

홈 엔터테인먼트 시스템에서 사용자 이동성 지원을 위한 인접 터미널 장치 탐색 기법

김상욱^{*}, 정의균^{**}

요 약

컴퓨팅 환경이 급격이 유비쿼터스 환경으로 변화하면서 이동 중에도 원하는 자원에 접근하여 이용할 수 있게 되면서 사물의 위치 정보가 중요한 정보로 인식되고 있다. 하지만 집과 사무실처럼 비교적 좁은 컴퓨팅 공간에서 위치 정보는 여전히 제한적으로 제공된다. 이 논문은 센서 네트워크와 분산된 장치를 이용하여 사용자에게 이동성을 제공하는 홈 엔터테인먼트 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 블루투스 애드혹 네트워크로 사용하여 신호 세기를 구하고 이것을 바탕으로 사용자의 위치를 추정한다. 이렇게 추정된 정보는 이동 중인 사용자가 현재 위치에서 이용 가능한 장치가 무엇인지를 알려준다. 사용자 이동성 지원의 가능성을 보이기 위해서 UPnP A/V 프레임워크 기반의 홈 엔터테인먼트 시스템에 구현하여 사용자가 이동 중에도 스트리밍 서비스를 이용할 수 있게 하고 그 결과로 작은 유비쿼터스 환경에서도 이동 중인 사용자에게 서비스 연속성을 제공할 수 있음을 보인다.

Adjacent Terminal Device Detection Technique for User Mobility Support on Home Entertainment System

Sangwook Kim^{*}, Egun Jung^{**}

ABSTRACT

Computing environment is evolving rapidly to ubiquitous environment. It thus makes people access and utilize any resource on the move and makes location of objects rise to the rank of the most important information. However provision of location information is too restrictive in small environments such as a home or building. In this paper we propose a home entertainment system which supports user mobility based on sensor networks and distributed devices. The proposed system estimates a user location by using signal strength received from Bluetooth ad-hoc networks. This estimated location information can tell which device a user can take advantage of while moving. In order to prove possibility of user mobility support, the system is implemented on our UPnP A/V framework home entertainment system to provide content streaming and the result shows that a provision of service for mobile users could be possible in small ubiquitous computing environments.

Key words: Indoor Location Sensing(실내 위치 감지), User Mobility Support(사용자 이동성 지원), UPnP(유피엔피), Context Awareness(상황인지), RTSP(실시간 스트리밍 프로토콜)

※ 교신저자(Corresponding Author): 김상욱, 주소: 대구광역시 북구 산격동 1370번지(702-701), 전화: (053)950-6371, FAX: (053)950-6369, E-mail: swkim@cs.knu.ac.kr
접수일: 2008년 6월 20일, 완료일: 2008년 10월 10일

^{*} 정희원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 교수

^{**} 준회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 석사과정
(E-mail: jeg9849@cs.knu.ac.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2008-C1090-0801-0026)

1. 서 론

가정과 사무실과 같은 곳은 쉽게 유비쿼터스 환경을 구축할 수 있지만 사용자 이동성은 지원하지 않는다. 기존의 사용자 이동성 지원은 범위가 크고 사용자의 이동 속도와 다양한 네트워크 접속 방법이 존재하는 광대역 무선망에서만 사용자 이동성을 지원된다. 하지만 유효 거리에 대한 오차가 커서 실내 공간에서 사용하기 어렵고 사용자의 이동 속도 역시 실외 사용자보다 낮고 접속 망도 대부분 Wi-Fi이며 이런 곳에서 제공되는 서비스 역시 광역 무선망과는 다르기 때문에 사용자 이동성을 지원하기 위해서는 새로운 방법이 필요하다.

사용자 이동성을 지원하기 위해서는 사용자의 현재 위치를 알아야 하고 사용자의 움직임을 추적할 수 있어야 한다. 사용자 위치를 측정하고 추적하기 위한 방법에 대한 연구는 주로 실외에서 사용자 위치를 측정하는 방법을 응용한 것이 많다. 대표적인 방법으로는 도래 시간법, 도착 시간 차이법, 도래각법, 수신 신호 세기, 3각 측량법, 장면 분석법, 근접 방식, 절대 좌표 표시법, 상대 좌표 표시법 [1] 등이 있다. 하지만 이 방법은 홈 네트워크 환경에 도입하기에는 너무 많은 장비를 요구하기 때문에 적용하기 어렵다. 또한 사용하는 매체 역시 실외에서는 GPS처럼 위성 신호를 사용하거나 CDMA와 같은 높은 신호 대역을 사용하지만 실내에서는 적외선, 초음파, RFID, UWB, ZigBee, Bluetooth 등의 센서 네트워크를 사용한다. 이들 매체의 공통적인 특성은 실내에 존재하는 사물에 의해 쉽게 신호가 외곽 된다는 것이다. 이를 보완하기 위한 방법이 여러 가지 있으나 대표적인 방법으로는 수신 신호 강도를 사용할 때 신호 강도에 있는 노이즈를 제거하기 위해서 베이스안 필터 [2]를 사용하거나 하나 이상의 매체를 결합한 하이브리드 형태로 사용하여 사용자 위치를 파악한다.

