

유비쿼터스 환경에서의 정보보조 시스템의 설계와 구현

전홍준, 이상훈, 서일홍
한양대학교 정보통신대학원

Design and Implementation of Information Assistant Systems in Ubiquitous Computing

hong-jun Chun, Sang-hoon Lee, Il Hong Suh
The Graduate School of Information and Communication, Hanyang University

Abstract - 표지판이나 지도, 안내책자 같은 매체들은 사용자에게 여러 정보(위치정보, 부가정보)를 제공한다. 이런 매체를 통한 위치정보와 부가정보는 직관적이고 간결하며 정적으로 표현되어 있다. 그리고 정보제공의 형태를 보면 사용자가 정보를 취득해 가야 하는 점에서 수동적으로 볼 수 있다. 하지만 사용자는 정보 욕구가 증가할수록 정적인 정보 보다는 동적인 정보를 요구하고, 수동적인 정보제공 방법 보다는 능동적인 정보제공 방법을 선호 한다. 본 논문에서 제안하는 정보보조시스템(IAS)은 기존의 IAS 시스템과 달리, 직관적이고 간결한 정보 전달의 수단으로 증강현실 기술을 사용하고, 능동적 정보제공의 방법으로 에이전트 시스템을 사용한다. 실제 구현 과정에서 성능 향상을 위한 아이디어를 추가하여, 제안하는 방법들의 효용성을 검증한다.

1. 서 론

사용자에게 여러가지 정보를 제공하는 기존의 매체(표지판, 지도 안내책자등)들은 정보를 직관적이고 간결하게 표현하며, 정보의 내용이 지도의 위치 명칭처럼 정적인 정보들이다. 그리고 정보제공의 형태로 보면 기존의 매체들은 예를 들면 안내 책자의 색인에서 자신의 위치를 찾아야 하는 방식처럼 정보를 취득해 가야 하는 점에서 수동적으로 볼 수 있다. 하지만 사용자의 정보 욕구가 증가할수록 정적인 정보 보다는 변하는 교통 상황을 전달해 주는 교통정보처럼 동적인 정보를 요구한다. 또한 수동적인 정보제공 방법 보다는, 운전중에 교통량과 길정보를 운전자의 상태에 따라 자동으로 제공하는 등의 능동적인 정보제공 방법을 선호한다. 따라서 정보보조시스템이 사용자의 욕구를 충족시키려면, 동적인 정보를 능동적으로 제공하면서도, 직관적이고 간결하게 정보를 표현하는 전달 수단을 갖춰야 한다. 기존의 동적인 정보 제공 수단들은 이러한 사용자의 필요를 정확히 반영하지는 못 해 왔다. 이에 제안하는 정보보조시스템(Information Assistant System : IAS)은 기존의 정적이고 수동적인 정보보조시스템들과 달리, 동적이고 능동적인 정보제공 하며, 그 방법으로 에이전트(Agent) 시스템과 증강 현실 시스템(Augmented Reality System)을 사용한다. IAS의 검색 에이전트는 사용자가 필요로 하는 정보를 네트워크 상의 다른 에이전트들과의 통신을 사용하여 동적으로 제공한다. 예를 들어 사용자가 현재 교통 상황 정보를 필요로 한다면 클라이언트 에이전트가 네트워크 상의 다른 에이전트들에게 교통정보의 검색을 요청하고, 현재 교통정보를 제공받는다. 그리고 증강 현실 시스템의 사용은 사용자의 현재 상태를 센서를 통해 자동으로 찾는다. 찾아낸 사용자의 현재 상태를 사용하여 클라이언트 에이전트는 사용자가 필요로 하는 정보가 무엇인지 능동적으로 알아낸다. 또한 개선된 3차원 위치 계산 알고리즘의 사용으로 사용자의 시점을 빠르게 계산한다. IAS에서 에이전트는 사전적 의미로 '대행자, 대리인'이란 의미를 가지고 있다. 에이전트는 컴퓨터 분야에서는 작업을 대신해 주는 프로그램이며 분산환경에서 작

