

WARP 구조와 WARPLab 설계 분석

주소현, 김원중, 김태운, 백상현
고려대학교

{naburis, abcxxxx, 2000kty, shpack}@korea.ac.kr

A Study on WARP Architecture and WARPLab Design

Joo So Hyun, Kim Won Jung, Kim Tae Yoon, and Pack Sang Heon
Korea University

요 약

차세대 무선 알고리즘과 어플리케이션 연구를 위한 플랫폼인 Wireless Open-Access Research Platform (WARP) 에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 WARP 플랫폼 구조를 하드웨어 적인 부분과 소프트웨어 적인 부분으로 나누어 분석을 수행한다. 또한 WARPLab 설계 과정 분석을 통한 데이터 전송 과정을 분석하고 발생하는 문제점에 대한 해결 방안을 제시한다.

I. 서 론

Wireless Open-Access Research Platform (WARP)은 SDR (Software Defined Radio)의 한 종류로 PHY 계층과 MAC 계층 연구를 위한 플랫폼이다. SDR 이란 하나의 범용 하드웨어 플랫폼상에서 소프트웨어 수정만으로 다수의 무선 접속 규격 혹은 서비스 기능을 제공할 수 있는 기술이다. 따라서 SDR 기술을 이용하면 다양한 무선 테스트 베드를 저렴한 비용으로 구축이 가능하다는 장점이 있다[1].

WARP 는 실제 하드웨어와 실제 통신 블록인 FPGA (Field Programmable Gate Array)의 동작으로 구성된다. 그림 1 은 WARP 의 가장 최근 버전인 WARP v3 의 하드웨어를 나타낸다. 하드웨어는 FPGA 기반의 연산 기판과 입력과 출력 장치들로 구성되어 있다. 그리고 WARP 는 4 개의 필수 요구사항을 가진다. 실제 차세대 무선 알고리즘을 실행할 수 있는 능력 (capability), 다른 연산이 더해져도 현재의 연산을 해하지 않고 유연하게 대처하는 확장성 (scalability), 미래 어플리케이션을 수용할 가능성 (extensibility), 다른 기능들과의 호환성 (compatibility)을 필요로 한다. 위에서 언급한 요구사항들을 조합하여 무선 환경에서의 성능 분석 도구로 사용 가능하다[2].

WARPLab 설계란 이러한 WARP 를 기반으로 하여, 실제 PHY 계층 알고리즘을 구성하고 테스트 할 수 있게 하는 프레임워크의 실현을 의미한다. WARPLab 은 하나 또는 여러 개의 WARP 를 노드로 두어 이더넷 스위치와 연결된 PC 의 Matlab 을 이용하여 제어한다[3].

본 논문에서는 WARP 플랫폼 구조 분석과 WARPLab 에 관한 설계 과정을 소개한다. 또한 이 실험 과정의 진행을 통해 발생하는 시간 지연의 문제점에 대해 설명하고 이를 줄일 수 있는 방안을 제시한다.

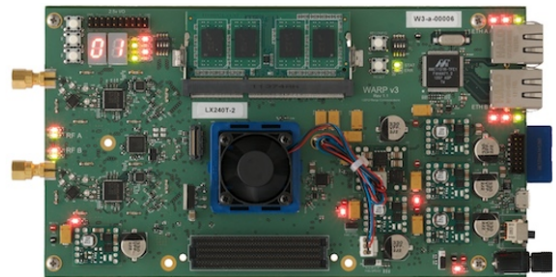


그림 1. WARP v3 hardware [4]

II. 본론

II-1. WARP 플랫폼 구조

본 장에서는 WARP 플랫폼 구조에 대해 설명한다. 플랫폼 구조는 크게 그림 2 와 같이 크게 하드웨어 적인 부분과 소프트웨어 적인 부분으로 구성된다. 자세하게 다음과 같은 4 가지 주요 구성을 가진다[2].

1) 하드웨어

하드웨어는 고성능의 무선 통신 알고리즘을 실행할 수 있도록 지원한다. 또한 확장성, 다른 어플리케이션에 대한 수용 가능성을 지원한다.

2) 플랫폼 설계 도구

설계 도구는 하드웨어가 끊임 없이 동작하도록 지원한다.

3) 오픈액세스 - 리포지터리 (Open-Access Repository)

오픈 소스를 기반으로 한 모든 소스코드, 모델, 하드웨어 설계 파일에 대한 중앙 집중적인 저장소이다.

4) 연구 어플리케이션

어플리케이션은 하드웨어와 설계 도구로 실제 시행되는 새로운 알고리즘의 실행이다. 오픈액세스 리포지터리에 의해 제공되는 모듈을 기반으로 전체 시스템을 구성한다.

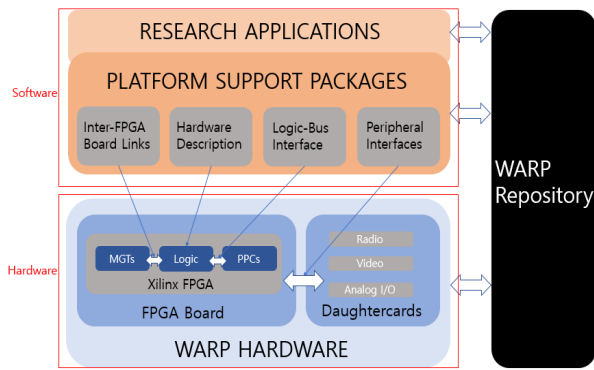


그림 2. WARPLab 플랫폼 구조

II-2. WARPLab 설계

본 장에서는 WARPLab 설계 과정을 설명한다. 새로운 PHY 계층 프로토콜이 설계되면 이 설계의 성능을 분석할 필요성이 발생하여 WARPLab 이 나오게 되었다. 따라서 WARPLab 을 통해 더 효율적으로 PHY 계층 프로토콜의 성능을 분석할 수 있게 되었다. WARPLab 은 그림 3 과 같이 Matlab 을 통해 하나 또는 여러 대의 WARPLab 하드웨어 노드를 제어할 수 있다 [5].

