

uPaging : 실시간 위치 인식 기반의 음성메시지 전송 시스템

박 유진*, 전상호*, 강순주°

uPaging : A Voice Message Delivery System Based on Real-Time Location-Awareness

Yu-Jin Park*, Sang-Ho Jun*, Soon-Ju Kang°

요약

기존의 음성 방송 시스템들은 특정영역이나 전체적인 영역을 통해 방송한다. 이러한 방송 시스템들은 불필요한 지역 내의 방송은 노이즈와 방송 자원의 낭비를 발생시킨다. 본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크 환경 하의 위치 인식 기술과 음성 메시지 전송 서비스의 융합을 통한 위치 인식형 음성 메시지 방송 시스템인 uPaging을 제안한다. 위치 인식형 음성 메시지 방송 시스템을 구현하기 위하여 uPaging에서는 음성 메시지 전송을 위한 유/무선 하이브리드 네트워크를 사용하고 방송 대상이 되는 사용자의 실시간 위치인식 서비스로써 이전 연구를 통해 제안된 Bidirectional Location ID-Exchange 프로토콜을 사용한다. 이러한 위치 인식 기술과 음성 메시지 방송 시스템의 융합을 통하여 uPaging 시스템은 선택된 사용자 혹은 사용자의 현재 위치로 음성을 전달하는 위치 인식형 음성 메시지 방송 시스템을 구현하였다.

Key Words : Location-awareness, Voice broadcast, IEEE 802.15.4 MAC, Paging service, USN

ABSTRACT

The legacy voice broadcast systems are used to broadcast the voice over an entire space or a specific zone. these broadcast systems generate unnecessary noise and waste of resources. In this paper, we propose a ubiquitous voice message broadcast system called uPaging, by combining the technique of location-awareness and the voice message delivery service in ubiquitous sensor network environment. In uPaging system, the wire/wireless hybrid network is used to implement the network system. Also, in order to actualize the location-awareness service, we use the Bidirectional Location ID-Exchange protocol was suggested by our previous research. the uPaging system can deliver the voice to a selected user or the location in which the user is present by this location awareness.

I. 서론

USN(Ubiquitous Sensor Network) 환경 하의 음성메시지를 재생하는 전형적인 방송 시스템들은 방

송 청취가 필요한 대상이 존재하는 특정 영역을 구분하지 않고 시스템의 전체 공간 혹은 방이나 로비 등으로 구분된 특정 공간을 통해 방송하는 시스템이 주를 이루고 있으며, 이러한 방송 시스템들은 전

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2010-0003387)

※ 이 논문은 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음

• 주저자 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 실시간시스템 연구실, esssusige@ee.knu.ac.kr, 정회원

° 교신저자 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 실시간시스템 연구실, sjkang@ee.knu.ac.kr, 종신회원

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 실시간시스템 연구실, zesto@knu.ac.kr, 준회원

논문번호 : KICS2011-10-475, 접수일자 : 2011년 10월 17일, 최종논문접수일자 : 2012년 10월 23일

체 영역을 통해 방송됨으로써 불필요한 방송 영역 내의 노이즈를 발생시키고 방송 자원의 낭비를 야기하며 목표가 되는 청취 대상에 대한 방송의 전달 여부의 보장 또한 힘들다. 본 논문에서는 USN 환경 하에 구현된 방송시스템의 효율성을 높이기 위해서 위치 인식 기술과 음성 메시지 서비스를 통합한 uPaging 시스템을 제안한다. 본 논문이 제안하는 uPaging에서는 실시간 위치 인식 기술을 통해 주기적으로 사용자의 위치를 갱신, 유지하여 음성 메시지 방송을 목표 사용자의 위치로 제한하고 사용자의 이동을 추적하여 해당 사용자의 가청 영역 내에서 방송을 수행하는 방송 시스템을 구현하였다. 이러한 방송 시스템은 불필요한 영역의 방송 노이즈를 최소화하며 방송 자원의 효율적인 사용을 가능하게 한다. 또한 uPaging 시스템에 응용된 위치 인식 기술은 건물 내의 방송시스템 뿐만 아니라 “인적자원 통제”, “물류 통제”, “이미지 전송 및 기타 대용량 데이터 전송 서비스” 등 여러 응용 서비스에 활용된다.

본문에서는 uPaging 시스템의 응용 분야에 대한 구체적인 예시로서 “병원 내 페이징(Paging) 서비스”에 대해 설명한다. uPaging에서 사용된 위치 인식 기술은 수신 신호 세기인 RSSI(Received Signal Strength Indicator)를 기반으로 하는 신호 연결 강도인 LQI(Link Quality Indicator)를 사용하여 방송 영역마다 설치되어 있는 고정노드(Stationary Node)와 이동노드(Mobile Node)와의 거리 측정을 이용한 BLIDx(Bidirectional Location ID-Exchange) 프로토콜^[1]을 통해 위치 인식 시스템을 사용하였으며 음성 메시지 스트리밍 기술과 네트워크내의 통신을 위해 IEEE 802.15.4 무선 통신^[2]과 LWIP(lightweight IP)를 이용한 이더넷 근거리 통신망을 통해 유/무선 하이브리드 네트워크를 구축하였다. uPaging의 물리적인 시스템 구성은 크게 센서 네트워크의 전반적인 상황을 관리하는 서버(Server)와 방송 영역으로 규정하는 단위 공간마다 설치된 고정노드, 사용자가 소지하여 이동성을 가지며 위치 인식 목표가 되는 이동노드로 구성되며 서버와 고정노드, 고정노드와 고정노드간의 LWIP를 통한 근거리 통신망, 고정노드와 이동노드간의 802.15.4 MAC 무선 통신을 통해 네트워크가 형성된다.