업을 수행하는 자율성을 갖는 응용프로그램이라 정의한다. 또한 하나의 작업을 상호 협력해 해결하는 프로그램이라고 정의할 수 있다. 그리고 직관적인 사용자 인터페이스로 사용되는 증강 현실은 컴퓨터에 의해 생성된 정보를 실제 정보와 혼합하는 진보된 사용자 인터페이스(Human-computer Interface)이다. 시각 기반 증강현실(Vision based Augmented Reality)은 사용자가 보고 있는 현실 세계에 컴퓨터가 생성한 시각 정보를 자연스럽게 합성한다[1][3][4][5]. 증강 현실을 사용하면 사용자는 정보를 쉽고 직관적으로 받아들인다. 정보 검색 환경으로 사용되는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 유비쿼터스의 어원은 라틴어로 '언제 어디서나 존재하는' 이란 사전적 의미를 가지고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 어디서나 네트워크로 자신이 필요로 하는 정보를 얻을 수 있는 환경이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자가 필요로 하는 정보를 사용자가 현재 위치하는 물리적인 공간뿐만 아니라 네트워크를 통한 전자공간에서 검색할 수 있다. 정보 검색의 효율성을 높여주기 위해 사용하는 순차 트리는 사용자의 지나온 행적을 사용하여 확률이 높은 위치만을 대상으로 검색 한다. 축소된 검색 범위는 보다 확률 높은 사용자 위치 정보를 제공하여, 정보제공의 정확도를 향상시킨다.

2. 본 론

2.1 정보보조시스템(IAS)

정보보조시스템(Information Assistant System : IAS)은 입력으로는 사용자의 환경 정보를 받고, 출력으로는 서비스 정보를 사용자에게 제공하도록 구성되었다. 제안하는 IAS의 구성이 그림 2-1이다.

환경 정보는 현재 사용자의 위치(Location)과 사용자가 주목(Attention)하는 정보로 구분 할 수 있다. 위치와 사용자가 주목하는 정보는 자연적인 요소(Natural Feature)와 인공적인 요소(Artificial Feature)를 통해 알아내며, 위치 정보에서는 사전 정보(Prior Knowledge)를 사용하여 신뢰할 수 있는 위치 정보를 얻는다. 사용자가 주목 하는 정보(Attention Information)를 알기 위해서는 환경 요소에 대한 물체 인식(Object Recognition)이 필요하다 서비스 정보는 표식 인식(Marker Recognition)과 3차원 위치 계산을 통해서 증강 현실 장면을 구성해 사용자에게 제공한다.

IAS는 위치 정보에 대한 부분과 사용자가 주목하는 정보에 대한 부분으로 나뉜다. 위치 정보에 대한 부분의 경우 서비스 에이전트가 정보를 검색할 때 순차적 흐름 알고리즘을 사용하여 위치 정보를 검증한다. 반면 사용자가 주목하는 정보에 대한 부분의 경우에는 순차적 흐름 검색을 하지 않는다. 그림 2-2는 IAS의 서비스 흐름을 나타낸다.

