를 이용할 수 있을 뿐만 아니라, 효율적으로 시스템의 업그레이드, 보수 및 유지가 가능하게 한다. 결국 SDR 기술은 통신 시스템 이론을 핵심으로 하여 디지털 신호 처리 기술, 디지털 및 아날로그 반도체 기술 및 RF 기술을 바탕으로 한 다목적 시스템을 도출하고 이 시스템을 운영하는 구체적인 소프트웨어를 개발하는 과정과 관련된 총체적 통신 시스템 기술을 의미한다[1-3]. 초기의 SDR은 전통적인 통신 시스템 방식과 달리 아날로그-디지털 변환을 기저대역이 아닌 디지털 IF 대역 수용의 측면에서 정의하였고, 이상적인 software radio를 RF단이하에 대해 디지털 영역에서 처리하는 것으로 정의하였다[1][3]. 그런데, 최근의 정의는, 소프트웨어의 의해 시스템 기능이 충분히 정의되어 있고, 다중 대역/다중모드를 지원되도록 소프트웨어에 의해 시스템 변경이 가능한 무선 시스템으로 의미가 변경되었다[2][3]. 본 논문에서는 SDR 기술 분야중 디지털 신호처리 분야를 주로 다루고, 아날로그 영역과 모뎀 신호처리 사이의 채널화/역채널화에 대해 초점을 맞추고 있다. 송신단은 역채널화를 수행하여 기저대역 신호를 변조후 전송하고, 수신단은 잡음 및 신호들이 혼재된 채널에서 신호의 분리와 기저대역 복조의 채널화를 수행한다. 일반적인 SDR 시스템은 원하는 하나의 주파수 대역에 대해 채널화/역채널화를 수행하는 다중 대역/단일 채널에 대응하는 형태이다. 반면 기지국을 위한 SDR 시스템의 경우, 다양한 통신 규격을 지원하는 다중 모드 방식이지만, 다중 대역이 아닌 광대역의 단일 대역/다중 채널 SDR 시스템으로 규정할 수 있다. 이러한 시스템은 다중 채널이 인근 대역내에 모두 존재하므로, 디지털 영역에서 필터 뱅크 방식 등으로의 접근이 가능하다[4][5]. 그러나 본 논문에서 다루는 다중 대역/다중 채널 SDR 시스템의 경우에는 RF 주파수 대역이 광범위하고, 통신 방식에 따라 대역폭이 다양하게 적용되어야 하므로, 종래의 필터 뱅크 방식과는 다른 방법으로 접근하여야 한다. ADC의 지원 대역 및 다이나믹 레인지가 매우 크다면, 수신단의 저잡음 증폭기 이후는 모두 디지털 영역에서 광대역 처리가 가능하다. 그러나 기술력 측면과 경제적 측면을 고려하여, 그림 1과 같은 IF 대역 combine에 의한 구조를 제안한다. Near-far-problem에 의해 신호의 충분한 이득을 얻기 위해서는 일반적으로 ADC/DAC이하에 대해 개별 채널 방식으로 구성해야 하나, 본 논문에서는 IF 주파수 오프셋에 의한 광대역 신호 처리를 기반으로 하는 송수신기 구조를 기반으로 다루도록 한다. 다중채널 신호의 다중화/역다중화를 위하여 독립 병렬로 처리하는 개별 채널 방식, 미러 형식의 필터를 다단으로 구성하는 다단 트리 방식, 그리고, FFT 블록 처리를 이용한 폴리페이즈 필터 뱅크 방식이 대표적 방식이다[5]. 연산량 측면에서는 폴리페이즈 필터 뱅크 방식이 가장 우수하나, 다중모드 지원을 위한 유연성 측면에서는 거의 불가능하다. 그러므로, 본 논문에서는 폴리페이즈 필터 뱅크 방식 근간의 새로운 다중화/역다중화 방식을 제안하고, 이를 기반으로 다중채널 SDR 시스템을 위한 효율적인 채널화/역채널화 구조를 제안하고자 한다. 본 논문은 2장에서 비대칭 폴리페이즈 필터 뱅크기반의 다중화/역다중화 방식을 다루고, 이를 기반으로 하는 채널화/역채널화 구조를 3장에서, 4장에서는 설계 예제를 통한 성능 평가를 통해 결론을 맺도록 한다.