본 논문에서는 휴대 장치에 널리 탑재되어 근거리 통신 수단으로 널리 사용되는 블루투스 장치를 사용하여 사용자를 인지하고 사용자 위치를 추정하며 이것을 탑재하여 사용자 이동성을 제공하는 홈 엔터테인먼트 시스템을 제안한다. 사용자 위치는 홈 네트워크에서 고정된 위치에 존재하는 장치를 기준으로 하여 상대적으로 추정한다. 이것은 사용자에게 어떤 장치가 가장 가까이 있는 장치인지를 알려 주며 이 장

치를 이용하여 사용자가 이동할 때 A/V 콘텐츠 스트리밍을 재생할 수 있게 하여 좁지만 비교적 안전한 통신 환경과 휴대 단말보다 좋은 성능의 장치를 사용하여 서비스의 단절 없이 실시간 형태로 재생한다.

논문의 2절에서는 사용자 위치인지와 홈 엔터테인먼트 시스템에 대한 연구를 소개하고, 3절에서는 사용자 이동성을 지원하는 홈 엔터테인먼트 시스템을 설명한다. 4절에는 시스템에서 사용한 사용자 이동성 지원하기 위한 인접 터미널 장치 탐색을 설명한다. 5절에서는 사용자 이동성 지원에 관한 시뮬레이션 결과를 설명하고 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

사용자 이동성을 지원하는 홈 엔터테인먼트 시스템에 대한 연구는 크게 2가지로 나눌 수 있다. 하나는 사용자 이동성을 지원하기 위한 사용자 위치인지에 관련된 연구이고 또 다른 하나는 이동성을 지원하는 스트리밍 서비스에 관련된 연구이다.

먼저 실내 환경에서 사용자 위치인지 관련한 연구로 RADAR [3] 시스템이 있다. 이 시스템은 2.4GHz 대역의 전파를 사용하여 신호 세기의 패턴을 비교하여 거리를 추정한다. 먼저 off-line 단계에서 각 위치에서 신호 세기를 수집하고 on-line 단계에서 off-line 단계에서 수집한 값과 비교하여 현재 신호 세기 패턴과 가장 비슷한 것을 찾는다. 이 시스템은 위치를 추정하기 위해서 데이터를 모으는데 시간이 많이 걸리고 신호의 외곽이 심한 곳에서는 사용하기 어렵다는 단점이 있다. BIPS [4]는 블루투스의 애드혹 네트워크를 사용하여 위치를 추정한다. 중앙의 서버와 특정 영역 마다 중앙 서버와 연결된 로컬 장치를 두어서 이 영역에 사용자가 들어오면 이 로컬 장치와 1:1로 연결하고 중앙 서버에 사용자 위치를 등록하여 다른 시스템에 이 정보를 이용할 수 있게 한다. 쉽고 간단하기는 하지만 사용자의 상세한 위치를 알 수 없다. Tong Liu [5]의 연구는 계층적 위치 예측 모델을 제안하여 무선 ATM 네트워크에서 효율적인 자원 관리와 최적의 경로 설정을 지원한다. 이 모델은 상위 계층과 하위 계층으로 나뉘는데, 상위 계층은 셀 간의 움직임을 관리하는 글로벌 계층, 하위 계층은 셀 내의 지역 이동을 관리하는 지역 계층으로 셀 간 움직임을 동적 변화 상태를 확률 모델

로 나타내며, 셀 간 움직임을 추적하고 예측하기 위하여 확장된 Kalman 필터를 이용한다. S. Michaelis [6]의 연구는 사용자 이동 패턴 예측 알고리즘인 Decision Trees, Instance Based K-Nearest Neighbour, Support Vector Machines 알고리즘을 비교 분석하여 하나 이상의 알고리즘을 조합하여 사용하면 오류 확률을 감소시켜 시스템의 정확도와 유효 범위를 늘릴 수 있음을 보였다.

두 번째로 이동하는 사용자에게 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 프레임워크에 대한 연구이다. UPnP(Universal Plug and Play) [7]는 마이크로소프트사가 제안한 미들웨어 솔루션으로서 기존의 IP 네트워크와 HTTP 프로토콜을 사용하여 홈 네트워크 기기 간의 제어와 상호운용을 목표로 하고 있다. 웹 기술을 바탕으로 장치 제어를 쉽게 구현하였고 현재 보편적으로 사용하는 기술을 사용하여 H/W나 S/W에 종속되지 않고 동작한다. 지니(JINI)는 다양한 프로토콜을 사용하는 가정 내 디지털 장비나 프로그램을 동적으로 상호 작용하도록 하는 Java를 기반의 미들웨어로 단순성과 높은 신뢰성의 확보, 효율적인 제어구조를 지향한 확장성 부여 등을 특징으로 한다. 그리고 플러그 앤 플레이(Plug and Play, P&P) 기능이 있어서 간단하게 시스템을 구성할 수 있고 기존 IP를 기반으로 하여서 네트워크 확장성 및 Java 연관 제품과 호환이 가능하다. HAVi(Home Audio Video interoperability) [8]는 SONY가 제안한 홈 네트워크용 미들웨어 솔루션으로 IEEE 1394 기술을 채택하여 A/V 장치 간의 실시간 데이터 전송과 상호 호환성을 목표로 둔다. P&P 및 AVC 코덱을 지원하고 향후 사용하게 될 미래 장치도 지원하기 위한 DCM(Device Control Module) 개념을 갖고 있다. MythTV [9]는 리눅스 컴퓨터에서 동작하는 홈 엔터테인먼트 시스템으로 생방송으로 방송되는 콘텐츠의 재생 흐름을 제어할 수 있는 Live-TV 기능만 기본적으로 제공하며 그 이외의 기능은 플러그인 형태로 존재한다. 전체적으로 사용자 인터페이스가 간단하여 쉽게 조작할 수 있고 여러 개의 튜너를 사용하여 콘텐츠를 동시에 녹화할 수도 있어서 네트워크에 존재하는 녹화기와 재생기에 대한 투명한 접근을 지원한다. 최근 홈 네트워크에서 사용자 이동성을 지원하기 위한 연구가 활발히 진행 중인데 모토로라에서 최근 발표한 Follow Me TVTM[10]는 UPnP 기반

