

## 지식기반 증강현실 시스템 구축을 위한 프레임워크 개발

우종우\* 이두희\*\*

### A Development of a Framework for Building Knowledge based Augmented Reality System

Chong Woo Woo\* DooHee Lee\*\*

#### 요약

증강현실은 가상의 상황에 대한 정보를 실체화하여 영상에 정합하여 제공함으로써 정보의 시각화를 통해 사람의 인지능력을 보조한다. 증강현실 기술은 최근 카메라와 디스플레이 장치가 장착된 정보기기의 보급으로 인하여 교육, 디자인, 관광, 산업분야 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 증강현실 시스템들은 대부분 사용자의 명령에 따라 반응하는 제한적 상호작용을 하기 때문에 실제 세계의 상황을 다양하게 반영하기에는 제한이 있다. 본 연구에서는 기존의 증강현실 시스템을 기반으로 상황정보를 제공하는 상황인지 에이전트와, 영역지식을 기반으로 지능적 기능을 제공할 수 있는 지식기반의 증강현실 시스템을 제안한다. 이러한 시스템은 증강되는 객체가 상황정보를 반영하여 지능적으로 동작하고, 다중 객체 사이의 상호작용을 가능하게 한다. 본 연구에서는 규칙 기반 상황인지 시스템과 이에 따른 3D 모델을 생성하고, 증강되는 객체들 간의 상호작용을 실험하였다. 또한 시스템 개발에 있어 사용자들이 쉽게 증강현실 환경을 구현할 수 있는 프레임워크를 제시하였다.

▶ Keyword : 증강현실, 상황인식, 지능형 에이전트, 프레임워크

#### Abstract

Augmented Reality(AR) assists human's cognitive ability through the information visualization by substantiating information about virtual situation. This technology is studied in a variety of ways including education, design, industry, and so on, by various supply of information devices

• 제1저자 : 우종우 • 교신저자 : 우종우

• 투고일 : 2010.12.02, 심사일 : 2011.01.10, 게재확정일 : 2011.04.06.

\* 국민대학교 컴퓨터공학부 교수(School of Computer Science, Kookmin University)

\*\* 국민대학교 대학원 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Science, Graduate School, Kookmin University)

※ 본 논문은 국민대학교 2010년도 교내연구비 지원을 받아 수행되었음.

또한 서울시 산학연 협력사업(10848)의 지원을 받아 수행되었음.

equipped with cameras and display monitors. Since the most of the AR system depends on limited interaction that responds to the order from user, it can not reflect diverse real world situation. In this study, we suggest a knowledge based augmented reality system, which is composed of context awareness agent that provides recognized context information, along with knowledge based component that provides intelligent capability by utilizing domain knowledges. With this capability, the augmented object can generate dynamic model intelligently by reflecting context information, and can make the interaction possible among the multiple objects. We developed rule based context awareness system along with 3D model generation, and tested interaction among the augmented objects. And we suggest a framework that can provide a convenient way of developing augmented reality system for user.

▶ Keyword : Augmented Reality, Context Awareness, Intelligent Agent, Framework

## 1. 서 론

최근 카메라와 Display 장치가 혼합된 다양한 정보기기의 보급으로 인하여 증강현실(Augmented Reality: AR)의 대중성이 점차 증가되고 있다. 증강현실 연구의 초기에는 증강현실 환경을 구성하기 위한 방법과 실제 객체와 가상 객체를 일치시키기 위한 등록 문제가 주를 이루었고 사용자가 실제로 체감 할 수 없는 정보에 대한 지식을 전달하기 위한 용도로 연구되었으나, 최근에는 단순한 지식 전달기능을 넘어 교육, 디자인, 관광, 산업분야 등 다양한 활용방안에 대하여 연구가 진행되고 있다[1][2][3]. 일반적으로 증강현실 시스템은 트래킹, 가상 모델 생성, 영상정합의 수행 단계로 구분 할 수 있다. 트래킹 단계는 정보의 증강을 위해서 현실세계에 존재하는 객체의 상태를 인지하는 기능을 수행하며 시각 마커, 컬러 마커, 특징점 등을 활용하는 방법이 연구되었다. 가상모델 생성 단계에서는 트래킹 된 객체의 상태에 따라 3D모델을 생성하는 단계로 VRML, OpenGL 등이 사용되고 있다. 영상정합단계에서는 입력된 영상과 렌더링 된 영상의 합성을 통하여 현실과 가상모델이 혼합된 증강현실 환경을 구현한다. 이러한 증강현실에 대한 대표적인 연구결과들은 다음과 같다.

### 1. 대표적 증강현실 시스템

증강현실 시스템에서 정보를 어느 위치에 증강해야 하는지를 판별하기 위하여 증강되는 3D 모델의 기반좌표가 필요하다. 이를 위하여 일반적으로 시각 마커를 사용하며, 대표적으로 ArToolKit[4], ARVIKA[5], Auto-assembly[6], Outdoor tracking[7], CyliCon[8, 9], ArLoc[10], 및 CyberCode[11] 등이 있다. 이 방법들은 영상 내에서 특정 패턴을 찾아내어 해당 패턴의 위치와 방향을 인식하고 이에

기반 하여 3D 모델을 정합한다. 또한 GPS와 자기력계를 사용하여 사용자의 위치와 방향을 트래킹하며, 주변 지리정보 데이터를 증강하여 활용하여 방식도 사용되고 있다. 대표적으로 Exploring Mars[12], Underground Infrastructure Visualization[13]등이 있다.

