

工學 碩士學位 請求論文

유비쿼터스 센서 네트워크에서
서비스 품질 향상을 위한
자원관리 알고리즘에 관한 연구

Study on Resource Management Algorithm
for Enhancing QoS in Ubiquitous Sensor Network

亞洲大學校 大學院

電子工學科

吳 承 桓

유비쿼터스 센서 네트워크에서
서비스 품질 향상을 위한
자원관리 알고리즘에 관한 연구

Study on Resource Management Algorithm
for Enhancing QoS in Ubiquitous Sensor Network

指導教授 金宰顯

이 論文을 工學 碩士學位 請求論文으로 提出함.

2008 年 2 月

亞洲大學校 大學院

電子工學科

吳 承 桓

吳承桓의 工學 碩士學位 論文을 認准함.

審 查 委 員 長	金 宰 顯 (印)
審 查 委 員	吳 成 根 (印)
審 查 委 員	李 採 羽 (印)

亞洲大學校 大學院

2008 年 2 月

감사의 글

..

국문 요약

유비쿼터스 환경은 다양한 유·무선 네트워크 기술을 적용하여 언제 어디서든 네트워크로 접속하여 개개인이 필요로 하는 정보를 얻을 수 있는 환경으로 정의된다. 유비쿼터스 네트워크 기술은 어떠한 공간이라도 적용이 가능하여 개개인의 생활을 더 윤택하게 해 주는 서비스를 제공하고 이를 통해 커다란 시장을 형성할 수 있는 미래의 신 성장 동력 산업이다.

최근 무선 정보통신 기술과 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 비약적인 발전으로 인해 유비쿼터스 네트워크 기술은 보다 지능화된 서비스를 제공하게 되었다. 사용자 정보 및 주변의 물리 정보들을 바탕으로 사용자의 상황을 판단하고 명령을 내리지 않아도 공간이 상황을 판단하여 사용자에게 서비스를 제공하는 상황인지(Context-Awareness) 기술이 발전하였다. 상황인지 기술은 다양한 주변정보의 수집과 판단 그리고 주변기기의 제어 등 다양한 정보의 유·무선 통신이 요구되기 때문에 미들웨어(Middleware)가 상·하위계층의 중간에서 컴퓨팅자원과 통신기술의 자원을 효율적으로 활용할 수 있게 하는 완충역할을 한다. 미들웨어 기술을 이용하면 분산형 연산 환경과 서비스를 지원할 수 있을 뿐 아니라, 데이터 네트워크와 제어 네트워크를 쉽게 통합할 수 있고, 여러 가지의 다양한 네트워크 기술을 이용한 기기간의 데이터를 통합하기가 용이하기 때문에 상위계층의 응용을 구현하는 것이 용이해진다.

유비쿼터스 환경에서 방대한 양의 데이터의 전송을 요구하는 멀티미디어 장비들이 대중화 되어감에 따라 차세대 WPAN(Wireless Personal Area Network)기술인 UWB(Ultra Wide Band)가 주목을 받고 있다. UWB는 초고속 무선통신과 저출력, 그리고 효율적 주파수 활용 등의 장점을 바탕으로

앞으로 유비쿼터스 공간을 구축하는 데 있어 큰 축으로 자리매김할 것으로 전망된다. UWB는 생활 속에서의 근거리 초고속 무선통신을 제공하기 때문에 다양한 멀티미디어 콘텐츠가 범람하고 있는 현 시점에서 활용가능성이 높게 평가되어 산업계에서 특히 주목을 받고 있는 분야이기도 하다.

본 논문에서는 유비쿼터스 센서네트워크에서 효율적으로 자원을 활용할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 우선 유비쿼터스 센서네트워크 환경에서 고차원적인 서비스를 제공할 수 있도록 상황을 스스로 인지해서 상황정보를 수집·관리하고 상황정보와 사용자정보를 분석·추론하여 지능적인 서비스를 제공하는 상황인지 미들웨어를 제안한다. 그리고 휴대 단말기와 ZigBee 센서 모듈을 이용하여 유비쿼터스 센서네트워크를 구성하고 휴대 단말기인 uDA(ubiquitous Data Assistant)에 상황인지 미들웨어를 적용하여 성능을 검증한다. 또한 초고속 통신을 지원하여 차세대 WPAN기술로 주목 받고 있는 WiMedia UWB MAC의 자원 할당을 위한 Protocol에 관한 연구를 하고 WiMedia UWB기술이 유비쿼터스 홈 네트워크 환경에서 무선자원을 효율적으로 사용하여 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하는 알고리즘을 제안한다. 그리고 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가한다.

목 차

제 1 장 서 론.....	1
제 2 장 유비쿼터스 지능공간에서 uDA 상황인지 미들웨어 개발.....	4
2.1 유비쿼터스 상황인지 기술	4
2.2 유비쿼터스 지능공간.....	5
2.3 상황인지 미들웨어	6
가. OIB Management.....	7
나. Service Discovery Protocol.....	9
다. Smart Space Security	10
라. Service Execution.....	11
마. Internet Service Gateway.....	12
2.4 성능검증을 위한 스마트 스페이스 구현	12
가. 스마트 스페이스 모델링	12
나. 성능검증 시나리오.....	15
다. 성능검증 결과.....	16
제 3 장 WiMedia UWB 서비스 품질 보장 기술	18
3.1 WiMedia UWB MAC Superframe	18
가. BP (Beacon Period)	19
나. PCA (Priority Contention Access).....	19
다. DRP (Distributed Reservation Protocol)	21
라. BP 병합 (Merger of Multiple BPs)	23
3.2 트래픽 특성을 고려한 자원 할당 알고리즘.....	24
3.3 시뮬레이션 환경.....	29
3.4 성능분석 결과.....	30
제 4 장 결론.....	39

참 고 문 헌.....	40
Abstract.....	42

그림 목차

그림 1. Context Awareness 개념도.....	1
그림 2. UWB PHY/MAC의 응용.....	2
그림 3. 지능공간에서의 uDA와 스마트 오브젝트.....	5
그림 4. uDA 시스템 구조도.....	6
그림 5. OIB 구조도.....	8
그림 6. 서비스 디스커버리 프로토콜.....	9
그림 7. 인증 프로토콜.....	10
그림 8. uDA와 스마트 오브젝트 구현.....	13
그림 9. 스마트 스페이스 구현.....	14
그림 10. 구현 시나리오 개념도.....	15
그림 11. 슈퍼프레임 구조도.....	18
그림 12. PCA 개념도.....	19
그림 13. DRP 개념도.....	21
그림 14. 이동성으로 인한 두 BP의 병합.....	23
그림 15. Relinquish Request IE 포맷.....	25
그림 16. Relinquish Request Control 필드 포맷.....	25
그림 17. 제안한 알고리즘의 흐름도.....	28
그림 18. 음성패킷의 네트워크 처리율.....	32
그림 19. 음성패킷의 평균 지연시간.....	33
그림 20. 데이터패킷의 평균 지연시간.....	34
그림 21. 데이터패킷의 네트워크 처리율.....	35
그림 22. Jain's Fairness index 표본.....	37
그림 23. 음성 트래픽의 Jain's Fairness Index.....	38

표 목차

표 1. 스마트 스페이스 구성요소	14
표 2. PCA 파라미터	20
표 3. WiMedia UWB의 Relinquish Request IE의 Reason Code 필드....	26
표 4. 제안한 Relinquish Request IE의 Reason Code 필드.....	26
표 5. Reserved 필드의 활용.....	27
표 6. 시뮬레이션 1의 파라미터.....	31
표 7. 시뮬레이션 2의 파라미터.....	36

약 어 표

AIFS	Arbitration Inter-frame Space
API	Application Programming Interface
BP	Beacon Period
BPST	Beacon Period Start Time
CW _{min}	Minimum Contention Window
CW _{max}	Maximum Contention Window
DB	Data Base
DevAddr	Device Address
DRP	Distributed Reservation Protocol
DTP	Data Transfer Period
ECMA	European Computer Manufacturers Association
EDCA	Enhanced Distribution Channel Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IE	Information Element
LoS	Line of Sight
MAC	Medium Access Control
MAS	Medium Access Slot
MBOA	Multiband OFDM Alliance
OIB	Object Information Base
PCA	Priority Contention Access
PHY	Physical Layer
QoS	Quality of Service
TXOP	Transmission Opportunity
UDA	Unused DRP reservation announcement
UDR	Unused DRP reservation response
uDA	ubiquitous Data Assistant
UWB	Ultra Wide Band
WPAN	Wireless Personal Area Network

제1장 서론

이동성을 보장하는 다양한 무선 통신 기술들이 보편화 되어감에 따라 유비쿼터스 센서네트워크 기술 또한 빠른 속도로 발전하고 있다. 따라서 현대사회에서는 마크와이저가 제시한 현실공간과 네트워크공간의 융합으로서의 유비쿼터스 컴퓨팅[1]보다 지능화된 서비스를 자율적으로 제공하는 새로운 컴퓨팅 패러다임이 요구되고 있다. 따라서 사용자의 복잡한 상황을 이용하여 스스로 인지하고 분석·추론하여 고차원적인 서비스를 제공할 수 있도록 하는 상황인지기술(Context-Awareness)이 필요하다 [2] [3].

그림 1은 상황정보를 기반으로 지능적인 서비스를 제공하는 상황인지기술의 개념도이다.

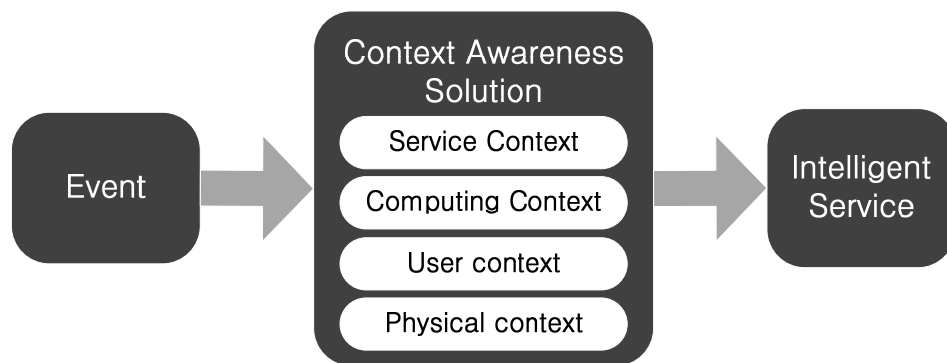


그림 1. Context Awareness 개념도

Fig. 1. Concept of Context Awareness

유비쿼터스 센서네트워크 환경에서 UWB를 이용한 고속 무선 통신기술은 다양한 멀티미디어장비의 유선 연결로 인한 복잡성을 해결하고, 이동성을 제공한다. 또한 초고속통신기술을 사용하여 점차적으로 대용량의 전송을 요구

하는 상황인지 미들웨어를 제안한다. 그리고 상황인지 미들웨어를 휴대단말기인 uDA(ubiquitous Data Assistant)에 적용시켜 서비스 주체인 스마트 오브젝트(Smart Object)들과 지능적인 서비스를 제공할 수 있는 지능공간인 스마트 스페이스(Smart Space)를 구현하여 미들웨어의 성능을 평가한다. 또한 유비쿼터스 홈 네트워크 환경을 고려하여 대용량의 멀티미디어 서비스를 위한 WiMedia UWB 단말이 사용 가능한 자원이 부족한 상황에서도 지연에 민감한 실시간 트래픽의 QoS를 보장해주기 위한 알고리즘을 제안한다. 그리고 시뮬레이션을 통하여 제안하는 알고리즘의 성능을 평가한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서 상황인지 기술을 기반으로 컴퓨팅 자원을 효율적으로 활용할 수 있게 하는 uDA 상황인지 미들웨어를 개발하고 미들웨어와 실제 유비쿼터스 센서 네트워크를 구현하여 성능을 평가한다. 3장에서는 WiMedia UWB 환경에서 실시간 트래픽의 QoS를 보장하기 위한 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션을 통해 성능을 분석한다. 그리고 4장에서 결론을 맺는다.

