

## 증강현실을 활용한 상황인지기반의 편재형 자동차 정비 서비스

이규원\*, 서동우\*\*, 이재엽\*\*\*

### Ubiquitous Car Maintenance Services Using Augmented Reality and Context Awareness

Gue Won Rhee\*, Dong Woo Seo\*\* and Jae Yeol Lee\*\*\*

#### ABSTRACT

Ubiquitous computing is a vision of our future computing lifestyle in which computer systems seamlessly integrate into our everyday lives, providing services and information in anywhere and anytime fashion. Augmented reality (AR) can naturally complement ubiquitous computing by providing an intuitive and collaborative visualization and simulation interface to a three-dimensional information space embedded within physical reality. This paper presents a service framework and its applications for providing context-aware u-car maintenance services using augmented reality, which can support a rich set of ubiquitous services and collaboration. It realizes bi-augmentation between physical and virtual spaces using augmented reality. It also offers a context processing module to acquire, interpret and disseminate context information. In particular, the context processing module considers user's preferences and security profile for providing private and customer-oriented services. The prototype system has been implemented to support 3D animation, TTS (Text-to-Speech), augmented manual, annotation, and pre- and post-augmentation services in ubiquitous car service environments.

**Key words:** U-car maintenance services, Augmented reality, Ubiquitous computing, Context awareness, Context adaptation

#### 1. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 개념의 도입과 함께 다양한 컴퓨터 활용 기술의 접목이 이루어지고 있다. 이러한 기술의 접목은 사람의 의식주는 물론 산업환경, 유통 전반에 이르기까지 폭넓은 분야에 적용될 수 있다. 그러나 기술의 효과적인 응용 및 접목을 위하여 선행되어야 할 조건은 적용된 기술이 사람에게 쉽게 이해가 되고 사용되도록 친근한 인터페이스를 제공해야 한다는 것이다<sup>[1]</sup>. 아무리 잘 만들어지고 설계된 시스템이라 할지라도 사용하는 사람이 그것을 이용하는 방법에 어려움이 있다면 쓸모가 없어지는 것이다. 이를 위하여 여러 가지의 기술들이 개발되고 있다. 대표

적인 예로써 가상현실, 음성인식, 동작인식, 증강현실 등을 들 수 있다.

특히, 최근 각광받고 있는 유비쿼터스 기술 중의 하나인 증강현실(augmented reality)은 사용자가 눈으로 보는 현실세계와 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주는 가상현실의 한 분야다. 가상현실이 컴퓨터를 이용해 특정 현실세계와 유사하게 가상공간을 꾸며내고 사용자에게 실제 주변 환경과 상호작용하게 하는 것임에 반하여, 증강현실은 현실 세계의 정보가 주된 정보의 역할을 하고 증강된 그래픽 형태의 가상현실이 실시간으로 제공되어 보다 현실적인 상호 작용 방법을 제공한다<sup>[2]</sup>. 또한, 시각적인 감각 이외에도 사운드의 증폭, 검색 또는 촉각 피드백을 동시에 제공함으로써 다감각적인 정보를 포함할 수 있다.

증강현실은 수술실습이나 복잡한 기계의 수리, 작업환경의 인체공학 평가, 장치나 배치 분야의 시뮬레이션<sup>[3]</sup>, 3차원 협업<sup>[4]</sup>, 3차원 기기장치의 교육, 광고 등

\*학생회원, 전남대학교 산업공학과

\*\*학생회원, 전남대학교 산업공학과

\*\*\*교신저자, 종신회원, 전남대학교 산업공학과

- 논문투고일: 2006. 09. 12

- 심사완료일: 2007. 04. 17

다양한 분야에 적용이 가능하다<sup>23</sup>. 산업에 실제 적용된 사례는 광고업과 시뮬레이션 분야이다. 축구경기 중계시 넓게 펼쳐진 경기장 화면에 반투명 이미지의 양국 국기와 스코어의 표시나 골대 뒤편의 가상시설물, 캐스터와 해설자의 주요 장면 해설 등 방송광고에서의 활용도 볼 수 있다<sup>6</sup>. 산업에 사용한 Opel AG의 제조 계획 평가는 가상 공장을 3차원 배치로 평가할 수 있도록 해준다<sup>6</sup>. 또한, 버스승강장과 자동판매기에 실제 디스플레이 장치가 없지만 필요한 정보를 표시해 주는 응용사례를 보여준다<sup>7</sup>.

