

유비쿼터스 환경에서 위치 인지 기반한 재생 장치 동적 전환 메커니즘

정의균*, 김상욱*

*경북대학교 전자전기컴퓨터학부

e-mail : jeg9849@woorisol.knu.ac.kr

A Mechanism of Dynamic Rendering-Device Switching based on Location-Awareness for the Ubiquitous Environment

Egun Jung*, Sangwook Kim*

*School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

요 약

컴퓨팅 환경이 유비쿼터스 환경으로 변화함에 따라 정보의 양은 증가하지만, 사용자가 이 모든 정보를 수용하기에는 한계가 있다. 그래서 유비쿼터스 환경에서는 장치 스스로 상황을 인지하고 능동적으로 처리할 필요가 있다. 본 논문에서는 블루투스 라디오 신호 세기를 기반으로 위치 인지를 하고 이를 바탕으로 이동중인 사용자에게 동적으로 멀티미디어 스트리밍 스위칭 서비스를 제공하는 *u-MESSAGE*(ubiquitous MEDIA Stream Switcher At Genius home Entertainment) 시스템을 소개한다.

1. 서론

최근 광대역 무선 인터넷 서비스가 시작되면서 컴퓨팅 환경이 유비쿼터스 진화하고 있다. 유비쿼터스 환경에서 사용자는 항상 시간과 장소에 제약 없이 정보와 서비스에 노출된다. 이로 인해 발생하는 무수히 많은 이벤트를 처리하다 보면 사용자는 정작 중요한 이벤트를 처리하지 못하는 상황에 처한다. 이런 상황을 막기 위해서는 소지하고 있는 휴대 단말기에 고유한 지능이 있어서 사용자의 주의를 요구하기 전에 능동적으로 처리해야 한다.

이를 정리하면 모든 휴대 정보 단말기는 상황 인지(Context-Awareness[1])를 할 수 있어야 한다. 상황 인지를 보유하면 넘치는 정보를 단말기가 능동적으로 처리해 주기 때문에 사용자의 서비스 접근성을 높여 준다. 상황 인지가 적절히 동작하기 위해서는 수많은 정보, 예를 들면 위치, 시간, 사용자 식별, 육체적·정신적·감성적 상태 등등 고려해야 할 사항이 많다. 이 중에서 위치 정보를 자세히 살펴보자. 위치 정보를 제공하는 시스템은 크게 실외용 시스템과 실내용 시스템으로 나눌 수 있다. 실외에서 사용 되는 것으로, GPS 가 있지만 실내에서 사용하기가 어렵다는 단점이 있다. 실내에서 위치 정보를 구하기 위한 방법으로는 triangulation, scene analysis, proximity, absolute positioning, relative positioning[2] 등이 있다. 이들 방법은 모두 사용하는 하드웨어 장치에 크게 의존하며 시

스템 성능을 높이기 위해서는 부가적인 장치가 필요하며 이로 인해 시스템 구성에 드는 비용과 복잡도가 증가하는 문제를 초래한다. 이는 결과적으로 휴대성이 강조되는 유비쿼터스 환경에 사용되기엔 문제가 발생한다.

본 논문에서는 널리 사용되는 Bluetooth 기반의 위치 인지(Location-Awareness) 기술을 제안한다. 이 기술은 상대적 위치 정보를 이용하여 사용자가 이동하였을 때 자동으로 가장 가까이 있는 장치를 인식하여 현재 이용중인 미디어 스트리밍 재생을 새로 인식한 장치로 전환하여 계속 이용할 수 있게 해 준다.

논문의 2장에서 관련 연구를 설명하고, 3장에서 위치 인지를 위한 알고리즘과 실험에 대해 설명한다. 4장에는 개발한 시스템에 대해 설명한 후 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

위치 인지를 위해 위치 정보를 구하는 방법으로는 MS RADAR[3], Active Badge[4], BIPS[5] 등이 있다.

RADAR 는 2.4GHz 대역의 신호 크기를 이용하여 거리를 추정한다. 거리를 추정하기 위해서 데이터를 수집하는 off-line 단계와 실제 사용자가 이동하면서 거리를 추정하는 on-line 단계로 나뉜다. off-line 단계에서는 실내에서 설치된 여러 대의 베이스 스테이션에서 각 위치의 신호 크기를 수집하여 저장한다. 이 값을 이용하여 on-line 단계에서 현재 위치의 값을 각 베이스 스테이션에 저장된 값과 비교하여 가장 비슷한 값을 찾아 위치를 추정한다. 그러나 2~3m 의 정

¹ 본 논문은 BK21 경북대학교 정보기술연구인력양성 사업에서 지원 받았음.

