

# 이동하는 사용자를 위한 이동성 예측을 이용하는 UPnP A/V 멀티미디어 시스템

김경덕<sup>†</sup>, 정의균<sup>\*\*</sup>

## 요 약

사용자의 이동성을 제공하는 유비쿼터스 환경과 달리 홈 네트워크와 같은 실내 컴퓨팅 환경에서는 사용자 이동성이 제공되지 않는다. 본 논문은 다양한 단말 장치에서 끊김 없는 멀티미디어 서비스 적응을 위해 사용자 이동 예측을 이용하는 UPnP A/V 멀티미디어 시스템을 제안한다. 본 시스템은 실내에서 이동 중인 사용자에게 이동 중 인접 장치로 세션을 자동으로 옮겨 사용자가 끊김 없이 멀티미디어 서비스를 받을 수 있게 한다. 이를 위해 사용자 상황정보를 6차 원칙으로 표현하고 이 상황정보와 이동 경로 정보를 바탕으로 사용자 이동을 예측한다. 이때 하나 이상의 이동 위치를 예측하여 기본적으로 예측 정확도를 높였다. 그리고 제안한 시스템에 대하여 사용자 이동성의 예측 정확도, 예측에 걸리는 시간, 예측을 통해 사용자에게 서비스하는데 걸리는 시간을 평가하여 이동 사용자의 이동 예측으로 끊김 없는 멀티미디어 서비스 적응을 제공할 수 있음을 보였다.

## A UPnP A/V Multimedia System using Prediction of Mobility for Mobile User

Kyungdeok Kim<sup>†</sup>, Egun Jung<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

Contrary to ubiquitous environments, indoor computing environments like home network doesn't support user mobility. This paper suggests UPnP A/V multimedia system using prediction of mobility for adaption of seamless multimedia service. The multimedia system enables indoor mobile users to play multimedia contents by transferring the current session to an adjacent device automatically. The system represents users' contextual information by Five Ws and One H model, and predicts user's movements by using contextual information and transitions of locations. The prediction basically includes multiple locations so that it improves accuracy of prediction. We evaluated the suggested system using in accuracy of prediction, time for prediction, handover time for service, and the system showed that adaption of seamless multimedia service was enabled by using prediction of mobility on mobile user.

**Key words:** Prediction of User Mobility(사용자 이동 예측), Service Continuity(서비스 연속성), Context-awareness(상황인지), UPnP(UPnP), RTSP(RTSP)

※ 교신저자(Corresponding Author): 김경덕, 주소: 경북 경주시 강동면 유금리 525(780-713), 전화: 054)760-1655, FAX: 054)760-1719, E-mail: kdkim@uu.ac.kr  
접수일: 2009년 5월 1일, 수정일: 2009년 7월 23일  
완료일: 2009년 8월 14일

<sup>†</sup> 중신회원, 위덕대학교 컴퓨터공학과 부교수

<sup>\*\*</sup> 준회원, LG전자 소프트웨어센터 주임연구원  
(E-mail: egun.jung@lge.com)

※ 이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-521-D00425).

## 1. 서 론

최근 광대역 무선 인터넷 서비스가 시작되면서 컴퓨팅 환경이 급속히 유비쿼터스 환경으로 진화하고 있다. 유비쿼터스 환경에서 개인은 항상 시간과 장소에 제약 없이 정보와 서비스에 접근 가능하고 가상 환경과 실제 환경 융합되어 보다 다양한 생활환경을 제공할 것이다. 하지만 가정, 사무실, 병원과 같은 비교적 좁은 영역에서 사용자 이동성을 지원하는 것은 어려운 일이다. 기존의 모바일 컴퓨팅을 위한 무선 기술은 광역 통신 환경을 위해 개발 운용된 것으로 이것을 좁은 영역의 컴퓨팅 환경에 적용하는 것에는 기술적 한계가 있어 IEEE 802.11과 같은 별도의 무선 기술을 사용하여 이동 사용자의 네트워크 접속을 지원한다. 하지만 실내 무선 환경에서는 핸드오버와 같은 사용자 이동성이 지원되지 않아 서비스를 받기 위해 서비스를 제공하는 단말기에 근접해야 한다. 실내에서 사용자 이동에 따른 한계를 극복하고 서비스 연속성을 보장하기 위해서 사용자 상황인지[1]와 이동성 예측이 필요하다. 상황인지는 개체의 상황을 규정하는데 사용하는 모든 정보로 정의할 수 있는데, 이 정보를 수집하여 사용자의 상황을 파악하고 이를 바탕으로 사용자가 의도하는 것을 장치가 자동으로 수행하도록 만들 수 있다.

본 논문에서는 사용자 이동성을 예측을 통해 이동 중인 사용자에게 멀티미디어 서비스를 제공하는 UPnP A/V 기반의 멀티미디어 시스템을 제안한다. 블루투스 장치를 탑재한 고정된 위치에 있는 재생 장치와 사용자의 휴대 장치 사이에서 애드혹 네트워크를 통해 신호 세기를 구하고 이것을 이용하여 가장 가까이에 있는 재생 장치가 탐색된다. 탐색된 재생 장치는 이동 중인 사용자를 위해 콘텐츠를 재생하며, 또한 주변 장치와도 블루투스 애드혹 네트워크를 구축하여 이웃한 장치들의 정보를 수집한다. 그래서 사용자가 다시 이동할 때 이웃 장치 리스트를 기반으로 사용자의 이동성을 예측한다. 예측된 정보를 기반으로 세션 정보를 자동으로 목적지로 옮겨 이동에 따른 서비스 단절을 예방한다. 기존 세션 이동성을 지원하는 방법으로는 MPEG21의 DID, DIA, DIP[2]를 이용하거나 SIP 또는 UPnP[3]를 이용하고 있으나, 본 논문에서는 UPnP A/V 프레임워크를 이용하여 세션을 이동한다. 사용자 이동을 예측하기 위해 6하 원칙 모

델 기반의 상황정보를 이용하는데, 사용자의 상황정보와 위치 정보를 수집하여 이를 과거 이동 패턴과 비교하여 향후 이동 방향을 정한다. 사용자의 이동을 예측할 때 하나 이상의 위치를 높은 정확도로 사용자의 다음 위치를 예측하여 실내에서도 끊임 없이 효율적으로 멀티미디어 서비스를 제공한다.

본 논문에서 2장에서는 끊임 없이 멀티미디어 서비스 적용을 지원하는 시스템과 사용자 이동성 예측에 관련된 연구를 설명하고, 3장에서는 상황인지 기반의 사용자 이동성 예측 방법을 설명한다. 4장에서는 사용자 이동성을 지원하는 멀티미디어 시스템의 개발에 대하여 설명한다. 5장에서 제안된 시스템을 평가하고, 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

이동 사용자에게 끊임 없이 멀티미디어 서비스 적용을 지원하는 기존 멀티미디어 시스템과 사용자 이동성 예측 방법에 대한 관련 연구는 다음과 같다.