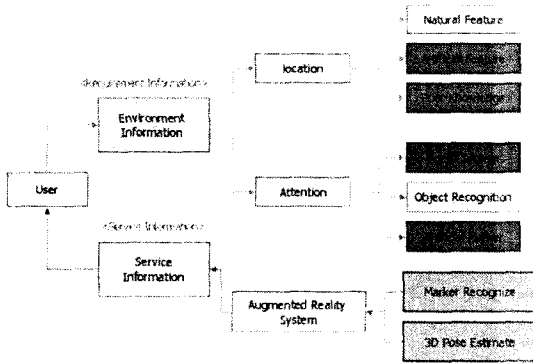


그림 2-1 IAS의 구성도

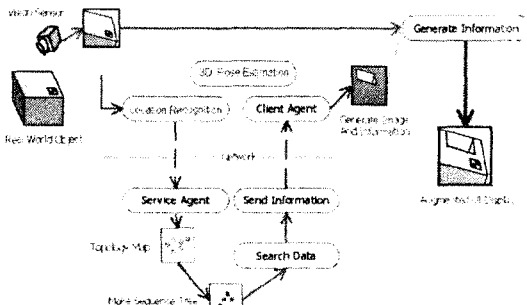


그림 2-2 IAS의 서비스 흐름도

2.2 시각 기반 증강 현실 시스템의 구성

구현한 IAS의 시각 기반 증강 현실 시스템은 인공 시각 표식[1][2]를 사용한다. 시각 기반 증강 현실 시스템의 구현은 시각 센서로부터 입력된 2차원 영상에서 인공 시각 표식을 추출한다[9][10][11][12]. 그리고 추출한 시각 표식으로부터 코드를 찾고, 동시에 추출한 시각 표식으로부터 3차원 위치 계산 [1][6] 알고리즘을 사용하여 투영행렬을 구성하였다.

사용한 인공 시각 표식은 5x5의 행렬 형태의 코드이다. 흑, 백색의 두 가지 색으로서 0과 1의 코드를 나타낸다. 사용된 인공시각 표식에 대한 원 영상과 영상처리를 통해서 추출한 모습이 그림 2-3 이다. 그리고 그림 2-4는 각 단계에서 생성된 결과 영상을 보여준다.



<Original Marker Image> <Restored From Video>

그림 2-3 사용된 인공 시각 표식의 비교영상

기존의 3차원 위치 계산 알고리즘중 하나인 Yung-Yeh-Harwood[6]의 알고리즘이 4각형 인공 표식의 시점을 한번의 계산으로 찾아내지만 투영행렬을 만드는 방법에서 계산량이 많은 단점 있었다. 그리고 Jun Rekimoto[1]의 알고리즘은 시점을 반복적인 계산을 통해서 구하지만, 투영행렬은 간단한 계산을 사용하여 구성

하였다. 이에 본 논문에서는 Yung-Yeh-Harwood의 시점을 구하는 알고리즘과 Jun Rekimoto의 투영행렬을 구하는 알고리즘의 장점을 사용하여 효율적인 3차원 위치 계산 알고리즘을 만들었다.

만약 사각형 벡터 $\langle P, P, P, P \rangle$ 가 아래의 수식 (1)을 만족하는 벡터 α, β 를 가지고 있다면.

$$P_i = P_i + \alpha(P_i + P_i) + \beta(P_i - P_i) \dots (1)$$

이미지의 투영 평면(Image plane)이 원점으로부터 l 만큼 떨어진 곳에 위치하고, 투영된 원점으로부터 z 만큼 떨어진 곳에 중심을 가지는 사각형 평면 벡터를 P 라고 한다. 벡터 P 가 투영 평면에 투영되어 생긴 벡터를 V 라고 하면 P 벡터와 V 벡터의 관계는 아래의 수식 (2)로 나타낼 수 있다.

$$P_i = k_i V_i \dots (2)$$

(2)번 수식의 V 벡터는 (1)번 수식에 대입하여 아래와 같은 수식 (3)으로 변형 할 수 있다.

$$\frac{k}{k_i}(1 - \alpha - \beta)P_i - \frac{k}{k_i}\alpha P_i + \frac{k}{k_i}\beta P_i = P_i \dots (3)$$

(3)의 수식을 만족하는 $\langle \frac{k}{k_i}, \frac{k}{k_i}, \frac{k}{k_i}, \frac{k}{k_i} \rangle$ 은 4각형 표식의 4 꼭지점을 사용하면 선형대수로 해를 구할 수 있다.