확도를 가지고 있어서 좁은 공간에서는 사용하기 힘들다는 단점이 있다.

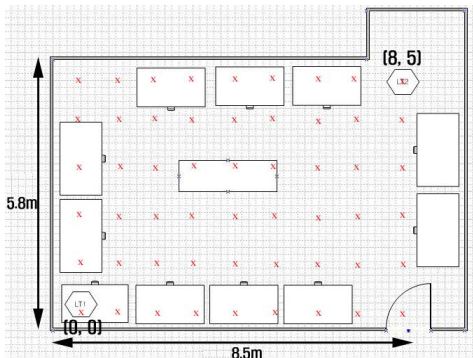
Active Badge 는 적외선을 주기적으로 발산하는 전자 배지를 사용하여 거리를 추정한다. 배지가 발산하는 신호를 수신하기 위해서 천장에 수신 센서를 달아야 하며 수신된 정보는 중앙에 위치한 서버에 전달되어 사용자의 위치를 파악한다. Active Badge 는 사용자 위치를 파악하기 위해서 천장에 일정 간격으로 수신 센서를 달아야 하기 때문에 시스템 구축에 드는 비용이 크며 적외선 사용으로 인한 line-of-sight 문제와 짧은 신호 전송 거리를 문제점으로 갖고 있다.

BIPS 는 Bluetooth 의 ad-hoc 네트워크를 사용하여 위치를 추정한다. 중앙의 서버와 특정 영역 마다 중앙 서버와 연결된 Bluetooth 로컬 장치를 두어서 이 영역에 사용자가 들어오면 이 로컬 장치와 ad-hoc 을 구성하고 로컬 장치는 중앙 서버에 사용자의 접속을 통지하여 위치를 파악한다. 그래서 BIPS 로컬 장치가 설정된 영역 수준의 정확도를 가진다.

이상의 시스템은 정확도를 높이기 위해서 많은 장치가 필요로 하며 이로 인해 많은 비용과 시스템 구성의 어려움이 있다. *u-MESSAGE* 시스템은 스트리밍 재생을 하는 장치와 Bluetooth ad-hoc 네트워크를 구성하고 이들 간의 신호 세기를 측정하여 위치를 추정한다. 이에 대한 상세 알고리즘은 3장에서 설명한다.

3. 위치 인지 알고리즘

u-MESSAGE 시스템은 ad-hoc 네트워크 내에서 가장 높은 세기의 신호를 발산하는 장치를 가장 가까이 있는 장치로 판단하여, 사용자가 이동할 때 진행중인 재생 서비스를 그 장치로 전환하여 이동 중에도 재생 서비스를 계속 받을 수 있게 하는 시스템이다. *u-MESSAGE* 의 위치 인지를 위해서는 사용자 위치에서의 신호 세기를 정확하게 측정하는 것이 핵심이다. 이를 바탕으로 위치 정보를 추정하는 알고리즘을 만들기 위해서 먼저 그림 1 과 같은 8.5m x 5.8m 의 공간 양 대각선 끝에 ad-hoc 네트워크를 구성하기 위한 Bluetooth 를 탑재한 장치(LT1, LT2)를 두고 그 사이를 가로 세로 1m 간격으로 'x' 표시하여 신호 세기를 측정하였다.



(그림 1) 데이터 수집을 진행한 방의 단면도

실험 결과 거리가 멀어지면 신호 세기도 줄어드는 반비례 관계임을 보였으나 측정 데이터의 30% 정도가 편차 큰 데이터가 존재한다. 이 편차를 줄이기 위해

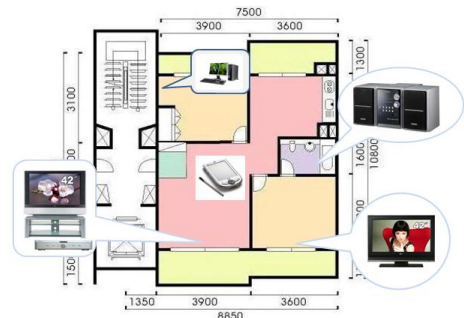
다음과 같은 신호 세기 측정 알고리즘을 설계하고 적용하였다.

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

여기서 k 는 0 과 n 사이의 정수이고 i 는 k 가 10 다 작은 경우를 고려하여 1 과 k-9 중 큰 값과 k 값 사이의 정수 값이다. SS(k)는 k 번째 구한 신호 세기를 나타낸다. 알파는 0 보다는 크고 1 보다는 작은 값 실수이며, ESS(Estimated Signal Strength)는 SS(k)와 최근 10 번의 SS(Signal Strength) 데이터에 가중치를 준 값의 합으로 구한다. 여기서 1m 간격으로 측정을 하는데 신호 세기를 0.1 초 주기로 신호를 측정하기 때문에 10 번의 측정값을 사용한다. 이렇게 구한 ESS 를 통해 보다 정확한 신호의 세기를 알 수 있게 되어 사용자의 위치를 보다 정확하게 추정할 수 있다.