제 2 장 유비쿼터스 지능공간에서 uDA 상황인지 미들웨어 개발

2.1 유비쿼터스 상황인지 기술

현재 상황인지 미들웨어에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다. 그 중 GATECH의 Context Toolkit은 상황과 사용자의 입력 값을 분류하고 상황을 사용자, 장소, 상태, 시간 등 4가지 상황 타입으로 정의하여 센서로부터 취득한 상황 정보를 표현 및 통합 후 응용계층으로 제공하여 상황인지 서비스를 제공한다[8]. 그러나 Context Toolkit은 상황정보의 구체적인 정의를 내리지 못했고 사용자 인증과정이 생략되어있다. CASA (Context Aware Security Architecture)는 이동컴퓨팅 환경에서 다양한 네트워크 장치와 서비스 장치의 접속 제어 및 권한 부여와 같은 보안 서비스를 투명하게 제공하기 위하여 사용자 생체인식기술 또는 Active Badge와 같은 센서를 이용하여 사용자의 ID, 위치, 역할 등을 인식하고 사용자를 인증하는 상황인식 보안 서비스 인프라를 제공한다[9][10]. CASA는 사용자 보안에서 강점을 보였지만 공간정보를 활용한 지능적인 서비스를 제공하지 못했다. 본 논문에서 개발된 상황인지 미들웨어는 유비쿼터스 센서네트워크 환경에서 상황정보에 대한 구체적인 정의를 하고 이 정보를 바탕으로 지능적인 서비스와 차별화된 사용자 인증과정을 수행한다.

2.2 유비쿼터스 지능공간

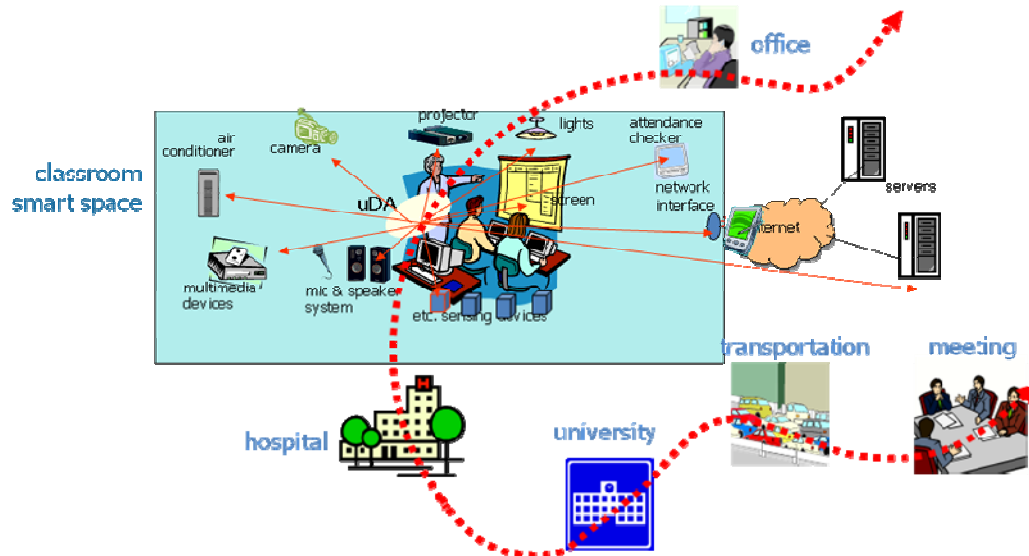


그림 3. 지능공간에서의 uDA와 스마트 오브젝트

Fig. 3. uDA and Smart Object in Smart Space

본 논문에서는 지능적인 서비스를 제공하기 위한 공간인 스마트 스페이스와 서비스의 주체가 되는 스마트 오브젝트, 그리고 지능공간과 사용자를 연결시켜주는 개인형 단말인 uDA로 유비쿼터스 센서네트워크를 구성한다. 스마트 오브젝트는 다양한 센서를 통해서 스마트 스페이스의 물리적 환경을 파악하고 현재 상태를 바탕으로 상황정보를 구성한다. uDA는 이렇게 구성된 상황정보를 스마트 오브젝트들로부터 제공받아 상황에 알맞게 자율적으로 정보들을 분석하여 스마트 스페이스에서 사용자에게 지능적인 서비스를 제공한다[11]. 그림 3은 강의실로 설정된 스마트 스페이스에서의 uDA와 스마트 오브젝트의 구성도를 나타낸다.

2.3 상황인지 미들웨어

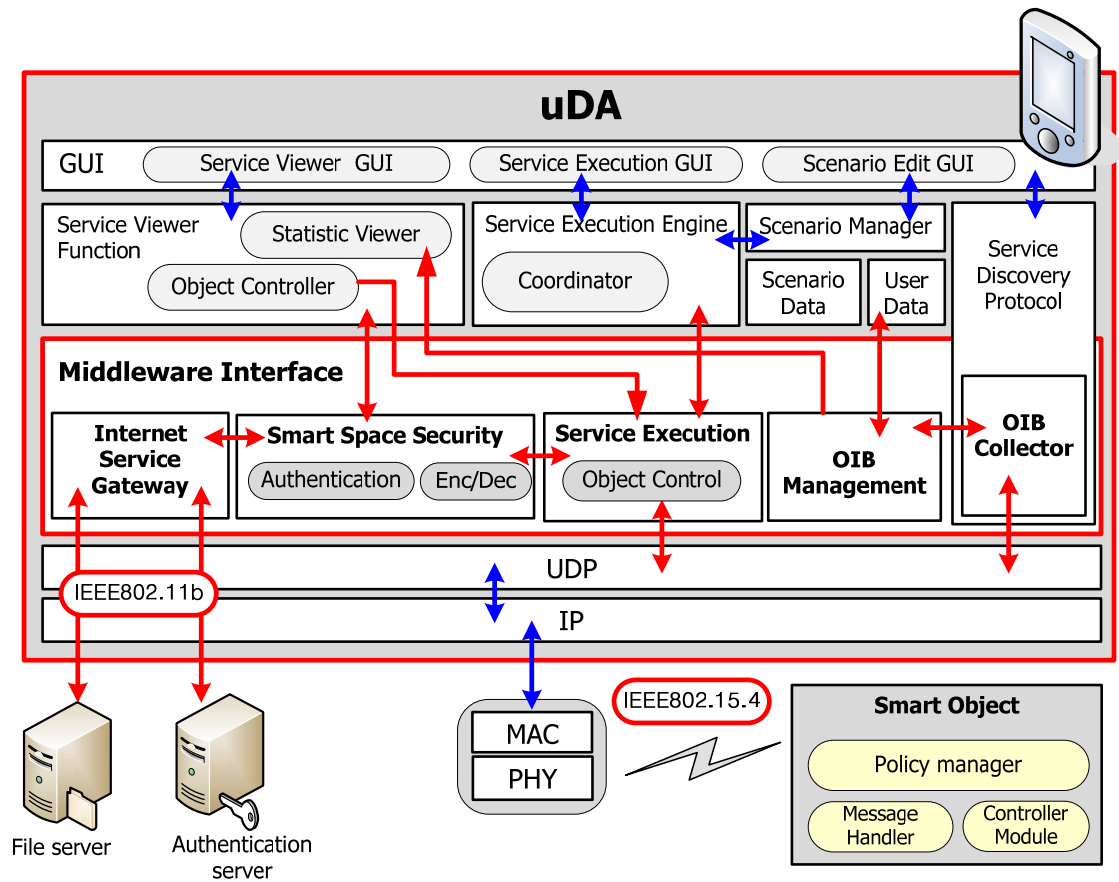


그림 4. uDA 시스템 구조도

Fig. 4. uDA System Architecture

본 논문에서 개발한 상황인지 미들웨어는 uDA가 스마트 오브젝트들로부터 상황정보를 제공받고 이를 바탕으로 여러 가지 통신기술들을 이용하여 지능적인 서비스를 제공하는 역할을 한다. 그림 4의 uDA 시스템 구조와 같이 상황인지 미들웨어는 uDA의 응용계층의 아래에 위치하여 하부계층으로 상황정보를 요청하고 이를 수집하여 분석 및 관리 작업을 수행한

다. 수집 및 분석된 상황정보를 바탕으로 응용계층에서 상황정보를 쉽게 이용할 수 있도록 하여 응용계층의 업무부하를 덜어주는 역할을 한다. 그리고 사용자에게 맞게 구성된 시나리오를 바탕으로 스마트 오브젝트들과 통신을 하면서 스마트 스페이스가 자동적으로 사용자에게 맞춰지도록 스마트 오브젝트를 제어하여 사용자가 고차원적인 서비스를 제공받을 수 있게 해주는 역할을 한다. 또한 스마트 스페이스 외부의 네트워크와 연결을 해주어 사용자가 외부의 정보를 이용할 수 있게 하는 매개체 역할을 한다. 본 논문에서 정의한 상황인지 미들웨어의 세부적인 기능들은 아래와 같다.

가. OIB Management

■ OIB 정의

상황인지 미들웨어의 구현을 위해서는 상황정보의 획득이 중요하다. 본 논문에서는 이러한 상황정보를 OIB(Object Information Base)로 정의하고 모든 스마트 오브젝트는 OIB를 기반으로 사용자에게 상황정보와 지능적인 서비스를 제공한다.