$\langle \frac{k}{k_i}, \frac{k}{k_i}, \frac{k}{k_i}, \frac{k}{k_i} \rangle$ 를 $\langle W, W, W, W \rangle$ 라 하면 W 벡터는 P 벡터가 원점으로부터 l 만큼 떨어진 곳에 투영되었을 때의 벡터이다. 벡터 W 를 사용하기 위해서는 원점에서 벡터 W 로의 투영행렬을 구해야 한다. 투영행렬을 구하는 알고리즘은 Jun Rekimoto의 알고리즘을 적용한다. Jun Rekimoto의 알고리즘[1]은 구한 W 벡터에서 대각방향의 벡터 $\langle W, W, W, W \rangle$ 을 구한다. 그리고 $\langle W, W, W, W \rangle$ 벡터가 이루는 평면에 수직인 벡터 N 을 구한다. 4x4 행렬인 투영행렬은 수식 (4)로 나타낸다.

$$\begin{pmatrix} E_x & E_y & E_z & E_w \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \dots (4)$$

$\langle E_x, E_y, E_z, E_w \rangle$ 는 아래 수식으로 각각 나타낼 수 있다. f_n 은 표준화 함수(Normalized Function)이고, n 은 평면에 대한 법선 벡터이다.

$$E_x = f_n(P_x - P_y) \dots (5)$$

$$E_y = f_n(P_x + P_y) \dots (6)$$

$$E_z = f_n(w) \dots (7)$$

$$E_w = W \dots (8)$$

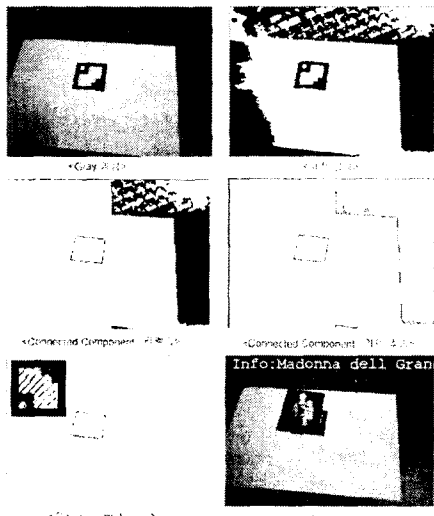


그림 2-4 인공 시각 표식 영상처리의 예

2. 3 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 정보검색시스템 구성

IAS의 정보검색은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 정보를 검색 하도록 구성되었다. 사용자측에서는 클라이언트 에이전트가 사용자 환경정보를 인식한다. 클라이언트 에이전트는 네트워크 환경에 존재하는 서비스 에이전트에게 사용자의 환경정보를 검색하도록 요청 한다. 서비스 에이전트는 클라이언트 에이전트로부터 요청 받은 환경정보를 검색하고결과를 클라이언트 에이전트에게 전송한다. 아래 그림 2-5은 클라이언트 에이전트와 서비스 에이전트간의 관계를 나타내고 있다.

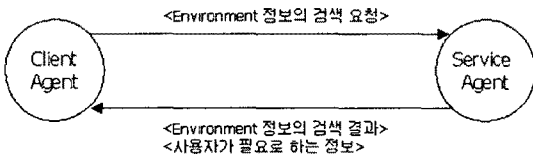


그림 2-5 클라이언트 에이전트와 서비스 에이전트간의 관계

순차적 흐름 알고리즘은 위치 요소를 검색하는데 있어서 사용자가 지나온 위치 요소의 기록을 이용한다. 클라이언트 에이전트가 서비스 에이전트에게 위치 요소에 대한 검색을 요청할 경우 서비스 에이전트는 검색한 결과로 나온 위치가 타당한지 검증하기 위해 순차적 흐름 검색을 수행한다.

순차적 흐름 검색은 클라이언트 에이전트가 요청한 위치 요소에 대한 검색 결과로 위치정보가 나오면 사용자의 이전 위치 요소의 기록을 사용해서 순차 트리를 구성한다. 순차 트리는 위치 요소들로 이루어진 위상 맵의 노드들로 구성한다. 순차 트리의 노드들은 이전 사용자의 위치 요소를 최상위 노드로 하여 사용자의 현재 위치일 가능성이 있는 위치 요소들로 구성한다. 그림 2-6은 구성된 순차 트리의 모습이다.