먼저, 스마트 홈 엔터테인먼트 시스템[4-6]는 UPnP A/V 프레임워크 기반 시스템으로 사용자가 이동할 때 세션 정보를 수집하기 위해서 RFID 태그를 사용한다. 이 시스템은 세션 전송을 위한 UPnP A/V 세션 관리자를 두고 각 장치에 RFID 리더기를 설치하여, 사용자가 한 장치에서 다른 장치로 이동하면 사용자가 태그를 새로운 장치에 있는 리더기에 접촉하여 이전 세션 정보를 가져온다. 이 시스템은 세션 정보가 RFID 태그의 접촉으로 수동적으로 생성되어 사용자가 새로운 장치로 이동 중에는 서비스를 받을 수 없다. 그리고 홈 네트워크 간의 이동에 대한 고려도 없다. Mobile ubiQoS Middleware [7-9]는 여러 종류의 장치가 존재하는 네트워크에서 각각의 장치 요구사항에 맞게 QoS를 제공할 수 있는 미들웨어이다. 사용자의 이동 경로인 서비스 경로(Service Path)를 따라 분산 배치되는 미들웨어를 통해 동적으로 장치를 설정하고, 자동으로 세션 정보가 설정되어 멀티미디어 재생 서비스를 이동 중인 사용자에게 제공한다. 이 미들웨어는 IEEE 802.11의 신호 세기를 이용하여 사용자의 이동성을 탐지하고 이동을 예측하여 핸드오버에 발생하는 지연을 해결한다. 하지만 이동 중인 사용자에게 끊임 없는 멀티미디어 서비스를 제공하는 것이 아니라 고정된 위치에 있는

단말 장치로 사용자가 이동하여 그 장치를 사용할 때 서비스를 제공한다. UPnP 메시지를 이용한 세션 이동성[10] 연구에서는 멀티미디어 세션을 UPnP 메시지만 이용하여 지원하는 방법을 제안하였다. 이 연구에서는 사용자가 이동 중에 재생 장치가 바뀌게 될 때, 진행 중인 멀티미디어 세션을 새로운 장치에게 전달하여 투명하고 끊김 없는 멀티미디어 서비스를 받을 수 있음을 보였다. 하지만 모든 UPnP 장치는 사용자가 한 장치에서 다른 장치로 이동할 때 자동으로 세션을 옮겨 줄 수 있지만, 프로토콜의 수정 없이 세션 정보를 전송하기 위해 많은 UPnP 통신이 필요한 문제점이 있다.

끊김 없는 멀티미디어 서비스를 지원하는 많은 연구에서, 핸드오버 처리는 사용자 이동성에서 서비스 지연을 줄이는데 중요한 요소이며 관련 연구는 다음과 같다. 행위(activity) 기반의 이동성 모델[11]은 사용자의 다음 목적지나 이동 경로를 예측하는데 사용자의 행위 패턴을 사용하는 방법이다. 이 모델은 향해 및 위치 행위를 정의하는 2개 그룹을 정의하고, 행위 인지를 위해서 센서나 무선 시스템을 사용하며 지리적 정보를 라디오 주파수 지도를 사용하여 사용자가 방문하거나 거처간 곳을 기록한다. 24시간 동안 수집된 모든 행위 정보를 이용하여 사용자 행위 패턴을 구성하고, 확률과 방문 시간 정보를 이용하여 다음 이동지를 예측한다. 하지만 사용자 이동 히스토리를 구성하는데 많은 시간이 걸리며 예측 결과를 다시 반영할 수 없다. 상황 정보를 이용하는 이동 예측 프레임워크[12]는 사용자의 선호도, 이동 목적, 공간 정보 등의 상황정보를 분석하여 사용자의 이동 경로와 위치를 예측한다. 이 프레임워크는 사용자 상황 정보와 개념적 공간 정보를 조합하여 예측한다. 하지만 상황 정보가 방대하여 이를 유지하는 작업에 부하가 크고 이로 인해 예측하는데도 많은 시간이 걸리고, 뿐만 아니라 실외 환경의 사용자를 대상으로 하고 있어서 실내에서는 적용하기 어렵다. 2단계 사용자 이동성 예측 프레임워크[13]는 마코프(Markov) 모델을 사용하여 사용자 이동 위치를 추론하여 서비스를 제공한다. 예측 정확성은 약 69%이지만 위치 정보만을 갖고 사용자의 의도를 파악하기 어려워 GPS를 함께 사용하여 사용자의 이동 정보를 가져오기 때문에 실내 환경에는 적합하지 않다. 하이브리드 접근법[14] 연구에서는 광대역 무선 네트워크에서 사

용자 이동성 예측을 통해 핸드오버를 처리하는데 필요한 여러 가지 예측 방법을 비교하였다. 결정 트리, 인스턴스 기반의 K-Nearest Neighbour, Support Vector Machines은 각기 사용자 이동성을 예측하는데 사용하고 이들 방법을 조합하여 사용자 이동 패턴 예측 알고리즘 비교 분석한다. 그리고 이 알고리즘을 하나 이상 조합하여 사용하면 오류 확률을 감소시킬 수 있음을 보였다.

이와 같이 사용자 이동 예측 모델 연구의 대부분은 과거 사용자의 이동 패턴을 바탕으로 사용자의 이동성을 예측하고 있으나, 최근 연구에서는 다양한 상황 정보를 이용하여 사용자의 이동성을 예측한다. 이동 패턴만을 사용하면 사용자가 통계학적 처리를 통한 확률로 예측 결과가 나오므로, 최근 사용자의 행동 변화가 있을 경우 이것을 예측에 바로 반영하기 어렵다. 그러나 상황 정보를 사용하면 사용자의 이동 원인을 다양한 변수를 고려하여 결정하기 때문에 보다 유연한 예측이 가능해진다. 그러므로 본 논문에서는 멀티미디어 시스템의 끊김 없는 서비스 적용을 위하여 실내에서 블루투스 애드혹 네트워크를 이용하여 사용자의 이동 위치를 예측 및 서비스를 지원한다.

### 3. 상황인지 기반의 사용자 이동 예측

끊김 없는 멀티미디어 서비스를 위하여 제안한 시스템은 이동 중인 사용자의 다음 위치를 예측하기 위해서 사용자의 이동 경로와 이동 순간의 사용자 상황 정보를 이용한다. 사용자 이동 경로는 장치 식별자, 장치 사용 시작 및 종료 시간, 콘텐츠 재생 및 종료 위치로 표현하고 상황 정보는 6하 원칙 모델을 통해 기술한다.

#### 3.1 6하 원칙 모델

사용자의 상황 정보를 표현하는 방법은 여러 가지 방법이 있으며[15-17], 본 논문에서는 행위를 보편적으로 기술할 때 사용하는 6하 원칙 모델을 이용하여 사용자의 이동을 예측하기 위한 사용자의 이동 동기 혹은 목적을 표현한다. 6하 원칙으로 표현된 사용자 상황 정보는 과거 사용자의 홈 네트워크에서 이동 원인을 분석하고, 이를 근거로 사용자 이동 원인과 연관성을 판단하는 근거로 사용한다. 상황 정보를 표현하는 6하 원칙 모델의 각 항목은 다음과 같다.

• 누가(WHO) : 이 항목은 멀티미디어 서비스 또는 이를 위한 장치를 이용한 사람을 인식하기 위한 정보를 갖는다. 사용자의 이름, 아이디, 나이, 성별이 사용자 프로파일 형태로 저장된다. 사용자 프로파일은 상황 정보를 기본적으로 분류하는 인덱스 역할을 수행하며, 제안한 멀티미디어 시스템에서는 콘텐츠 접근이나 사용자 이용 로그, 장치 선호도 설정 등에 사용된다.