위치 인식을 위한 BLIDx 프로토콜은 고정노드와 이동노드의 고유한 ID의 교환 과정(ID-Exchange)을 통해 이동노드가 고정노드가 가지는 단위 위치를 자신의 위치 정보로써 인식하는 구조로 이동노드의

위치 정보는 고정노드를 통해 서버로 전송되어 관리된다. 이러한 위치 인식 기술을 통해 이동노드의 위치를 실시간으로 추적하여 음성 메시지 방송 시스템에서 방송 영역을 해당 이동노드가 존재하는 고정노드의 단위 공간인 셀로 제한하며, 사용자가 다른 방송영역으로 이동함으로써 발생하는 핸드오버 상황에 있어서도 주기적으로 갱신된 위치 정보를 통해 사용자의 이동된 영역을 감지하여 방송 영역을 변경한다. 제안된 시스템의 성능평가를 위하여 본 논문에서는 구현된 위치 인식 기술과 음성 메시지 전송 서비스에 대해 성능을 테스트하였다. 우선 실험을 통해 LQI의 거리특성을 고려한 시스템의 위치 정보 단위 영역의 거리를 도출하였고 음성 메시지 전송상황에서 위치 인식의 주기를 통한 정밀도가 음성 메시지 전송 품질에 주는 영향에 대해 실험하였다.

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 2장에서는 uPaging의 시스템 요구사항의 설명을 위해 응용 서비스 예인 “병원 내 페이징 시스템”의 구성에 대해 설명하고 3장에서는 해당 응용 서비스를 구현하는 uPaging의 위치 인식 시스템과 음성 메시지 전송 서비스를 구조 및 설계에 대해 설명한다. 4장에서는 구현된 uPaging을 사용하여 실제 환경 내에서의 위치 인식 성능과 음성 메시지 전송 품질에 대한 실험결과를 살펴본다. 5장에서 USN 환경을 통한 음성메시지 전송 대한 관련 연구에 기술하고 마지막으로 6장에서 결론 및 고찰을 한다.

II. 시스템 요구사항과 응용 예시

이번 장에서는 uPaging 시스템의 응용 예로써 “병원 내 페이징 시스템”에 대한 요구사항과 구성에 대해 설명한다. 페이징(Paging) 시스템은 병원과 같은 환경에서 응급상황에 대한 빠른 대처를 위해 의사들을 위한 개인용 페이지(pager)와 스피커 등을 이용한 내부 방송망을 통해 병원이나 학교 등의 인적자원이 존재하는 건물 내에서 인원통제 등을 목적으로 특정 인물을 호출하거나 메시지를 전달하기 위한 방송 시스템을 통칭한다. 이와 같은 페이징 서비스는 긴급상황에 대한 대처를 목적으로 하므로 호출 메시지의 빠른 전달과 정확성을 요구한다. 현재 사용되고 있는 페이징 서비스들은 개인이 소지하는 페이지를 통해 간단한 텍스트 메시지를 전달하거나 병원내의 전체적인 방송을 통해 메시지 전달한다. 하지만 건물 내의 전체 방송을 하게 될 경

우 이는 방송이 불필요한 지역에서의 노이즈를 발생시키게 되며 메시지 전달의 정확성 또한 보장한다고 보기 힘들다. 여기서 본 논문이 제안하는 페이징 시스템은 실시간 위치 인식 기술과 방송시스템을 결합하여 특정 인원내 대한 위치 인식을 통해 방송 영역을 제한함으로써 정확한 메시지 전달 뿐만 아니라 건물 내의 불필요한 노이즈를 발생시키지 않는다. 그림 1은 uPaging을 이용한 병원 내 페이징 서비스에 대해 설명한다. 병원의 각 방과 시설마다 고정노드가 설치되며 호출 대상이 되는 간호원과 의사들은 각자 이동노드를 소지하여 실시간으로 고정노드로 자신의 위치를 보고하여 중앙의 서버로 해당 위치정보를 저장하게 된다. 간호원이나 기타 호출을 수행하는 방송자는 호출 대상을 선택하여 방송을 요청하며, 서버는 저장된 위치 정보를 통해 대상이 되는 의사나 간호원의 위치 정보를 통해 방송을 수행해야할 영역을 구분하고 방송을 수행하는 고정노드로 알려줌으로써 방송원으로부터 목표가 존재하는 영역을 특정하여 방송을 수행한다. 방송 서비스 도중에 목표가 되는 의사나 간호원이 다른 방송영역으로 이동할 경우 이동노드에서 상시 주기적으로 수행되는 위치 정보의 보고를 통해 변경된 위치 정보가 서버로 전송되어 방송 영역을 이동된 영역으로 변경하도록 방송원이 되는 고정노드에게 위치 정보를 전송한다. 이러한 페이징 시스템은 호출 대상의 위치 정보를 실시간으로 저장함으로써 대상에 대한 방송서비스 수행 시에 방송영역을 대상이 존재하는 영역으로 특정하며 이동된 경우에도 위치 정보를 추적하여 방송 영역을 변경함으로써 불필요한 영역내의 방송을 줄이며 방송 대상을 특정하여 방송 메시지 전달의 정확성을 보장한다.

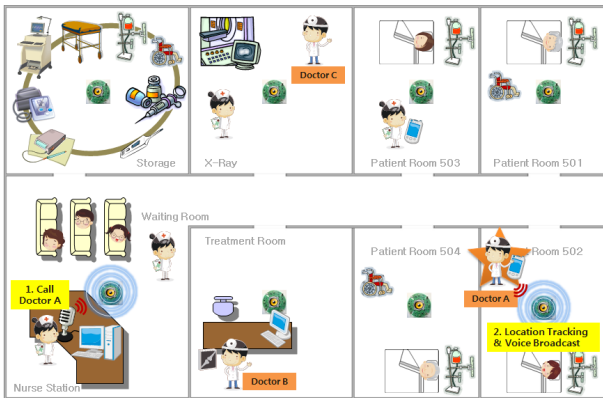


그림 1. uPaging을 이용한 병원내 페이징 서비스
Fig. 1. Paging Service in hospital using the uPaging system