의 홈 네트워크로 사용자가 외부 네트워크와 홈 네트워크 사이를 이동할 때 사용자 이동성을 제공하여 콘텐츠와 서비스를 단절 없이 제공한다. TV 프로그램을 디지털 비디오 레코더(DVR, Digital Video Recorder)로 녹화한 후 이것을 MoCATM[11]를 사용하여 고화질의 콘텐츠를 홈 네트워크에 존재하는 다양한 재생 장치로 전달하여 재생한다. 하지만 고화질의 콘텐츠를 전송하고 재생하기 때문에 이를 위한 특정 셋톱 박스 장비가 필요하며 사용자가 직접 메뉴를 조작해야 한다는 단점이 있다. 이 외에도 UPnP 프로토콜을 사용하여 세션 모빌리티를 지원하여 사용자 이동성을 지원하는 연구 [12]와 UPnP A/V 홈 엔터테인먼트 시스템과 RFID를 사용하여 만든 시스템 [13]이 있다.

3. M-Home: 사용자 이동성 지원하는 홈 엔터테인먼트 시스템

3.1 시스템 전체 구조

M-Home 시스템은 UPnP A/V 프레임워크 기반의 홈 엔터테인먼트 시스템으로 사용자가 장치와 콘텐츠에 대한 상세 정보나 지식이 없어도 UPnP A/V 장치를 사용하여 쉽게 콘텐츠를 이용할 수 있다. 여기에 사용자 이동성을 제공하여 사용자가 홈 네트워크 내에서 이동할 중일 때에도 콘텐츠를 즐길 수 있게 한다. 그림 1은 M-Home 시스템의 전체 구조이다. M-Home 시스템은 사용자가 휴대하는 장치와 홈 네트워크 내에 존재하는 UPnP A/V 장치를 블루투스 애드혹 네트워크로 연결하여 사용자의 위치를 추정하고 이동을 감시한다. 사용자는 RTSP와 가장

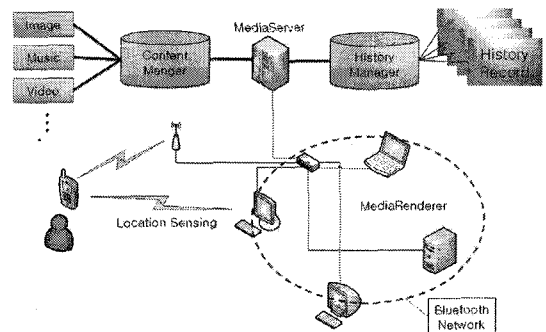


그림 1. M-Home 시스템의 전체 구조

인접한 UPnP A/V 장치를 사용하여 이동 중에도 콘텐츠를 재생할 수 있다. 이를 위해 M-Home 시스템은 자동으로 재생 흐름을 제어하고 세션 관련 정보를 새로운 UPnP 장치로 옮긴다. 그림 1에서 콘텐츠 매니저(Content Manager)와 히스토리 매니저(History Manager)는 사용자의 이동성을 예측을 위한 구성 요소로 본 논문에서 다루지 않는다.

M-Home 시스템에서 사용자는 컨트롤 포인트(Control Point)가 탑재된 휴대용 단말인 모바일 컨트롤 포인트 [14]를 사용하여 UPnP A/V 장치인 미디어 서버(MediaServer)와 미디어렌더러(MediaRenderer)를 탐색한다. 사용자는 탐색된 미디어서버에서 콘텐츠와 미디어렌더러를 선택하면 미디어서버가 RTSP 서버를 사용하여 콘텐츠를 선택된 미디어렌더러로 전송한다. 이와 동시에 컨트롤 포인트는 사용자가 미디어렌더러와 애드혹 네트워크를 형성하고 또한 사용자가 이동하는 동안 계속 인접한 장치를 탐색하여 애드혹 네트워크를 구성을 갱신한다. 그래서 사용자가 이동 중에도 이 애드혹 네트워크를 통하여 위치를 추적하여 이동 중에도 계속 콘텐츠를 이용할 수 있게 한다.

3.2 시스템 구성 요소

M-Home 시스템은 콘텐츠를 관리하고 RTSP 스트림을 제공하는 미디어서버, 스트림을 재생하는 미디어렌더러, 그리고 두 장치를 제어하는 모바일 컨트롤 포인트로 이루어진다. 모바일 컨트롤 포인트와 미디어렌더러는 사용자의 위치 추정 및 추적을 위해 블루투스 장치를 탑재하며 모바일 컨트롤 포인트에는 사용자의 위치를 추정하는 별도의 기능을 가진다.

3.2.1 미디어서버

미디어서버는 A/V 콘텐츠를 관리하고 다른 UPnP 장치에게 제공하는 장치로 기본적으로 3가지 서비스를 제공한다. 미디어서버가 제공하는 서비스는 콘텐츠 디렉토리 서비스(CDS, ContentDirectory Service), 커넥션 매니저 서비스(CMS, Connection Manager Service), AV 트랜스포트 (AVT, AV Transport) 서비스가 있다. CDS는 다른 UPnP 장치가 A/V 콘텐츠에 대한 정보 요청과 나열 그리고 검색을 허용하고 CMS는 콘텐츠를 재생하기 위해 생성된 세션을 관리하며 AVT 서비스는 재생 흐름을 제

어한다.