영상인식 기술기반의 ARVIKA 시스템의 경우 (그림1), 트래킹 된 객체의 ID와 위치, 방향정보에 따라 1:1 대응되는 3D 모델을 증강하는 방식을 사용하여 실존하는 객체와 정합함으로써 사용자가 정합된 영상을 기반으로 작업을 수행하도록 한다. AR maintenance Tool[14]은 정비공정 시나리오를 기반으로 3D 모델을 애니메이션으로 제작하여 작업자가 해당 애니메이션에 따라 동작하도록 유도한다. Manufacturing Planning[15]에서는 작업자의 수행반경을 3D 모델로 제작하여 생산 공장을 디자인하는 데에 참고할 수 있도록 한다.

### 2. 기존 증강현실 시스템들의 제한점

기존 증강현실 시스템은 응용목적에 따라 컴퓨팅 리소스의

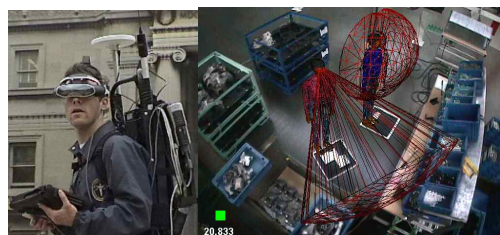


그림 1. GPS 기반의 실내의 사용자 인터페이스와 가시적 마커 기반의 공정계획 (ARVIKA)

Fig.1. GPS based Indoor Outdoor User Interface and Visible Planning

제한, 디스플레이 장비의 크기와 무게, 고비용, 제한적 전원등의 기본적인 기술적 문제가 존재한다[2][3]. 그러나 장

비의 이동성으로 인한 하드웨어적인 문제점 보다는 개발목적이 주로 3D모델 기반이기 때문에 다음과 같은 제한점이 있었다. 예를 들면, 첫째, 증강되는 3D 모델을 동작시키는데 있어서 다양한 현실세계의 상황을 반영 할 수 없으며, 사용자의 명령 입력에 따라 정해진 동작을 순차적으로 수행하게 된다 [12][13]. 둘째, 대부분의 시스템들은 마커와 3D 모델을 개별적으로 저장하여 관리하기 때문에 트래킹 되는 정보에 1:1 대응되는 3D 모델을 각각의 상황에 맞게 저작해 두어야 한다 [4][7]. 셋째, 증강되는 객체는 3D 모델 기반으로 저장되어 있으며 3D 모델은 3차원 정보만을 기술하기 때문에 다양한 객체의 상태까지 표현하지 못한다[5][6]. 그러나 이러한 제한점의 근원적 해결보다는, 최근 증강현실 시스템이 상황인식 시스템과의 접목하는 등 보다 다양하고 개인화된 서비스로 확대되고 있기 때문에 이러한 관점에서의 접근도 요구되고 있다 [16][17][18].

본 연구에서는, 이러한 상황 인식과 상황에 따른 정보 생성을 위하여 다음과 같은 추가적인 프로세스를 통하여 접근하고자 한다. 첫째, 기존의 시스템에 지식기반의 프로세스를 활용하는 상황인지 시스템기반의 상황인지 에이전트 (Context Awareness Agent)를 적용한다. 둘째, 대상영역의 지식을 활용함으로써 보다 지능적으로 객체의 생성이 가능하도록 한다. 이러한 지식기반의 접근과 기존 시스템과의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 상황인지 에이전트를 통하여 다양한 데이터를 추론함으로써 지능적으로 현재의 상황을 시스템에 반영할 수 있게 된다. 둘째, 증강현실 환경에 존재하는 객체를 하나의 클래스로 추상화함으로써 다양한 가상 모델의 생성을 가능하게 한다. 셋째, 지식기반의 프로세스로 현재 상황에 따라 동적인 수행 흐름을 가질 수 있다. 넷째, 증강현실 시스템개발을 위한 프레임워크를 통하여 개발자의 편의성을 도모할 수 있을 것이다.

## II. 시스템 설계

본 연구에서 제안하는 지식기반의 증강현실 시스템은 다양한 상황정보의 인식과 활용, 3D모델의 동적인 생성, 모델의 공유 및 재사용성을 고려하여 다음 (그림2)와 같이 3개의 계층으로 구성하였고, 시스템의 전반적인 흐름은 다음과 같다.

시스템 가장 하부의 상황인지계층 (Context Awareness Layer)은 상황인지를 위해 각종 외부데이터를 처리하는 기능을 수행하는 계층으로, 센서의 입력 데이터를 처리하여 Context를 생성하고 정보처리계층 (Information Processing Layer)로 전달한다. 정보처리 계층은, 상황인지계층

에서 전달되는 상황정보를 활용하여 추론 규칙을 기반으로 추론하고, 현재 상황에 증강되어야 하는 적절한 정보를 판단하여 정보증강계층 (Information Augmentation Layer)으로 전달한다. 정보증강계층에서는 전달받은 3D 모델의 정보를 기반으로 3D 모델을 작성하여 이를 현재 영상과 합성하여 사용자에게 전달한다.