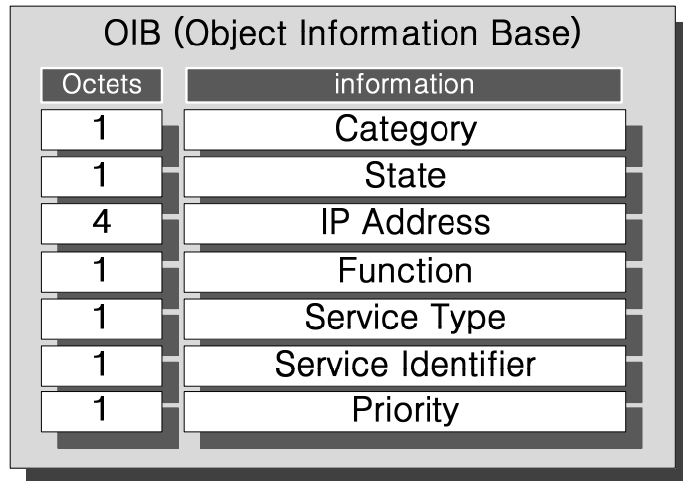


그림 5. OIB 구조도

Fig. 5. OIB Architecture

■ OIB 구조

OIB에 포함된 정보에는 Category, Service Name, IP Address, Function, State, Priority 가 있으며, IP Address는 32비트로, 나머지 정보들은 8비트로 인코딩 되어서 저장된다. Category는 스마트 오브젝트를 그룹화하기 위해 설정되는 정보이며, 이 값이 같은 스마트 오브젝트는 같은 그룹임을 의미한다. Service Name은 스마트 오브젝트가 구체적으로 어떠한 서비스를 제공하는지 나타낸다. IP Address는 스마트 오브젝트를 구분하기 위한 고유주소를 나타내며 중복되지 않는다. Function은 같은 Service를 하는 스마트 오브젝트를 구분하기 위한 정보가 들어있다. State는 현재 스마트 오브젝트의 상태를 나타내는데, 일반적으로는 2가지 상태로 표현되며, 센싱값의 경우에는 범위 내에서 8비트 값으로 맵핑되어 있다. Priority는 스마트 오브젝트

를 컨트롤 할 수 있는 uDA의 우선순위 범위를 나타낸다. OIB는 그림 5와 같이 구조화 할 수 있다.

■ OIB 관리

OIB Collector가 서비스 디스커버리 과정을 통해 OIB를 수집하여 OIB Manager에게 제공하면 OIB Manager는 OIB의 추가, 검색 및 제거를 빠르게 수행하기 위해 DB를 구성하여 관리한다. 이 DB는 미들웨어 내에 저장되며, 상위 레이어에서 API를 통해 OIB를 요청할 경우 이를 전달해 주는 기능을 한다. 또한 스마트 오브젝트의 상태 변화나 주변 상황 변화를 인식하기 위해 주기적으로 OIB Collector에게 OIB 갱신 요청을 한다.

나. Service Discovery Protocol

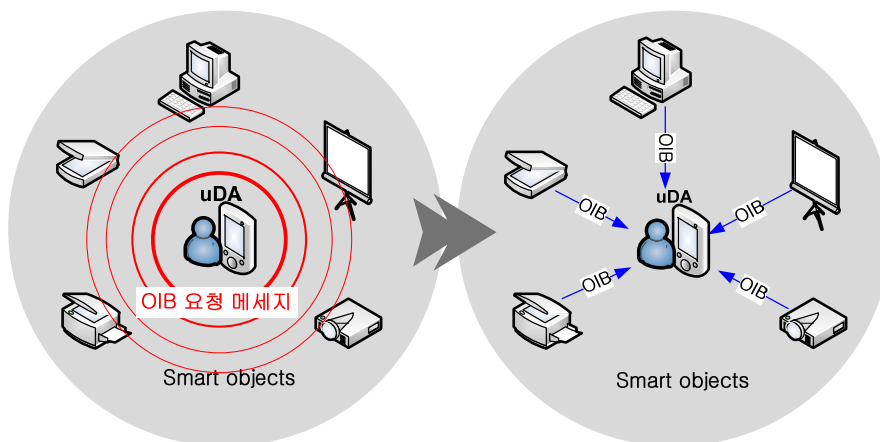


그림 6. 서비스 디스커버리 프로토콜

Fig. 6. Service Discovery Protocol

서비스 디스커버리 프로토콜은 서비스 제공이 가능한 스마트 오브젝트를 발견하기 위한 프로토콜이다. 그림 6과 같이 uDA가 OIB요청 메시지를 브로드캐스트하면 스마트 스페이스 내에 존재하는 스마트 오브젝트들은 요청 메시지에 대한 응답으로 OIB를 제공한다. OIB를 수집한 미들웨어는 OIB를 분석하여 서비스 가능한 스마트 오브젝트를 파악하게 된다.

다. Smart Space Security

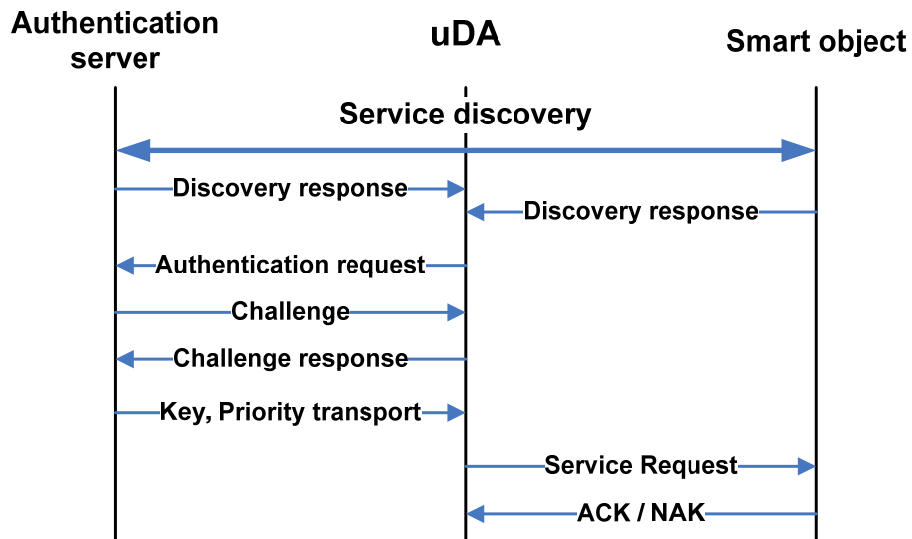


그림 7. 인증 프로토콜

Fig. 7. Security Protocol

uDA가 스마트 스페이스에서 스마트 오브젝트에 접근하기 위해서는 처음에 인증 과정을 통해 해당 스페이스에서 통용되는 키(key)값과 자신의 우선순위 정보를 얻어 와야 한다. 본 논문에서는 다음의 과정으로 인증을 수행한다[12].

① 서비스 디스커버리 과정을 통해 주변에 있는 스마트 오브젝트들의 정보와 인증 서버로 접근 가능한 루트를 알아낸다. ② 인증 서버에 인증 시작을 요청한다. ③ 인증 프로토콜을 이용해 인증을 수행한다. ④ 인증에 성공하면 인증 서버는 uDA에게 스마트 스페이스에서 사용되는 키와 uDA의 우선순위 정보를 보내준다. uDA가 스마트 스페이스로 들어 왔을 때는 인증 서버에 대한 정보와 주변 노드에 대한 정보가 아무것도 없으므로 uDA는 서비스 디스커버리 과정을 통해 이러한 정보들을 수집해야 한다. 이와 같은 과정은 그림 7과 같다.

uDA가 스마트 오브젝트에 접근할 때나 스마트 오브젝트가 uDA에게 정보를 보낼 때에는 128비트 암호화/복호화 기법[13]을 이용하여 메시지를 암호화하여 보낸다. 이 때 암호화/복호화를 수행할 때 키가 필요하며 uDA는 인증 과정을 통해서만 이 키를 얻어올 수 있으므로 암호화/복호화 과정을 통해 인증 되지 않은 uDA가 스마트 스페이스에 접근하는 것을 방지할 수 있다.

라. Service Execution

미들웨어는 응용계층의 Service Execution Engine에서 사용자에게 맞춰서 미리 정해진 시나리오를 바탕으로 스마트 오브젝트로 제어 메시지를 보내어 스마트 스페이스를 최적화 할 수 있다. 또한 사용자가 응용계층의 Object Controller를 통해서 스마트 오브젝트의 개별 제어를 요청할 경우에도 스마트 오브젝트를 제어하는 것이 가능하다.

마. Internet Service Gateway

uDA에는 ZigBee 뿐만 아니라 WLAN과 같은 인터페이스가 포함되어 있으므로 이중 네트워크를 위한 게이트웨이 프로토콜을 미들웨어에서 정의하여 이를 통하여 이중 네트워크 간에 통신을 수행한다. Internet Service Gateway는 외부 네트워크와 스마트 오브젝트를 연결하여 다양한 외부의 정보를 스마트 스페이스에 적용시키는 것이 가능하게 하고, 반대로 스마트 오브젝트에서 측정된 정보를 외부 네트워크로 보내어 사용자가 외부 네트워크에서 스마트 오브젝트의 정보를 이용하는 것을 가능하게 해주는 역할을 한다.

2.4 성능검증을 위한 스마트 스페이스 구현

가. 스마트 스페이스 모델링

상황인지 미들웨어의 성능검증을 위해 표1과 같이 스마트 스페이스를 구현하였다. 스마트 스페이스는 강의실로 설정을 하고 강의실 내에는 전동커튼, 빔 프로젝터, 전동스크린, 온풍기, 온도센서, 조도센서, 4개의 전등, 그리고 강의실 PC 등 총 8종(11개)의 스마트 오브젝트가 존재하고 강의실 외부에는 인증서버와 파일서버 등 총 2개의 스마트 오브젝트가 존재한다. 강의실 PC, 인증서버 및 파일서버는 WLAN을 사용하여 ad hoc방식으로 uDA와 통신을 하고 그 밖의 강의실 내부

스마트 오브젝트들은 ZigBee 센서모듈을 실제 장비들과 연결하여 uDA와 통신을 한다. 스마트 스페이스 내의 사용자는 수업에 참여 가능한 교수와 수강을 할 수 있는 학생, 그리고 수업에 참여할 수 없는 교수와 학생으로 우선순위 구분을 한다. 모든 사용자는 강의실 외부의 인증 서버를 통해 인증과정을 한다. 인증서버는 인증을 받은 학생의 출석체크를 하고 인증을 받은 교수와 학생 그리고 강의실 내부의 PC로 수업자료를 파일서버를 통해 제공한다. uDA는 PDA 자체 WLAN(IEEE 802.11b) 인터페이스와 시리얼로 연결한 ZigBee(IEEE 802.15.4)를 사용하여 스마트 스페이스와 통신을 한다. 사용자 시나리오는 수업시작 모드, 판서 모드, 프레젠테이션 모드, 수업종료 모드 등이 있다. 그림 8과 같이 uDA와 스마트 오브젝트를 구현하였으며 그림 9가 실제로 구현한 스마트 스페이스를 나타낸다.