3.2.2 미디어렌더러

미디어렌더러는 동영상 재생기 또는 이미지 뷰어와 같은 프로그램을 사용하여 콘텐츠를 재생하고 모바일 컨트롤 포인트에게 재생에 관련된 속성을 설정할 수 있는 액션을 제공한다. 미디어렌더러는 콘텐츠 재생을 위해 미디어서버와 동일하게 CMS와 AVT를 제공하고 소리, 해상도와 같은 재생 관련 속성을 설정하기 위해 RCS(RenderingControl Service)를 제공한다. 사용자는 RCS를 사용하여 콘텐츠를 어떻게 재생할 것인지 동적으로 결정한다. 이런 기본 기능에 사용자 이동성을 지원하기 위한 블루투스 장비를 추가한다.

3.2.3 모바일 컨트롤 포인트

모바일 컨트롤 포인트는 사용자가 이동 중에도 다른 UPnP A/V 장치를 제어하고 재생 흐름을 조정하는 장치이다. 그리고 홈 네트워크에서 사용자 이동성을 지원하기 위한 위치 추정 및 추적하는 기능을 갖고 있다. 그림 2와 같은 구조로 되어 있는 모바일 컨트롤 포인트는 크게 독립된 3개의 모듈로 나뉘는데 각 모듈은 하나의 쓰레드에 연결되어 있다. 하나는 사용자와 상호작용을 담당하는 UI 모듈 UPnP 장치와 통신하기 위한 UPnP 모듈 그리고 블루투스 네트워크를 구성하고 사용자 위치 추정하는 BT 모듈이 있다. 먼저 UI 모듈에는 윈도우 메시지 큐가 존재하여 다른 쓰레드로부터 메시지를 받거나 사용자 상호작용을 위한 메시지를 처리하고 BT 쓰레드가 주기적으로 가져오는 신호 세기를 바탕으로 사용자 위치를 추정한다. 블루투스 장치를 모델링한 Device 클

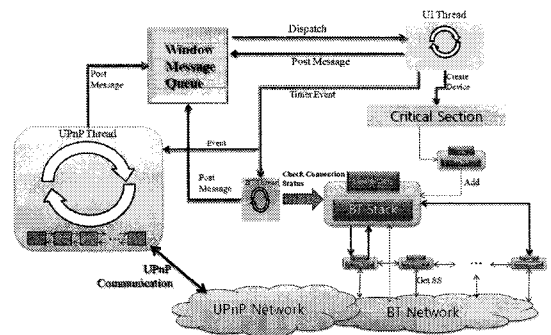


그림 2. 모바일 컨트롤 포인트 구조

래스는 UI 모듈이 양방향 연결 리스트 형태로 구성하여 애드혹 네트워크를 구성하는 블루투스 장치 정보를 저장한다. 이 리스트는 UI 쓰레드와 BT 쓰레드 모두 사용하는 것으로 크리티컬 섹션을 이용하여 동기화하였다. UPnP 쓰레드는 기본적으로 다른 UPnP 장치를 발견하고 통신하기 위해서 프로토콜 스택과 큐를 갖고 있고 UPnP 메시지를 분석하기 위해서 XML 파서를 탑재한다. UPnP 메시지 분석한 결과는 윈도우 메시지 큐로 전달되고 UI 쓰레드에서 분석된 결과를 사용자에게 보여준다. UI 모듈은 사용자가 다른 UPnP 장치가 제공하는 서비스의 액션을 호출할 수 있는 UI도 제공한다. 사용자가 액션을 선택하면 UI 모듈은 이벤트를 UPnP 모듈에게 통보한다.

4. 사용자 이동성 지원을 위한 인접 터미널 장치 탐색 방법

4절에서는 M-Home 시스템에서 사용자 이동성을 지원하기 방법을 설명한다. 먼저 터미널 장치와 사용자가 어떻게 블루투스 애드혹 네트워크를 구성하는지 설명한 후 이 네트워크로부터 구한 신호 세기를 어떻게 이용하여 사용자 위치를 추정하고 추적하는지에 대해 설명한다. 그리고 마지막으로 사용자가 이동하면 어떤 과정으로 장치가 전환되는지를 설명한다.

4.1 상황인지 기반의 애드혹 네트워크 구성

사용자의 위치를 추정하고 추적하기 위해서는 사용자 휴대 장치는 필수적으로 하나 이상의 터미널 장치와 블루투스 애드혹 네트워크를 형성해야 한다. 그래야만 사용자가 이동할 때마다 사용자 휴대 장치가 인접 터미널에서 수신한 신호 세기를 바탕으로 사용자가 스트리밍에 이용할 터미널을 선정할 수 있다. 블루투스 애드혹 네트워크를 구축하는데 시간이 많이 걸리기 때문에 상황인지를 통해 사용자가 이동할 때 자동으로 네트워크를 새로 구축해야 한다. 블루투스 네트워크를 구성하기 위한 임계값 T 를 정의하고 다음과 같은 수식으로 임계값을 구한다.

$$T = \frac{\alpha + ESS_1 + ESS_2 + ESS_3 + \dots + ESS_n}{n+1} \quad (1)$$

여기서 α 는 초기 임계값이고 n 은 인덱스로 1보다 큰 정수이며 ESS_n 은 애드혹 네트워크가 끊기는 직전

에 마지막으로 계산한 추정된 신호 세기(Estimated Signal Strength, ESS) 값을 의미한다. ESS를 구하는 방법에 대해서는 4.2 에서 상세히 설명한다. 임계값 T 는 현재 사용 중인 터미널 장치가 언제 애드혹 네트워크에서 제거되는지를 알려준다. 그래서 사용자가 이동하다가 수신한 신호 세기가 T 에 근접하게 되면 곧 네트워크가 끊길 가능성이 높기 때문에 다시 터미널 장치를 탐색하여 새로운 애드혹 네트워크를 형성한다. 이렇게 하면 실제 사용 중인 터미널 장치가 블루투스 네트워크에서 제거 된 후 다시 네트워크를 구성하는데 걸리는 지연을 줄일 수 있다.