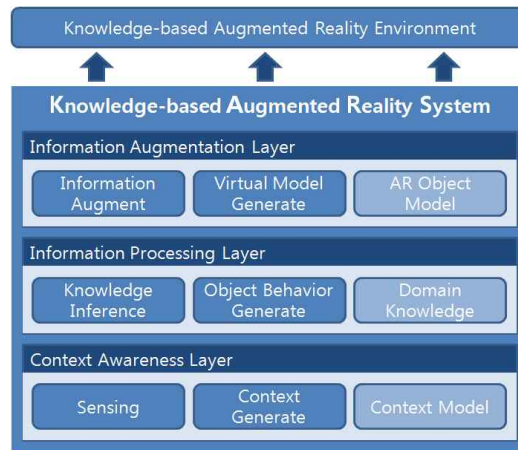


그림 2 지식기반 증강현실 시스템 구조  
Fig2. Architecture of Knowledge based Augmented Reality System

### 1. 시스템 구성

일반적인 증강현실 시스템은 Motion Tracker, Scene Compositor, 3D Model Renderer 및 응용프로그램의 메인프로세스를 가지고 있으며 카메라 영상으로부터 입력되는 마커의 좌표와 방향을 기준으로 3D 객체를 현실 영상과 정합하여 컴퓨터가 표현하고자 하는 정보를 사람의 시각에서 제공한다.

이러한 기존의 증강현실 환경위에 본 연구에서 설계한 프레임워크에서, 정보처리계층과 상황인식계층은 기존 시스템의 메인 프로세스를 확장시키는 개념이다. 기존 증강현실 시스템들은 하나의 메인 프로세스에 대하여 정적인 수행 흐름을 보이는 반면, 본 연구의 시스템은 상황인지계층의 상황인지 에이전트들로부터 현재 상황을 입력받아 대상영역의 지식베이스를 통하여 추론된 상황에 따라 적절한 가상모델을 생성하여 사용자에게 제공한다. 따라서 현재 객체의 상태나 기타 환경의 변화에 따라 증강되는 객체를 다양하게 적용하여 보다 동적인 정보전달을 가능하게 한다.

제안하는 시스템의 세부적인 구성도는 (그림3)과 같고, 세부계층의 구성은 다음과 같다. 첫째, 상황인지계층은

Marker Tracker와 상황인지 에이전트로 구성되며, 둘째, 정보처리계층은 추론엔진(Inference Engine) 및 지식베이스(Knowledge base)로 구성되고, 셋째, 정보증강계층은 Augmenting Controller, Virtual Model Generator, Scene compositor, AR Object Model로 구성된다.

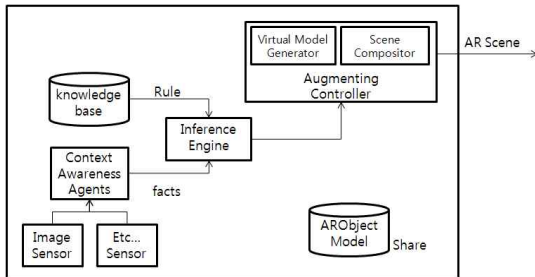


그림 3. 시스템 구성도  
Fig.3. System Structure

이러한 3계층으로 구성된 시스템의 전반적인 운영 흐름은 아래의 순서와 같다.

- 센서 데이터 습득
- 상황인지 에이전트의 상황인지
- 현재 상황을 반영한 증강 모델 추론
- 증강객체, 증강객체의 정보 생성
- 증강객체의 정보에 따른 3D 모델 생성
- 영상 합성

시스템의 동작은 1번과 2번 과정의 경우 상황인지계층의 상황인지 에이전트를 통하여 이루어지며, 3번과 4번은 정보처리계층의 추론 엔진에서, 5번과 6번은 정보증강계층의 Augmenting Controller, Virtual Model Generator, Scene Compositor에서 이루어진다.

### 1.1 AR Object Model

시스템 구조에서 각각의 계층의 대표적인 컴포넌트인 상황인지 에이전트, 추론엔진, Augmenting Controller는 증강의 기반이 되는 가장 기본적인 요소가 되는 증강현실 객체 모델을 공유한다. 증강현실 객체 모델은 증강의 대상이 되는 현실 객체의 특성을 묘사하게 된다. 예를 들면, (그림 4)에서 정의한 증강현실 객체모델의 ARObjectModel 클래스는 MARKER, MESH, SUB-PART를 멤버변수로 하여 현실 객체의 위치, 3D 정보, 구조적 특징을 묘사하고 있다. ARObjectModel의 인스턴스인 BlockAModel은 각 멤버 변수에 해당 데이터의 위치를 저장하고 있으며, SubPartA라는 하위 부분을 가진다. SubPartA에 관한 결합상태 및 비 결합

된 상태의 표시가 가능하고 해당 부분을 조립, 분리하는 수행을 처리할 수 있다. 이러한 모델은 현존하는 하나의 단위 객체를, 상호작용이 가능한 더 작은 부분들로 분할하며 계층적으로 묘사하여, 대상 객체의 각 부분과 각 부분의 상태, 수행 가능한 동작목록과 3차원 정보를 담고 있다. 즉, 증강현실 객체를 클래스화 하여 공유함으로써 각 계층이 하나의 의미를 공유하고 이를 기반으로 각 계층의 기능을 수행할 수 있다. 상황인지 에이전트는 센서 데이터로부터의 트래킹 결과를 객체모델의 상태를 기반으로 기술하며, 추론엔진은 이를 통해 상황을 인지하고 영역지식(Domain Knowledge)을 기반으로 추론을 수행하며, Augmenting Controller는 추론 엔진으로부터 입력되는 모델의 Behavior를 객체 모델을 참고하여 동적으로 3D 모델을 생성하고 현실 영상과 합성한다. 각 계층과 컴포넌트들에 대한 상세한 내용은 아래와 같다.

```

Class ARObjectModel
{
    MARKER: "Base Position & Orientation"
    MESH: "Coordinates that represent an outward appearance"
    SUB_PART: "Subpart name & State & Action"
}

ARObjectModel BlockAModel;
BlockAModel.marker = C:\...#data#BlockA.patt;
BlockAModel.mesh = C:\...#data#BlockA.mesh;
BlockAModel.sub_part = |SubPartA|Joined,Disjoined|Assemble,Disassemble;
    
```