4. 시스템 개발

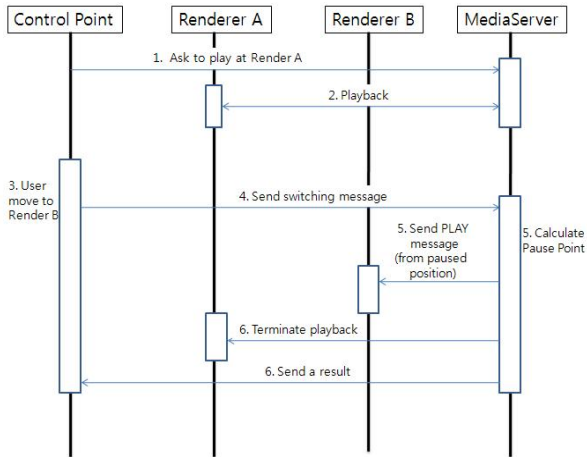
u-MESSAGE 시스템은 UPnP[7] 기반의 홈 엔터테인먼트 시스템이다. 이 시스템은 콘텐츠를 관리하고 콘텐츠 재생을 제공하는 미디어서버와, 재생을 보여주는 미디어렌더러, 그리고 UPnP 장치를 검색하고 재생을 제어하는 모바일 컨트롤 포인트[8]로 이루어져 있다. 사용자는 *u-MESSAGE* 시스템을 통하여 홈 네트워크 환경에서 미디어나 장치에 대한 상세한 정보가 없어도 콘텐츠를 이용할 수 있다. 또한 위치 인지를 통하여 사용자가 이동 중이더라도 멀티미디어 재생 서비스를 손실 없이 이용할 수 있게 한다. 예를 들면 그림 2 와 같은 가정에서 사용자가 거실에서 서버에 있는 동영상 스트리밍으로 재생할 때, 사용자가 오른쪽 하단의 안방으로 이동하면 위치 인지 알고리즘에 의해 자동적으로 안방에 있는 렌더링 장치로 연결되어 재생한다.



(그림 2) *u-MESSAGE* 의 동작 시나리오 예

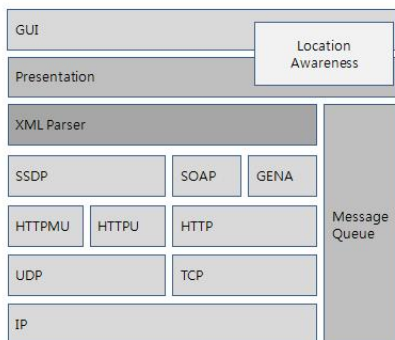
그림 3 은 스트리밍 스위치가 동작할 때의 메시지 흐름도이다. 위 예를 그림 3 으로 자세히 설명하면, 먼저 UPnP 통신으로 사용자가 소유하고 있는 모바일 컨트롤 포인트로 방에 있는 미디어서버를 검색하고 이 서버에게 거실에 있는 장치(Render A)로 RTSP 스트리밍 서비스를 요청한다. 서버는 사용자 요청을 처리하여 렌더러 A 에 콘텐츠를 스트리밍 전송한다. 재생이 시작 된 후 사용자가 안방으로 이동하면, 위치 인지 메커니즘이 사용자 위치 변화를 인지하여 가장 가까이 있는 장치를 찾게 된다. 이때, 방 입구에 설

치된 렌더러 B 가 검색되고 이를 서버에게 알려서 스트리밍 서비스를 렌더러 B 로 전환한다. 전환을 위해서 서버는 렌더러의 A 에서 멈춘 영상의 위치를 계산하여 그 위치부터 렌더러 B 에서 볼 수 있게 재생 위치정보를 포함하여 PLAY 메시지를 보낸다. 만약 렌더러 B 와 새로운 RTSP 세션이 성공적으로 생성되었으면 이전에 생성한 렌더러 A 의 세션을 닫아 성공적으로 전환 완료한다.