• 무엇을(WHAT) : 이 항목은 콘텐츠 이름 혹은 식별 아이디, 장르, URI, 포맷, 화면 크기, 용량, 재생 시간 등의 콘텐츠에 대한 정보를 갖는다. 이 정보는 콘텐츠와 장치와의 연관성 또는 적합성을 유추할 수 있다. 만약 어떤 한 장치가 콘텐츠 재생에 필요한 특정 기능을 제공한다면 이 장치를 통해 콘텐츠는 보다 잘 표시할 수 있으며, 사용자는 콘텐츠 재생을 위해 이 장치를 주로 선택하거나 선택할 수밖에 없을 것이다. 이러한 연관성을 이용하면 사용자의 다음 위치를 예측하는데 보다 정확한 예측이 가능하다.

• 어디서(WHERE) : 이 항목은 사용자의 위치에 대한 정보를 갖는다. 제안한 멀티미디어 시스템에서는 이웃한 장치 리스트를 이용하여 이동자의 위치를 판단한다. 각 장치는 블루투스 애드혹 네트워크를 통해 인접한 이웃 장치 리스트와 사용자의 과거 이동결과를 바탕으로 이동 가능한 원거리 이웃 장치 리스트를 구성한다. 또한 블루투스 장치로부터 측정된 신호 세기를 사용하여 인접 이웃 장치 중에서 가장 가까이 있는 장치와 가장 멀리 있는 장치를 인지한다.

• 언제(WHEN) : 이 항목은 사용자가 콘텐츠를 특정 장치에서 재생하였을 때 그 세션에 대한 시간 정보를 갖는다. 세션이 언제 시작하였고 종료하였는지 또한 사용자가 거쳐 간 각 장치에 대해 기록한다. 시간 정보는 이동자의 일상적인 활동이나 규칙적인 움직임을 표현하기 위한 항목으로 움직임을 분석하는데 중요한 역할을 하며 사용자 이동을 예측하는데 중요한 요인이다.

• 왜(WHY) : 이 항목은 사용자가 이동한 목적이거나 이유를 가지며, 자동적으로 수집되는 다른 항목과 달리 사용자로부터 명시적으로 기술되는 정보를 갖는다. 명시적 목적을 위한 움직임은 다른 예측 경로와 달리 이동 경로가 거의 변함이 없으며, 목적 기반의 이동 경로 예측은 다른 예측과 비교해 볼 때 높은 정확도를 가진다. 사용자가 목적을 입력하지 않을 때

에는 이유 없음으로 지정하고 이동을 예측하는데 사용하지 않는다.

• 어떻게(HOW) : 이 항목은 사용자가 콘텐츠를 어떻게 재생을 하였는지 그리고 재생할 때 지정된 장치 설정 정보를 갖는다. 예를 들면 외장 스피커 사용, 디스플레이의 화면 크기와 해상도, CPU나 메모리 정보 등의 주로 하드웨어 장치나 그 속성에 대한 정보를 갖는다. 만약 한 장치가 콘텐츠를 재생하는데 더 많은 편리함이나 적절성을 제공한다면, 사용자는 그 장치로부터 보다 큰 만족을 가지고 향후 이 장치를 사용할 가능성이 더욱 크다고 할 수 있다. 그러므로 재생할 때 사용자가 설정한 정보를 이용하면 다음 사용자 위치를 보다 잘 예측할 수 있다.

6하 원칙 모델은 실질적인 정보에 대한 큰 분류를 제공하기 때문에 각 항목에 대한 실제 정보는 시스템에 따라 확장 가능하다. 본 논문에서는 이 모델을 이용하여 콘텐츠나 장치를 사용한 사람의 정보, 이용한 장소, 시간, 목적, 재생 방법을 상황 정보로 수집하고, 이를 현재 상황과 비교하여 사용자의 다음 이동을 예측한다.

### 3.2 상황 인지에 기반한 재생 후보 장치의 선정

6하 원칙 모델에 따라 수집된 정보를 이용하여 콘텐츠를 재생할 다음 후보 장치의 선정은 다음 5단계를 거친다. 첫 번째 단계는 사용자 상황 정보와 이동 경로 정보를 수집하는 정보 수집 단계이며, 두 번째 단계는 현재 정보와 비교하여 일치하는 데이터를 찾는 데이터 비교 단계이다. 세 번째 단계는 비교 결과를 이용하여 각 재생 장치들에 확률 값을 부여하는 단계이며, 네 번째 단계는 부여된 확률 값을 바탕으로 콘텐츠를 재생할 후보 장치들의 집합을 구하는 단계이고, 마지막 다섯 번째 단계는 예측 결과를 실제 사용자 이동과 비교하여 그 결과를 반영하고 다음 후보 장치 선정을 위하여 피드백 하는 단계이다. 각 단계의 구체적인 작동은 다음과 같다.

먼저, 정보 수집 단계는 사용자 이동성을 예측하는데 필요한 상황 정보와 사용자 이동 경로 정보를 수집 및 기록한다. 예측에 필요한 정보의 수집은 사용자가 한 장치에서 다른 장치로 이동하기 직전에 수집한다. 사용자의 상황 정보는 6하 원칙 모델로 표현되며, 사용자의 이동 경로는 사용자가 이동하면서 사용하는 장치에 대한 정보를 수집하여 관리 서버로

전달된다. 사용자의 상황정보는 콘텐츠 이름, 재생장치 ID, 사용이유, 이웃장치 리스트, 스피커 사용유무 및 디스플레이키기 정보로 구성되며, 사용자의 이동 경로 정보는 재생 장치 ID, 시작 시점, 종료 시점, 재생 시작 위치, 재생 종료 정보로 구성된다. 그림 1은 사용자 이동에 따른 사용자 정보 수집 단계를 나타낸다. 즉, 그림 1에서  $D_i$ 은 콘텐츠 재생 장치의 고유 ID이며,  $D_1, D_2, D_3, \dots$ 는 현재 블루투스 애드혹 네트워크를 이루고 있다고 가정한다. 현재 사용자가  $D_1$ 에서  $D_3$ 로 이동하면, 상황 및 장치 정보인  $c$ 와  $d$ 가 생성되며, 생성된 정보는 관리 서버내에 저장되며 히스토리 관리자(history manager)가 관리한다.

하나의 상황 정보는 사용자의 ID인  $U$ 에 의해 분류되고, 이동이 종료될 때까지 시간 순으로 기록되며,  $U_1 = \{c_1, c_3, c_5\}, U_2 = \{c_3, c_5, c_8, c_4\}, U_3 = \{c_9, c_1, c_8\}, \dots$ 의 형태를 가진다. 재생에 사용된 각 장치에 대한 정보는 하나의 세션이 종료될 때마다 사용자의 휴대 장치에 기록되었다가 히스토리 관리자로 저장되면서 하나의 경로인  $T$ 를 구성하며,  $T_1 = \{d_1, d_3, d_2, d_5\}, T_2 = \{d_1, d_3, d_2\}, T_3 = \{d_3, d_2, d_4, d_5\}, \dots$ 의 형태를 가진다. 이렇게 수집된 상황정보와 이동 경로 정보는 각각 6하 원칙 히스토리 및 경로 히스토리 정보로서 관리서버에서 관리한다.