그림 4. 증강현실 객체 모델의 예  
Fig.4. An Example of Augmented Reality Object Model

## 2. 상황인지 계층

상황인지 계층은 증강현실 환경 내에서 실존하는 객체의 상태를 통해서 상황정보를 추론을 통해 추출하는 기능을 수행하며, 획득된 정보를 상위계층인 정보처리계층으로 전달한다. 상황인지계층에는 다양한 상황 에이전트가 존재할 수 있으며 각각의 상황 에이전트는 수행 목적에 따라 개별적인 객체 트래킹을 수행한다. 기존 증강현실 시스템에서도 동일한 기능을 수행하는 트래커가 존재하지만, 본 연구 시스템의 상황 에이전트는 추가적으로 트래킹 결과를 입력받아 상황정보를 생성하여 상위 계층으로 전달한다. 본 연구에서는 이미지 기반의 증강현실 시스템의 기반이 되는 마커 트래킹과 사용자와의 상호작용을 위한 마우스 이벤트 트래킹을 수행하는 상황 에이전트를 구현하였다.

### 2.1 Marker Tracker

마커 트래킹 에이전트는 입력되는 이미지 영상에서 사각마커를 트래킹 하여 상황 정보를 생성한다. 본 연구에서는 다양한 상황 에이전트를 통해 현재 상황을 반영하는 증강현실 환경의 구현을 목적으로 사각 마커 사이의 관계를 상황으로 간주하며, 실제 마커와 검출 알고리즘은 현재 증강현실 구현 도

구로써 널리 사용되고 있는 ARToolKit에서 제공하는 기본형태의 사각마커와 마커 검출 알고리즘을 사용하였다. 마커 트랙러 상황 에이전트는 마커 추적킹 이후, 추적된 마커의 위치와 방향정보를 기반으로 추가적으로 마커 사이의 관계 및 현재 상황을 추론하고 Context를 생성한 후, 증강현실 객체의 현재 상태를 상위 계층으로 전달한다. 마커 트랙러 에이전트의 수행 흐름은 다음 (그림5)와 같다.

2.2 Click Event Handler

Click Event Handler는 증강현실 뷰어의 클릭이벤트를 추적하여 사용자의 입력에 대한 상황 정보를 생성한다. 사용자가 뷰어의 특정 위치 (X,Y)를 클릭하여 InteractionA를 수행했을 경우 Click Event Handler 에이전트는 interactionA(X,Y)라는 메시지를 생성하여 정보처리 계층으로 전달하게 된다. 정보처리 계층에서는 해당 좌표를 기준으로 증강되어있는 3D 모델의 위치와 상황모델을 기반으로 상호작용의 대상이 되는 증강현실 객체를 추론하고 전달된 Interaction에 대한 동작을 생성하여 정보 증강계층으로 전달하게 된다.

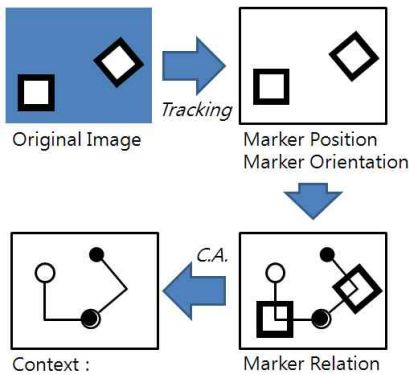


그림 5. 마커 추적킹 에이전트의 상황 인지 프로세스  
Fig.5. Context Awareness Process of Marker Tracking Agent

3. 정보 처리 계층

정보 처리 계층은 하부계층에서 인지된 상황에 따라 가상 모델을 동적으로 생성하기 위하여 어떠한 가상모델이 어떻게 동작해야 하는지를 추론하며 추론 결과를 상위계층으로 전달한다. 따라서 필요한 정보를 생성해내기 위한 추론 엔진과 지식베이스를 구성요소로 하고 있다. 지식베이스에는 프레임워크를 통하여 구현되는 응용 프로그램의 목적에 따라 응용 프로그램에서 증강될 각 객체들이 어떻게 동작하는지에 대한 기반 지식을 저장하고 있으며 이를 영역 지식이라고 한다. 추론




엔진은 영역 지식과 습득된 상황을 기반으로 규칙기반의 추론을 수행하며 현재 상태에서 증강시켜야 하는 증강현실 객체 모델의 동작을 추론하고 이를 정보 증강 계층으로 전달한다. 정보처리 계층의 정보 표현 방식과 추론 과정의 세부 사항은 다음과 같다.

3.1 Domain Knowledge(영역지식)

일반적으로 영역지식은 구현되는 응용 프로그램의 전문영역에 대한 데이터를 지식기반 표현기법으로 나타낸 것을 의미한다. 인공지능의 영역지식의 개념을 증강현실 시스템에 적용하면, 증강현실 객체들의 상태와 향후 수행 동작을 묘사할 수 있으며, 표 1의 지식 베이스의 규칙들과 같이 표현 될 수 있다.