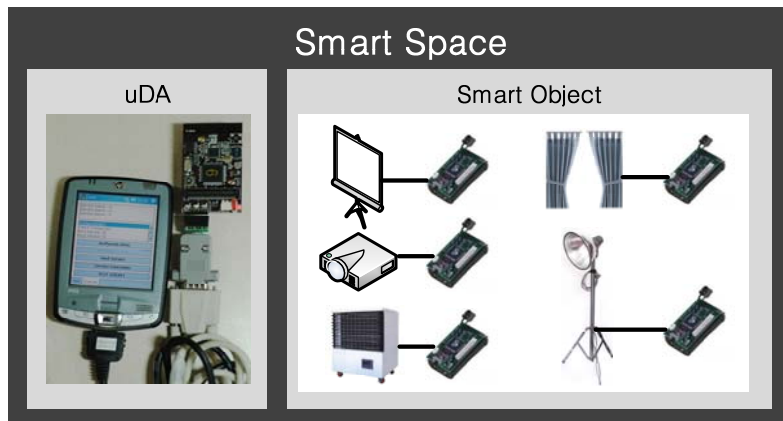


그림 8. uDA와 스마트 오브젝트 구현

Fig. 8. Development of uDA and Smart Object

표 1. 스마트 스페이스 구성요소

Table 1. Smart Space elements

시스템 구성요소	구현모델
uDA	운영체제 : Windows Mobile 5.0 통신인터페이스 : IEEE802.15.4, IEEE802.11b
Smart Object	온도센서, 조도센서, 전등(4 개), 전동커튼, 빔 프로젝터, 온풍기, 전동스크린 (총 10 개) 통신 인터페이스 : IEEE802.15.4
	인증서버, 파일서버, 강의실 PC(총 3 개) 통신 인터페이스 : Ethernet, IEEE802.11b
사용자	수업참여 가능한 교수 및 학생 수업 참여 불가능한 교수 및 학생 (4 가지 우선순위)



그림 9. 스마트 스페이스 구현

Fig. 9. Development of Smart Space

나. 성능검증 시나리오

- ① 서비스 디스커버리 프로토콜 실행 - 서비스 가능한 스마트 오브젝트 발견여부 확인 (OIB Collector, OIB Management)
- ② 인증과정 수행 - 사용자에게 따라 옳은 Priority정보를 제공하는지 여부와 그에 따른 차별화된 서비스제공 여부 확인 (Smart Space Security)
- ③ 상황정보 수집 및 모니터링 - 실제 강의실의 상황과 제공된 OIB 정보가 일치하는지 여부 확인 (OIB Management)
- ④ 사용자 시나리오 실행 - uDA와 스마트오브젝트가 사용자 시나리오에 맞는 서비스를 제공하는지 여부 확인 (Service Execution)
- ⑤ 외부 망을 통한 정보교환 - uDA를 이용하여 외부 네트워크로 파일을 송수신할 때 이상여부 확인 (Internet Service)

그림 10은 위 시나리오의 개념도이다.

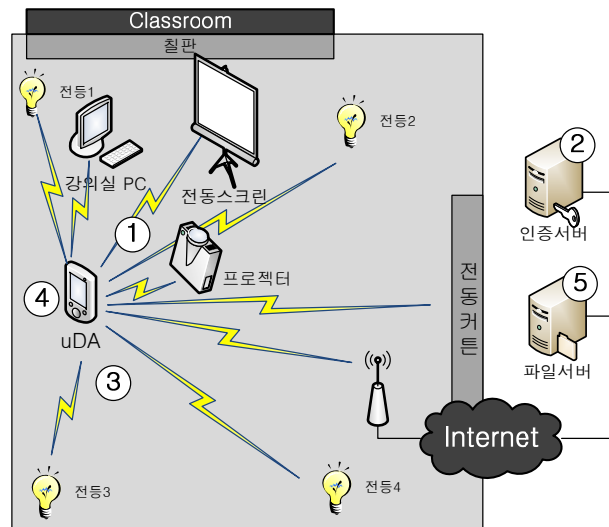


그림 10. 구현 시나리오 개념도

Fig. 10. Concept of Development Scenario

다. 성능검증 결과

시나리오에 따라 순차적으로 스마트 스페이스에서 상황인지 미들웨어가 이상 없이 동작하는지 확인을 해보았다.

①번 시나리오에서는 인증된 사용자가 서비스 디스커버리 프로토콜을 실행했을 때 강의실 내에 존재하는 모든 스마트 오브젝트가 자신의 OIB를 제공했고, 그 OIB를 바탕으로 스마트 오브젝트를 모두 발견할 수 있었다. ②번 시나리오에서는 인증서버에서 수업에 참여할 수 있는 교수와 학생에게 높은 우선순위 정보를 제공하여 스마트 오브젝트의 제어를 가능하게 하였다. 그리고 수업 중에는 학생보다 높은 우선순위를 갖고 있는 교수만이 스마트 스페이스를 제어할 수 있었다. 구현한 스마트 스페이스에서 사용한 인증 프로토콜 및 암호화/복호화 기법은 비교적 단순한 방법을 이용하였기 때문에 기본적인 보안을 유지할 수는 있어도 완벽한 보안을 갖추기는 어렵다. 이후에는 스마트 스페이스에 적합하고 완벽한 보안 프로토콜을 구성하여 추가할 수 있을 것이다. ③번 시나리오에서는 실제 강의실 상황과 스마트 오브젝트들의 현재 상태가 일치하도록 OIB Management에서 OIB를 효율적으로 관리해서 응용계층에 제공한 것을 확인할 수 있었다. ④번 시나리오에서는 사용자 시나리오에 맞춰서 스마트 스페이스가 자동적으로 서비스를 제공했다. 이 시나리오를 수행하기 위해서는 동시에 여러 스마트 오브젝트를 제어해야 하기 때문에 패킷 충돌 위험성이 우려되었으나 패킷 전송간의 충돌을 최소화하기 위해 전송시간을 차별화하여

패킷 충돌을 막을 수 있었다. ⑤번 시나리오에서는 프레젠테이션 모드 일 때 수업자료를 외부 파일 서버에서 uDA와 강의실 내 PC로 전송하고 파일이 이상 없이 전송·실행되는 것을 확인했다. ⑤번 시나리오를 수행하면서 WLAN과 Zigbee가 동일 주파수 대역을 동시에 사용하기 때문에 Overlay가 발생하여 전송이 실패할 수 있다는 것을 발견했다.

위와 같이 스마트 스페이스를 구현하여 상황인지 미들웨어의 성능을 평가해본 결과 상황인지 미들웨어는 여러 상황에서 스마트 오브젝트가 사용자에게 지능적인 서비스를 제공할 수 있도록 상황정보를 효율적으로 관리할 뿐만 아니라 사용자의 신분을 확인하고 사용자에게 맞는 개인 맞춤형 서비스를 제공하는 것을 확인하였다.

제 3 장 WiMedia UWB 서비스 품질 보장 기술

3.1 WiMedia UWB MAC Superframe

WiMedia UWB MAC은 superframe을 기반으로 각 단말이 채널자원을 할당하여 통신하는 분산구조로 되어있다[14]. 그림 11과 같이 각 superframe의 길이는 $65,536\mu s$ 로 고정되어 있으며 동기화 및 자원할당을 위한 beacon을 전송하는 Beacon Period(BP)와 data의 전송을 위한 Data Transfer Period(DTP)로 분류된다. WiMedia UWB MAC에서 자원을 할당하는 방식은 경쟁기반의 채널자원 할당 방식인 PCA(Priority Contention Access)와 비경쟁방식으로 자원을 예약하는 DRP(Distributed Reservation Protocol)가 있다[15]. 한 superframe은 16 zone으로 구성되어있고 각 zone은 16 MAS로 구성되며 MAS 단위로 자원을 할당한다.

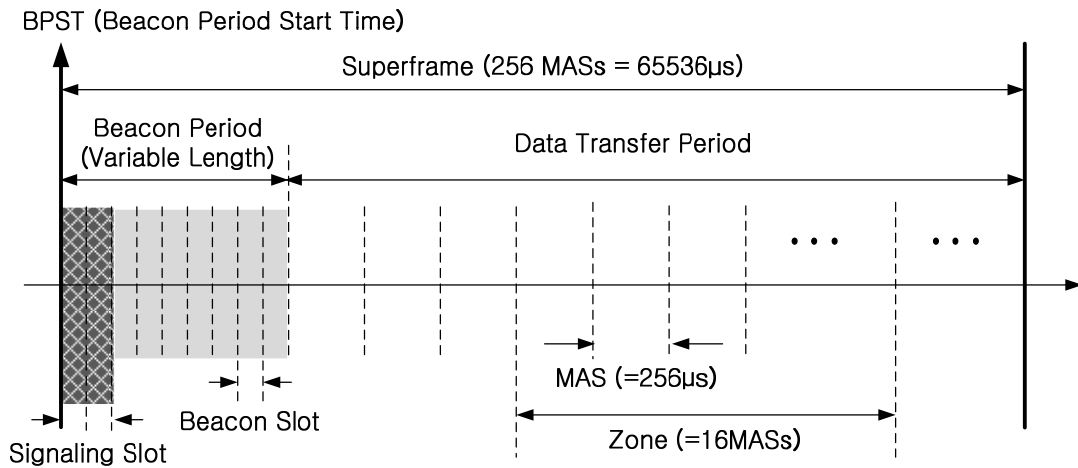


그림 11. 슈퍼프레임 구조도

Fig. 11. Superframe Structure

가. BP (Beacon Period)

WiMedia UWB는 중앙 코디네이터가 없기 때문에 각 단말은 BP에서 beacon을 송수신하면서 다른 단말들과 동기를 맞추고 자원 할당을 위한 협상을 한다. BP는 Superframe의 앞쪽에 위치하여 MAS의 1/3크기인 beacon slot 단위로 구성되며 각 단말은 BP의 맨 앞쪽에 두 beacon slot인 signaling slot에서 beacon을 전송하여 자신의 beacon slot을 할당 받고 BP에 참여한다. WiMedia UWB는 BP가 시작하는 시점을 BPST(Beacon Period Start Time)로 정의하고 동일한 BPST를 사용하는 단말들의 집단을 beacon group으로 정의한다.