데이터 비교 단계는 현재 상황 정보와 이동 경로를 각각의 히스토리 정보와 비교하여 기존 정보로부터 유사한 히스토리 정보를 탐색한다. 먼저 상황 정보는 사용자 식별 정보인 누가(WHO) 항목을 제외하곤 다른 5개 항목의 정보를 비교한다. 상황 정보  $c$ 는 각 항목에서 지정한 정보에 대한 값을 갖고 있으며, 예를 들면 무엇을(WHAT)인 경우 콘텐츠 이름과 장르 파일 정보 등을 말하며, 어디서(WHERE) 항목인 경

우 인접한 이웃 장치 리스트를 가진다. 이렇게 수집된 정보를  $v$ 로 표현하면, 상황정보  $c$ 는  $c = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ 이다. 각각의  $v$ 는 콘텐츠 이름, 이동 이유, 이웃 장치 리스트, 스피커 사용 여부, 시작 시간, 종료 시간 정보로 구성되며, 수식 (1)은 사용자의 다음 번 이동을 예측하기 위하여 기존 히스토리에서 동일한 상황 정보 집합을 결과 값으로 가지는 함수  $R(v_i)$ 을 나타낸다.

$$R(v_i) = \{c_k : \forall c_k \in U_j | v_i^{c_k} = v_j, v_i^{c_k} \in c_k \text{ and } v_i \in c\} \quad (1)$$

여기서  $U_j$ 는 사용자 식별자가  $j$ 인 사용자의 상황 정보 집합을 나타내며,  $v_i$ 는 현재 상황 정보인  $c$ 에 있는 정보 값을 의미한다. 함수  $R$ 은 현재 상황 정보  $c$ 의 한 상황 정보 값인  $v_i$ 를 넣으면 과거 상황 정보 데이터에서 동일한 값을 가지는 상황 정보를 찾는다. 사용자 이동 경로 정보의 비교인 경우, 먼저 현재까지 사용자 이동 경로를  $I$ 라고 하고, 경로 히스토리 전체를  $X$ 라고 하면, 사용자 이동 경로의 비교 결과 집합  $K$ 는 식(2)와 같다.

$$K = \{T_i | I \cap T_i = I \text{ and } T_i \in X\} \quad (2)$$

여기서 한 세션 동안 이동한 경로  $T_i$ 가  $X$ 의 원소라 하면, 현재 사용자 이동 경로와 임의의 이동 경로인  $T_i$ 의 교집합이 현재 사용자 이동 경로와 동일한 경로를 탐색한다. 식 (2)로부터  $K$ 를 구하였으면,  $K$ 에서  $I$ 집합의 마지막 장치 ID와 일치하는 장치 ID의 다음 장치 ID를 가져온다. 그리고  $d_{last}$ 는 집합  $I$ 의 가장 마지막으로 이동한 경로 정보로  $K$ 에서  $d_{last}$ 의 이동 정보가  $L$ 이며 식 (3)과 같다.

$$L = \{d_k \in T_i \text{ and } T_i \in K | d_k \text{ is the next node of } d_{last}\} \quad (3)$$

이 과정을 입력 집합인  $I$ 의 길이  $|I|$ 가 1이 될 때까지  $I$ 의 첫 번째 경로 이동 정보를 제거한 후 식 (2)와 (3)을 수행한다. 현 사용자 이동 경로 집합  $I_1$ 를 갖고 수행한 결과를  $L_1$ , 그리고 첫 번째 경로 정보를 제거한 후 수행한 결과를  $L_2$ , 두 번째 경로 정보까지 제거한 결과를  $L_3$ 라 하며 그 길이가 1이 될 때까지 반복한다. 그림 2는 사용자 이동 경로에서 다음 번 사용자 이동 경로를 찾는 과정을 나타낸다. 전체 이동 경로 집합  $X = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_k\}$ 라고 하고, 현재 사용자 이동 경로  $I = \{d_1, d_3\}$  이면 먼저  $L_1$ 은 그림 2에서처럼  $\{d_2, d_4\}$ 이고,  $L_2$ 는  $\{d_1, d_3, d_4, d_5\}$ 가 된다. 사용자 이동

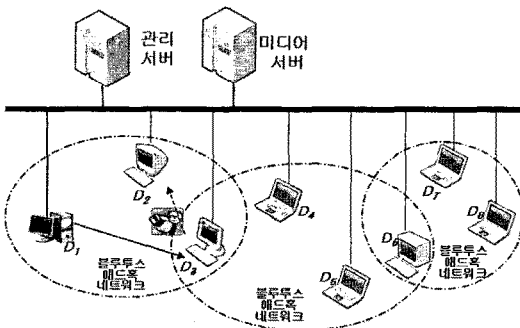


그림 1. 사용자 이동에 따른 사용자의 정보 수집

**Step 1**

$$I_1 = \{d_1, d_3\} \quad X = \{T_1, T_2, T_3, T_4, \dots\},$$

$$T_1 = \{d_1, d_3, d_3, d_3\}, \quad \Rightarrow L_1 = \{d_2, d_4\}$$

$$T_2 = \{d_2, d_3\},$$

$$T_3 = \{d_2, d_2, d_3, d_3\},$$

$$T_4 = \{d_2, d_2, d_3, d_3\},$$

$$\dots$$

**Step 2**

$$I_2 = \{d_3\} \quad T_1 = \{d_1, d_3, d_3, d_3\}, \quad \Rightarrow L_2 = \{d_1, d_3, d_4, d_5\}$$

$$T_2 = \{d_2, d_3\},$$

$$T_3 = \{d_2, d_2, d_3, d_3\},$$

$$T_4 = \{d_2, d_2, d_3, d_3\},$$

$$\dots$$

□ : 집합 K의 원소  
○ : 집합 L의 원소

그림 2. 사용자 이동 경로의 예측 과정

경로 비교에서 입력 길이에 따라 그 결과인 L에 대한 신뢰도가 달라지며, |L|이 줄어들면 신뢰도 역시 감소한다. 신뢰도는 다음 단계에서 확률을 부여할 때 계산된다.

확률 부여 단계는 각 정보의 비교 결과에 매스(mass)라는 확률을 부여한다. 이것은 데이터 비교 단계에서 구해진 예측 상황정보와 이동경로의 두 결과를 통합하기 위한 것으로 Dempster-Shafer이론[18]을 이용한다. 먼저 홈 네트워크에서 사용자가 선택 가능한 장치가 n개 있다면 이것으로부터 만들 수 있는 모든 부분 집합에 공평하게 매스 값을 부여한다. 공집합에는 어느 순간에도 모순이 되기 때문에 매스 값으로 0을 할당한다. 그리고 나머지 부분 집합에 나누어 주는데 그 합이 1이 되도록 나누어 준다. 전체 집합은 종종 알 수 없음으로 인식되기도 하는데, 왜냐하면 어느 것이 장치가 선택된 것인지 정확하게 알 수 없기 때문이다. 사용자가 선택할 수 있는 모든 장치의 집합을 X라고 할 때,  $X = \{d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_n\}$ 의 멱집합이 P(X)이면, 각각의 부분 집합에 매스 값을 정하는 매스 함수 m(A)는 식(4)와 같이 정의한다. 여기서, n은 집합 X를 이루는 장치의 수이며, A는 P(X)의 원소이고, |A|는 집합 A의 원소 개수이다.