4.2 인접 터미널 장치 탐색 방법

일반적으로 홈 네트워크 환경에서 사용자의 이동을 허용하는 기술은 프록시 모바일 IP(PMIPv6, Proxy Mobile IPv6) [15] 또는 모바일 IP(MIPv6, Mobile IPv6) [15] 가 있다. 하지만 이 기술은 IEEE802.11g와 같은 액세스 포인트가 다수 존재하는 환경에서 사용자가 휴대용 단말기를 갖고 하나의 액세스 포인트에서 다른 액세스 포인트로 이동하는 경우를 고려한 것으로 M-Home 시스템에서처럼 사용자가 이동 중에 휴대 단말이 아닌 정적 위치의 고성능 장치를 이용하여 재생하는 것과는 접근 방법이 다르다. M-Home 시스템은 사용자의 이동성을 지원하기 위해서 먼저 블루투스 네트워크를 구성하여 인접 터미널 장치를 탐색하고 이 장치를 이용하여 사용자의 이동성을 지원하는데 이 방법의 장점으로서는 첫 번째로 고성능 장치를 사용하여 콘텐츠를 재생할 수 있고 두 번째로 서비스 단절 없이 이동 중에도 서비스를 계속 받을 수 있으며 세 번째로 장치를 이동하는데 별도의 사용자 개입이 필요하지 않으며 마지막으로 사용자의 경로를 추적하여 새로운 위치 기반의 서비스를 제공할 수 있다.

인접 터미널 장치를 탐색하기 위해서 애드혹 네트워크를 구성하는 터미널 장치의 신호 세기를 이용한다. 신호 세기와 사용자와의 거리는 반비례 [4] 하는데 이 방법은 정확한 거리를 구할 수는 없지만 상대적 위치를 추정할 수 있다. 하지만 실내에서는 사물과 벽으로 인해 왜곡 현상이 발생하는데 약 32%의 측정된 데이터에서 최대 ± 10 의 편차를 보였다 [16]. 왜곡 현상을 줄이기 위하여 먼저 최근 10개의 평균을

구하고 가장 마지막에 측정된 값 가져와서 적용 가중치를 부가하여 최종 수신된 신호의 세기를 보정하였다. 수식 (2)는 보정된 수신 신호 세기 값을 구하는 수식이다.

$$ESS(k+1) = (1-\alpha)SS(k+1) + \sum_{i=\max(1, k-9)}^k \alpha^{k-i+1} (1-\alpha)SS(i) \quad (2)$$

여기서 k 는 0과 n 사이의 정수로 i 는 1과 $k-9$ 중 큰 값부터 k 까지 존재하는 정수 값이다. SS (Signal Strength)는 블루투스 신호 세기인데 $SS(k)$ 는 k 번째 구한 신호 세기를 의미하고 ESS 는 추정된 신호 세기를 의미한다. 그리고 α 는 최근 10번의 평균과 마지막 수신된 신호 세기에 부가하기 위한 가중치로 0보다는 크고 1보다는 작은 실수를 사용한다. 수식 (2)을 사용하면 데이터에 포함된 노이즈 값이 평균의 효과로 줄어들게 되고 이로 인해 실내에서도 신호 세기를 사용하여 어느 정도 정확도를 갖고 이동 중인 사용자가 특정 터미널의 위치에서 멀어지는지 가까워지는지에 대한 것을 알 수 있다 [16]. 즉 수식 (2)을 사용하여 가장 큰 ESS 값을 갖는 터미널을 찾고 이것이 사용자 위치에서 가장 가까이 있는 장치로 판단하여 이동 중인 사용자가 이용할 수 있게 콘텐츠를 이 터미널 장치를 통해 재생한다.

하지만 (2) 식으로만은 두 터미널 장치의 서비스 영역이 중첩된 곳에서는 잘 동작하지 않는데 그림 3과 같은 상태도를 이용하여 보다 안정적으로 인접 장치를 선택한다. 상태도는 가장 가까이 있는 장치를 정할 때 3번 연속일 경우 선택될 경우 최종적으로 그 장치를 선택한다. 이 외에도 터미널 장치에 대한 사용자 선호도를 지정하여 정적으로 장치가 선택되도록 할 수 있다.

4.3 터미널 장치 동적 전환

스트리밍 중에 사용자가 다른 장소로 이동하면 스트리밍 세션 역시 이동 경로를 따라 이동해야 한다.

