

가상 공간과 현실 공간 상의 이음매 없는 상호작용을 위한 동적 네트워크 재구성기법*

오세진, 이영호, 우운택
광주과학기술원 U-VR 연구실
{sejinoh, ylee, wwoo}@gist.ac.kr

Dynamic Network Reconfiguration for Seamless Interactions Between Real and Virtual Environments

Sejin Oh, Youngho Lee and Woontack Woo
GIST U-VR Lab.

요약

본 논문에서는 현실 공간과 가상 공간 상의 이음매 없는 상호작용을 지원하는 동적 네트워크 재구성 기법을 제안한다. 제안된 기법은 현실 및 가상 공간의 컨텍스트에 따라 센서와 서비스들 간의 연계성을 동적으로 형성함으로써, 적응적인 공간을 형성할 수 있도록 한다. 또한 센서와 서비스들 간의 재사용성을 증대시키고 사용자로 하여금 두 공간 상의 이음매 없는 상호작용을 수행할 수 있도록 한다. 제안된 기법의 유용성을 검증하기 위해 이를 가상 경주 문화 유적 시스템에 적용하였다. 사용자가 PDA 를 통하여 가상 공간과 자연스럽게 상호 작용을 수행 할 수 있도록 하였으며, 사용자의 입력에 따라 현실 및 가상 공간이 동적으로 변화 할 수 있도록 하여 두 공간 사이의 이음매를 줄일 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 제안된 기법은 현실 및 가상 공간 상의 컨텍스트에 기반한 적응적이며 사용자 중심적인 서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 가상 교육 및 시뮬레이션, 가상 환경 기반의 인터랙티브 엔터테인먼트 분야 등 다양한 분야에서도 활용될 수 있을 것으로 기대된다

Keyword : Interactive VE, Context-awareness, Dynamic Network Configuration

1. 서론

컴퓨팅 기술 및 하드웨어 기술이 발전함에 따라 원격 회의, 게임, 가상 문화재 체험 시스템 등 가상 현실 시스템의 응용 분야가 다양해 지고 있다. 그러나 기존의 가상 현실 시스템의 경우, 입력 장치의 복잡한 설정 과정이 선행되어야 하며, 원하는 서비스와의 연계성도 미리 정해 두어야 하기 때문에 융통성이 떨어진다. 그리고 가상 공간의 변화를 현실 공간에 반영하거나 혹은 이와 반대로 현실 공간 상의 변화를 가상 공간에 반영하는, 양방향성을 띄는 상호 작용에 대한 고려가 상대적으로 미약하기 때문에 사용자에게 가상 공간과 현실 공간의 이음매를 인지하게 만든다.

이러한 문제점들을 보완하기 위하여,

MASSIVE 는 미리 정의된 클래스 정보를 이용하여 가상 공간 상의 관련이 있는 클래스로부터 정보를 받아 들임으로써, 클래스의 관계에 따른 동적인 연계성을 형성할 수 있도록 하였다 [1]. 그러나 이는 사용자가 미리 정보를 받고자 하는 클래스를 명시해 주어야 한다는 단점을 가진다. ATLAS-II 는 공간적, 시간적, 사용자의 선호도에 따른 개인화된 컨텍스트 기반 정보 필터링 기법을 이용하여 서비스들 간의 동적인 연계성을 보장하였다 [2]. 그러나 필터링의 적용 범위를 가상 공간 내에만 국한된다는 제약점을 가진다. 이에 비해 VisTA-walk 는 사용자의 실제 공간의 위치 정보 및 히스토리 정보를 이용하여 사용자가 자연스럽게 virtual village 에 접근하고 PDA 을 이용하여 상호 작용을 수행할 수 있도록 하였다 [3]. 하지만 이는 가상 공간의 변화에 따른 실제 환경에 대한 영향에 대해 고려하지 않았기 때문에 여전히 가상

* 본 연구는 KIST 와 GIST의 지원에 의해 수행됨

공간과 현실 공간과의 분리감을 인지하게 만든다는 문제점이 존재한다.