$$m(A) = \frac{|A|}{\sum_{k=1}^n (k \times {}_n C_k)} \quad (4)$$

이 수식은 모든 부분 집합의 원소 개수에서 집합 A가 가지는 원소 개수만큼의 초기 매스를 할당한다. 만약  $A = \{d_1, d_2\}$  라면 이것의 매스는 2/80가 되지만, 현재 사용자 이동 경로를 줄여서 비교를 하면 그 결과에 대한 신뢰성이 떨어진다. 그러므로 현재 사용자 이동 경로에서 하나씩 줄여서 그 길이가 1이 될 때까지

비교를 한 후, 각 비교에서 나온  $L_i$ 에 매스 함수를 사용하여 매스 값을 할당한다. 각  $L_i$ 에 각 단계마다 신뢰 계수인  $r_j$ 를 두어서 이것을 적용하여 최종적인 매스 값을 구하며, 식 (5)와 같다.

$$M(A) = \sum_{A \in L_j} (r_j \times m(A)), \quad 0 \leq r_j \leq 1 \quad (5)$$

사용자가 다음번에 이용할 장치를 예측하기 위해서는 사용자 상황 정보와 이동 경로의 비교를 통해 얻은 결과를 Dempster-Shafer이론을 사용하여 후보 장치 집합을 선정한다. 후보 장치 집합을 만들기 위해서는 먼저 신뢰성이 다른 두 정보에서 구한 매스에 있는 모순을 고려해야 한다. 이 모순을 처리하기 위해 여러 가지 방법[19]이 있는데 이 중 디스카운팅 함수(Discouting Function)를 사용하여 신뢰 값을 구하고 최종적으로 하나의 집합을 만든다. 신뢰 함수 Bel(A)는 원소의 매스 총합으로서 함수 (6)과 같다.

$$Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B) \quad (6)$$

여기에 각 장치마다 신뢰 함수를 계산하고,  $0 \leq \alpha_i \leq 1$ 에 있는 실수인  $\alpha_i$ 로 신뢰 정도를 표현하며,  $i$ 는 신뢰 함수 인덱스이다. 그래서 신뢰도를 적용하여 디스카운팅 함수  $Bel^{\alpha_i}(A)$ 는 식 (7)과 같다.

$$Bel^{\alpha_i}(A) = (1 - \alpha_i) Bel(A) \quad (7)$$

마지막으로 집합 A에 대한 신뢰 값 결과를 평균 내서 하나로 만든다. 이를  $\overline{Bel}$ 로 표현하며 식 (8)과 같다.

$$\overline{Bel}(A) = \frac{Bel^{\alpha_1}(A) + \dots + Bel^{\alpha_n}(A)}{n} \quad (8)$$

함수 (6), (7), (8)을 사용하여 하나의 확률로 표현한 후 이를 바탕으로 후보 장치 집합을 만든다. 먼저  $\overline{Bel}$ 이 가장 큰 집합을 하나 선정하고, 그 다음으로 높은 집합을 하나씩 추가하여 사용자가 지정한 확률인 기대 신뢰 레벨(expected trust level)을 넘을 때까지 합산한다. 이때 집합의 원소 수가 최소가 되어야 한다. 제한한 멀티미디어 시스템은 이렇게 만든 후보 장치 집합을 통해 멀티미디어 세션 정보를 미리 옮겨 놓고, 사용자가 접근하면 바로 스트리밍을 제공한다. 그림 2에서 구한 결과를 사용하여 후보 장치 집합을 구하면, 표 1과 같다. 각 상황정보와 이동 경로 정보의 신뢰도는 1로 가정하고, 사용자 기대 신뢰 레벨을

표 1. 후보 장치 예측을 위한 연산

가정	상황 정보		이동 경로 정보		두 정보의 결합
	매스	신뢰값	매스	신뢰값	$\overline{Bel}$
{ D <sub>1</sub> }	1/80	1/80	1/80	-	1/80
{ D <sub>2</sub> }	1/80	1/80	1/80	-	1/80
{ D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> }	1/40	1/20	1/40	1/20	1/20

1/20로 하였을 때 최종적으로 {D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>}가 후보 장치 집합으로 선정된다.

마지막 피드백 단계에서는 후보 장치 집합과 실제 사용자가 이동한 결과를 비교하여 그 결과를 매스에 적용하는 과정이다. 매스는 기본적으로 동일한 매스로 시작하지만, 사용자 이동성 예측의 성공 여부를 매스에 반영하여 매스를 조정한다. 예측이 적중하면 예측 결과를 만든 장치의 신뢰도와 그 집합의 매스가 증가하고, 반대로 예측이 실패하면 신뢰 값과 매스가 감소한다. 예측 결과에 따라 피드백은 먼저 매스를 수집하고 이를 나눠주는 2단계로 진행된다. 먼저 실제 목적지를 포함하지 않은 모든 부분 집합에서 일정 부분의 매스를 가져와서 S를 계산하며, 식 (9)와 같다.

$$S = \sum_{A \cap B = \emptyset} (\gamma \times m(A)) \tag{9}$$

여기서 집합 B는 사용자가 실제 이동하여 사용한 장치를 갖고 있는 집합이고, A는 전체 장치 집합 X의 부분 집합으로 A 집합에 B 원소를 갖고 있지 않은 집합의 매스를  $\gamma$ 만큼 줄이고 이것을 모아서 S를 만든다. 이렇게 만든 집합 S는 집합 B를 가지는 모든 X의 부분 집합에 나누어 준다. 먼저 S의 절반을 정확하게 일치하는 집합에 준다. 그리고 나머지 반은 B를 가지는 모든 집합에 공평하게 나누어 준다. 각 장치의 신뢰 값은 성공하면  $\gamma$ 만큼 증가하지만 실패하면 그만큼 줄어든다. 만약 후보 장치 집합이 상황 정보가 아닌 사용자 이동 정보에서 구한 것이라면 사용자 이동 정보의 신뢰 값을 증가시키고, 상황 정보는 줄이며 둘 다에서 나온 것이라면 둘 다 신뢰 값을 증가시킨다.

#### 4. 사용자 이동성을 지원하는 멀티미디어 시스템

실내에서 이동 중인 사용자에게 끊임 없는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 시스템의 개발 환경으

로, 미디어서버와 RTSP서버는 CyberGarage 1.2와 Apple사의 Darwin 스트리밍 서버를 이용하였고, 콘텐츠를 재생하는 미디어랜더러는 MPlayer 1.0rc2를 이용하였다. 그리고 모바일 컨트롤 포인트는 윈도우 모바일 5.0 BROADCOMM 블루투스 스택을 이용하였다. 또한 제안한 시스템은 홈 네트워크 환경에서 이동 중인 사용자에게 콘텐츠 재생을 제공하기 위해서 블루투스 애드혹 네트워크와 UPnP 미들웨어를 이용하여 자동으로 사용자의 상황을 인지하고, 가장 가까운 장치에서 사용자가 멀티미디어 콘텐츠를 이용할 수 있도록 스트리밍을 제공한다. 그림 3은 시스템의 전체 구조를 나타낸다. 제안한 시스템은 기본적으로 사용자가 휴대하는 모바일 컨트롤 포인트, 콘텐츠 스트리밍을 제공하는 미디어서버와 RTSP 서버, 콘텐츠를 재생하는 미디어랜더러, 사용자 이동성을 지원하기 위한 블루투스 장치와 IEEE 802.11 장치가 있으며, 콘텐츠 관리와 미디어서버와 RTSP 서버 사이의 정보 공유를 수행하는 콘텐츠 관리자, 마지막으로 상황 정보와 사용자 이동 경로를 저장하는 히스토리 관리자 로 구성된다. 모바일 컨트롤 포인트와 미디어랜더러는 사용자의 이동을 추정하고 추적하기 위해서 블루투스 장비를 탑재한다. 사용자 휴대장치에 탑재한 모바일 컨트롤 포인트를 통해 미디어서버와 미디어랜더러를 제어하고 스트리밍 서비스를 받는다.