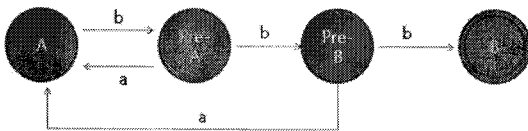


그림 3. 장치 전환 상태도

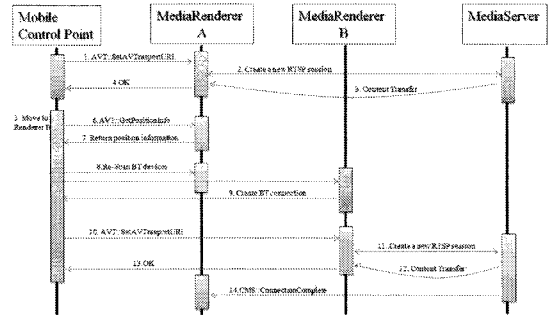


그림 4. 네트워크 구성이 1:1인 경우의 장치 전환 메시지 흐름도

사용자 이동에 따른 터미널 장치 동적 전환을 위해서 UPnP 메시지와 RTSP를 사용한다. 터미널 장치 동적 전환은 사용자와 터미널 장치간의 애드혹 네트워크 구성이 1대 1인 경우와 1대 n 인 경우로 나눌 수 있다. 그림 4는 1:1인 경우 사용자가 한 터미널 장치에서 다른 터미널 장치로 이동하였을 때 현재 진행 중인 RTSP 세션을 새로운 터미널로 전환하기 위한 메시지 흐름도이다. 홈 네트워크에 미디어서버 1대와 미디어렌더러 2대가 있고 사용자가 먼저 미디어렌더러 A를 사용하여 콘텐츠를 재생한다고 가정할 때 네트워크 구성이 1:1인 경우에 장치 간의 메시지 흐름은 다음과 같다.

1) **콘텐츠 재생 요청:** 사용자는 모바일 컨트롤 포인트를 사용하여 미디어렌더러 A의 AVT 서비스가 제공하는 SetAVTransportURI 액션을 호출하여 미디어렌더러에게 스트리밍을 시작을 요청한다. 이때 인자로 미디어서버의 UDN(Unique Device Name)과 콘텐츠의 URI를 넘긴다. 미디어렌더러 A는 미디어서버와 통신하여 RTSP 세션을 생성하고 미디어서버는 콘텐츠를 미디어렌더러 A에 전달한다.

2) **사용자 이동:** 사용자가 현재 생성된 블루투스 네트워크를 벗어나면 모바일 컨트롤 포인트는 미디어렌더러 A의 AVT::GetPositionInfo 액션을 호출하여 현재 재생 위치를 가져온다.

3) **블루투스 네트워크 재생성:** 새로운 블루투스 네트워크를 구성하기 위해서 블루투스 장비를 새로 탐색한다. 새로 발견된 블루투스 장치 중에 미디어렌더러만 찾아서 네트워크를 새로 구성한다.

4) **콘텐츠 재생 재개:** 발견된 미디어렌더러 중 가장 가까이 있는 미디어렌더러를 사용하여 콘텐츠 재생을 재개한다. 먼저 모바일 컨트롤 포인트가 새로 발견한 미디어렌더러 B의 AVT::SetAVTransport

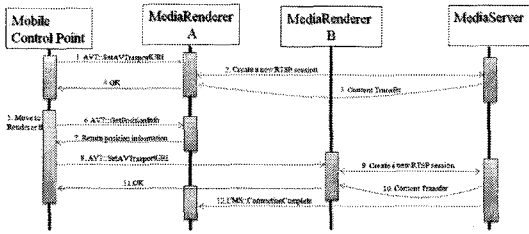


그림 5. 네트워크 구성이 1:n인 경우의 장치 전환 메시지 흐름도

URI 액션을 호출한다. 이때 사용하는 인자로 미디어 서버의 UDN과 콘텐츠의 URI를 그리고 CurrentURIMetaData로 2번 단계에서 구한 위치를 인자로 넘긴다. 미디어렌더러 B는 CurrentURIMetaData를 사용하여 중단된 위치에서 재생하도록 세션을 생성한다.

5) **장치 전환 완료:** 미디어서버가 미디어렌더러 A의 CMS::CompleteConnection 액션을 호출하여 세션이 완료됐음을 통지한다.

사용자와 터미널 장치 간의 애드혹 네트워크가 1:n인 경우는 1:1인 경우보다 간절하다. 1:1일 때와 차이점은 새로 애드혹 네트워크를 구성하는 단계가 없다는 점을 제외하면 동일한 과정으로 진행된다. 그림 5는 1:n일 경우의 터미널 장치 전환 과정을 보여준다.

5. 시뮬레이션 결과

5절에서는 M-Home 시스템이 사용자 이동성이 지원되는 것을 보이고 시스템의 정확성을 RFID 기반의 시스템 [13] 과 비교를 통해 설명한다. 실험을 위해 그림 6과 같은 공간에 미디어 서버 각 1대 설치하고 미디어렌더러 2대를 LT1과 LT2라고 표시한 곳에 두었다.