나. PCA (Priority Contention Access)

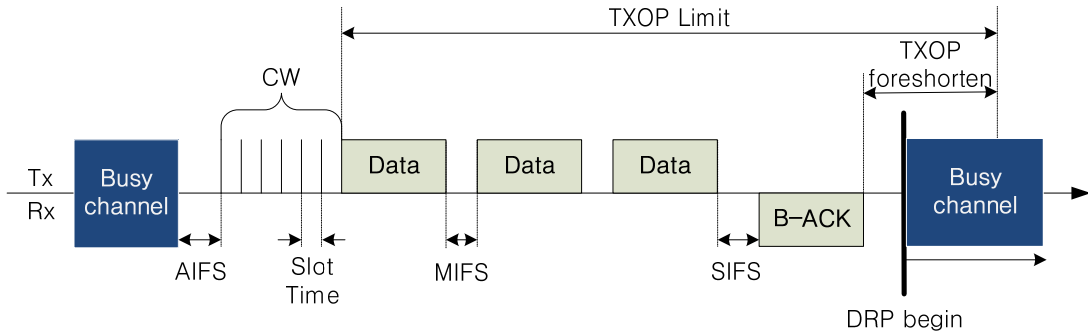


그림 12. PCA 개념도

Fig. 12. Concept of PCA

PCA는 트래픽 특성에 따라 우선순위를 정하고 우선순위를 기반으로 경쟁을 하여 QoS를 보장하는 IEEE 802.11e의 EDCA방식과 유사하다[16]. PCA 메커니즘은 표 2와 같이 트래픽을 특성에 따라 voice, video, best effort, background 등 4개의 카테고리로 분류하고 분류된 트래픽의 패킷은 채널접속 경쟁과정에서 우선순위에 따라 다른 백오프 파라미터를 사용함으로써 지연에 민감한 실시간 트래픽의 전송을 보장한다. 백오프 파라미터는 minimum contention window (CWmin), maximum contention window (CWmax), arbitration inter-frame space (AIFS) 등이 있다. PCA를 사용하여 채널접속을 하고 전송을 시작한 단말은 그림 12와 같이 트래픽 특성에 따라 Transmission Opportunity Limit(TXOP Limit) 안에 전송을 해야 한다.

표 2. PCA 파라미터

Table 2. PCA parameters

Priority (802.1D)	Access Category (AC)	Destination (Informative)	CWmin	CWmax	TXOP-Limit	AIFSN
1	AC_BK	Background	15	1023	512 μ s	7
2	AC_BK	Background	15	1023	512 μ s	7
0	AC_BE	Best Effort	15	1023	512 μ s	4
3	AC_BE	Best Effort	15	1023	512 μ s	4
4	AC_VI	Video	7	511	1024 μ s	2
5	AC_VI	Video	7	511	1024 μ s	2
6	AC_VO	Voice	3	255	256 μ s	1
7	AC_VO	Voice	3	255	256 μ s	1

다. DRP (Distributed Reservation Protocol)

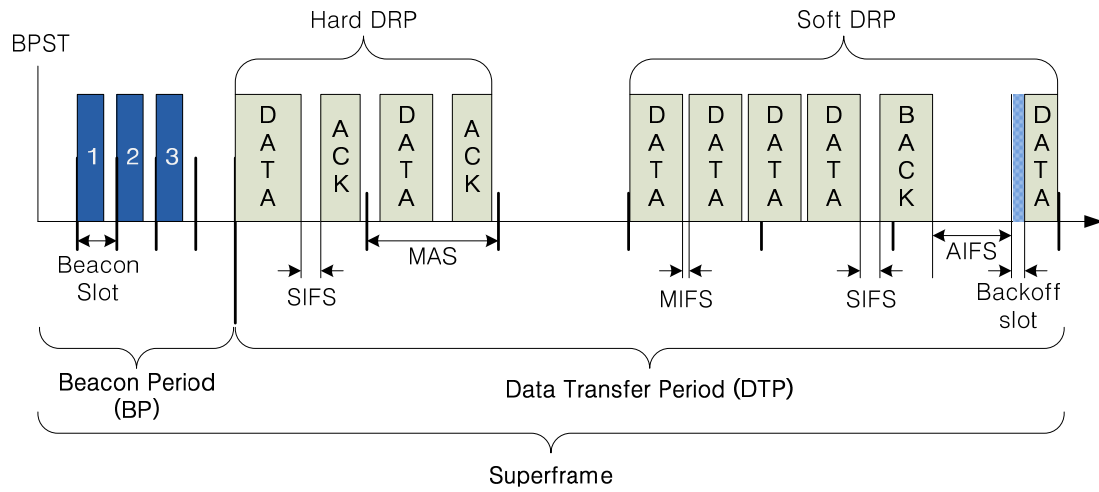


그림 13. DRP 개념도

Fig. 13. Concept of DRP

PCA가 차별화된 트래픽 카테고리를 사용하여 경쟁기반으로 채널 접근을 하는 반면에 DRP는 다른 단말들과 협상을 통하여 MAS단위로 자원을 예약하고 예약된 자원 내에서 data를 전송하는 비경쟁 메커니즘이다. 자원 예약을 위한 협상방식은 beacon안의 DRP IE (Information Element) 정보를 사용하여 협상을 하는 Implicit 협상 방식과 상대 단말과 예약요청 메시지를 전송하고 응답을 받는 Explicit 협상 방식이 있다. 그림 13과 같이 DRP의 데이터 전송을 위한 예약 방식은 Hard DRP와 Soft DRP로 분류할 수 있다. Hard DRP로 자원을 예약하면 다른 단말은 채널 접속 시도를 하지 않는다. 그리고 사용하고 남은 자원은 UDA(Unused DRP reservation

announcement) / UDR(Unused DRP reservation response) 메시지를 사용하여 다른 단말이 사용할 수 있도록 할 수 있다. Soft DRP는 기본적으로 PCA와 동일한 방식으로 채널 접속을 한다. 그러나 자원을 예약한 단말이 최우선 순위 AIFS를 사용하기 때문에 자원 사용의 우선권을 갖는다. Soft DRP의 경우 사용하고 남은 자원은 다른 단말들이 경쟁하여 사용한다. 단말은 표준에 명시된 Reservation Policy에 근거하여 자원을 예약한다[17].

■ Reservation Policy

한 단말이 예약 가능한 자원은 superframe 당 최대 112MAS이고 하나의 zone안에서 경우에 따라 최대 8개의 연속된 MAS를 예약할 수 있다. Reservation Policy에 어긋나게 자원을 예약할 경우 beacon 정보에 자원예약을 알리는 DRP IE 비트맵에 unsafe 표기를 해야 하며 Reservation Policy에 어긋나게 예약된 자원은 다른 단말이 beacon의 Relinquish Request IE정보를 사용하여 양도를 요청하면 해당 자원을 양도해야 한다.

라. BP 병합 (Merger of Multiple BPs)

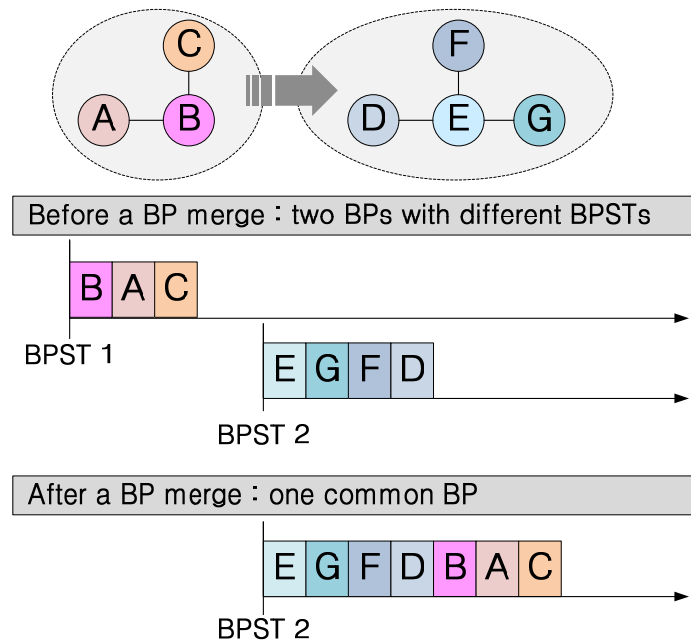


그림 14. 이동성으로 인한 두 BP의 병합
 Fig. 14. Merger of two BPs due to mobility

WiMedia UWB는 이동성을 보장하기 위하여 그림 14와 같이 서로 다른 BPST를 사용하는 beacon group간의 병합 메커니즘을 사용한다 [18]. 자신의 BPST와 다른 BPST정보가 있는 beacon을 alien beacon으로 정의하고 alien beacon이 탐지되면 병합과정을 수행한다. Alien beacon의 탐지 방식은 alien beacon이 단말의 BP내에 존재하여 BP에서 alien beacon을 탐지하는 Overlapping BP 방식과 alien beacon이 DTP구간에 존재하여 DTP구간에서 탐지하는 Non-overlapping BP방식이 있다. Alien beacon을 탐지한 단말은 beacon에

BP Switch IE를 설정하여 병합과정을 수행한다. 병합과정은 다음과 같다. Alien beacon을 탐지한 최초 단말은 BP Switch IE에 alien beacon group에 관한 정보들을 설정하여 일정시간 후 alien beacon group과 동기를 맞추고 자신의 beacon slot을 alien BP 뒤쪽으로 옮긴다. BP Switch IE정보가 설정되어있는 beacon을 수신한 단말 또한 BP Switch IE를 설정하여 beacon을 전송하고 일정시간 뒤 beacon slot을 이동하여 beacon group내의 모든 단말이 alien beacon group과의 병합과정을 수행하게 된다.

3.2 트래픽 특성을 고려한 자원 할당 알고리즘

WiMedia UWB 표준의 자원 예약을 위한 DRP 메커니즘은 지연에 민감한 실시간 트래픽의 전송을 보장해주지 못한다. DRP Reservation Policy에 의거하면 하나의 단말이 최대 112MAS까지 자원 예약이 가능하므로 Reservation Policy를 위반하지 않더라도 두 개의 단말이 superframe의 대부분을 예약하는 것이 가능하다. 또한 이동성을 보장하기 위한 표준상의 병합과정으로 인해 두 beacon group이 하나의 beacon group이 되어 동일 자원을 사용해야 할 경우 자원이 부족할 경우가 발생할 수 있다. UWB의 주요 적용 분야가 디지털 영상기기의 멀티미디어 서비스이기 때문에 이처럼 활용 가능한 자원이 부족한 상황에서 지연에 민감한 실시간 트래픽의 서비스를 보장해주는 알고리즘이 필요하다.

본 논문에서는 단말이 Reservation Policy를 위반하여 자원을 예약했을 경우 해당 자원을 양도받는 Relinquish Request IE 정보를 활용하여 실시간 트래픽의 전송을 보장하기 위해 다른 단말이 사용하고 있는 자원을 양도 받을 수 있는 알고리즘을 제안한다. 그림 15는 Relinquish Request IE의 포맷을 나타낸다.