해당 시스템의 구현은 크게 네트워크 통신망 구축, 실내 위치 인식 시스템, 사용자의 이동성 보장과 음성 메시지 전송 서비스의 세 가지로 나눌 수 있다. 우선 네트워크 통신망 구축은 위치 인식을 위해 방이나 복도 등 각 단위 공간마다 센서와 프로세서, 통신 기능을 가진 고정노드(Stationary Node), 물류나 개인의 위치 인식의 대상이 되기 위한 이동노드(Mobile Node), 전체적인 시스템을 관리하는 서버(Server)와 이를 연결하는 유/무선 네트워크가 필요하다. 고정노드는 위치 인식을 위한 통신 기능 뿐만 아니라 여러 센서를 통해 주위 환경 정보를 수집하여 이를 전송, 처리할 수 있어야 하며 상시 전원과 고속의 유선 통신을 통해 저전력과 통신 대역폭에 대한 제약이 적은 특성을 가진다. 이에 비해 이동노드의 경우 이동성(Mobility) 보장을 위한 무선 통신 기술의 지원과 무게, 전력 소모 등의 휴대성이 주요 제약 사항으로 작용한다. 이 때문에 시스템에 사용되는 무선 통신 기술에 있어서 현재 널리 보급되어 있는 WiFi 무선 랜 방식은 고속의 그리고 넓은 통신 대역폭의 장점이 있지만 높은 전력 소모와 통신 장치의 복잡도에 있어 고정노드와 이동노드간의 무선 통신 기술로는 적합하지 않으며 IEEE 802.15.4 MAC을 이용한 통신 기술은 통신 거리와 통신 대역폭의 한계를 지니지만 전력소모, 가용성에 있어서 WiFi 무선 랜 방식에 비해 적합한 특성을 가지고 있다. 두 번째로 시스템의 주요 기반 기술인 실시간 위치 인식 기술에서 위치 인식의 정확도는 목표 대상이 존재하는 방송영역의 구분만을 목적으로 하므로 유효 방송 범위 이상의 위치 인식의 정확도는 필요하지 않으며 오히려 정확한 위치 인식을 위한 복잡도의 증가보다 위치 변경에 따른 반응성과 다수의 이동노드 지원을 위한 간결한 위치 인식 방식이 적합하다. 정밀도가 높은 위치 인식 기술은 높은 복잡도를 요구하므로 위치 인식에 있어 많은 딜레이를 발생시키며 복잡한 위치 인식 과정은 하나의 영역에 다수의 이동노드가 위치 인식을 할 경우 통신량의 부하가 작용하여 다수의 이동노드를 지원하는 위치인식에 있어 불리하게 작용한다. 본 시스템에서는 목표의 이동에 따라 이동된 위치를 빠르게 인지하여 끈임없는 방송서비스의 제공을 목적으로 하므로 정확한 거리 인식보다 위치 인식의 간결성을 요구한다. 마지막으로 시스템의 통신 네트워크와 위치 인식 기술을 기반으로 하는 음성 메시지 전송 서비스는 목표 사용자에게 대한 실시간 전송과 대상의 이동에 따른 방송 경로 변경을 위해 스

트리밍을 통한 메시지 전송 방식이 요구된다.

III. uPaging 시스템 구조 및 설계

이번 장에서는 uPaging을 구성하는 두 가지 주요 기반기술인 위치 인식 기술과 음성 메시지 전송 서비스의 구조에 대해 설명한다.

3.1. BLIDx 위치인식 프로토콜[1]

uPaging에서 사용된 위치 인식 기술은 무선 통신의 신호 연결 강도인 LQI를 거리 측정의 지표로 이용한다. LQI를 이용한 위치 인식은 거리나 장애물에 의한 오차를 가지므로 정밀한 위치 인식에는 적합하지 않지만 해당 시스템에서는 이동노드의 단위 공간내의 존재 유무를 판단할 수 있는 정도의 정확도만을 요구하므로 LQI를 통해 현재 이동노드가 고정노드와의 통신 품질을 측정하여 자신과 근접한 고정노드를 탐색한다. 이를 위해 고정노드는 일정한 주기를 통하여 자신의 ID를 브로드 캐스팅하는 것을 통하여 1-hop 통신 범위의 영역을 셀(Cell)이라고 하는 위치 인식의 단위로 형성한다. 이동노드는 고정노드로부터 브로드 캐스팅된 ID 패킷을 수신하여 LQI를 측정하여 주변 고정노드들의 무선 통신의 연결 강도를 확인한다. 이동노드는 수집된 LQI들을 비교하여 가장 높게 측정된 고정노드의 셀을 자신의 위치로 인식하게 되며 해당 고정노드에 자신의 ID를 담은 위치 인식 ACK를 송신함으로써 자신이 해당 고정노드의 영역에 있음을 알린다. 그림 2는 BLIDx에서 사용된 셀 단위 위치방식의 예를 설명한다. 먼저 이동노드 M1은 고정노드 S1을 제외한 다른 고정노드로부터 LQI를 측정하지 못하므로 일정 이상의 LQI를 유지할 경우 S1을 위치로 판단하며, 이동노드 M2는 고정노드 S1과 S3로부터 LQI를 측정하여 그 값이 좀 더 높은 S3을 위치로 판단하게 된다. 하지만 이동노드 M3와 같이 각 고정 노드들의 경계에 위치할 경우 환경에 민감한 LQI의 특성에 따라 셀을 이동이 잦아지는 현상이 나타나게 되는데 이러한 현상을 보상하기 위해 이동노드는 이전에 판단한 위치 정보를 저장하여 LQI값의 변동이 크거나 판단범위 이하의 낮은 값을 나타내는 경우, 다른 고정노드의 LQI값과의 변화가 크기 않을 경우에는 이전 위치를 유지한다.