미디어서버는 팬티엄4에 1G 메모리의 윈도우 XP 데스크탑형 컴퓨터를 사용하였고 미디어렌더러 2대는 동일한 삼성 팬티엄 노트북4를 사용하였다. 사용자가 휴대하는 모바일 컨트롤 포인트는 윈도우 모바일 5.0의 iPAQ hx2790b를 사용하였다. 애드혹 네트워크를 구성하기 위해 미디어렌더러와 컨트롤 포인트에는 WIDCOMM에서 제조한 블루투스 2.0에 EDR를 지원하는 블루투스 장치를 탑재하였다. 미디어서버와 RTSP 서버는 각각 JAVA 기반의 오픈 소스 프로그램

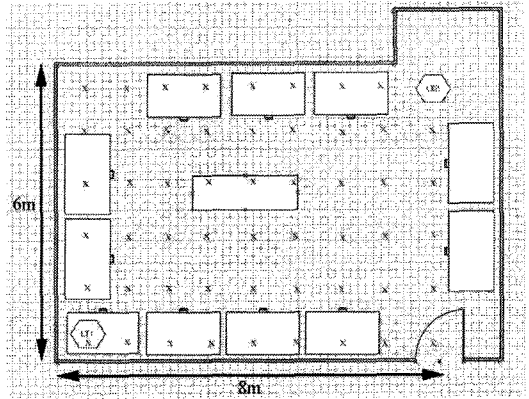


그림 6. 실험 공간 단면도

인 Cybergarage와 애플의 DarwinStreamingServer를 사용하였고 미디어렌더러는 u-MUSE 시스템 [17] 에서 사용한 미디어렌더러를 윈도우 환경에 맞게 수정한 것을 사용하였다. 사용자는 모바일 컨트롤 포인트를 갖고 LT1 옆에 서서 처음 콘텐츠를 재생할 미디어렌더러로 LT1을 선택 한 후 반시계 방향으로 벽을 따라 움직여서 LT2로 이동하고 다시 벽을 따라 LT1으로 돌아왔다. 그리고 다시 대각선으로 LT1에서 LT2로 이동하였다. 그림 7은 이 시나리오에 따라 시스템을 실행했을 때 동작 화면으로 사용자가 이동함에 따라 가장 가까이 있는 미디어렌더러를 선택하여 재생하였다. 좌측 2개의 이미지는 컨트롤 포인트에서 미디어서버를 탐색 후 콘텐츠 재생을 요청하는 화면이고 다른 이미지는 사용자가 위치를 이동하면서 가까이 있는 미디어렌더러를 선택하여 재생 중인 스트리밍의 세션을 옮겨서 재생하는 것을 보여준다.

M-Home 시스템의 정확성을 측정하기 위해서 그림 6과 같은 실험 공간을 1m 간격으로 나누고 수직 (1)의 α 값을 0.1씩 늘리면서 그림 6에서 붉은 색으로 표시된 각 지점마다 200회씩 신호 세기를 구하고 이에 따른 미디어렌더러 선택 여부를 조사하였다. 거리상으로 가까운 장치와 실제 M-Home 시스템에서 선



그림 7. 시나리오에 따른 동작 화면

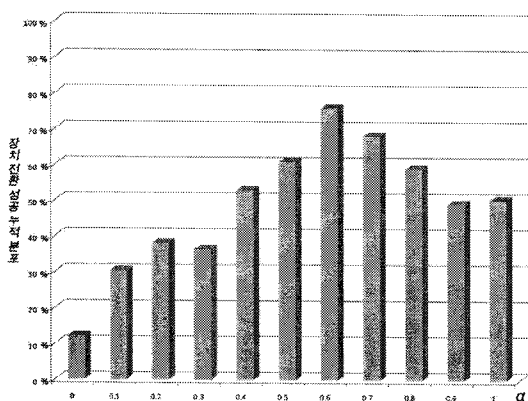


그림 8. α 값의 변화에 따른 장치 전환 오류

택한 결과를 비교하여 시스템의 정확도를 구하였는데 그림 8은 α 값의 변화에 따른 장치 선택 정확도를 보여준다. 이 실험을 통해 α 값이 0.6일 때 가장 높은 약 76%의 정확도를 보였다. M-Home 시스템의 유효 거리를 구하기 위해서 가장 높은 정확도를 가지는 α 값을 사용하여 시스템의 거리에 따른 장치 전환 정확성을 실험하였다. 그림 9는 거리에 따른 장치 전환의 정확성을 보여주는 것으로 파란색 선은 본 논문이 제안한 ESS와 장치 전환 상태를 적용한 것이고 붉은색 선은 수직 (2)만 적용하여 실험한 결과이고 마지막 연두색 선은 신호 세기만을 사용하여 유효 거리를 측정할 실험 결과이다. 그림 9에 따르면 ESS와 장치 전환 상태도를 사용하였을 때 M-Home 시스템은 약 1~5m 사이에서 약 90%의 정확성을 가지며 5m 이후로 에러 발생률이 높아진다.

M-Home 시스템과 유사한 시스템인 RFID 기반의 홈 오토메이션 시스템 [13] 과 비교해 보면 둘 다

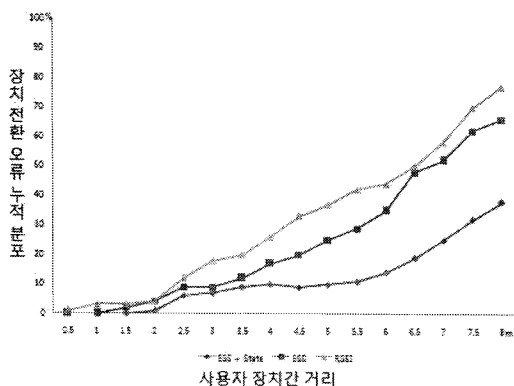


그림 9. 거리에 따른 장치 전환 에러 발생률

자동으로 세션 이동을 지원하지만 [13]의 경우 접촉식 RFID를 이용하여 사용자가 원하는 장치에 접근한 후 RFID 리더기에 접촉해야만 세션이 옮겨지는 것으로 유효 거리 안에서 높은 정확도를 갖고 동작하는 반면 사용자가 이동 중에는 재생을 할 수 없다는 단점이 있다. 또한 유효 거리면에서 M-Home 시스템은 실험을 통해 5m 안에서 높은 유효성을 가지는 반면 [13]의 경우 접촉식 RFID의 성능을 고려해 볼 때 1m 정도의 유효 거리를 가진다.