본 논문에서는, 이러한 기존 연구의 문제점들을 보완하기 위하여 현실 공간과 가상 공간의 이음매 없는 상호 작용을 지원할 수 있는 동적 네트워크 재구성 기법을 제안한다. 제안된 기법은 각각의 센서 또는 서비스에 내장된 네트워크 자가 구성 관리자(Self-Configuration Manager)를 이용하여 동적으로 네트워크를 구성하며 효율적으로 컨텍스트를 교환할 수 있는 기반 구조를 제공한다 [4]. 이는 네트워크 구성을 위한 조건 정보를 관리하는 구성 매니저(Configuration Manager), 동적으로 멀티캐스팅 그룹을 형성하여 컨텍스트를 전송하는 컨텍스트 제공기(Context Publisher), 그리고 컨텍스트의 필요성 여부에 대한 판단 및 실질적으로 컨텍스트를 받아들이는 컨텍스트 응답기(Context Subscriber)로 구성된다.

제안된 기법은 다음과 같은 장점을 가진다. 첫째, 현실 및 가상 공간의 현실 공간의 컨텍스트에 따라 센서와 서비스들 간의 연계성을 동적으로 형성함으로써, 컨텍스트에 기반한 적응적인 공간을 형성한다. 둘째, 생성된 컨텍스트를 여러 센서와 서비스들 간에 공유할 수 있도록 함으로써, 컨텍스트의 재사용성을 증대시킨다. 셋째, 현실 공간의 여러 컨텍스트에 따라 가상 공간을 변화시키거나 가상 공간의 컨텍스트에 따라 현실 공간의 서비스들의 상태를 변화 시킴으로써 사용자가 두 공간 사이에서 이음매 없는 상호작용을 수행할 수 있도록 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 제안된 동적 재구성 기법에 대해 구체적으로 언급하고 3 장에서는 제안된 기법을 적용하여 구현한 가상 경주 문화 유적 시스템에 대해 소개한다. 그리고 4 장에서는 제안한 기법의 유용성을 증명하기 위한 실험 및 결과를 보이고 마지막으로 5 장에서는 결론 및 추후 연구에 대해 언급한다.

2. 동적 네트워크 재구성 기법

제안된 기법은 각 센서와 서비스에 내장된 네

트워크 자가 구성 관리기를 기반으로 하여 센서 혹은 서비스의 속성 및 상태 정보 등에 따라 동적으로 멀티캐스트 그룹을 형성하고 컨텍스트를 교환하는 역할을 수행한다. 네트워크 자가 구성 관리기는, 그림 1 에서 보는 바와 같이, 구성 매니저, 컨텍스트 제공기, 그리고 컨텍스트 응답기로 구성된다.

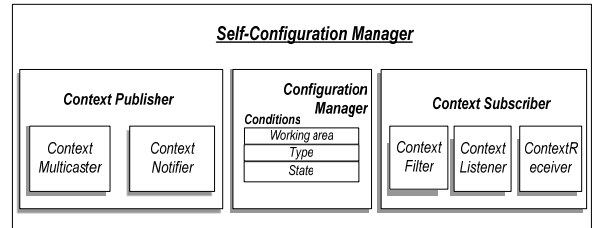


그림 1. 네트워크 자가 구성 관리기

2-1. 구성 매니저

구성 매니저는 내장된 센서 혹은 서비스가 생성해 내는 컨텍스트로부터 적절한 조건 정보를 추출해내고 이를 저장 및 관리한다. 이러한 조건 정보는 컨텍스트에 포함하고 있는 센서 혹은 서비스가 동작하고 있는 활성 영역, 센서 종류 및 서비스의 종류 등과 같은 속성 정보 및 현재의 상태 정보 등을 포함한다. 그리고 센서 및 서비스가 이동하는 경우 컨텍스트의 5W1H 중 위치를 나타내는 “where” 를 참조하여 활성 영역에 대한 정보를 갱신한다 [5]. 그림 2 는 구성 매니저의 구조를 보여준다.