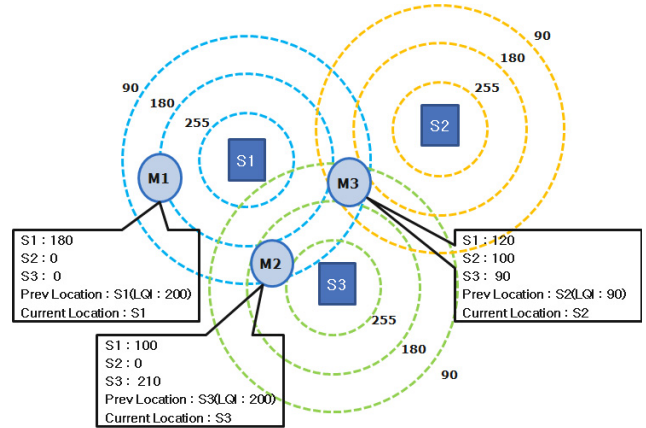


그림 2. 셀 단위 기반 위치 인식
Fig. 2. Cell-Based Location Awareness

이동노드로부터 고정노드로 수신된 위치 인식 ACK는 일정한 주기에 따라 고정노드를 통해 서버로 보고되며 메시지에 의해 서버의 위치인식 테이블의 이동 노드 위치 정보가 갱신된다. 이러한 위치 인식 테이블에는 고정노드와 이동노드의 위치정보뿐만 아니라 위치 정보의 갱신시간, 음성메시지 전송 서비스 여부 기타 센서 정보가 저장되며 이렇게 서버에 저장된 위치정보들을 통해 음성 메시지 전달을 위한 목표 이동노드의 존재 유무와 전송위치 판단, 이동 유무 확인 등에 사용된다. 다음의 그림 3은 BLIDx 프로토콜의 구조를 나타내었다.

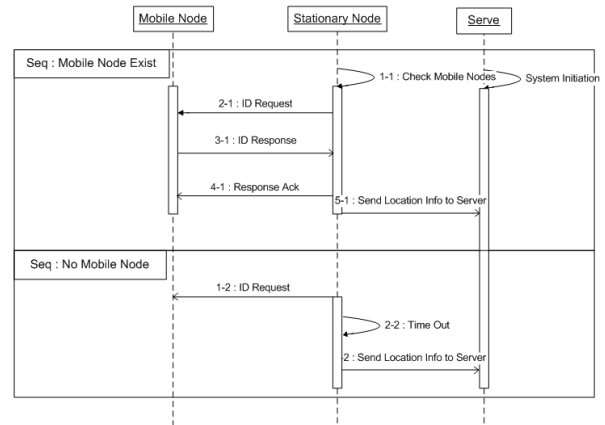


그림 3. BLIDx 프로토콜
Fig. 3. BLIDx Protocol

3.2. 음성 메시지 전송 서비스

음성 메시지 전송 서비스의 요청은 시스템의 중앙 서버 혹은 이동노드로부터 시작된다. 이동 노드로부터 전송된 음성 메시지 전송 서비스 요청은 이동노드가 위치한 셀의 고정노드로 송신된다. 고정노드는 수신된 요청 메시지에 포함된 목표 이동노드

의 ID를 서버를 통해 위치 정보를 검색하고 목표 이동노드의 위치가 확인되었을 경우 서버로 음성 메시지 서비스 요청을 하게 된다. 다시 서버는 목표 이동노드가 위치한 고정노드에게 음성 메시지 재생 준비를 위한 메시지를 전송하고 요청한 고정노드로 목표 이동노드의 위치정보를 재확인하여 응답하며 이렇게 재생 준비 완료를 확인한 고정노드는 요청한 이동노드에 음성 전송 시작 메시지를 보내어 이동노드로부터 음성데이터를 수신 받아 목표 고정노드로 전송한다.

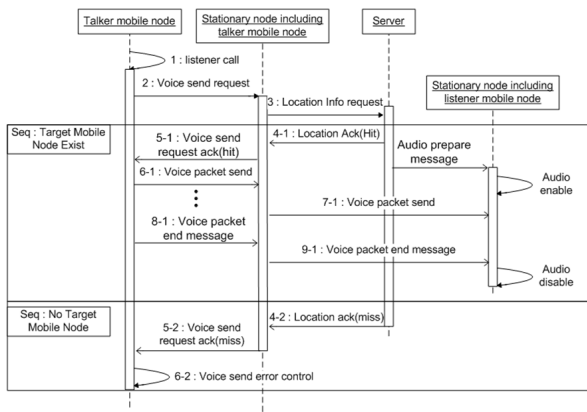


그림 4. 음성 메시지 전송 서비스 프로토콜
Fig. 4. Voice Message Delivery Service Protocol

시스템에서 사용되는 음성 메시지 데이터는 전송의 편의성을 위하여 가공되는데, 우선 사용자가 입력한 음성 메시지는 8ksps의 주기로 16 비트의 스테레오 방식으로 샘플링하며 여기서 음성데이터의 전송 트래픽을 감소시키기 위해 음성 데이터는 다시 ITU(International Telecommunication Union)의 원거리 통신 규격의 음성 시스템을 위한 기본 오디오 코덱 표준인 G.711 A-law 방식을 통해 8비트로 압축하여 전송한다. 다시 수신 받은 음성 데이터는 16 비트로 재 변환되어 스피커를 통해 재생된다. 그림 4는 이러한 음성 메시지 전송 서비스의 프로토콜을 나타낸다.

음성 메시지 전송 서비스 도중인 이동노드가 인접 방송 영역으로 이동할 경우 이동된 셀의 고정노드로부터 해당 이동노드의 위치 정보가 서버로 갱신됨으로써 시스템에서 목표 이동노드의 핸드오버 상황을 감지하게 된다. 서버는 음성 메시지를 전송 중인 고정노드에 목표 이동노드의 변경된 위치 정보를 포함한 위치 정보 변경 메시지를 전송하여 해당 위치 정보를 통해 고정노드의 스트리밍 서비스

의 목표를 변경 유도한다. 시스템에서는 이러한 핸드오버뿐만 아니라 이동노드의 전원이 꺼지거나 위치 인식에 실패할 경우도 예외처리의 요구된다. 때문에 음성 메시지 전송 서비스를 제공하는 고정노드는 서비스 시작과 함께 서비스 중인 이동노드의 정보를 저장하여 일정 시간 이내에 이동노드의 위치인식에 실패할 경우 서버에 주기적인 위치정보 보고와 함께 해당 이동노드의 위치 인식 실패를 알리게 되며 서버는 음성 서비스 중인 고정노드에 대해 위치 인식 실패와 함께 서비스 중단 메시지를 전송하고 일정시간동안 목표 이동노드의 위치정보 갱신을 기다린다. 여기서 서비스가 재개될 때까지 고정노드에 도착하는 모든 음성 데이터는 모두 버려지고 해당 상황이 일정 시간이상 유지될 경우 고정노드는 해당 서비스를 중단시킨다. 서비스가 중단되기 전에 이동노드의 위치가 서버로 보고될 경우 서버는 해당 이동노드의 위치정보를 담은 서비스 재개 메시지를 통해 고정노드의 음성 메시지 전송 서비스를 계속 진행시킨다.