(그림 3) 스트리밍 스위치에 대한 메시지 흐름도

장치 스위칭을 위해 위치 인지 기능을 미디어렌더러와 모바일컨트롤 포인트에 탑재한다. 미디어렌더러에는 수동적으로 ad-hoc 네트워크에 참여하는 기능이 들어가고, 모바일 컨트롤 포인트에는 주기적으로 ad-hoc 네트워크를 구성하고 신호 세기를 측정하여 위치를 추정하는 기능이 들어간다. 그림 4 는 장치 전환을 위해서 사용되는 모바일 컨트롤의 구조를 보여준다. Location Awareness 층은 GUI 층과 Presentation 층 사이에 위치한다. Presentation 층은 XML Parser 로부터 UPnP 메시지를 분석한 결과를 받아서 의미를 분석하는 층이다. 그리고 GUI 층은 Presentation 층에서 받은 결과를 의미에 맞게 사용자에게 보여준다.



(그림 4) 모바일 컨트롤 포인트 구조

위치 인지를 맡는 Location Awareness 층은 독립적으로 쓰레드를 생성하여 주기적으로 ad-hoc 네트워크를 구성한다. 그리고 0.1 초 주기로 ad-hoc 네트워크에 연결된 장치의 신호 세기를 구한다. 사용자가 이동하면

이 값이 급격하게 변하는데, 이때 알고리즘에 따라 ESS 가 가장 큰 장치를 찾는다. Location Awareness 층은 Presentation 층에 스트리밍 스위치를 요청하기 위해 찾은 장치를 알려준다. Presentation 층은 미디어 서버에 이 정보를 알리고 미디어서버는 장치 전환을 통해 스트리밍 재생을 전환한다.

위치 인지를 바탕으로 한 장치 전환의 정확도를 측정하기 위해 그림 1 과 같은 환경에서 1m 간격으로 'x'표 한곳에서 200 번의 전환 테스트를 수행하였다. 그림 1 에서 LT1 장치를 가장 가까이 있는 렌더러로 잡아야 하는 위치가 (0, 0) ~ (3, 4), (4, 0) ~ (4, 2), (5, 0)이고 그 외에는 LT2 장치를 렌더러로 인식해야 한다. 테스트를 수행한 결과 총 54 개의 위치 중에서 13 군대에 기대와 다른 베이스 스테이션을 렌더러로 인식하여 75.90%의 정확도를 보였다. 기대와 다른 결과를 보인 위치는 주로 두 장치의 신호 세기가 비슷한 영역에 주로 존재하였다. 비록 중첩된 영역에서 정확성이 떨어지지만 3~5m 정도 거리에서 사용자 위치를 인지하여 성공적으로 장치 전환을 수행하였다.

5. 결론

본 논문에서 위치 인지를 위한 알고리즘과 이를 적용한 u-MESSAGE 시스템을 소개하였다. 위치 인지를 통해 사용자가 이동하였을 때 현재 재생 중인 콘텐츠를 가장 가까이 있는 장치로 전환하여 이동 중에도 스트리밍 재생을 이용할 수 있게 한다. 그래서 사용자 위치 변화로 인해 잃게 되는 서비스 시간과 내용을 손실 없이 이용할 수 있게 한다.

참고문헌

- [1] A.K. Dey, G.D. Abowd, and A. Wood, "Cyberdesk: a framework for providing self-integrating context-awareness services," Knowledge-Based System, Vol.11, pp.3-13, 1998
- [2] Kris Kolodziej, and Jose Danado, "In-Building Positioning: Modeling Location for Indoor World," Proceedings of the Database and Expert Systems Applications, 15th International Workshop on (DEXA'04), Volume 00, pp.830-834, 2004
- [3] P. Bahl and V.N. Padmanabhan, "RADAR: An inbuilding RF-based user location and tracking system," in Proceedings of INFOCOM, 2000.
- [4] R. Want, A. Hopper, V. Falcão, J. Gibbons, "The active badge location system," ACM Transactions on Information Systems (TOIS), Volume 10, Issue 1, pp. 91-102, 1992
- [5] G.Anastasi, R.Bandelloni, M.Conti, F.Delmastro, E.Gregori, G.Mainetto, "Experimenting an indoor bluetooth-based positioning service," Proceedings of 23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, pp.480- 483, 2003
- [6] Hyunju Lee, Sangwook Kim, "The u-MUSE System: An Integrated UPnP AV Home Entertainment System supporting RUI Service and Device Mobility," proceedings of The 2006 International Conference on Hybrid Information Technology(ICHIT 2006), Vol II, pp.712-717, Cheju Korea, 9-11 Nov, 2006
- [7] UPnP Forum: <http://www.upnp.org>
- [8] Egun Jung, Joonhyun Bae, and Sangwook Kim, "A Development of the Mobile Control Point for Ubiquitous Environments" Proceedings of 2007, Proceedings of Korea Multimedia Society, Vol. 10, No. 1, pp.21 May 18-19, 2007