표 1은 증강현실 장비정보 시스템의 블록조립을 수행하기 위하여 “증강현실 객체모델의 정의”, “상황에이전트의 추론규칙”, 그리고 “마커 추적킹 규칙” 들을 정의 하고 있다. 표 1에서 보면, 증강현실 객체모델 ARObjctModel의 인스턴스인 BlockA 모델은 왼쪽(LeftPart) 또는 오른쪽(RightPart) 두 개의 조립지점을 가지고 있다. 또한 블록의 상태가 결합(Join) 또는 비결합(Disjoin) 상태인지 표현 가능하고, 조립(Assemble) 및 분리(Disassemble)등의 행위적인 기능들을 정의하고 있다. 지식베이스에는 상황에이전트가 현재 상황을 추론하기 위한 영역지식을 규칙으로 표현한다. 예를 들어, 규칙3은 “BlockA, BlockB가 존재하고 각 블록들의 왼쪽 부분이 결합되지 않은 상태이면, 이를 결합하라” 는 규칙이다. 상황에이전트는 조립에 관한 규칙들과 함께, 현재 상황을 인지하여 마커를 추적하는 규칙을 추가적으로 포함하고 있다.

표 1. 블록조립 모델의 수행절차  
Table 1. Process for Block Assembly Model

 ARObject Model	BlockA (LeftPart RightPart) (Join,Disjoin,Join,Disjoin) (Assemble,Disassemble)Assemble,Disassemble
 knowledge base	Rule1: NoBlockA ->FindBlockA Rule2: NoBlockB ->FindBlockB Rule3: FindBlockA, FindBlockB, ABLeftNotJoin-> JoinABLeft Rule4: FindBlockA, FindBlockB, ABRightNotJoin -> JoinABRight Rule5: JoinABLeft,JoinABRight->JoinAB
 Context Agents	If( Detect(BlockA.Marker) = True) Then SendMsg(new Fact("FindBlockA"))

3.2 상황추론

표1의 영역지식은 AND/OR 트리의 AND노드의 개념을 기반으로 (그림6)과 같은 트리구조로 구성되어 있다. 각 노드



는 추론된 결과를 나타내며 부모 노드와 연결된 하위 노드들은 하나의 규칙을 의미한다. 하위노드의 상태를 만족시킬 경우 상위 노드에 해당하는 3D 모델의 동작을 증강시킨다. 추론엔진은 상황 에이전트에서 전달된 상황을 가지고 트리 구조에서 현재의 위치를 추론하고 결과를 정보 증강계층으로 전달하여 동적으로 가상 객체를 생성 할 수 있도록 한다.

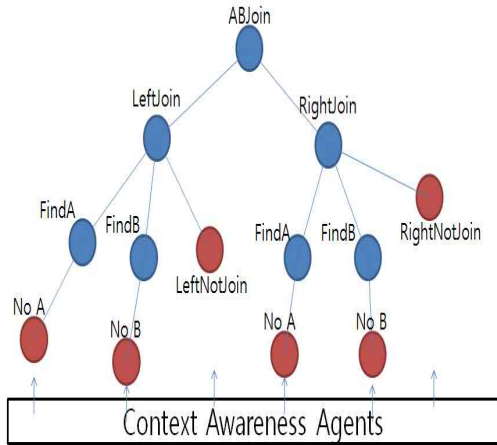


그림 6. 상황인지 에이전트의 추론 트리  
Fig. 6. Inference tree for Context Awareness Agent

#### 4. 정보 증강 계층

정보증강계층은 하부계층으로부터 추론된 결과를 바탕으로 증강되어야 하는 3D 모델을 생성하고 현실 영상과 정합하여 최종적인 증강현실 장면을 구성하여 사용자에게 제공한다.

##### 4.1 Augmenting Controller

정보증강계층의 Augmenting Controller는 하부 계층에서 전달된 증강현실 객체 모델의 동작에 대한 정보를 분석하여 3D 모델을 생성하고 Scene Compositor를 통해 기존 영상에 정합하여 사용자에게 제공한다. 전달 받는 정보에는 직접적으로 3D 모델을 구현하기 위한 데이터가 아닌 증강현실 객체 모델의 개념적인 행동이 기술되어 있으며 이를 기반으로 실제로 3D 모델을 생성하는 역할은 Virtual Model Generator가, 생성된 3D 모델의 정합과 시각화 역할은 Scene Compositor가 수행한다. Augmenting Controller가 하부계층으로부터 전달 받는 정보와 증강현실 객체 모델을 통해 공유하고 있는 데이터는 다음 표2와 같다. 표2에서 “Behavior”는 그림6과 같이 수행될 행위를 의미하며, “Related Model”은 행위의 대상을 의미하고, “증강해야 하는 정보”는 이와 관련된 상세한 세부 정보이다. 예를 들어,

“BlockA->Mesh->LeftPart”는 BlockA가 표시될 좌표에 LeftPart의 조립을 의미한다.

표 2. Augmenting Controller의 역할  
Table 2. Role of Augmenting Controller

Behavior	Related Model	증강해야 하는 정보
FindA	BlockA	Search(BlockA->Marker)
FindB	BlockB	Search(BlockA->Marker)
LeftJoin	BlockA->leftpart BlockB->rightpart	Assemble( BlockA->Mesh->LeftPart, BlockB->Mesh->RightPart)
RightJoin	BlockA->leftpart BlockB->rightpart	Assemble( BlockA->Mesh->LeftPart, BlockB->Mesh->RightPart)

### III. 지식기반 증강현실 프레임워크

본 연구에서는 보다 편리한 증강현실 시스템의 구축을 위하여 지식기반 증강현실 프레임워크를 설계하였다. 프레임워크는 앞 장에서 기술한 시스템 구조에 따른 컴포넌트들의 중심부분을 구성하며 증강현실 저작자가 상황 모델, 영역 지식, 증강현실 객체 모델을 정의함에 따라 손쉽게 지식기반의 증강현실 환경을 구성 할 수 있도록 하였다.