Octets : 1	1	2	2	4	...	4
Element ID	Length (=4+4*N)	Relinquish Request Control	Target DevAddr	Allocation 1	...	Allocation 4

그림 15. Relinquish Request IE 포맷

Fig. 15. Relinquish Request IE format

Relinquish Request IE의 데이터 필드는 Relinquish Request Control 필드, 대상의 주소 정보인 Target DevAddr 필드 그리고 양도받을 자원의 비트맵정보인 Allocation 필드가 있다. 그림 16과 같은 Relinquish Request Control 필드는 Reserved 필드와 Reason Code 필드로 구성되어있다. Reason code는 표 3과 같이 대상 단말이 Reservation Policy보다 많은 자원을 사용하고 있을 경우만 정의하고 있다.

Bits: b15-b4	b3-b0
Reserved	Reason Code

그림 16. Relinquish Request Control 필드 포맷

Fig. 16. Relinquish Request Control field format

표 3. WiMedia UWB의 Relinquish Request IE의 Reason Code 필드
 Table 3. Reason Code field of Relinquish Request IE in WiMedia UWB

Value	code	Meaning
0	Non-specific	No reason specified
1	Over-allocation	The target device holds more MASs than permitted by policy
2-15	Reserved	Reserved

본 논문에서는 효율적인 자원양도 요청을 위해서 표 4 및 표 5와 같이 Relinquish Request Control 필드의 Reason Code 필드에 실시간 트래픽을 위한 양도요청 조건을 추가하고 Reserved 필드에 트래픽 정보를 포함시킨다. 그리고 이 Relinquish Request IE가 포함되어 있는 beacon을 전송하여 자원의 양도를 요청한다. Relinquish Request IE가 포함되어 있는 beacon을 수신한 단말은 양도가 요청된 자원에서 전송되고 있는 트래픽의 우선순위와 요청된 트래픽의 우선순위를 비교하여 양도를 결정한다.

표 4. 제안한 Relinquish Request IE의 Reason Code 필드
 Table 4. Proposed Reason Code field of Relinquish Request IE

Value	code	Meaning
0	Non-specific	No reason specified
1	Over-allocation	The target device holds more MASs than permitted by policy
2	Request	The source device needs MASs for the real time traffic
3	Accept	Accepted
4	Reject	Rejected
5-15	Reserved	Reserved

표 5. Reserved 필드의 활용
Table 5. Use of Reserved field

Traffic type	code
Voice	1 (000000000001)
Video	2 (000000000010)
Best Effort	3 (000000000011)
Background	4 (000000000100)

■ 요청된 트래픽의 우선순위가 높은 경우

Relinquish Request IE의 Target DevAddr 필드에 요청 단말의 주소를 포함시키고 Allocation 필드에 해당 자원정보를 입력한다. Reason Code 필드는 Accept로 설정한 후 beacon을 전송한다.

■ 요청된 트래픽의 우선순위가 낮은 경우

Relinquish Request IE의 Target DevAddr 필드에 요청 단말의 주소를 포함시키고 Reason Code 필드는 Reject으로 설정한 후 Reserved 필드에 트래픽 우선순위 정보를 포함하여 beacon을 전송한다.

자원의 양도요청에 대한 응답을 수신한 단말은 허가여부에 따라 해당 자원을 사용한다. 제안하는 알고리즘이 적용된 단말의 동작과정은 그림 17의 흐름도와 같다.

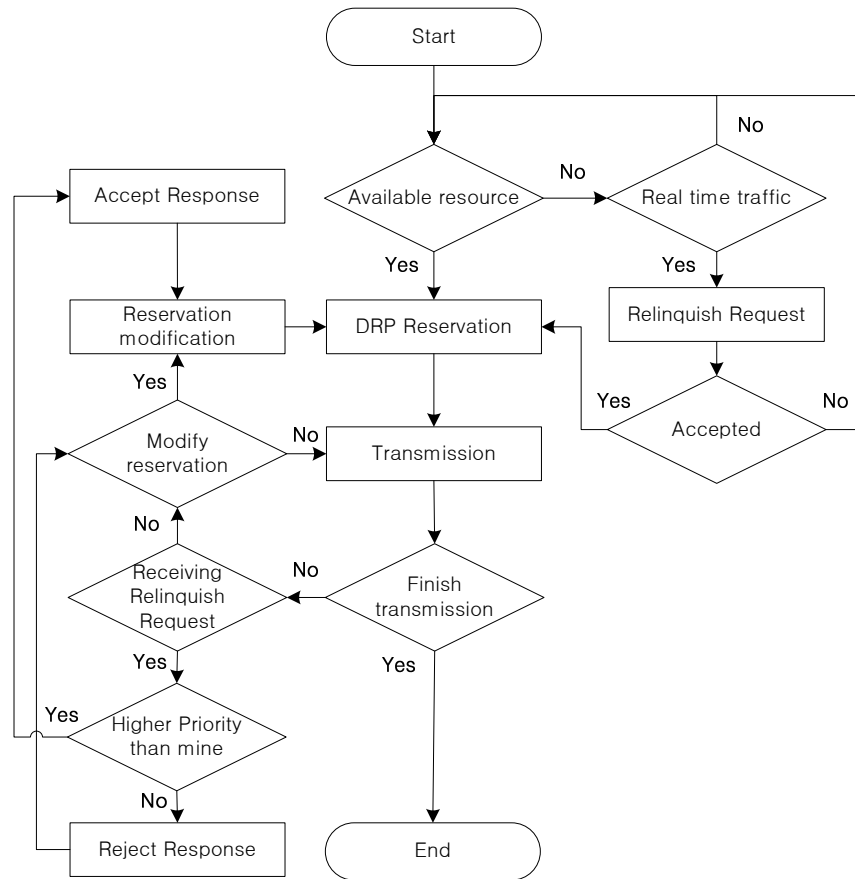


그림 17. 제안한 알고리즘의 흐름도

Fig. 17. Flow chart of the proposed algorithm

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능평가를 위하여 다음의 두 시뮬레이션을 구성하였다.

- 시뮬레이션 1: 일정 주기로 전송을 시작하는 단말의 수를 증가시키면서 트래픽의 처리율과 지연시간을 측정한다.
- 시뮬레이션 2: 임의로 전송을 시작하고 끝내는 단말의 수를 증가시키면서 네트워크의 Fairness를 측정한다.

두 시뮬레이션은 제안한 방안과 기존 WiMedia UWB 표준의 방안을 동일한 환경에서 각각 측정된다.

3.3 시뮬레이션 환경

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 WiMedia UWB 표준의 자원할당 방식을 기반으로 MAC 계층과 PHY 계층을 구성하였다. 자원할당 방식은 DRP를 사용하였고 PCA는 고려하지 않았다. 각 단말은 beacon을 사용하여 자원예약을 위한 협상을 하고 자원의 추가적인 예약은 없다고 가정하였다. 모든 단말은 LoS(Line of Sight) 환경을 기반으로 하고 패킷에러와 패킷간의 충돌은 없다고 가정하였다. 데이터 전송속도는 Header와 Payload 모두 54Mbps로 가정하였다. 또한 단말은 MAS당 하나의 패킷을 전송하고 전송 패킷은 음성패킷과 데이터 패킷으로 분류한다. 음성패킷은 20ms 간격으로 생성되고 데이터패킷은 임의의 간격으로 생성되어 버퍼에 쌓이게 된다.

본 논문에서 제안한 알고리즘의 MAC을 사용하는 단말은 음성패킷을 전송하기 위해 78MAS($\approx 20\text{ms}$) 간격으로 자원을 예약하고 다른 단말이 이미 예약해야 할 MAS를 사용하고 있을 경우 Relinquish Request를 통해서 자원을 양도 받게 된다. 모든 단말은 Relinquish Request를 받게 되면 트래픽의 우선순위를 비교하여 자신의 트래픽의 우선순위가 낮은 경우에만 자원을 양도한다. 또한 우선순위가 높은 단말이 전송을

마치게 되면 양도한 MAS를 다시 사용한다. 반면에 WiMedia UWB표준의 MAC을 사용하는 단말은 음성패킷을 전송해야 할 자원이 다른 단말에 의해 예약되어 있을 경우 예약 가능한 MAS중 가장 가까운 MAS를 예약하여 패킷을 전송한다.

3.4 성능분석 결과

본 논문에서 제안한 자원 할당 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 두 가지 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 1에서는 5가지 시나리오를 기반으로 자원예약을 하고 패킷을 전송할 때 각 트래픽 별 네트워크의 처리율(Throughput)과 패킷 당 지연시간(Delay)을 측정하였다. 처리율과 지연시간은 식(1)과 식(2)로 구할 수 있다.

$$Throughput_{network} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{total\ packet}(i)}{T_{simulation}} \quad (1)$$

$$Packet\ Delay_{average} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{MAC\ delay}(i)}{\sum_{i=1}^n N_{total\ packet}(i)} \quad (2)$$

n 은 네트워크에 참여한 전체 단말의 수를 의미하고 $L_{total\ packet}(i)$ 는 i 번째 단말이 전송하고 수신단말에 도착한 총 패킷 크기의 합을 의미하고 $T_{simulation}$ 은 총 시뮬레이션 시간을 의미한다. $T_{MAC\ delay}(i)$ 는 i 번째 단말의 패킷이 생성되어 MAC 버퍼에 들어온 시간부터 수신단말의 MAC 버퍼에 도착했을 때까지의 시간을 의미하고 $N_{total\ packet}(i)$ 는 i 번째 단말이 수신한 총 패킷의 수이다.

시뮬레이션 1은 표 6과 같이 음성과 데이터 중 한가지 트래픽만을 전송하는 단말이 일정시간 간격으로 트래픽 별로 하나씩 네트워크에 참여한다. 이러한 단말의 개수를 증가시키며 총 5개의 시나리오를 측정하였고 각 시나리오의 측정값은 동일조건에서 30회씩 측정된 평균값이다. 시뮬레이션은 60초 동안 측정되며 단말은 사용 가능한 자원이 없을 경우에는 임의의 시간 동안 백오프를 하고 다시 네트워크 참여하기 위한 시도를 한다.

표 6. 시뮬레이션 1의 파라미터
Table 6. Parameters of Simulation 1

시나리오	A	B	C	D	E
단말의 수	음성 2 데이터 2	음성 4 데이터 4	음성 6 데이터 6	음성 8 데이터 8	음성 10 데이터 10
전송지속 시간	30sec	20sec	20sec	20sec	20sec
전송시작 간격	30sec	15sec	10sec	7sec	5sec

그림 18은 시뮬레이션 1에서 제안한 알고리즘과 기존 WiMedia UWB의 단말 수의 증가에 따른 음성패킷 처리율을 나타낸다. 제안하는 알고리즘이 적용된 MAC은 전송해야할 음성트래픽이 사용해야할 자원을 데이터를 전송하고 있는 다른 단말이 사용하고 있을 경우에 자원을 양도받아서 사용하기 때문에 더 높은 처리율을 보였고 이를 통해서 제안한 알고리즘이 실시간 음성패킷의 전송을 보장해 주는 것을 알 수 있다.