또한, Wi-Bro(Wireless Broadband Internet), DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 등 다양한 IT 기술의 발전으로 텔레매틱스 관련 기술도 급격히 발전하고 있다. 특히, 차량의 상태, 승객의 수, 승객의 선호도 등을 반영한 맞춤형 차량 서비스가 미래에는 보편화 될 것이다. 무엇보다도, 이러한 환경에서는 사용자의 라이프 스타일이 매우 가변적이므로 언제 어디서나 다양한 디바이스를 통해서 사용자가 처해있는 환경에 적합한 서비스를 제공해야 한다. 이를 위해서는 서비스를 요청한 사용자와 관련된 상황을 인지하여 사용자의 상황에 맞는 서비스를 구성해줄 필요가 있다. 즉, 사용자와 관련된 위치, 관련 디바이스, 관계, 환경정보와 같은 상황들을 효과적으로 모델링하고 추론하여 수집된 상황을 서비스 선택에 이용할 수 있도록 정제함으로써 효과적인 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 요구사항에 부합하기 위하여 온톨로지를 활용한 상황인지 서비스 제공방법에 많은 관심을 보여왔다<sup>8,9</sup>.

본 논문은 유비쿼터스 환경하에서 증강현실 기술을 사용하여 사용자의 상황에 가장 적합한 형태의 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 및 협업 서비스를 제공하는 방법을 제시하고자 한다. 특히, 증강현실의 장점을 살리기 위하여 실제 사물의 모델링을 통하여 현실감을 높였으며 다른 사용자와의 연결을 통하여 자신의 상황에 가장 적합한 다양한 서비스를 받을 수 있다<sup>10-12</sup>. 또한 사용자의 편의성을 높이기 위해 3D 애니메이션, 동영상 및 TTS(Text To Speech) 서비스를 제공한다. 뿐만 아니라, 사용자 중심의 유비쿼터스 자동차 정비 서비스를 지원하기 위한 지식 및 상황을 관리하며, 이를 기반으로 사용자의 상황에 가장 적합한 유비쿼터스 자동차 정비 서비스와 정보를 제공할 수 있다. 유비쿼터스 환경하에서 상황인지를 효과적으로 수행하기 위하여 OWL<sup>13</sup>을 활용하며 사용자의 선호도(Preference)와 프라이버시(Privacy & Security)를 함께 고려한다. 논문의 구성은 다음과 같

다. 2장에서는 시스템 개요 및 구성에 관해서 설명하고, 3장에서는 사용자의 상황에 적합한 증강현실기반의 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 제공에 관한 구체적인 방법을 제시하고, 4장에서는 구현결과를 설명한다. 마지막으로, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 시스템 개요 및 구성

본 논문의 목적은 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 사용자의 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서 상황인지 기술을 활용하고 시각적 효과 및 상호작용을 극대화시키기 위하여 증강현실을 접목시키는 방법을 제공하는 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 프레임워크를 제시하는 것이다<sup>14</sup>. 본 연구에서는 사용자가 카메라가 있는 PDA, 휴대폰, 노트북 등의 장비를 소유하고 있고 증강현실에 필요한 마커가 메뉴얼에 별첨되어 있어서 언제든지 활용할 수 있다고 가정한다. 본 연구에서 제시하는 유비쿼터스 자동차 정비 서비스는 2.1의 시나리오에 근거를 두고 있다.