IV. 실험 결과

4장에서는 uPaging의 성능평가를 위하여 시스템의 기반기술인 위치 인식 서비스의 정확도, 해당 위치 인식 서비스와 음성 메시지 전송 시스템 품질의 관계성 대한 실험한 결과를 설명한다.

4.1. LQI와 위치 인식 기술

uPaging에서는 이동노드와 고정노드간의 위치 인식과 메시지 전송을 위해 IEEE 802.15.4 MAC방식의 무선 통신을 사용하였다. 이번 실험에서는 구현에 사용된 LQI를 통한 위치인식기술의 유효성과 위치 인식을 위한 단위 공간의 유효 범위를 설정하기 위해 거리에 따른 LQI의 변화와 전송 오류율을 측정하였다. 현재 서비스의 위치 인식 지표인 LQI의 유효성을 확인하기 위한 실험 환경은 다음과 같다. 실험에서 측정요인은 거리 판단을 위한 LQI 측정값과 해당 거리에 따른 전송 오류율의 두 가지이며 실험을 위해 실제 서비스에 사용된 IEEE 802.15.4 MAC 통신 규격의 두 개의 통신 모듈을 이용하였다. 우선 실험을 정확한 측정을 위해 통신 범위 내의 물리적인 장애물을 제거하고 통신 모듈의 전송 채널 대역인 2.4 GHz대의 통신 장치를 제거하였다. 다음으로 두 개의 통신 모듈을 3 dbm와 -2 dbm로 안테나 신호 출력 세기를 조정하고 각 출력 세

기에 대해 1미터 단위로 거리를 이격시켜 고정 위치에서의 LQI값과 전송 오류율을 측정하였으며 각각의 거리와 출력신호의 세기에 따라 100msec의 주기로 1000회씩 반복 측정하였다. 다음 그림 5와 6에서는 각각 거리에 따른 LQI와 전송 오류율의 측정 결과를 나타낸다.

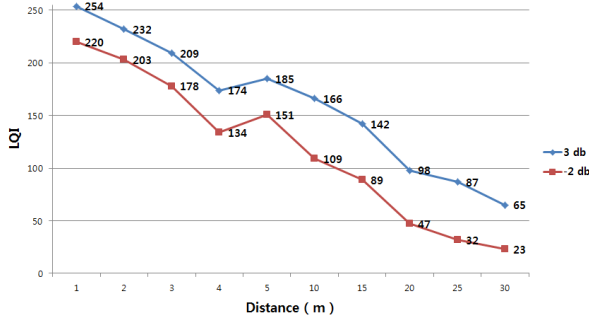


그림 5. 거리에 따른 LQI 측정 값
Fig. 5. LQI value according to distance

전체 측정결과와 평균으로 본 측정결과는 거리에 따라 감소하는 평균적인 LQI의 특성을 나타냈지만 실제 측정에 있어서 개별의 데이터들은 고정된 위치에서도 측정된 시간에 따라 측정 결과의 변동이 많음을 확인할 수 있었다. 이는 물리적인 장애물과 통신 신호 잡음뿐만 아니라 온도나 습도 등의 자연 요소에 의해서도 LQI가 변하며 이러한 통신 저해 요소의 완전한 제거가 힘들기 때문이라고 생각한다. 이러한 변동이 심한 오차 특성은 실시간 위치 인식에서 데이터 수집량에 대한 제한이 존재하므로 LQI를 통한 정밀한 위치 인식은 어려움을 알 수 있다. 위치 인식 영역인 셀의 유효 범위는 LQI의 통신 특성 외에도 통신 전송률 또한 보장할 수 있어야 한다.

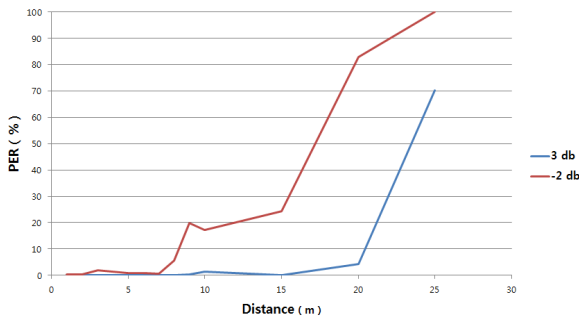


그림 6. 거리에 따른 전송 오류율
Fig. 6. Packet error rate

그림 5의 전송 오류율의 측정결과는 3 dbm 출력

세기에서 15 미터 이하의 범위에서 99퍼센트 이상, -2 dbm에서는 더 낮은 거리인 8 미터 이하 범위에서 99퍼센트의 유효한 전송 성공률을 결과로 나타났다. 따라서 측정결과로부터 LQI의 거리 특성이 나타나며 무선 통신 전송률의 유효성을 보장하는 유효 위치 인식 영역은 해당 측정 결과를 통해 3 dbm의 출력세기에서 약 15 미터 이하 -2 dbm에서 8미터 이하의 범위로 추정할 수 있다. 기본적으로 LQI는 거리와 통신 출력 세기, 장애물과 주위의 통신 방해요인 등 환경적인 영향을 많이 받으므로 정밀한 위치 인식 기술에는 적합하지 않지만 제안된 시스템이 요구하는 위치 인식의 정밀도는 일정 영역내의 이동노드 존재유무를 인식할 수 있는 정도의 정확도만을 요구하므로 실험 결과에서 나타난 유효한 위치 인식 영역을 통해 셀의 범위를 설정할 경우 LQI를 통해서도 위치 인식 서비스를 충분히 제공 가능성을 확인할 수 있었다.