6. 결 론

본 논문에서 블루투스를 사용하여 사용자 이동성을 제공하기 위한 근접 장치 탐색 기법을 제안하고 홈 엔터테인먼트 시스템에 적용한 M-Home 시스템을 설명한다. 사용자 이동성을 지원하기 위해서 먼저 UPhP A/V 장치를 탐색하고 미디어렌더러와 모바일 컨트롤 포인트 간에 애드혹 네트워크를 구축한 후 추정된 수신 신호 세기를 사용하여 가장 인접한 터미널 장치를 찾는다. 그리고 사용자가 이동할 때마다 애드혹 네트워크가 변하는데 변하기 전에 자동으로 애드혹 네트워크를 새로 구성한다. 애드혹 네트워크를 구성하는 미디어렌더러 중 신호 세기가 가장 큰 장치를 이동 중에 콘텐츠를 재생하는데 이용함으로써 사용자 이동성을 제공한다. M-Home 시스템은 5m 안에서 약 90%의 정확도를 가지며 동작한다.

향후 다양한 실내 공간에서 시스템의 유효성을 측정할 예정이며 여러 다른 방식의 사용자 위치 측정 기술을 융합하여 보다 높은 성능을 갖도록 개선할 계획이다 [6]. 그리고 터미널 장치 전환에 따른 재생 단절을 최소화하기 위해 사용자 위치를 예측하는 기능을 추가할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] K. Kolodziej, and J. Danado, "In-Building Positioning: Modeling Location for Indoor World," Proceedings of the Database and Expert Systems Applications, 15th International Workshop on DEXA'04, Vol.00, pp. 830-834, 2004.
- [2] D. Madigan, E. Elnahrawy, R. P. Martin, W.

Ju, P. Krishnan, and A. S. Krishnakumar, "Bayesian Indoor Positioning Systems," Proceedings of INFOCOM 2006, Vol.2, pp. 1217-1227, 2006.

[3] P. Bahl and V. N. Padmanabhan, "RADAR: An inbuilding RF-based user location and tracking system," Proceedings of INFOCOM 2000, Vol.2, pp. 775-784, 2000.

[4] G. Anastasi, R. Bandelloni, M. Conti, F. Delmastro, E. Gregori, and G. Mainetto, "Experimenting an indoor bluetooth-based positioning service," Proceedings of 23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, pp. 480-483, 2003.

[5] T. Liu, P. Bahl, and I. Chlamtac, "Mobility Modeling, Location Tracking, and Trajectory Prediction in Wireless ATM Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.16, No.6, pp. 922-936, 1998.

[6] S. Michaelis and C. Wietfeld, "Comparison of User Mobility Pattern Prediction Algorithms to increase Handover Trigger Accuracy," Proceedings of IEEE 63rd Conference on Vehicular Technology, Vol.2, pp. 952-956, 2006.

[7] Universal Plug and Play Forum : <http://www.upnp.org>

[8] Home Audio Video Interoperability : <http://www.havi.org>

[9] MythTV : <http://mythtv.org>

[10] Follow Me TV™ : <http://www.motorola.com>

[11] Multimedia over Coax Alliance™ : www.mocalliance.org

[12] H. Mukhtar, D. Belad, and G. Bernard, "Session Mobility of Multimedia Applications in Home Networks Using UPnP," Proceedings of IEEE International Multitopic Conference, pp. 1-6, 2007.

[13] T. Hwang, H. Park, and J. Chung, "A Study on UPnP A/V Session Mobility Based on

RFID," Proceedings of 10th International Conference on Advanced Communication Technology, Vol.3, pp. 17-20, 2008.

[14] 정의균, 배준현, 김상욱, "유비쿼터스 환경을 위한 모바일 컨트롤 포인트 개발," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표대회, Vol.10, No.1, pp. 81-84, 2007.

[15] K. Kong, W. Lee, Y. Han, M. Shin, and H. You, "Mobility management for all-IP mobile networks: mobile IPv6 vs. proxy mobile IPv6," *IEEE Wireless Communications*, Vol.15, Issue.2, pp. 36-45, 2008.

[16] 정의균, 김상욱, "유비쿼터스 환경에서 위치 인지 기반한 재생 장치 동적 전환 메커니즘," 한국정보처리 학회 추계학술발표대회 논문집, 제14권, 제2호, pp. 805-807, 2007.

[17] H. Lee and S. Kim, "The u-MUSE System: An Integrated UPnP AV Home Entertainment System supporting RUI Service and Device Mobility," Proceedings of International Conference on Hybrid Information Technology, Vol.II, pp. 712-717, 2006.



김 상 욱

1979년 경북대학교 컴퓨터공학
으로 학사학위 취득
1981년 서울대학교 컴퓨터과학
과 석사학위 취득
1989년 서울대학교 컴퓨터과학
과 박사학위 취득
2008년 10월(현재) 경북대학교

전자전기컴퓨터학부 교수
관심분야 : 모바일 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 콘텐
트 저작 및 인간과 컴퓨터의 상호작용



정 의 균

2002년 2월 경북대학교 컴퓨터과
학과 이학사
2006년 7월 (주)비앤디 근무
2008년 10월(현재) 경북대학교
전자전기컴퓨터학부
석사과정

관심분야 : 모바일, 상황인지, 센서 네트워크, 데이터마이닝