그리고 히스토리 관리자에게 상황정보를 전달하여 사용자의 이동을 예측한다. 히스토리 관리자는 예측 결과인 후보 장치 집합을 미디어서버에게 전달하고 미디어서버는 다시 RTSP 서버에게 전달하여 세션을 미리 생성한다. 미디어랜더러가 접근하는 모바일 컨트롤 포인트를 감지하면, RTSP 서버에게 요청

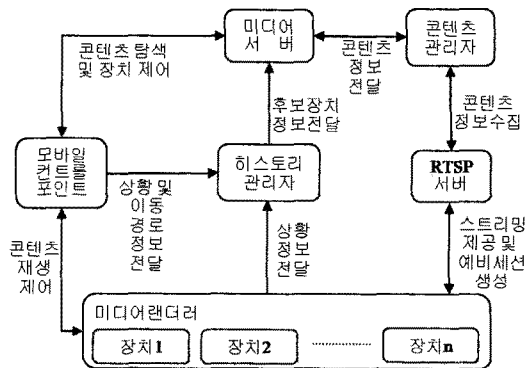


그림 3. 시스템의 구조

하여 스트리밍 재생을 재개한다. 미디어렌더러는 블루투스 애드혹 네트워크를 구축하여 사용자가 이용 가능한 곳을 파악하여 히스토리 관리자에게 전달한다. 미디어서버와 미디어렌더러는 유선 또는 무선으로 홈 네트워크를 구성하며, 모바일 컨트롤 포인트는 IEEE 802.11를 사용한다. 각 구성 요소의 구체적인 역할은 다음과 같다.

먼저 모바일 컨트롤 포인트는 컨트롤 포인트를 기본으로 하여 사용자 이동성의 추정과 추적을 위한 블루투스 장치와 알고리즘을 내포하고 있으며, 멀티미디어 시스템에서 사용자 이동성을 지원하는 핵심 장치이다. 이 장치는 사용자가 현재 어디에 있는지 그리고 가장 인접한 장치가 무엇인지를 알려주는 역할을 한다. 또한 블루투스 장치를 사용하여 미디어렌더러와 애드혹 네트워크를 구성하고 여기서 신호 세기를 구하여 현재 위치를 추정하고, 미디어렌더러의 변화를 통해 사용자의 이동을 추적한다. 미디어 서버는 콘텐츠를 관리하고 다른 UPnP 장치에 콘텐츠를 서비스하며, IP 기반의 홈 네트워크에서 실행 가능한 콘텐츠나 다른 저장소에 저장된 콘텐츠 정보를 가져와서 이들 정보를 XML 문서로 만들어 컨트롤 포인트에 전달한다. 그리고 사용자가 콘텐츠 리스트 중 하나를 선택하면 미디어렌더러로 선택한 콘텐츠를 전송하여 사용자가 이용할 수 있게 한다. 홈 네트워크에서 미디어 서버는 VCR, 셋탑박스, 캠코더, CD/DVD 플레이어, 라디오, TV, 카메라 등이 될 수 있다. 미디어렌더러는 콘텐츠를 재생할 때 사용하는 장치로 사용자의 이동성을 지원하기 위해서 블루투스 장치를 추가로 탑재한다. 모바일 컨트롤 포인트가 콘텐츠 재생 중에 다른 곳으로 이동할 때마다 사용자 주변의 미디어렌더러는 블루투스 장치를 통해 모바일 컨트롤 포인트와 연결을 맺는다. 또한 미디어렌더러는 블루투스 애드혹 네트워크를 구성하여 이웃 미디어렌더러의 리스트와 정보를 공유한다. 그리고 사용자가 장치를 이용할 때 세션 정보와 재생 방법 관련 정보 그리고 위치 관련 정보를 히스토리 관리자에게 전달하여 예측할 때 이용한다. 콘텐츠 관리자는 사용자에게 스트리밍 전송을 제공하기 위한 콘텐츠 정보를 관리한다. 스트리밍 전송을 위해 미디어서버는 RTSP 서버를 하부 시스템으로 사용한다. 그리고 콘텐츠 관리자가 이 두 서버 사이에서 콘텐츠 정보를 수집 및 관리하여 공유할 수 있도록 한다. 이렇게 함

으로써 두 서버가 같은 공간에 배치할 필요가 없으며 또한 스트리밍을 전송하는 RTSP 서버를 여러 대를 동시에 사용하여 확장성과 서비스 가용성을 높일 수 있다. 마지막으로 히스토리 관리자는 사용자의 상황 정보와 이동 경로를 저장하고 이것을 바탕으로 다음 위치를 예측한다. 히스토리 관리자는 모바일 컨트롤 포인트로부터 사용자 정보와 콘텐츠 정보 그리고 이동 경로에 대한 정보를 받고 미디어렌더러로부터 위치 정보, 시간 정보, 재생 설정 정보를 받는다. 사용자가 미디어렌더러로 재생을 시작하면 히스토리 관리자는 과거 사용자 상황 정보와 이동 경로를 현재 상황과 이동 경로와 비교하여 후보 장치 집합을 만들고 이것을 미디어서버로 전달한다. 미디어서버는 이를 바탕으로 하부 RTSP 서버를 통해 후보 장치 집합에 포함된 미디어렌더러와 RTSP 연결을 생성한다. 그림 4는 제안한 멀티미디어 시스템에서 콘텐츠를 재생할 때의 메시지를 흐름을 보여준다.

메시지 흐름 순서는 다음과 같다. 초기화 단계(1~6)는 모바일 컨트롤 포인트가 홈 네트워크에 들어오면 홈 네트워크 전체에 자신의 참여를 알린다. 각 UPnP 장치는 응답으로 자신의 존재를 모바일 컨트롤 포인트에 알린다. 서비스 탐색 단계(7~8)는 모바일 컨트롤 포인트가 각 UPnP 장치가 제공하는 서비스 리스트를 받아온다. 여기서는 콘텐츠 재생을 위해 미디어서버로부터 콘텐츠 정보를 받아온다. 재생 초기화 단계(9~11)는 미디어서버로부터 받은 콘텐츠 리스트에서 하나를 선택한 후 미디어렌더러 A를 사용하여 재생을 한다고 하면, 먼저 모바일 컨트롤 포인트는 미디어서버에 콘텐츠를 미디어렌더러 A로 재생을 요청한다. 미디어서버는 이 요청을 RTSP 서버에게 전하고 RTSP 서버는 미디어렌더러 사이에