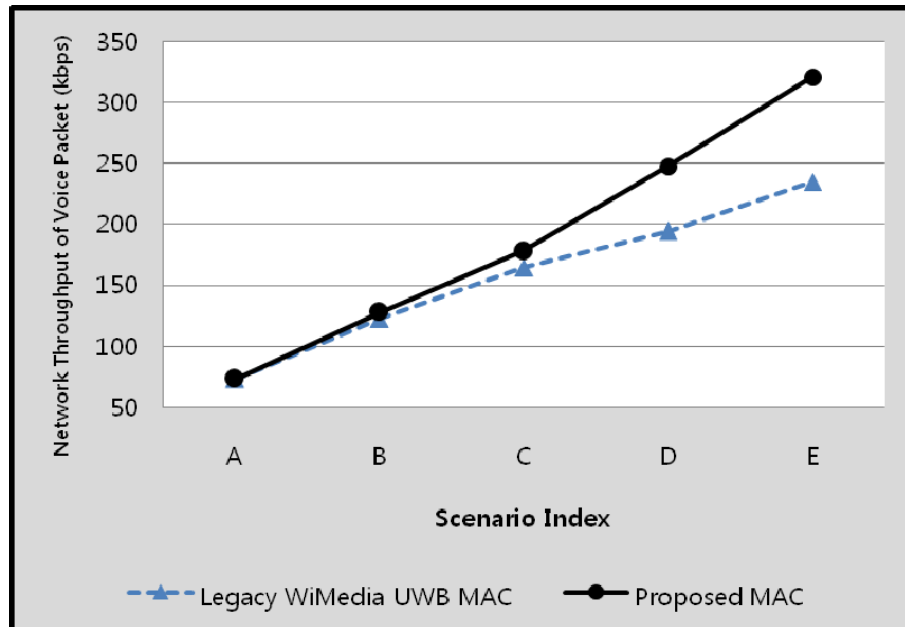


그림 18. 음성패킷의 네트워크 처리율
 Fig. 18. Network Throughput of Voice Packet

그림 19는 제안한 방식과 기존의 방식의 음성패킷 지연시간을 나타낸다. 제안한 알고리즘이 적용된 MAC은 음성패킷을 전송할 자원이 없을 경우에도 양도를 받을 수 있기 때문에 지연시간이 거의 생기지 않는다. 반면에 기존의 MAC은 주기적으로 발생하는 음성패킷의 전송을 보장해줄 수 없으므로 단말 수의 증가에 따라 지연시간이 지속적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다.

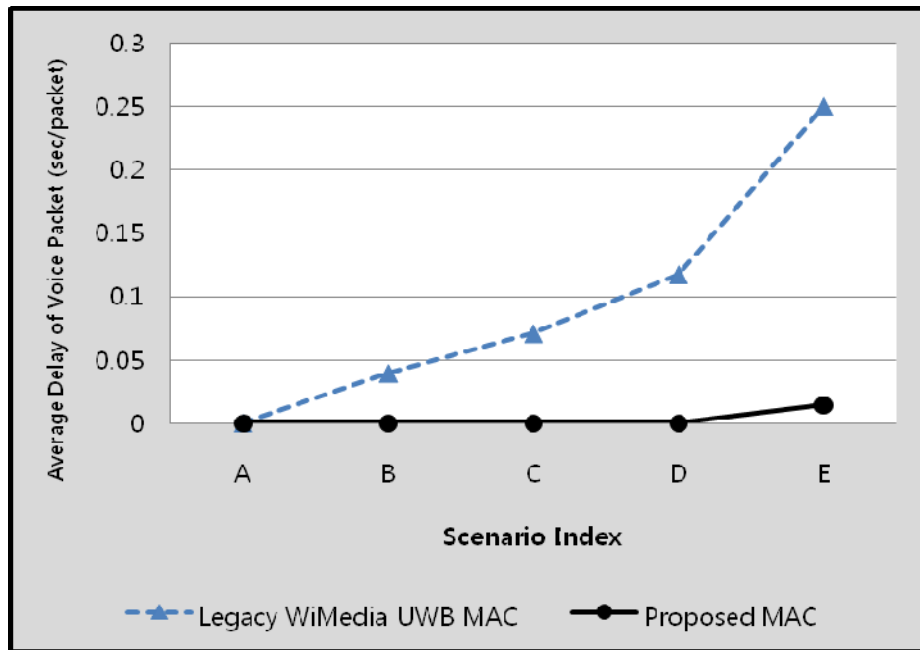


그림 19. 음성패킷의 평균 지연시간
 Fig. 19. Average Delay of Voice Packet

그림 20은 제안한 알고리즘이 적용된 MAC과 기존의 MAC의 데이터패킷의 지연시간을 나타낸다. 이 그림을 통해서 제안한 알고리즘이 적용된 데이터패킷을 전송하는 단말이 음성트래픽을 위해 자원을 양

도하여 패킷전송 지연시간이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 데이터패킷의 네트워크 전체 처리율은 기존의 방식과 큰 차이가 없는 것을 그림 21을 통해서 알 수 있다. 이와 같이 시뮬레이션 1을 통해서 제안한 알고리즘은 기존의 WiMedia UWB 표준보다 실시간 트래픽의 전송을 보장해주는 동시에 전체 네트워크 처리율에는 큰 손실을 주지 않는 것을 확인할 수 있다.

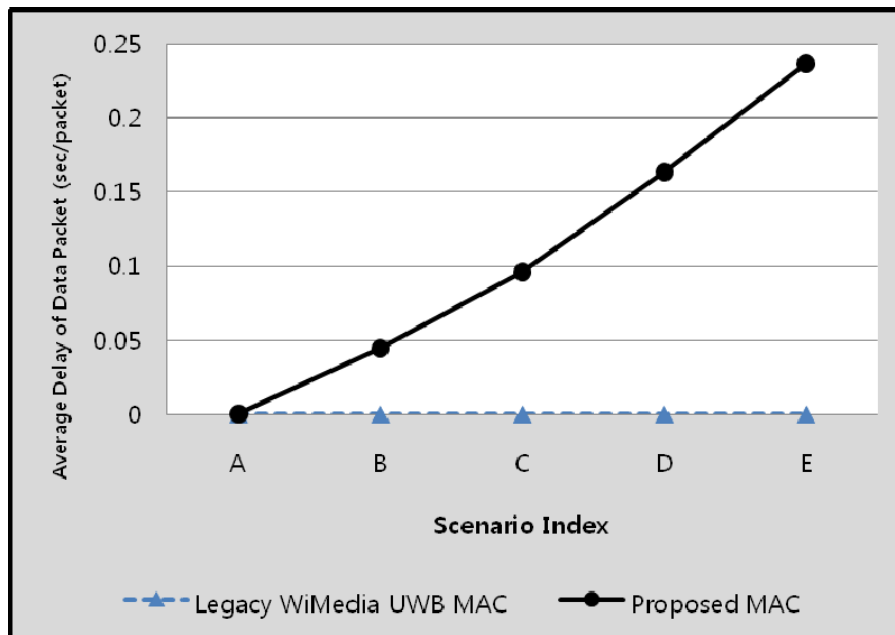


그림 20. 데이터패킷의 평균 지연시간
 Fig. 20. Average Delay of Data Packet

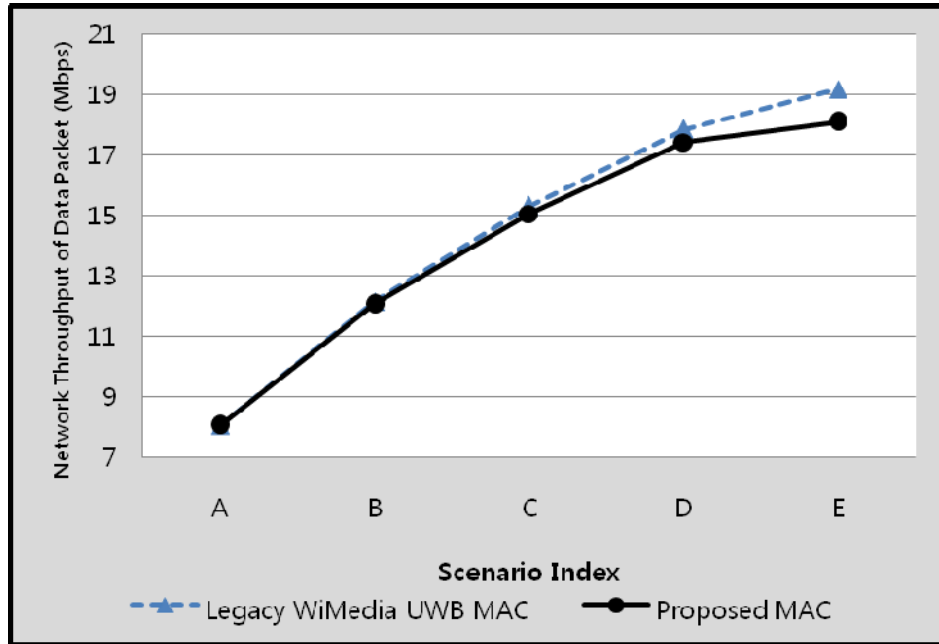


그림 21. 데이터패킷의 네트워크 처리율
 Fig. 21. Network Throughput of Data Packet

시뮬레이션 2에서는 표 7과 같이 임의의 간격으로 단말이 네트워크에 참여하고 임의의 시간 동안 전송을 수행한다. 또한 전송을 끝낸 후 임의의 시간 후 다시 전송시도를 한다. 나머지 다른 조건들은 시뮬레이션 1과 동일하다. 이 시뮬레이션에서는 각 Jain's Fairness Index를 사용하여 제안한 알고리즘이 기존 표준과 비교하여 공정성을 보장할 수 있는지 여부를 평가한다. Jain's Fairness Index의 식은 식(3)과 같다[19].

$$F(x) = \frac{(\sum x_i)^2}{n(\sum x_i^2)} \quad (3)$$

x_i 는 n 개의 단말 중 i 번째 단말의 처리율을 의미하고 $F(x)$ 의 범위는 $\frac{1}{n}$ 부터 1.0까지 이다. $F(x)$ 의 값이 1일 때 가장 완벽한 공정성을 의미하고 $\frac{1}{n}$ 은 superframe의 전체 데이터전송구간을 한 단말이 모두 점유하여 공정성이 전혀 보장되지 않는 것을 의미한다. 각 단말의 처리율은 식(4)와 같이 구할 수 있다.

$$Throughput_{device} = \frac{L_{total\ packet}(i)}{T_{duration}(i)} \quad (4)$$

$L_{total\ packet}(i)$ 는 i 번째 단말이 전송하고 수신단말에 도착한 총 패킷 크기의 합을 의미하고 $T_{duration}(i)$ 는 i 번째 단말이 네트워크에 참여하여 전송을 시작한 시점부터 전송을 마칠 때까지의 시간을 의미한다.