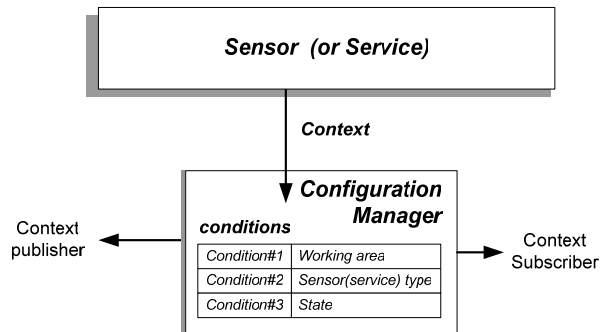


그림 2. 구성 매니저

2-2. 컨텍스트 제공기

컨텍스트 제공기는 컨텍스트의 생성을 환경에 알리고 이에 대한 멀티캐스팅 그룹을 동적으로 형

성한다. 이는 그림 3 에서 보는 바와 같이, 크게 컨텍스트 알림기와 컨텍스트 멀티캐스터로 구성된다.

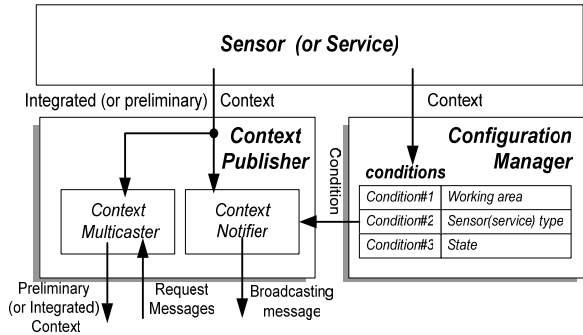


그림 3. 컨텍스트 제공기

컨텍스트 알림기는 환경 혹은 사용자의 변화에 따라 컨텍스트가 생성되는 경우, 구성 매니저의 조건 정보를 참조하여 알림 메시지를 생성해내고 이를 환경에 브로드 캐스팅한다. 컨텍스트 멀티캐스터는 환경에 분산되어진 센서와 서비스부터 전달된 알림 메시지에 대한 응답 메시지 패킷을 이용하여 동적으로 멀티캐스팅 그룹을 형성한다. 그런 후 실질적으로 생성된 컨텍스트를 그룹 내의 센서와 서비스들에게 멀티캐스팅을 한다. 이러한 작동 방식은 센서와 서비스들 간의 컨텍스트를 공유할 수 있도록 함으로써, 컨텍스트의 재사용성을 증대시킨다.

2-3. 컨텍스트 응답기

컨텍스트 응답기는 구성 매니저의 조건 정보를 이용하여 다른 센서 또는 서비스에서 생성된 컨텍스트의 필요성 여부를 결정하고 필요한 경우 해당 멀티캐스팅 그룹에 참여하여 컨텍스트를 전달받는다. 이러한, 컨텍스트 응답기는, 그림 4 와 같이 컨텍스트 필터, 컨텍스트 리스너, 그리고 컨텍스트 리시버로 구성된다.

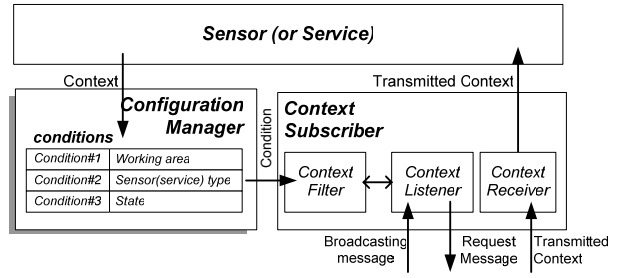


그림 4. 컨텍스트 응답기

컨텍스트 필터는 컨텍스트 생성 알림 메시지를 분석하고 구성 매니저의 조건 정보를 이용하여 생성된 컨텍스트가 해당 센서 또는 서비스에 유용한 것인지를 판별한다. 그리고 컨텍스트 리스너는 브로드 캐스팅 된 알림메시지를 읽어들이며, 컨텍스트 필터의 판별 결과에 따라 해당 멀티캐스팅 그룹에 참여 여부를 결정한다. 또한 컨텍스트 리시버는 실질적으로 생성된 컨텍스트를 전송받아 이를 해당 센서 혹은 서비스로 전달한다.