4.2. 음성 메시지 전송과 핸드오버

위치 인식 시스템에서 위치 인식 주기는 고정노드에서 셀 내로 ID 정보를 브로드 캐스팅하는 주기와 고정노드, 이동노드, 서버를 통한 위치 인식 정보의 처리 시간에 의해 결정된다. 하지만 위치 인식 정보의 처리 시간은 수 msec 에 불과하며 ID 정보의 브로드캐스팅 주기가 이보다 클 경우 해당 주기 내에서 모두 처리되므로 실제로 사용된 100 msec의 브로드 캐스팅 주기와 같은 경우 위치 정보 처리의 드는 시간은 큰 영향을 줄 수 없으며, 결국 고정노드의 ID 브로드 캐스팅 주기가 시스템의 위치 인식 주기를 결정하게 된다. 이러한 위치 인식 주기에 의해 이동노드가 셀 내로 진입하는 과정에서 고정노드의 ID 정보를 수신하고 현재 자신의 위치를 결정한 후 이를 고정노드를 통해 서버로 올릴 때까지의 위치 인식 딜레이가 존재하며, 음성 메시지 전송 서비스 중인 이동노드의 핸드오버 상황에서 위치 인식 딜레이만큼의 음성데이터가 소실되어 음성 품질의 저하로 이어질 수 있다. 이번 장에서는 이러한 위치 인식 시스템의 딜레이와 음성 메시지 손실에 관해 측정하였으며 실험 환경은 다음 그림 7과 같다.

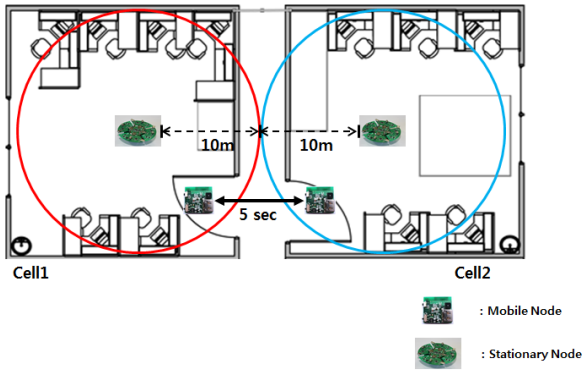


그림 7. 위치 인식 딜레이 측정 환경
Fig. 7. Evaluation environment for delay of location-awareness

우선 두 개의 고정노드를 통해 각각 10m 간격을 가지는 셀을 형성하고, 그 경계에 이동노드를 배치한 후 5초 간격으로 각각의 셀로 반복 이동시켜 이동노드가 셀로 진입한 시점에서부터 위치 인식 과정을 통해 서버의 위치 정보 테이블에 갱신될 때까지의 시간을 2000회 반복 측정하는 방식을 통해 위치 인식의 딜레이를 측정하였다. 실험과정에서 이동노드의 셀 범위 내로의 물리적으로 이동시켰을 경우에는 진입시점을 정확히 판단하기 어려우므로 이동노드를 두 고정노드와 모두 통신 가능한 지점에 두고 LQI 측정을 통한 위치 정보 판단 없이 5초 간격으로 위치 정보를 각각의 노드로 번갈아 변경하여 강제적인 핸드오버 상황을 야기하여 이를 측정하였다. 그림 8은 10msec에서 500msec까지의 위치 인식 주기를 50msec 간격으로 변경해가며 위치 인식 딜레이를 측정한 결과이다. 그 결과 위치 인식 딜레이는 1/2의 기울기를 가지는 즉, 위치 인식 주기의 약 절반 값으로 대부분 측정되었다. 해당 그림은 2000회를 반복하여 측정한 평균을 나타낸 것으로 실제로 가공되지 않은 데이터들은 수 msec에서부터 위치 인식 주기와 가까운 값을 최대 값으로 가지는 범위로 측정되었다. 측정 결과 위치 인식 딜레이는 최소 위치 인식 정보 인식 및 처리 시간에서부터 최대 위치 인식 주기까지의 범위를 가지는 형태로 측정되었고, 그 값은 이동노드가 셀에 진입하는 시간과 다음 위치 인식의 타이밍의 차에 의해 발생하게 되므로 전체적인 평균치가 그 범위의 절반의 값을 가지는 것으로 보인다.

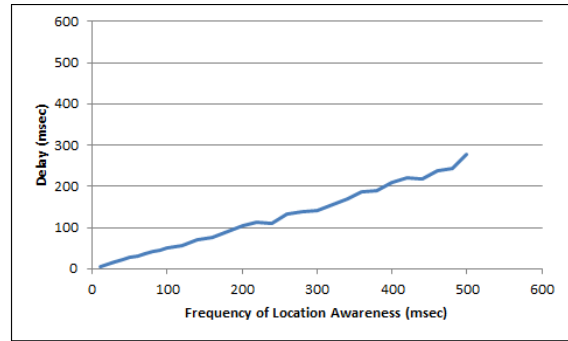


그림 8. 위치 인식 주기에 따른 위치 인식 딜레이
Fig. 8. delay of location awareness per period of location awareness