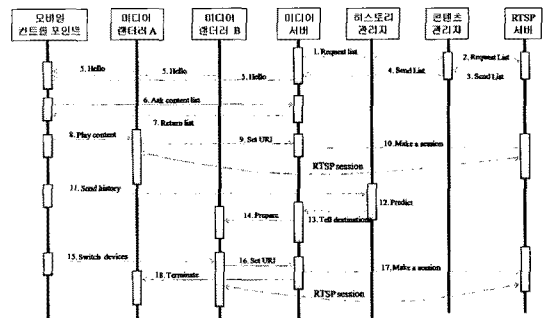


그림 4. 콘텐츠 재생을 위한 메시지 흐름



RTSP 세션을 생성한 후 스트리밍을 시작한다. 위치 예측 단계(12~16)는 세션이 시작하면 모바일 컨트롤 포인트와 미디어랜더러는 히스토리 관리자에게 상황 정보와 사용자 이동 경로를 전달한다. 히스토리 관리자는 이것을 사용하여 다음 위치를 예측하여 후보 장치 집합을 만든다. 이 집합을 미디어서버에 전달하면 미디어서버는 이것을 다시 RTSP 서버로 전달한다. RTSP 서버는 이 집합에 속한 미디어랜더러와 RTSP 세션을 만들어 사용자가 바로 이용할 수 있게 준비한다. 장치 전환 단계(17~20)는 사용자가 이동하면 모바일 컨트롤 포인트는 블루투스 애드혹 네트워크를 새로 구성하여 가장 가까이 있는 장치를 찾는다. 만약 미디어랜더러 B가 새로 찾은 인접 장치라면 세션을 바로 시작하여 사용자가 콘텐츠 재생을 계속 받을 수 있게 한다.

### 5. 시스템의 평가

제안한 멀티미디어 시스템의 성능을 평가하기 위해서 사용자 이동성의 예측 정확도, 예측에 걸리는 시간, 예측을 통해 사용자에게 서비스하는데 걸리는 시간을 평가하였다. 성능 평가는 6하 원칙 모델과 이동 경로를 단순화하여 예측을 평가하였다. 먼저 그림 5는 멀티미디어 시스템이 기대 신뢰 레벨에 따라 어떻게 정확도가 변하는지를 예측 정확도를 나타낸다.

이 실험에서 10대의 미디어랜더러를 사용하였고 6하 원칙 모델로 10 종류의 정보를 표현하였다. 그리

고 정보와 사용자 이동 경로는 랜덤하게 생성하여 총 100번을 측정하였다. 사용자 기대 신뢰 레벨이 높을수록 정확도는 높아졌지만 후보 장치 집합의 개수도 늘어났다. 그림 6은 상황 정보와 이동 경로 정보가 증가하면서 이동 예측하는데 걸리는 시간의 변화를 나타낸 것으로, 사용자가 선택 가능한 미디어랜더러의 수를 5, 10, 15, 20으로 하여 각각 조사하였다. 미디어랜더러의 수에 상관없이 처음 예측에서 시간이 다른 것에 비해 많이 걸리는데 이유는 입력의 모든 부분 집합에 초기 매스를 할당하는 작업으로 많은 시간이 걸린다. 그래프는 전체적으로 데이터양이 늘어날수록 선형적으로 시간이 증가함을 나타내었다. 마지막으로 그림 7은 제안한 멀티미디어 시스템에서 사용자가 장치를 전환할 때 걸리는 시간을 나타낸다.

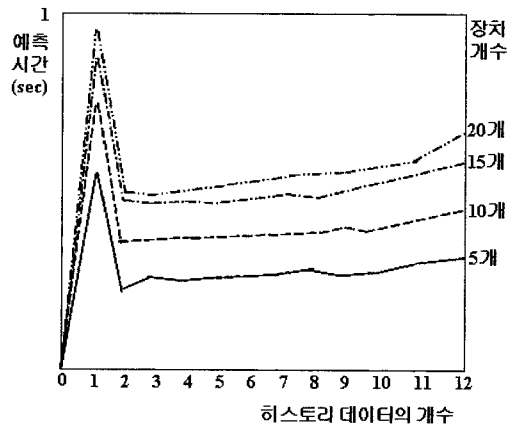
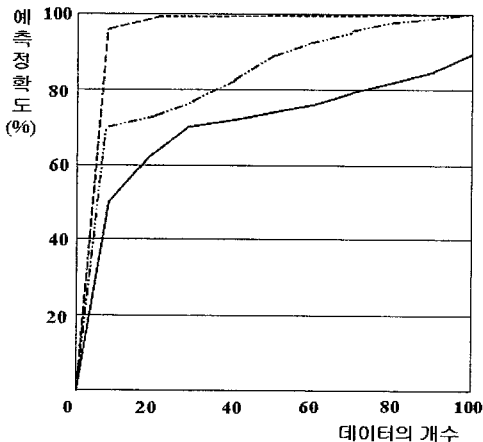
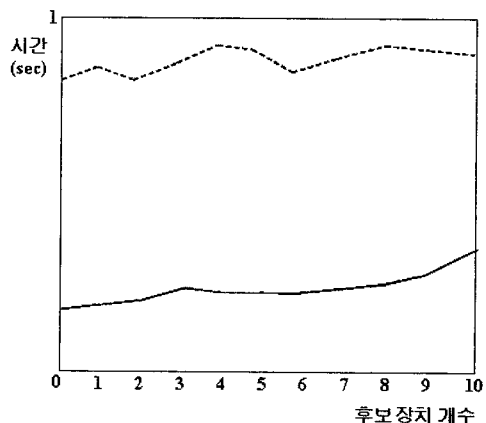


그림 6. 데이터에 따른 예측 시간 변화



기대신뢰레벨 : 50% —, 70% ----, 90% -.-

그림 5. 기대 신뢰 레벨에 따른 시스템의 정확도



예측시 핸드오버: —, 비예측시 핸드오버: ----

그림 7. 예측에 따른 핸드오버 시간 비교

표 2. 기존 관련 시스템과의 성능 비교

시 스템	세션 자동 이동	사용자 이동성	서비스의 연속성	핸드오버
스마트 홈 엔터테인먼트[4,5,6]	△	△	△	×
Mobile ubiQos Middleware[7,8,9]	△	△	△	△
UPnP 메시지를 이용한 세션 이동성 지원 시스템[10]	△	△	△	×
제안 시스템	○	○	○	○

○: 좋음, △: 보통, ×: 나쁨

모바일 IPTV와 실시간 방송 시스템 등은 핸드오버나 버퍼링에 의한 지연을 크게 상관하지 않지만, VoIP 등의 실시간 시스템에서는 약 300ms 이내에서 핸드오버가 이루어져야 한다[19]. 제안한 멀티미디어 시스템은 이동 예측을 사용하면 이 조건을 충족하였고, 사용자 이동 예측을 하지 않을 경우에는 세션 정보를 전달하는 시간으로 인해 예측을 했을 때보다 좀 더 많은 시간이 소요됨을 나타내었다.