3. 가상 경주 문화 유적 시스템



그림 5. 가상 경주 문화 유적 시스템

그림 5 는 제안된 컨텍스트 기반 네트워크 동적 재구성 기법을 적용하여 구현된 가상 경주 문화 유적 시스템을 보인다. 구현된 시스템은 사용자가 PDA 의 버튼 및 스타일러스 펜을 이용하여 가상 공간과 상호 작용 할 수 있도록 하였다. 그리고 PDA 의 버튼에 따라 가상 공간 상의 사용자의 위치를 변화시키는 vrNavigation 과 사용자의 전체 가상 경주 내의 위치를 실시간으로 갱신시켜 사용자의 PDA 에 보여주는 가상 GPS(vrGPS)를 구현하였다 [6]. 또한 사용자가 가상 경주 내의 특정

위치에 접근하는 경우, 사용자가 메모를 작성하여 가상 공간 상에 실시간으로 증강시킬 수 있는 가상 메모(vrMemo) 서비스를 제공하였다.

사용자가 PDA 를 이용하여 가상 공간과 상호 작용 하는 경우 생성되는 컨텍스트는 이를 필요로 하는 환경에 분산되어진 센서와 서비스로 전달된다. 즉, 사용자가 PDA 의 버튼을 누름과 동시에 SWIH 형태의 초벌 컨텍스트가 생성되고 이를 필요로 하는 vrNavigation 와 가상 GPS(vrGPS) 에 동시에 전송된다 [5]. vrNavigation 은 전달받은 초벌 컨텍스트를 이용하여 가상 공간의 보여지는 화면을 변경하고 가상 GPS(vrGPS)는 이에 따라 가상 공간 상의 사용자의 위치 정보를 갱신함과 동시에, 그림 6 과 같이, 사용자의 PDA 상에 보여지는 사용자의 위치를 변경하여 보여주었다. 이를 통해 사용자의 입력에 의한 가상 공간 상의 변화는 물론, 실제 공간 상의 변화를 자연스럽게 느낄 수 있도록 하였다.

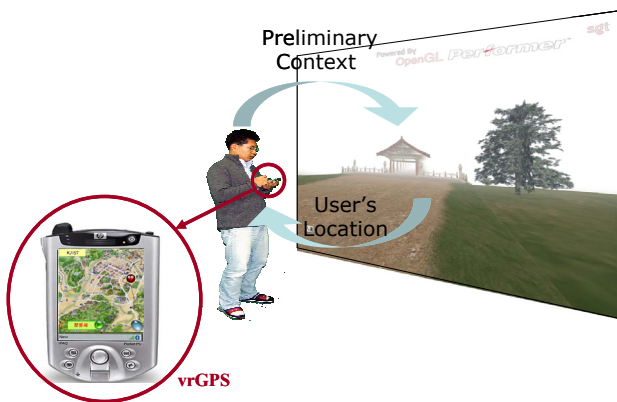


그림 6. PDA 를 이용한 상호 작용 개념도

사용자가 가상 경주 문화 유적지 중 “황룡사”에 접근하면 해당 영역에 존재하고 있는 가상 위치 센서(vrLocator)가 특정 위치에 사용자가 접근했음을 나타내는 컨텍스트를 생성한다. 이를 필요로 하는 가상 메모(vrMemo) 서비스와 PDA 가 동적인 형태의 멀티캐스팅 그룹을 형성하고 생성된 컨텍스트가 가상 메모(vrMemo)와 PDA 에 동시에 전송된다. 그리고 그림 7(a) 와 같이, 가상 메모(vrMemo)는 사용자의 정보와 관련된 메모들을 증강하여 보여주고, 동시에 사용자의 PDA 에 메모를

입력할 수 있는 다이얼로그가 자동적으로 보여지도록 하였다. 그림 7(b)에서 보는 바와 같이, 사용자가 PDA 의 스타일러스 펜을 이용하여 작성한 메모가 가상 공간 상에 실시간으로 증강되어진 결과를 보인다.