#### 1. 프레임워크의 구성

프레임워크는 다음 표3과 같이 저작부, 구동부 및 모니터링부로 구성된다. 저작부는 지식기반의 증강현실 환경 구성 시 구현을 위해 사용되는 기능들을 포함하고 있으며, 규칙 에디터, 증강현실 객체 에디터, 마커 에디터가 있다. 개발자는 이러한 에디터를 통하여 증강현실 모델 및 상황인지 에이전트의 상황 모델과 영역 지식을 편집하고 저장할 수 있다. 구동부에는 프로그램 수행과 관련된 기능을 포함하며 증강현실 모델의 적재 및 추론을 위한 지식베이스와 추론엔진, 증강 컨트롤러, 상황 에이전트가 여기에 속한다. 모니터링부는 지식기반의 증강현실 환경 구동시에 각 모델의 상태 및 현재 상황, 추론 상황 등을 모니터링 할 수 있는 뷰(view)를 제공한다.

표 3. 지식기반 증강현실 프레임워크 구성  
Table 3. Structure of knowledge-based AR Framework

저작부	구동부	모니터링부
프로젝트 통합관리	프로젝트 DB	프로젝트 네비게이터
증강현실 객체모델	수행 엔진	수행 메시지 뷰어
영역 지식		추론 엔진 뷰어
		증강현실 뷰어

## 2. 프레임워크의 기능

프레임워크는 지식기반 증강현실 시스템 설계에서의 고려 사항에 따라 다음과 같은 기능을 지원한다.

첫째, 다양한 상황에이전트로부터 현재의 상황을 입력받아 프로세스를 수행하도록 한다. 이는 프레임워크를 통하여 구현되는 응용프로그램이 현재의 상황을 프로세스에 반영 할 수 있도록 하며, 프로세스의 흐름이 고정적이지 않고 동적으로 수행됨에 따라 보다 지능적인 증강현실 시스템을 구현할 수 있다. 둘째, 증강현실의 객체를 객체 모델을 통하여 기술함으로써 객체 모델의 위치를 기반으로 동적으로 3D모델을 생성하고 이를 증강시킬 수 있도록 한다. 기존 증강현실 시스템이 마커와 3D모델을 별도로 저장하고 검출되는 마커에 따라 3D 모델을 정적으로 증강하는 반면, 객체 모델을 통하여 각 객체에 대한 정보를 추론함으로써 객체사이의 관계를 파악하고 동적으로 3D모델을 생성할 수 있다. 셋째, 영역 지식과 객체 모델을 별도로 저장하고 관리함으로써 공유 및 재사용을 가능하게 한다.

## IV. 시스템 구현

본 연구의 시스템은 윈도우환경에서, 웹캠을 사용하였고, NyARToolKit의 라이브러리와 Eclipse 기반으로 구현하였다. 시스템 세부분 모듈의 구현은 다음 각 모듈에서 서술되며, 전체 프레임워크는 장비 정비영역을 선정하여 시범시스템으로 (그림 10)과 같이 검증 하였다.

### 1. 저작부

저작부는 증강현실 객체모델과 특정 분야 지식의 저작을 지원하는 기능을 하며, 세부적으로는 객체모델 편집기와 지식 편집기로 구분된다 (그림 7참조). 객체모델 편집기는 객체의 이름과 3차원 데이터, 사각패턴을 등록할 수 있으며 객체의 하위부분과 하위부분의 상태를 등록 할 수 있고, 화면 왼쪽의 객체에 대한 상세는 화면 오른쪽에서 볼 수 있다. 지식편집기는 대상 영역에 관한 전문 지식을 IF/THEN 절을 갖는 규칙의 형태로 저장 및 편집할 수 있다. 하나의 규칙이 완성되면, newPhrase 버튼으로 새로운 규칙들을 연속적으로 추가할 수 있게 된다. 저작된 증강현실 객체 모델과 특정 분야 지식은 프로젝트 데이터에 저장되며 파일 입출력이 가능하다.

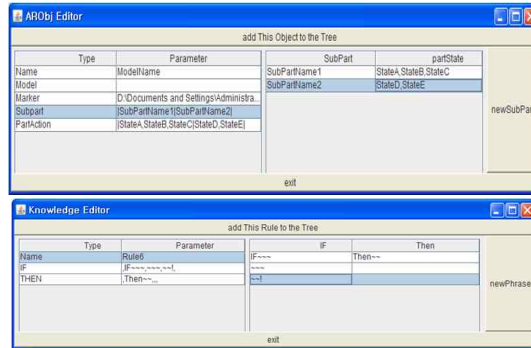


그림 7. 지식기반 증강현실 프레임워크 저작부의 구현화면  
Fig. 7. Authoring module of knowledge-based AR Framework

### 2. 구동부

지식기반 증강현실 프레임워크의 구동부는 추론엔진과 증강현실 뷰어(ARViewer), 마커 추적 에이전트(Marker Tracking Agent)로 구성되며 저작된 모델의 구동 시 수행된다. 추론 엔진은 시스템 내부에서 수행되며, 마커 추적 에이전트는 사용자에게 트래킹 된 마커의 ID를 사용자에게 보여 주고, 증강현실 뷰어에서 최종적으로 증강된 영상이 출력된다. 마커 추적 에이전트와 증강현실 뷰어의 구동 영상은 다음 (그림8)과 같다.