다음으로 이러한 특성을 가지는 위치 인식 딜레이를 통해 음성 메시지 전송 중인 이동노드의 핸드오버 상황에서 발생하는 음성 메시지 손실에 대해 측정해 보았다. 실험 환경은 이전 위치 인식 딜레이 측정과 동일하며 추가적으로 음성 메시지를 전송하는 고정노드를 하나 추가하여 실험에 사용된 이동노드를 목표로 음성 메시지 스트리밍을 하였으며, 같은 환경에서 5초 마다 이동하는 이동노드의 핸드오버에 의해 생기는 음성 메시지의 손실률을 측정하였다. 그림 9은 64 kbps로 전송되는 음성 스트리밍 환경 하에서 5초간의 주기 동안 손실되는 음성 메시지의 손실률을 나타낸다. 해당 음성메시지 손실률은 5초의 간격을 가지며 주기적으로 일어나는 핸드오버 상황 하에 측정되므로 5초 동안 전송되는 전체 음성 데이터량인 320 kbit의 전체 데이터량으로 설정하고 다음 핸드오버 시 까지 손실된 전체 손실 메시지의 비율로써 측정하였다. 이전 측정 결과와 마찬가지로 음성 메시지의 손실률은 위치 인식 주기에 비례하는 특징이 나타났으며 이는 음성 메시지의 스트리밍 과정에서 생기는 음성 패킷의 기본적인 손실률도 존재하지만 위치 인식 딜레이에 의해 위치 판단의 오차 시간동안에 전송되는 음성 패킷이 모두 소실되므로 이에 의해 위치 인식 딜레이에 비례하여 음성 메시지의 소실량이 증가하는 것으로 판단된다. 위치 인식 주기의 감소는 결과적으로 위치 인식 정확도와 향상시키고 음성 메시지 전송 시의 핸드오버에 의한 음성 메시지 손실률을 감소시키지만 빈번한 위치 인식은 더 많은 시스템 트래픽을 발생시킨다.

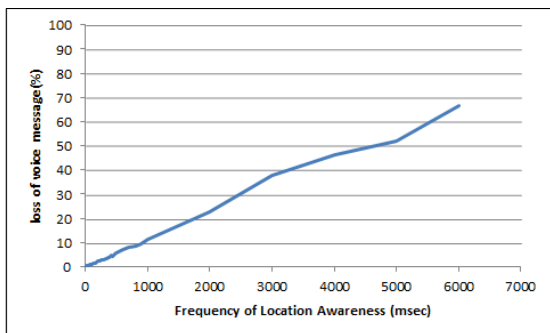


그림 9. 위치 인식 주기에 따른 음성메시지 손실률
Fig. 9. voice message loss per period of location awareness

V. 관련 연구

최근의 USN 기기와 그에 관련된 통신기술의 발전에 따라 간단한 제어 메시지뿐만 아니라 음성, 비디오, 이미지등 다양한 멀티미디어 데이터 전송에 대한 연구^{3,4)}가 활발해 지고 있으며 또한 실시간 전송을 위한 멀티미디어 데이터 스트리밍의 QoS 보장을 위한 연구⁵⁾와 멀티미디어 전송 서비스에서 모바일 기기의 이동성을 지원하기위한 핸드오버 기술^{6,7)}등에 대한 연구가 진행되고 있다. 위치 기반 서비스는 휴대형 모바일 기기의 보급과 통신 인프라 시설의 발달에 의해 많은 응용서비스가 등장하고 있으며 GPS를 통한 지역적인 위치 인식 서비스에서부터 UWB, WiFi, IEEE 802.15.4 MAC등의 무선 통신을 이용한 실내 위치 인식 방식과 이를 응용한 위치 기반 서비스에 관한 연구들⁸⁻¹⁰⁾이 진행되고 있다.

위치 인식 기술을 응용한 멀티미디어 서비스의 한 예로써 Youhei Katori¹¹⁾는 RFID Tag를 이용하여 사용자가 자신의 위치를 등록하여 현재의 위치로 음악 재생 서비스를 이전하는 U-LAMP를 제안하였다. U-LAMP에서는 사용자가 RFID Tag를 소지하고 각 방마다 고정적으로 설치된 RFID Reader를 통해 현재 자신의 위치를 등록하는 위치 인식 방식을 사용하였다. 사용자가 현재 위치에서 음악을 재생하는 도중에 다른 장소로 이동하여 RFID tag를 이전된 장소로 등록할 경우 데이터 스트리밍 방식을 통해 현재 이동된 장소에서 사용자가 이동하여 재생이 중단된 시점의 음악 데이터를 재생하는 시스템을 제안하였다. U-LAMP는 USN환경 하에서 수동적인 사용자의 위치 정보를 등록을 통해 음악과 같은 멀티미디어 데이터 스트리밍을 제어하여 활용하는 위치 기반 서비스의 한 예를 보여준다.

USN환경하의 위치기반 멀티미디어 응용서비스의 다른 예로써 Juan Qi는 Wi-Fi 기반망을 활용한 멀티미디어 서비스인 LMSS¹²⁾를 제안하였다. LMSS는 IEEE 802.11b 무선 통신망에서 AP(Access Point)와 Wi-Fi 모바일 기기간의 RF신호세기인 RSS(Recived Signal Strength)를 수집하며 중앙의 Location Server로 모바일 노드가 수집한 AP와 AP와의 RSS 정보를 전송하여 현재 모바일 노드의 위치를 추정하는 방식을 사용하였다. 이렇게 수집된 위치 정보를 통해 모바일 노드가 요구하는 멀티미디어 정보를 Multimedia Server를 통해 해당 모바일 기기의 위치 정보를 활용해 전송하는 응용서비스 방식을 제안하였다. U-LAMP와 LMSS는 각자 RFID에 의한 수동적인 방식의 위치 인식과 Wi-Fi를 이용하여 여러 위치에 설치된 AP를 통하여 신호세기를 측정하여 현재 모바일 위치를 추정하여 위치 기반 서비스를 제공하는 방식을 사용한다. uPaging에서는 이동노드의 주기적인 위치 인식 과정을 통해 능동적인 실시간 위치 인식을 구현하고 Wi-Fi와 기타 기반 망을 활용하는 방식에 비해 복잡도가 적은 방식을 사용하여 이동노드의 저전력 특성을 지원하고 통신 트래픽을 줄임으로써 다수의 이동 노드를 지원할 수 있는 위치 인식 방식을 제안한다.

동일한 형식으로 결론을 작성한다.