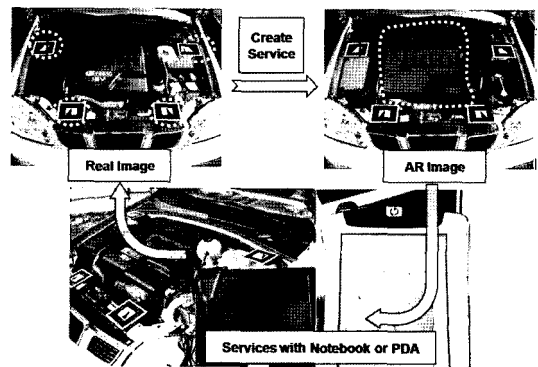


Fig. 1. 증강현실의 구현 영상.

### 2.1 시나리오

최근 차를 구입한 사용자 A씨는 차에 문제가 발생한 것을 알았다. 차량의 엔진을 살펴보기 위해 차의 후드(Hood)를 열고서 카메라가 장착된 노트북이나 PDA로 엔진을 비춘다. 차량 내부에는 위치 인식을 위한 마커가 설치되어 있지 않으나 A씨는 메뉴얼의 뒤편에 부착되어 있는 마커를 떼어 차량내부의 지정된 위치에 부착한다. 센서들을 통하여 사용자의 위치와 사용자가 이용 가능한 장치에 대한 상황정보를 얻어와 노트북을 이용할 수 있음을 인지한다. 획득된 마커 영상을 이용하여 노트북에서는 A씨가 원하는 정비 사항을 3차원 영상으로 필요한 장소에 증강시킨다. 영상

은 A씨가 노트북이나 PDA를 통해 비추고 있는 시점과 동일한 영상에서 정비가 필요한 부품을 증강시켜 주고 있어 A씨는 부품의 위치를 쉽게 알 수 있었다. 또한 음성으로 동시에 전달되는 정비 방법을 통해 쉽게 알 수 있었다. A씨는 이를 매뉴얼에서도 찾아 볼 수 있었는데 매뉴얼의 마커를 통하여 적합한 상황을 인식하여 필요한 정비 동영상 제공받을 수 있었다 (Fig. 2).

그러나 A씨는 매뉴얼이나 PC에 저장되어 있지 않은 정비 방법에 대하여서는 직접 확인할 수 없었다. 그래서 네트워크를 통하여 정비기사 B씨와 연결하도록 하였다. A씨가 보고있는 영상과 A씨가 보내는 메시지는 실시간으로 B씨에게 전달되어 B씨는 A씨가 차량의 어느 곳을 보고 있는지, 무슨 서비스가 필요한지 알 수 있었다. 이에 B씨는 필요한 부품을 증강시키고 이를 애니메이션으로 A씨에게 알려줄 수 있었다.

결국, 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 시스템은 상황을 인지하여 A씨의 디바이스에 적합한 형태로 서비스를 제공해야 한다. 이를 위해서는 사용자의 선호도 (Preference)와 프라이버시를 반드시 고려해야 한다<sup>1)</sup>. 예를 들면, A씨가 사용할 수 있는 디바이스가 PDA 밖에 없을 경우 A씨의 선호도는 PDA에 적합한 영상과 정보를 전달받는 것이다. 따라서, 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 시스템은 이러한 선호도 및 사용자 상황정보를 추론 및 검색하여 가장 올바른 서비스를 지

원하도록 설계되어야 한다.