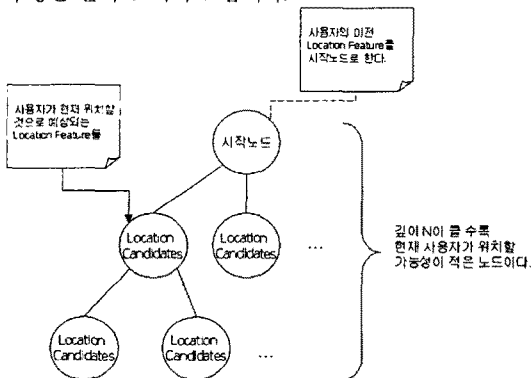


그림 2-6 순차 트리의 구조도

3. 결 론

사용자들은 동적이고 능동적인 정보보조시스템을 선호 하지만 기존의 정보보조시스템들은 둘 중 하나의 특징만을 만족시키거나 정적 정보를 수동적인 방법으로 제공하는 시스템이 대부분이다. 본 논문에서 제안한 IAS의 에이전트 시스템은 사용자의 정보 욕구를 자동으로 감지하고, 유비쿼터스 환경의 도움을 받아 동적 정보를 능동적으로 제공하도록 설계하였다. 그리고 증강현실 시스템은 에이전트 시스템이 제공하는 정보를 사용자의 시각에 합성하여 직관적으로 정보를 표시하도록 설계하였다. 이러

한 IAS을 직접 구현하면서, 실제 시스템 구현 시 발생하는 실시간 요구사항과 사용자 환경 인식률 향상을 위한 몇가지 아이디어들을 추가 하였다. 제작된 IAS은 몇 가지 핵심 시나리오에 따라 실험하고 시스템의 동작 성능을 검증하였다.

현재 구현된 IAS은 초기 단계로 많은 연구와 개선이 요구되지만, 사용자와의 상호작용 측면에서 사용자의 환경 인식(자연적인 요소를 통한 환경인식), 정보 표현 수준 향상(멀티미디어 정보 전달), 시스템 표준화 프로토콜(XML 기반의 에이전트 통신 프로토콜)의 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] Jun Rekimoto, "Matrix: A realtime object identification and registration method for augmented reality." In Proc. of Asia Pacific Computer Human Interaction (APCHI '98), July 1998.
- [2] J. Rekimoto and Y. Ayatsuka, "Cybercode: Designing Augmented Reality Environments with Visual Tags." In Proceedings of DARE'2000, Designing Augmented Reality Environments, Elsinore, Denmark, April 2000.
- [3] M. Billinghurst, H. Kato, and I. Poupyrev, "The Magicbook: Moving Seamlessly Between Reality and Virtuality," IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 21, no. 3, May/June 2001, pp. 6-8.
- [4] Kato, H., Billinghurst, M., Poupyrev, I., Imamoto, K., Tachibana, K., "Virtual Object Manipulation on a Table Top AR Environment." Proceedings of International Symposium on Augmented Reality, 2000.
- [5] W. A. Hoff, T. Lyon and K. Nguyen, "Computer Vision Based Registration Techniques for Augmented Reality" In The Proceedings of Intelligent Robots and Control Systems XV, Intelligent Control Systems and Advanced Manufacturing, volume 2904, pages 538-548, November 1996.
- [6] Y. Hung, P. Yeh, and D. Harwood, "Passive ranging to known planar point sets," Tech. Rep. CAR TR 65, Center for Automation Research, University of Maryland, June 1984.
- [7] ric Marchand, Francois Chaumette, "Collision Detection and Augmented Reality: Virtual Visual Servoing: a framework for real time augmented reality," IRISA INRIA Rennes Campus de Beaulieu, France, Computer Graphics Forum Volume 21, Issue 3 (September 2002)
- [9] M. Nakagawa, K. Ohnishi, H. Nakayasu, "Human Oriented Image Recognition For Industrial Inspection System"
- [10] Pierre wellner "Adaptive Thresholding for the DigitalDesk" EuroPARC Technical Report EPC 93 110
- [11] Marchand Maillet, Stephane., "Binary digital image processing : a discrete approach" Academic Press 2000
- [12] Gonzalez, Rafael C., "Digital image processing" Prentice Hall 2002