실제 성능 분석 환경에서는 호스트 PC 와 FPGA 버퍼사이의 데이터 전송을 통해 송신 측과 수신 측을 구별하고 성능 분석이 가능하다. 즉, FPGA 가 PC 의 Matlab 과 버퍼 간의 통신을 구현하여 PHY 계층의 성능을 분석 가능하게 한다.

다음은 실제 WARPLab 설계 실험의 과정과 구성들의 역할이다:

1) Matlab 을 이용한 PHY 계층 설계

Matlab 에서 전송될 샘플 데이터를 생성하고, 통신할 주파수 대역을 가공, 처리한다. 그 후, 이더넷을 통해 통신에 참여할 WARPLab 노드의 버퍼에 처리된 주파수 대역을 다운로드 해준다.

Matlab 이 전송 가능 (Enable Transmit), 수신 가능 (Enable Receive)패킷을 적절한 송신측, 수신측 WARPLab 에게 보낸다. 동시에 Sync 패킷을 통신하는 모든 노드에게 보낸다.

2) WARPLab 노드의 역할

각 노드에서 이 Sync 패킷을 받으면 전송 노드에서는 그 즉시 데이터를 전송하여 버퍼를 비운다. 반면, 수신 노드에서는 스트리밍 된 데이터로 버퍼를 채우게 된다.

3) 통신 후 처리

통신 환경이 완료되면 수신측 WARPLab 노드는 받은 데이터를 호스트 PC 에게 업로드한다. 이 데이터를 바탕으로 호스트 PC 의 Matlab 에서 성능 분석이 가능하게 된다.

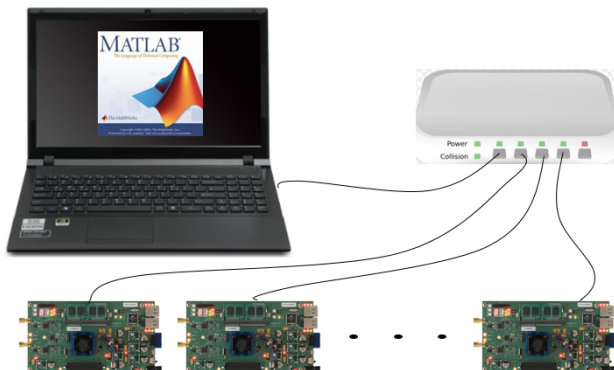


그림 3. WARPLab 연결 토폴로지

II-3. WARPLab 의 문제점

본 장에서는 WARPLab 의 설계 실험 과정에서 발생할 수 있는 문제점에 대해 살펴보고 문제 해결을 위한 방안을 제시한다. WARPLab 설계 실험은 모든 노드와 PC 사이의 동기 (synchronization)가 맞다는 것을 가정하고 진행된다. 그러나 실제 통신 시 빠르게 변화하는 채널 상태로 인하여 호스트 PC 와 WARPLab 노드 사이에는 어느 정도의 지연이 발생하게 된다. 발생된 지연은 정확한 성능 평가를 불가능하게 만들고, 실시간 변화에 정확한 대응이 힘들다.

따라서 이 문제를 해결하기 위해 채널 에뮬레이터를 통해 실험이 실제 안정적인 무선 채널 환경인 것처럼 채널을 구성하여 최대한 지연을 줄여 주어야 한다.

III. 결론

본 논문에서는 WARPLab 플랫폼 구조 분석과 PHY 계층 알고리즘 테스트 프레임워크인 WARPLab 설계 과정을 살펴보았다. 또한 설계 과정으로 발생하는 지연에 관한 문제점을 살펴보고 이를 위한 해결 방안을 제시하였다. 향후에는 실제 무선 환경에서의 WARPLab 을 통해 다양한 무선 프로토콜의 성능 분석을 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구원진흥센터의 정보통신 및 방송연구개발사업의 일환으로 수행 되었음. [2014-044-006-004, 고성능, 고효율의 차세대 무선랜 무선전송 원천기술 개발]

참 고 문 헌

[1] 황경호, 조동호, "Software Defined Radio 기술," Telecommunication Review, 제 10 권 1 호, Jan 2000.

[2] Murphy, Patrick, Ashu Sabharwal, and Behnaam Aazhang. "Design of WARPLab: a wireless open-access research platform," Signal Processing Conference, 2006 14th European. IEEE, 2006.

[3] WARPLab, "http://warpproject.org/trac/wiki/WARPLab"

[4] WARPLab v3, "http://mangocomm.com/products/kits/warplab-v3-kit"

[5] Anand, Narendra, Ehsan Aryafar, and Edward W. Knightly. "WARPLab: a flexible framework for rapid physical layer design," Proceedings of the 2010 ACM workshop on Wireless of the students, by the students, for the students. ACM, 2010.