(a) (b)

그림 7. 가상 메모(vrMemo);(a)가상 공간 상에 증강된 가상 메모 (b) PDA 를 이용한 메모 입력

4. 실험

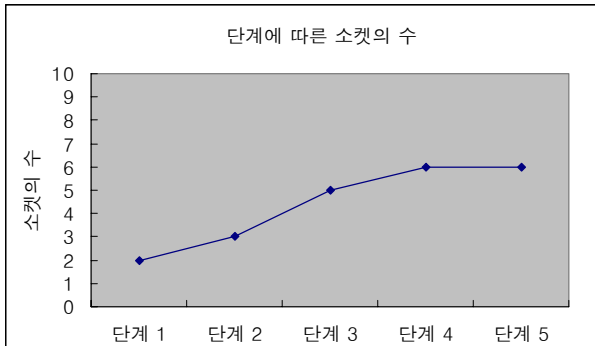
제안된 기법의 센서와 서비스 간의 동적인 연계성에 대한 유용성을 평가하였다. 이는 표 1 에서 명시된 시나리오의 각 단계별로, 제안된 기법을 사용하는 경우와 기존의 방법, 즉, 초기에 임의의 센서와 서비스 간의 연계성을 설정해 놓은 경우에 필요로 하는 소켓의 수를 비교하였다.

표 1. 시나리오

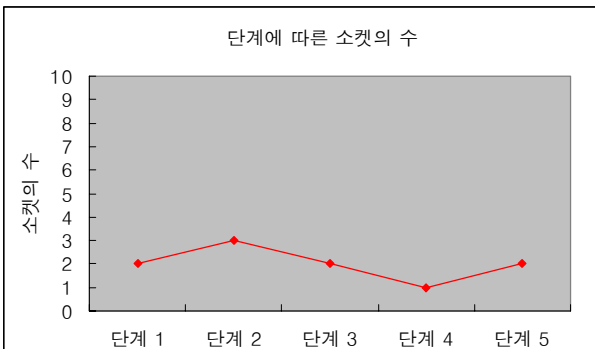
단계 1.	사용자 A 가 가상 경주에 들어간다
단계 2.	A 가 PDA 버튼을 이용하여 황룡사에 도착한다
단계 3	가상 메모가 보여지고 사용자의 PDA 에 메모를 입력할 수 있는 다이얼로그가 보여진다
단계 4.	사용자가 메모를 입력한다.
단계 5.	A 가 다시 PDA 버튼을 이용하여 황룡사 벗어난다.

그림 8(a)에서 보는 바와 같이, 기존의 방법을 사용하는 경우 단계를 진행함에 따라 필요로 되어지는 소켓의 수가 증가한다. 이는 제공되는 서비스의 수가 증가하기 때문에 필요로 하는 소켓의 수 역시 증가하게 된 것이다. 하지만 제안된 기법을 사용하는 그림 8(b)의 경우, 필요로 하는 소켓의 수가 제공되는 서비스의 수에 독립적임을

알 수 있다. 그러므로 서비스와 센서 간의 동적인 연계성 및 자원을 연동하는 데 있어서 제안된 기법이 효율적임을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 8. 단계에 따른 소켓의 수;(a)센서와 서비스 간 연계성을 미리 설정해 놓은 경우 (b)상황에 따라 동적으로 연계성을 결정하는 경우

그리고 제안된 기법의 현실 및 가상 공간 상의 이음매 없는 상호 작용의 유용성 평가를 수행하기 위해 사용자의 입력에 따라 현실 및 가상 공간이 변화하는 경우와 단순히 가상 공간만을 변화되는 경우에 대해 비교하였다. 이를 위해 20 대의 사용자 10 명을 대상으로 두 가지 사례에 대해 만족도를 조사하였다. 첫번째 경우(사례 A)는 PDA의 버튼 입력에 따라 vrNavigation 과 vrGPS 가 동시에 제공되는 경우와 단순히 vrNavigation 만 제공되는 경우에 대해 조사하였다. 그리고 두번째 경우(사례 B)는 가상 메모(vrMemo)와 메모를 입력할 수 있는 메모 다이얼로그(memo)가 동시에 제공되는 경우와 단순히 가상 메모(vrMemo)만 제공되는 경우에 대해 조사 및 비교하였다.