표 7. 시뮬레이션 2의 파라미터
Table 7. Parameters of Simulation 2

시나리오	A	B	C	D	E
단말의 수	음성 2 데이터 2	음성 4 데이터 4	음성 6 데이터 6	음성 8 데이터 8	음성 10 데이터 10
전송지속 시간	Random	Random	Random	Random	Random
전송시작 간격	Random	Random	Random	Random	Random

그림 22는 5번째 시나리오(E)를 30회 측정한 각 음성 트래픽 표본의 Jain's Fairness Index이다. 제안한 알고리즘이 적용된 MAC은 음성패킷에 대한 자원을 보장해줌으로써 전반적으로 높은 공정성을 보인 반면에 기존의 WiMedia UWB MAC은 음성트래픽에 대한 고려가 되어있지 않으므로 전반적으로 제안한 방안보다 낮은 공정성을 보였다.

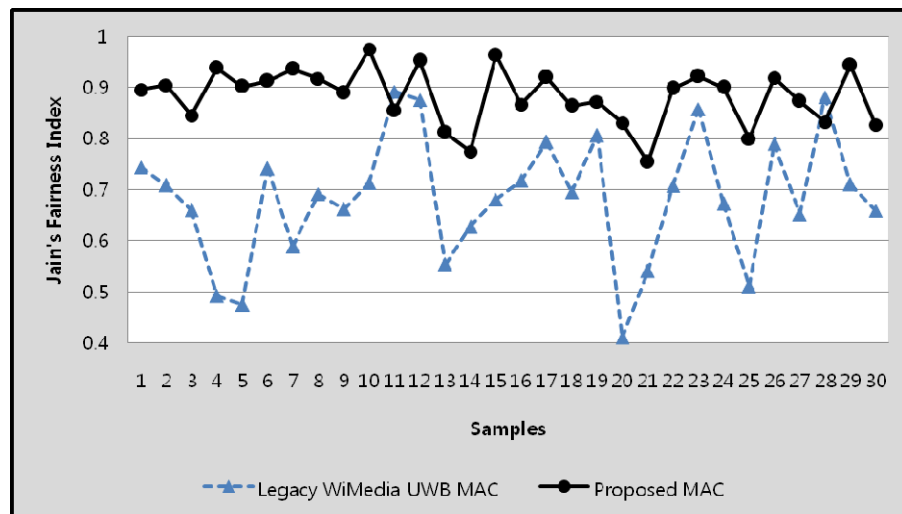


그림 22. Jain's Fairness index 표본
 Fig. 22. Samples of Jain's Fairness index

그림 23은 각 시나리오를 30회 측정한 음성 트래픽 표본들의 Jain's Fairness Index의 평균값을 비교한 결과이다. 시뮬레이션 2에서는 전송시작 시점과 전송지속 시간이 임의의 값이기 때문에 제안한 방식과 기존의 방식 모두 단말의 수가 증가함에 따라 공정성이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 기존의 MAC은 공정성이 급격히

감소하는 반면에 제안한 알고리즘은 Jain's Fairness Index를 0.9에 가깝게 유지시켜주는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 제안한 알고리즘이 적용된 MAC은 실시간 음성패킷의 전송을 보장해주는 동시에 기존의 방안보다 공정성 또한 잘 보장해주는 것을 확인할 수 있다.

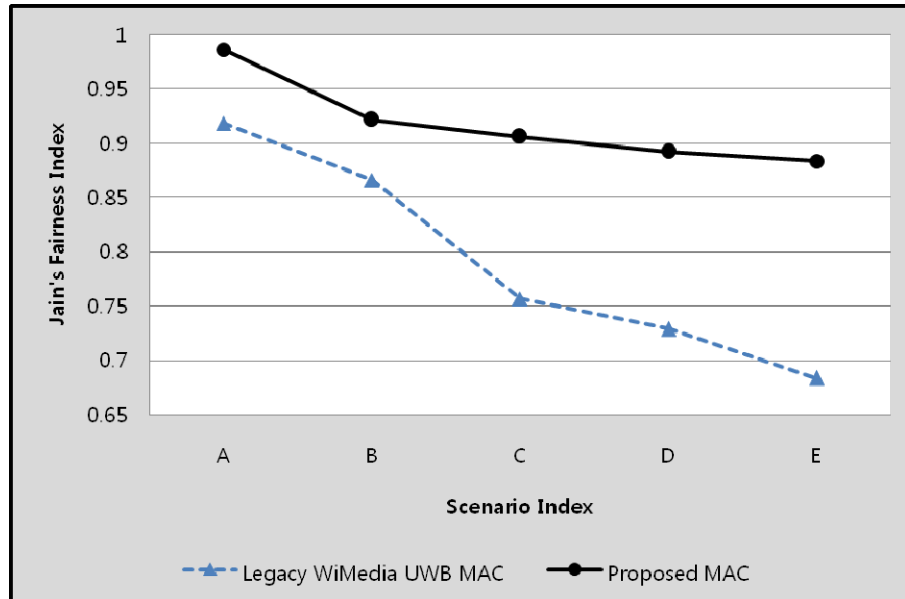


그림 23. 음성 트래픽의 Jain's Fairness Index

Fig. 23. Jain's Fairness Index of Voice Traffic

제 4 장 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크 환경에 적합한 상황인지 미들웨어의 구조를 제안하였고 미들웨어를 휴대 단말기인 uDA에 적용하여 ZigBee 센서 모듈로 구성된 스마트 스페이스에서 상황인지 미들웨어의 기능을 확인해 보고 성능을 평가해 보았다. 이를 통하여 상황인지 미들웨어가 스마트 스페이스에서 사용자에게 지능적인 서비스를 제공할 수 있도록 효율적인 자원관리를 하는 것을 확인하였다. 현재는 소규모 센서네트워크 상에서 상황인지 미들웨어를 설계하였으나 향후에는 대규모의 센서네트워크 환경에서 보다 효율적인 자원관리를 통하여 고차원 서비스를 제공하는 상황인지 미들웨어를 구현할 것이다.

또한 WiMedia UWB의 실시간 트래픽을 위한 효과적인 자원할당 방안을 제안하였다. 그리고 시뮬레이션을 통하여 제안한 알고리즘이 사용할 자원이 없는 상황에서 실시간 트래픽의 전송을 보장해주고 네트워크 전체 처리율을 크게 떨어뜨리지 않는 것을 확인하였다. 또한 Jain's Fairness Index를 사용하여 기존의 제안된 알고리즘이 기존의 WiMedia UWB 표준의 방식보다 실시간 트래픽에 우수한 공정성을 보장해주는 것을 확인하였다. 이러한 UWB의 지연에 민감한 실시간 트래픽의 전송을 보장해 주는 기술은 유비쿼터스 홈 네트워크 환경에서 QoS를 보장해야 하는 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 때에 사용자의 QoS를 보장할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] M. Weiser, “Hot topic: Ubiquitous computing,” *IEEE Computer* pp. 71–72, 1993. 10.
- [2] A. K. Dey *et al.*, “Towards a Better Understanding of Context and Context–Awareness,” in *Proc. International symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, 1999.
- [3] 최진영 외 4 인, “위치정보 및 시간정보 기반 상황인식 서비스 모델”, *한국정보처리학회 춘계 학술발표대회 논문집*, 제 12 권 pp. 1343–1346, 2005. 5.
- [4] *WiMedia Alliance*, <http://www.wimedia.org/>
- [5] *MBOA*, <http://www.multibandofdm.org/>
- [6] *ECMA*, <http://www.ecma-international.org/>
- [7] 최상성 외 3 인, “무선 홈네트워크 실현을 위한 고속 UWB 기술 및 표준화 동향,” *전자통신동향분석*, 제 19 권 제 5 호, pp.87–94, 2004. 10.
- [8] A. K. Dey *et al.*, “A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context–aware applications,” *Human–Computer Interaction*, 16(2–4):97–166, 2001.
- [9] M. J. Covington *et al.*, “Context–aware Security Architecture for Emerging Applications,” in *Proc. ACSAC 2002*, 2002.
- [10] 정헌만, “유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 온톨로지 기반 상황 인식 미들웨어,” *한국컴퓨터정보학회 2006 하계학술발표논문집 및 학회지*, pp. 165–173, 2006.
- [11] B. H. Roh, *et al.*, “Development of ubiquitous Data Assistant

- (uDA) Services and System Architecture,” *in Proc. CEWIT 2007*, 2007.
- [12] G. Gaubatz *et al.*, “Public key cryptography in sensor networks revisited,” *in Proc. ESAS 2004*, 2004.
- [13] *FIPS Pub 197*, Advanced Encryption Standard (AES), *US Dept. of Commerce/N.I.S.T.*, 2001.
- [14] *WiMedia Alliance*, “Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks,” Release 1.0, 2005.
- [15] *WiMedia Alliance*, “MAC–PHY Interface Specification,” Release 1.0, 2005.
- [16] *IEEE Std 802.11e*; Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications; Amendment: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements, *IEEE Std 802.11e–2005*.
- [17] Haitao Wu¹ *et al.*, “Delay analysis of DRP in MBOA UWB MAC”, *in Proc. ICC '06*. 2006.
- [18] Chun–Ting Chou *et al.*, “Mobility Support Enhancements for the WiMedia UWB MAC Protocol,” *in Proc. Broadband Networks2005*, 2005.
- [19] R.Jain *et al.*, “A Quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in shared computer System,” *DEC Research Report*, TR–301, 1984.

Abstract

Ubiquitous is the environment that whoever can access network by using wire and wireless network. Ubiquitous network technology provides services to make comfortable circumstances. Recently as wireless telecommunication and ubiquitous computing technology development, ubiquitous network can provide intelligent service. Based on ser context information and environment context information, the ubiquitous environment estimates the context and provides intelligent service without orders by itself. It is the context-aware technology. As context-aware technology needs lots of information, controlling the devices and wire, wireless telecommunication, middleware must buff between higher and lower layer as managing resource efficiently. Like this, in ubiquitous network, it is important how to manage resource. Like the preceding, management of wireless channel resource is also important. As multimedia devices that needs transmission of huge information are popularized, Next generation WPAN technology UWB(Ultra Wide Band) is coming into the spotlight. UWB has many merits, super-high speed, low generation power and efficient frequency use, so it is a promising WPAN technology for giving various multimedia services.

In this paper, we present context-aware middleware architecture for the support of intelligent services, which collect context information to recognize situation and manage them. We installed the context-awareness middleware in user equipment uDA(ubiquitous Data Assistant) and developed USN test-bed for evaluation of the context aware middleware. Also, we proposed algorithm for WiMedia UWB which provides real-time multimedia service by using radio resource efficiently. We develop a simulator to estimate legacy WiMedia UWB MAC and proposed algorithm based on WiMedia UWB standard.