### 2.2 시스템 구성

제시된 시스템은 Fig. 3과 같이 4단계의 레이어 (Layer)를 구성하고 각 단계에 맞도록 서비스 및 상황 처리 모듈을 배치하였다. 첫 단계인 인터페이스 레이어 (Interface Layer)는 다양한 형태의 서비스 및 디바이스 개체와 자동차 정비서비스 간의 상호작용을 처리한다. 이곳에는 다양한 가상의 개체와 사용자의 입력에 대한 상호작용 데이터, 서비스 데이터를 등록한다. 특히, 사용자, 디바이스 등의 정보가 시스템에 등록되고 등록된 상황정보들은 상황 레이어 (Context Layer)의 상황인지 모듈을 통하여 사용자의 환경에 적합한 서비스를 제공하는데 이용된다. 이곳에는 코덱 (Codec)이나 프로토콜에 대한 상위수준의 상황정보가 정의되어 있고, 사용자가 사용 가능한 서비스가 정의되어 있다. 상황인지 모듈의 추론 결과 및 인터페이스 레이어의 입력 데이터를 받아 증강현실 레이어 (AR Layer)에서는 실제세계의 정보에 가상의 정보를 증강시키는 역할을 한다. 이것은 실제세계의 영상을 트래킹하며, 가상의 정보를 렌더링한다. 또한 상황정보를 활용하여 제공될 서비스 데이터를 생성한다. 만들어진 서비스는 사용자의 상황에 따라 서비스 레이어 (Service Layer)에서 증강현실이나 TTS, 동영상 등의 형태로 맞춤 서비스를 사용자에게 제공한다.

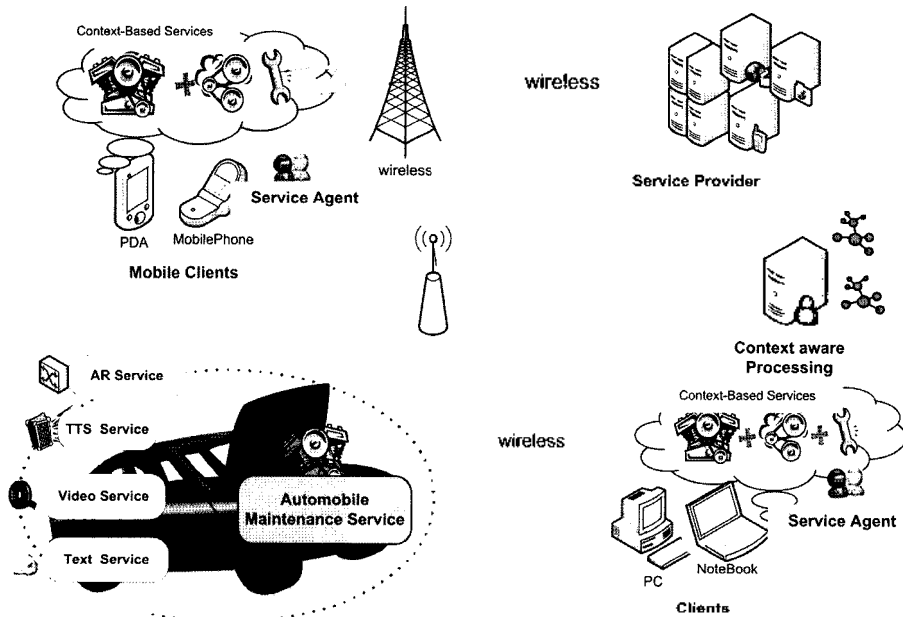


Fig. 2. 서비스 시나리오.