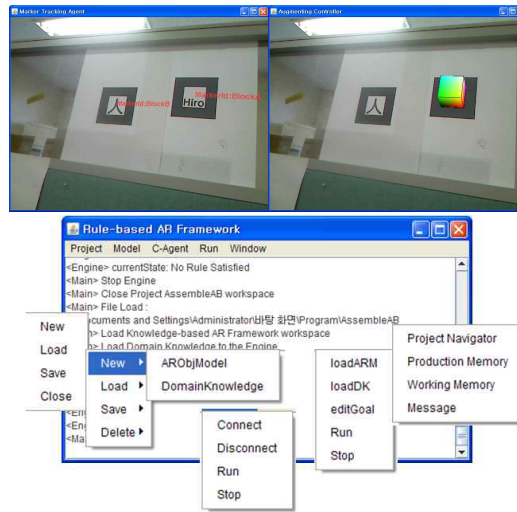


그림 8. 지식기반 증강현실 프레임워크 구동부의 구현화면  
Fig. 8. Running Module of knowledge-based AR Framework

### 3. 모니터링부

지식기반 증강현실 프레임워크의 모니터링부는 그림9와 같이 Project Navigator와 엔진 내부의 파라미터를 살펴 볼 수 있는 Window들로 구성된다. Project Navigator는 현재 작업중인 프로젝트에 포함된 모델과 상황인지 에이전트, 지식을 트리 형태로 표시하여 현재 작업 상태를 확인 할 수 있도록 한다. Window는 엔진 내부의 상태를 모니터링 할 수 있도록 구동중인 프로젝트의 엔진에서 수행되는 Production Memory, Working Memory, 3D 모델 목록, 증강현실 객체 목록, 마커 목록들을 표시한다.

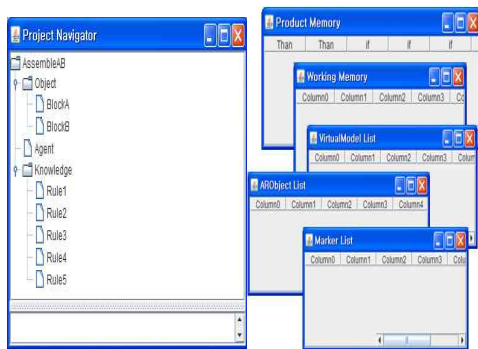


그림 9. 지식기반 증강현실 프레임워크 모니터링부  
Fig. 9. Monitoring Module of knowledge-based AR Framework

### 4. 실험결과

본 논문에서 제안된 시스템을 실험하기 위하여 RFID 매체를 검수하는 프린팅 장비를 대상영역으로 선정하였다. 이러한 기계적 장치의 조작법은 매뉴얼 중심이지만, 증강현실기법을 활용하면 사용자에게 보다 효과적인 교육 및 훈련이 될 수 있기 때문에 실험의 영역으로 선정하여 실험하였다. RFID 생산 시스템에서 발생하는 이벤트를 상황인지 에이전트에서 수합하여 상황을 인지하였으며, 인지된 상황에 따라 조치사항을 증강하여 사용자의 동작을 유도 하였다.

구현 결과 그림10에서 보듯이 장치의 버튼과 같은 제어부를 묘사하는 가상 모델은 파란색으로 표시하고, 사용자가 조작할 수 있는 부분은 하늘색으로 표시한다. 또한 현재 사용자가 취해야 하는 액션은 붉은색으로 증강되어 사용자의 동작을 유도한다. RFID 태그 검사의 결과는 눈으로 식별할 수 없기 때문에 통신검사를 수행하여 판정 결과를 시각화한 후 이를 해당하는 태그에 증강하여 불량 발생시 신속한 처리를 가능하게 할 수 있게 하였다.

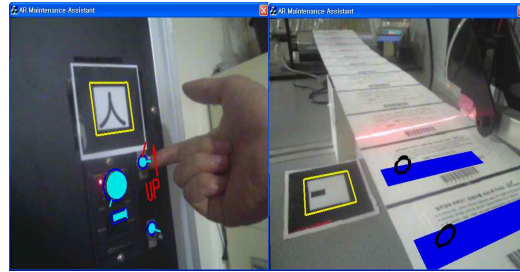


그림 10. 시범 시스템의 구현  
Fig. 10. Implementation of prototype system

제안된 프레임워크를 사용하여 시범 구현 한 결과, 지식기반의 증강현실 시스템에서 사용자의 명령 없이도 미리 저장된 영역지식에 따라 실험환경에서 발생하는 상황을 사용자에게 증강할 수 있었으며 기존의 증강현실 시스템 보다 외부의 환경과 상호작용적인 시스템을 구현 할 수 있었다.

## V. 결론

본 연구에서는 증강현실 시스템에 지식기반의 프로세스를 응용한 지식기반의 증강현실 시스템을 제안하였다. 이를 위해 다양한 상황을 인지하기 위하여 상황인지 에이전트를 사용 하였으며, 추론엔진과 증강현실 컨트롤러를 통해 동적인 가상모델을 증강 하도록 하였다. 또한 이를 프레임워크화 하여 모델의 공유 및 재사용이 가능하며, 제안하는 시스템 구조에 따른 증강현실 환경을 손쉽게 구성할 수 있도록 하였다.