V. 결 론

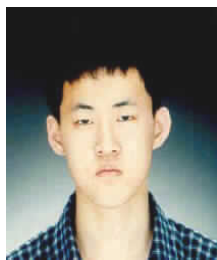
본 논문에서는 병원이나 대규모 놀이시설, 건물 관리 등을 위한 위치 인식 기반의 음성 메시지 전송시스템인 uPaging에 대해 제안하였다. 제안된 시스템에서 위치 인식 서비스를 위해 통신 연결 강도인 LQI를 지표로 사용한 BLIDx 프로토콜의 셀 단위 위치 인식 시스템을 통해 구현된 음성 메시지 스트리밍과 핸드오버기술의 구조와 설계에 대해 설명하였다. 다음으로 구현된 시스템의 테스트를 위하여 위치 인식 기술의 유효성 평가를 위한 거리별 LQI와 위치 인식 주기에 따른 위치 인식 딜레이를 측정하였고 이러한 위치 인식 주기와 핸드오버에 의해 생기는 음성 메시지 손실에 대해 평가하였다. 위치 인식 기술의 평가를 위한 거리별 LQI측정에서는 각각 3 dbm, -2 dbm의 통신 출력을 통해 거리에 따라 감쇄하는 LQI특성을 확인하고 99퍼센트 이상의 통신 전달률을 보장하는 유효 통신 범위를 통해 고정노드가 가질 수 있는 셀의 영역을 정의할

수 있었다. 핸드오버 상황 하에 발생하는 음성 메시지 손실은 위치 인식 딜레이를 결정하는 위치 인식 주기와 비례하며 이러한 위치 인식 주기의 감소는 위치 인식의 정확도와 해당 음성 메시지 손실을 줄이지만 위치 인식 정보 처리에 대한 전체 시스템 트래픽을 증가시키는 트레이드 오프 관계를 가진다. 본 연구에서 구현된 uPaging 시스템은 건물 내 위치 인식형 방송 시스템 구현뿐만 아니라 시스템에 구현된 위치 인식 기술은 건물 통제나 물류 관리, 재해 감지 등의 여러 응용서비스 개발의 가능성을 통한 연구 개발의 필요성이 있다고 사료된다. 이후 본 연구는 음성 메시지뿐만 아니라 멀티미디어와 같은 대용량 데이터 전송 서비스와 단위 영역 기반의 위치 인식 기술과의 상호 연동을 통한 응용서비스와 추가적인 위치 인식 지표를 통한 위치 인식 정밀성 증대에 대한 연구를 진행할 것이다.

References

- [1] Dong-Kyu Lee and Tae-Hyon Kim, et al., "A three-tier middleware architecture supporting bidirectional location tracking of numerous mobile nodes under legacy WSN environment", *Journal of Systems Architecture*, vol. 57, no. 8, pp. 735-748, Sep. 2011
- [2] IEEE Standard for Information Technology Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs), IEEE Std 802.15.4-2003
- [3] L. Atzori et al., "Special Issue on Multimedia over Ad-Hoc and Sensor Networks", *Mobile Network and Application*, vol. 13, no. 3-4, pp. 243-245, Aug. 2008.
- [4] D.Brunelli, et al., "Improving audio streaming over multi-hop ZigBee networks", *Computers and Communications*, ISCC 2008, IEEE Symposium, pp. 31-36, July. 2008.
- [5] liqun Li, et al., "QVS : Quality-Aware Voice Streaming for Wireless Sensor Networks", *Distributed Computing Systems*, 2009. ICDCS '09., pp. 450-457, June. 2009.
- [6] Sung-Man Chun, et al., "Adaptive handover method with application-awareness for multimedia streaming service in wireless LAN", *Information Networking*, 2009. ICOIN 2009. International conference on, pp. 1-7, Jan. 2009.
- [7] Muntean, et at., "Smooth Adaptive Soft Handover Algorithm for Multimedia Streaming over Wireless Networks", *Wireless Communications and Networking Conference*, 2009. WCNC 2009. IEEE, pp. 1-6, Apr. 2009.
- [8] Wan Kim and KiJin An, et, at., "Indoor Location Recognition Simulator over UWB Channel", *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences (JKICS)*, vol. 35, no. 7, pp. 1058-1065, July. 2012
- [9] J.M. Shen, et al., "EasyLife: A Location-Aware Service Oriented Mobile Information System", *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, Lecture Notes in Computer Science*, 2008, vol. 5177, no. pp. 229-236, Sep. 2008
- [10] Ichiro Satoh, "Location-aware communications in smart environments", *Information Systems Frontiers*, vol. 11, no. 5, pp. 501-512, Nov. 2009.
- [11] Y Katori, et al., "A User Location-Aware Music Playing system", *Ubiquitous, Autonomic and Trusted Computing*, 2009. UIC-ATC '09. Symposia and Workshops on, pp. 377-382, July. 2009
- [12] Juan Qi, et al., "LMSS : A Location-Based Multimedia Service System Using Wireless Networks", *Intelligent Systems Design and Applications*, 2008. ISDA '08. Eighth International Conference on, pp. 33-38, Nov. 2008.

박 유 진 (Yu-Jin Park)



2009년 8월 경북대학교 전자전
기컴퓨터학부 공학사

2012년 2월 경북대학교 전자전
기컴퓨터학부 공학석사

2012년 2월~현재 경북대학교
전자전기컴퓨터학부 박사과정
<관심분야> 실시간 운영체제,

무선 센서 네트워크, 임베디드 시스템, 실시간 시
스템

전 상 호 (Sang-Ho Jun)



2011년 2월 경북대학교 전자전기
컴퓨터학부 공학사

2011년 2월~현재 경북대학교 전
자전기컴퓨터학부 석사과정

<관심분야> 실시간 시스템, 무선
센서 네트워크, 임베디드 시스
템

강 순 주 (Soon-Ju Kang)



1983년 2월 경북대학교 전자공
학과 공학사

1985년 2월 한국 과학기술원
전자계산학과 공학석사

1995년 2월 한국 과학기술원
전자계산학과 공학박사

1985년~1996년 한국 원자력연

구소 연구원, 핵인공지능연구실 선임연구원, 전산
정보실 실장

1996년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 정보
통신공학전공 정교수

2011년~현재 경북대학교 자율군집소프트웨어 연구
센터장

<관심분야> 실시간 시스템, 소프트웨어 공학, 지식
기반 시스템