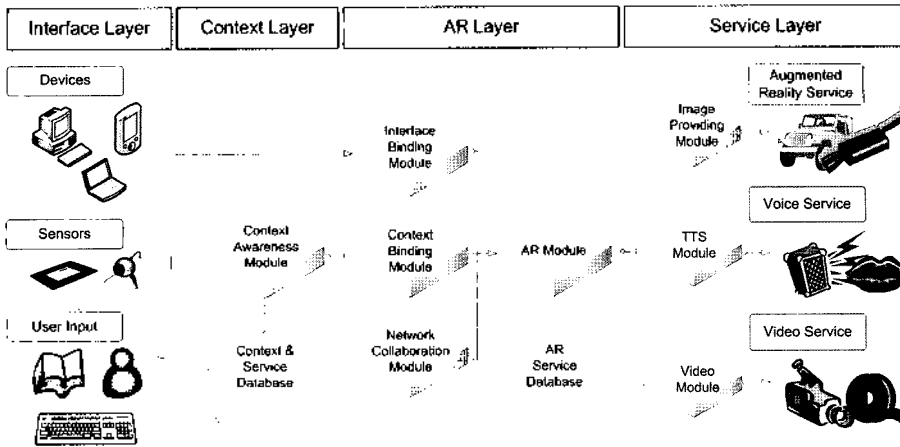


Fig. 3. 시스템 구조.

### 3. 상황인지기반의 유비쿼터스 자동차 정비 서비스

#### 3.1 상황인지 서비스 모듈

상황인지를 활용한 효과적인 유비쿼터스 자동차 정비 서비스를 제공하기 위하여 사용자와 관련된 위치, 관계, 디바이스, 환경정보와 같은 상황들을 잘 수집하고 모델링하여 이를 서비스 선택에 이용한다. 이러한 요구사항을 충족시키기 위하여 온톨로지기반의 상황인지 서비스 모듈을 이용한 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 제공 방법을 제안한다(Fig. 2 & Fig. 4). 온톨로지는 특정분야에서 형식적이고 명확한 개념을 설명하는 것으로서 특정 도메인에서 온톨로지는 도메인

지식을 표현하고 특정 상황을 설명하기 위한 어휘들을 제공한다<sup>[13]</sup>.

상황인지기반의 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 제공은 사용자가 우선 선호도, 서비스 요청 정보와 함께 다양한 센서로부터 능동적, 수동적으로 수집된 사용자와 관련된 하위레벨 상황 정보를 서비스 제공자에게 보낸다. 여기서 하위레벨 상황정보는 서비스를 요청한 사용자의 위치 등의 상황정보로써 센서에서 직접적으로 얻는 데이터를 말한다. 본 시스템에서 다루는 상황 정보는 PDA, 핸드폰, RFID 등의 장치로부터 사용자의 위치, 사용자가 서비스를 요청한 장치의 메모리, 디스플레이 정보들로 이루어진다. 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 제공자는 사용자 환경에 적합한

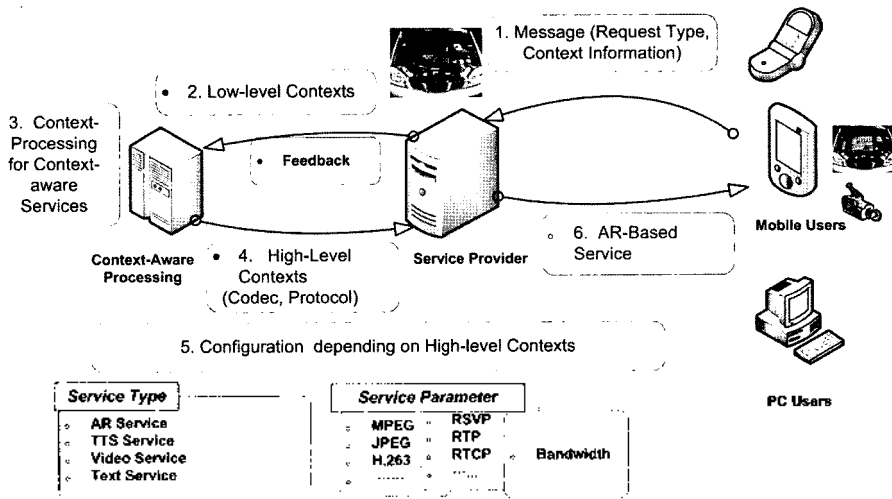


Fig. 4. 상황인지 서비스 모듈.