본 연구 시스템의 중요성은 다음과 같다. 첫째, 상황인지 에이전트를 통하여 다양한 상황정보를 인식하고 활용할 수 있으며, 둘째, 사용자의 입력이나 상태에 따라 이를 인지하고 반영함으로써 보다 상호적이며, 상황에 따라 지능적인 수행 흐름을 수행할 수 있다. 셋째, 증강현실 객체를 추상화하여 묘사함으로써 보다 유연하고 객체지향적인 증강현실 환경을 구현할 수 있게 하였다. 넷째, 프레임워크를 통하여 구현된 모델의 공유 및 재사용이 가능하며, 손쉽게 개발하고자 하는 시스템의 구조를 기반으로 하는 증강현실 환경을 구현할 수 있다.

본 연구에서 제안한 프레임워크에서는 상황인지 에이전트의 구현을 위한 기능은 고려하지 않았으며, 프레임워크에서 요구하는 상황정보 목록에 따라 상황인지 에이전트가 올바르게 동작한다는 전제하에 프레임워크를 구성하였다. 따라서 보다 현실적인 지식기반 증강현실 프레임워크를 위해서는 저장된 증강현실 모델과 영역지식, 상황인지 에이전트의 논리적 오류 및 유효성 검사에 대한 추가적인 연구를 지속해야 할 것이다.



## 참고문헌

- [1] R. Azuma. "A Survey of Augmented Reality", *Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, No. 4, pp.355-385, 1997.
- [2] R. Azuma, Y. Bailiot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre. "Recent Advances in Augmented Reality", *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 21, No. 6, pp.34-47, 2001.
- [3] G. Papagiannakis, G. Singh, N. Magnenat-Thalmann, "A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems", *Computer Animation and Virtual Worlds*, Vol. 19, Issue 1, pp.3-22, 2008.
- [4] H. Kato and M. Billinghurst. "Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system". in *Proceedings of the IEEE International Workshop on Augmented Reality*, pp. 125 - 133, 1999.
- [5] ARVIKA. <http://www.arvika.de/www/index.htm>
- [6] D. Reiners, D. Stricker, G. Klinker, and S. Muller. "Augmented reality for construction tasks: Doorlock assembly". in *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality (IWAR '98)*, pp.31-46, 1998.
- [7] U. Neumann, S. You, Y. Cho, J. Lee, and J. Park. "Augmented reality tracking in natural environments", *Mixed reality: merging real and virtual worlds*, pp.101 - 130. Ohmsha, Ltd. Tokyo, 1999.
- [8] N. Navab, B. Bascle, M. Appel, and E. Cubillo. "Scene augmentation via the fusion of industrial drawings and uncalibrated images with a view to marker-less calibration", In *Proceedings of the IEEE International Workshop on Augmented Reality*, pp.125 - 133, San Francisco, CA, USA, 1999.
- [9] M. Appel and N. Navab. "Registration of technical drawings and calibrated images for industrial augmented reality", *Machine Vision and Applications*, Vol. 13, No. 3, pp.111-118, 1999.
- [10] X. Zhang and N. Navab. "Tracking and pose estimation for computer assisted localization in industrial environments", In *IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, pp.214 - 221, 2000.
- [11] J. Rekimoto. "Matrix: A realtime object identification and registration method for augmented reality". *Proceedings of the Computer Human Interaction*, pp.63-68, 1998.
- [12] T. Höllerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid, and D. Hallaway, "Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System", *Computers and Graphics*, Vol. 23, No. 15, pp.779-785, 1999.
- [13] Schall, G., E. Mendez, E. Kruijff, E. Veas, S. Junghanns, B. Reitinger, and D. Schmalstieg, *Handheld Augmented Reality for Underground Infrastructure Visualization*, in *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 13, Issue 4, pp.281-291, 2008.
- [14] F. Zorriassatine, C. Wykes, "Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes", *Computers and Graphics*, Vol. 23, No. 3, pp.389-403, 1999
- [15] F. Doil, W. Schreiber, T. Alt and C. Patron, "Augmented reality for manufacturing planning", in *Proceedings of the Workshop on Virtual Environments*, pp.71-76, 2003
- [16] J.Y. Lee, G.W. Rhee, H. Kim, K.W. Lee, Y.H. Suh, and K. Kim, "Convergence of Context-Awareness and Augmented Reality for Ubiquitous Services and Immersive Interactions", *International Conference on Computational Science and Its Applications, ICCSA 2006, LNCS 3983*, pp.466 - 474, 2006.
- [17] A. M. Demiris, V. Vlahakis, A. Makri, M. Papaioannou, N. Ioannidis, "intGuide: A platform for context-aware services featuring augmented-reality, based on the outcome of European Research Projects", *Signal Processing: Image Communication*, Volume 20, Issues 9-10, pp.927-946, 2005.
- [18] W. Lee and W. Woo, "Exploiting Context awareness in Augmented Reality Applications", *Proceedings of the International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality*, pp.51-54, ISUVR 2008.

## 저자 소개



### 우종우

1991: Illinois Institute of Technology  
컴퓨터공학과 공학박사  
현재: 국민대학교  
컴퓨터공학부 교수  
관심분야: 인공지능, HCI, 지능형 에이전트, M&S, 증강현실  
Email : cwwoo@kookmin.ac.kr



### 이두희

2009: 국민대학교  
컴퓨터공학부 학사.  
2011: 국민대학교  
컴퓨터공학과 석사.  
관심분야: 증강현실, 지능형 에이전트,  
인공지능, HCI  
Email : doochiry@gmail.com