그림 9 에서 보는 바와 같이, 사용자들은 자신들의 입력에 따라 가상 공간과 현실 공간이 자연스럽게 변화되는 것에 대해 단순히 가상 공간만 변화되는 경우보다 높은 만족도를 보이는 것을 알 수 있다. 사례 A 의 경우, 자신의 PDA 에 가상 경주 전체 중 자신의 현재 위치를 알 수 있는 점에 대해 만족도를 나타내었다. 그리고 사례 B 의 경우 PDA 에 메모를 입력할 수 있는 다이얼로그가 자동으로 보여지는 것에 대해 흥미를 보이는 것을 알 수 있었다.

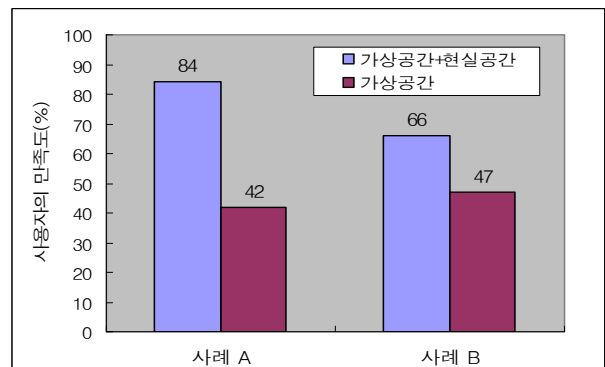


그림 9. 사용자의 만족도

5. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 현실 공간과 가상 공간 상의 이음매 없는 상호작용을 지원하는 동적 네트워크 재구성 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 현실 및 가상 공간의 컨텍스트에 따라 센서와 서비스들 간의 연계성을 동적으로 형성함으로써, 적응적인 공간을 형성할 수 있도록 한다. 그리고 센서와 서비스들 간의 재사용성을 증대시키며 사용자로 하여금 두 공간 상의 이음매 없는 상호작용을 수행할 수 있도록 한다.

제안된 기법의 유용성을 증명하기 위해 제안된 기법을 기반으로 가상 경주 문화 유적 시스템을 구현하였다. 이에 대한 실험을 통해 현실 및 가상 공간의 동적인 연계성에 대한 효율성 및 두 공간 상의 이음매 없는 상호 작용에 대한 유용성을 증명하였다. 추후 연구로는 현실 및 가상 공간의 변화에 따른 두 공간 간의 이음매 없는 연계성을 보여줄 수 있는 다양한 형태의 서비스를 구현

할 수 있는 기반을 구축할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Greenhalgh, "C.M.Awareness Management in the MASSIVE Systems", Distributed Systems Engineering, Vol.5, No.3, September 198, 129-137
- [2] S. Han and M. Lim, "ATLAS-II: A Scalable and Self-tunable Network Framework for Networked Virtual Environments," in Proc. of YVR2003, 12-13 February, 2003
- [3] Rieko Kadobayashi and Kenji Mase, "Seamless Guidance by Personal Agent in Virtual Space Based on User Interaction in Real World", PAAM98, pp. 191-200,
- [4] Anind, K.D. "Understanding and Using context", Personal and ubiquitous computing, Vol.5, No.1, 2001
- [5] S. Jang and W. Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model," LNAI/LNCS (Context03), vol. 2680, pp. 178-189, 2003.
- [6] S.Jang, Y.Lee, W.Woo, "CIVE: Context-based Interactive System for Distributed Virtual Environment," *The 14th International Conference on Artificial Reality and Telexistence(ICAT 2004)*, paper ISSN 1345-1278, pp. 215-222, 2004.