서비스 제공을 위한 고수준의 상황을 얻기 위하여 상황인지 프로세싱 모듈을 이용하며 하위레벨 상황정보들을 이용하여 상위레벨 상황을 추론하여 온톨로지를 추가적으로 구축하게 된다. 여기서 상위레벨 상황정보는 환경, 선호도, 프로토콜, 이용하고자 하는 서비스 등의 상황정보를 말하는데 이는 하위 상황정보들을 결합하여 새롭게 추론한 상황정보를 말한다. 마지막으로 상황인지 프로세싱 모듈로부터 획득한 상위 상황정보를 이용하여 서비스를 요청한 사용자의 장치에 적합하도록 TTS 기반, 동영상 기반, AR 기반, 텍스트 기반 서비스 등의 형태로 변환시키고 그 환경에 상응하는 코덱, 프로토콜, 대역폭 등을 제공한다.

특히, 이러한 서비스를 제공하기 위해서 본 연구에서는 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 CAMUS의 서비스 에이전트(Agent)<sup>16</sup>를 기반으로 재구성된 시스템을 통하여 컴포넌트간의 결합 구조와 센서정보 처리율을 높여 서비스 관리와 범용성을 제공하도록 하였다. 서비스 에이전트는 사용자와 관련된 다양한 외부센서나 장치 및 시스템들을 상황인지 프로세싱 모듈과 서비스 제공자가 연동될 수 있도록 프록시 역할을 하는 소프트웨어 에이전트다. 즉, 환경 내 센서로부터 획득한 정보를 상황인지 프로세싱 모듈에 전달하고, 상황인지 프로세싱 모듈로부터 제어 명령을 받아 서비스 제공자가 제공하는 서비스를 능동적으로 실행하게 된다. 서비스 에이전트는 서비스 에이전트 관리자가 제공하는 실행환경에서 수행되며, 서비스 관리자는 수행중인 서비스 에이전트들에 대한 서비스 탐색 기능을 제공함으로써 원하는 서비스 에이전트에 접근할

수 있도록 해준다. 상황인지를 위한 상황인지 프로세싱 모듈은 여러 서비스 에이전트로부터 전달되는 정보를 수집하여 상황정보를 운용하고, 그 접근을 지원하며, 상황인지 응용 개발에 필요한 제반 기능을 지원하는 역할을 한다.

3.2 온톨로지 구성

본 논문에서는 상황 온톨로지를 모델링하고 특정 도메인의 개념구조를 명시적으로 표현하기 위해서 호환성과 유연성이 뛰어난 OWL을 이용하였다. 특히, 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서 CONON<sup>14</sup>과 CC/PP<sup>15</sup>를 상위 온톨로지(Upper Ontology)로 정의한 후 유비쿼터스 자동차 정비 서비스를 효과적으로 지원할 수 있도록 확장하였다. CONON은 퍼베이시브 환경하에서 상황을 모델링하고 추론하는 온톨로지를 정의하였으며 이는 장소, 사람, 장치, 서비스 등의 보편적인 추상 상황정보를 제공해주기 위한 모델이 간결하게 잘 정의되어 있어 손쉽게 이용할 수 있다. CC/PP(Composite Capability/Preference Profile Language)는 다양한 형태의 프로파일을 정의할 수 있는 온톨로지를 정의하고 있다. Fig. 5(a)의 프로파일과 하위 클래스는 CC/PP를 근간으로 정의되었다.

특히, 본 연구에서는 E-wallet<sup>10</sup>과의 접목을 통한 상황추론을 지원한다. E-wallet에서 사용하는 규칙(Rule) 선언 언어는 ROWL이다<sup>9</sup>. Fig. 5(b)에서 볼 수 있듯이 ROWL은 CONON과 CC/PP에 의하여 모델링된 하위 상황정보로부터 환경, 선호도, 프로토콜을 이용하고자 하는 서비스의 상위 상황정보를 추론