표 2는 기존 관련 시스템과 제안한 시스템의 성능을 비교한 것으로 제안 시스템의 우수성을 나타낸다. 스마트 홈 엔터테인먼트 시스템[4-6]의 RFID 기반 UPnP A/V 세션 관리자는 세션을 자동으로 옮겨주진 않지만 성능이 좋은 RFID를 사용하면 사용자의 이동을 감지하여 세션을 자동으로 이동시킬 수 있다. 또한, 핸드오버에 대한 고려가 없어서 끊김 없이 재생 서비스를 제공하지 못한다. Mobile ubiQos MiddleWare[7-9]는 자동으로 세션을 옮겨진 않지만 정보 예측을 통해 미리 준비하며, 사용자의 세션 이동 요청으로 바로 서비스를 제공할 수 있다. 또한 자동적인 핸드오버 처리가 되지 않아 서비스의 연속성을 제공할 수 없다. UPnP 메시지를 사용한 시스템[10]의 경우 자동으로 세션 이동이 되지 않을 뿐만 아니라 사용자의 이동성도 감지하지 못해 서비스의 연속성을 제공할 수 없다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 이동 중에도 멀티미디어 재생 서비스를 제공하기 위한 사용자 이동성을 예측하여 끊김 없이 서비스를 제공하는 멀티미디어 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 상황정보와 이동경로 정보를 이용하여 사용자 이동을 예측하였고, 예측을 통해 사용자가 움직이기 전에 미리 사용할 장치에 필요한

스트리밍 데이터를 준비하여 실제 콘텐츠를 재생할 때 서비스 끊김이 발생하지 않도록 하였다. 이를 위해 사용자 상황 정보를 6하 원칙으로 표현하였고, 사용자 이동 경로도 수집하여 히스토리 관리자에게 전한다. 히스토리 관리자는 이것을 과거 수집한 자료와 비교하고 확률을 계산하여 후보 장치 집합을 만든다. 후보 장치 집합은 하나의 목적지만을 예측하는 다른 방법과 달리 사용자가 기대하는 수준의 확률에서 최소의 수의 복수의 목적지를 예측하여 예측의 정확도를 높였다. 그리고 예측된 장치 집합에 세션 정보를 미리 전달하여 기존의 홈 네트워크에서 사용자 이동성을 제공할 수 있음을 보였다. 또한 사용자 이동성에 따른 핸드오버 문제는 사용자 이동성 예측을 통해 해결하였고, 이동 예측을 통하여 제안한 멀티미디어 시스템이 실시간 콘텐츠 재생을 효율적으로 지원함을 보였다.

향후 연구는 후보 장치 집합을 최적화하여 이동 예측의 효율성을 높이는 것이다.

## 참 고 문 헌

[1] A.K. Dey, "Understanding and Using Context," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.5, No.1, pp. 4-7, 2001.  
 [2] O. Min, J. Kim, and M. Kim, "Design of an Adaptive Streaming System in Ubiquitous Environment," *Proc. 8th Int. Conf. Advanced Communication Technology*, Vol.2, pp. 1157-1160, 2006.  
 [3] UPnP Forum: [www.upnp.org](http://www.upnp.org)  
 [4] T. Hwang, H. Park, and J. Chung, "Personal Mobile A/V Control Point for Home-to-Home Media Streaming," *IEEE Trans. Consumer*

- Electronics*, Vol.54, No.1, pp. 87-92, 2008.
- [5] T. Hwang, H. Park, and J. Chung, "A Study on UPnP A/V Session Mobility Based on RFID," *Proc. 10th Int. Conf. Advanced Communication Technology*, Vol.3, pp. 1801-1802, 2008.
- [6] T. Hwang, H. Park, and J. Chung, "A Study on Session Manager for Smart Home Environment," *Proc. IEEE Int. Symposium on Consumer Electronics*, pp. 1-2, 2008.
- [7] P. Bellavista and A. Corradi, "A Qos Management Middleware based on Mobility Prediction for Multimedia Service Continuity in the Wireless Internet," *Proc. 9th IEEE Symposium on Computers and Communications*, Vol.1, pp. 531-538, 2004.
- [8] P. Bellavista, A. Corradi, and L. Foschini, "MUM: a Middleware for the Provisioning of Continuous Services to Mobile Users," *Proc. 9th IEEE Symposium on Computers and Communications*, Vol.1, pp. 498-505, 2004.
- [9] F. Bachieri, P. Bellavista, and A. Corradi, "Mobile Agent for Qos Tailoring Control and Adaptation over the Internet: the ubiQoS Video on Demand Service," *Proc. 2002 Symposium on Applications and the Internet*, pp. 109-118, 2002.
- [10] H. Mukhar, D. Belad, and G. Bernard, "Session Mobility of Multimedia Applications in Home Networks Using UPnP," *Proc. IEEE Int. Multi Topic Conf.*, pp. 1-6, 2007.
- [11] M.S. Sricharan, V. Vaidehi, and P.P. Arun, "An Activity Based Mobility Prediction Strategy for Next Generation Wireless Networks," *Proc. IFIP Conf. Wireless and Optical Communications Networks*, DOI: 10.1109/WOCN.2006.1666596, 2006.
- [12] N. Samaan and A. Karmouch, "A Mobility Prediction Architecture Based on Contextual Knowledge and Spatial Conceptual Maps," *IEEE Trans. Mobile Computing*, Vol.4, No.6, pp. 537-551, 2005.
- [13] M. Park, J. Hong, and S. Cho, "Two-Stage User Mobility Modeling for Intention Prediction for Location-Based Services," *Intelligent Data Engineering and Automated Learning*, Vol.4224, pp. 538-545, 2006.
- [14] S. Michaelis, and C. Wietfeld, "Comparison of User Mobility Pattern Prediction Algorithms to increase Handover Trigger Accuracy," *Proc. IEEE 63rd Conf. Vehicular Technology*, Vol.2, pp. 952-956, 2006.
- [15] M.M. Kokar, C.J. Matheus, and K. Baclawski, "Ontology-based Situation Awareness," *J. of Information Fusion of Special Issue on High-level Information Fusion and Situation Awareness*, Vol.10, No.1, pp. 83-98, 2009.
- [16] T. Villemur and E. Hammami, "Design and Evaluation of A Context-aware Service Deployment for Collaborative Sessions," *J. of Computer Communications*, Vol.31, No.17, pp. 4176-4191, 2008.
- [17] S.S Yau, H. Gong, D. Huang, W. Gao, and L. Zhu, "Specification, Decomposition and Agent Synthesis for Situation-aware Service-based Systems," *J. of Systems and Software*, Vol.81, No.10, pp. 1663-1680, 2008.
- [18] K. Sentz and S. Ferson, *Combination of Evidence in Dempster-Shafer Theory*, PhD thesis, SNL, LANL, and Systems Science and Industrial Eng. Dept., Binghamton Univ., New York, 2002.
- [19] K. Kim, Y. H. Kim, J. Kim, and S. H. Lee, "PMIP based WiBro-HSDPA Seamless Mobility Support," *Korean Network Operation & Management Review*, Vol.11, No.1, pp. 12-26, 2008.



김 경 덕

1989년 2월 경북대학교 자연과학  
대학 이학사  
1991년 2월 경북대학교 컴퓨터공  
학과 공학석사  
1996년 4월 (주)웨스트시스템 기  
술연구소 연구원  
1999년 8월 경북대학교 컴퓨터공  
학과 공학박사

2000년 3월~현재 위덕대학교 컴퓨터공학과 부교수  
관심분야 : 모바일 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 콘텐  
츠 저작, 모바일 응용



정 의 균

2002년 2월 경북대학교 컴퓨터  
과학과 이학사  
2006년 7월 (주)비앤디 연구원  
2009년 2월 경북대학교 전자전  
기컴퓨터학부 공학석사  
2009년~현재 LG전자 소프트웨  
어센터 주임연구원

관심분야 : 모바일 시스템, 상황인지, 센서 네트워크, 데  
이터 마이닝