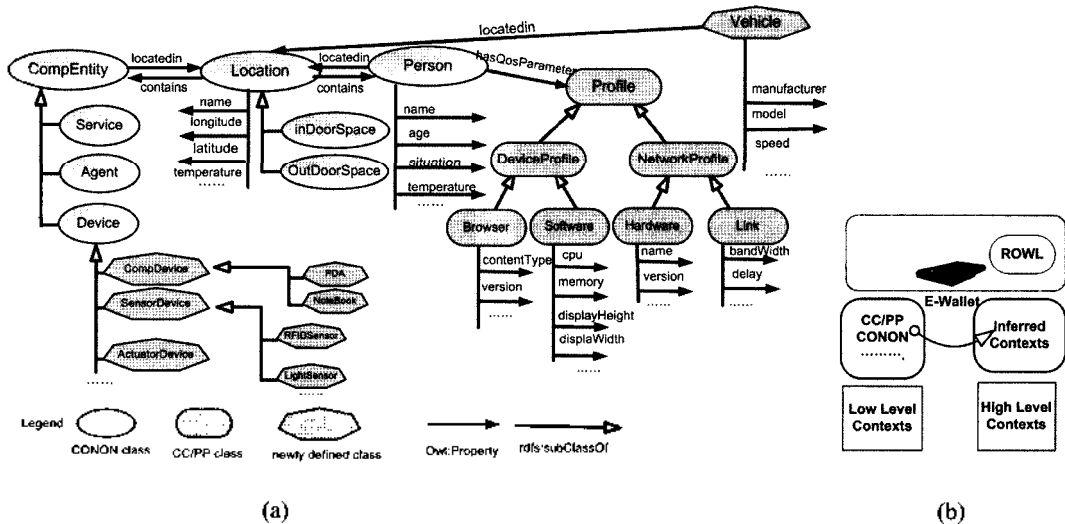


Fig. 5. 온톨로지 구성.

하는데 필요한 규칙선언에 이용된다. 또한, Fig. 6에서 볼 수 있듯이 ROWL에서 정의된 규칙은 *body* (조건들)와 *head* (만약 조건이 만족하면 새롭게 추론되는 사실들)로 이루어지는데, 특히, 선호도 규칙(Preference Rule)은 사용자의 선호도를 정의하는데 이용된다.

Fig. 6(a)은 선호도 규칙 예제로 사용자가 PDA 장치를 가지고 있을 경우에는 PDA의 성능에 합당한 서비스를 추천해 주는 규칙을 표현하고 있다. 즉, PDA

```

<rowl:Rule>
  <rdfs:label>Recommend Post-augmentation Service</rdfs:label>
  <rowl:head rdf:parseType="Collection">
    <foaf:Person rdf:about="#variable:#person">
      <context:recommendWithService>
        <context:Service rdf:about="#context:#Post-augmentation"/>
      </context:recommendWithService>
    </foaf:Person>
  </rowl:head>

  <rowl:body rdf:parseType="Collection">
    <foaf:Person rdf:about="#variable:#person">
      <context:hasDevice rdf:about="#context:#PDA001">
        <context:hasQoSParameter>
          <ccpp:Profile rdf:about="#context:#QoS001"/>
        </context:hasQoSParameter>
      </context:hasDevice>
      <context:wantService>
        <context:Service rdf:about="#context:#AR-Service">
          <context:supportedByQoSParameter>
            <ccpp:Profile rdf:about="#context:#QoS001"/>
          </context:supportedByQoSParameter>
        </context:Service>
      </context:wantService>
    </foaf:Person>
  </rowl:body>
</rowl:Rule>
    
```

(a) Preference Rule

```

<rowl:ReadAccessRule>
  <rdfs:label>Member only AR-service </rdfs:label>
  <rowl:target>
    <foaf:Person rdf:about="#variable:#owner">
      <context:recommendWithService>
        <context:Service rdf:about="#context:#Post-augmentation"/>
      </context:recommendWithService>
    </foaf:Person>
  </rowl:target>

  <rowl:check>
    <rowl:And>
      <rowl:condition>
        <qowl:Query rdf:about="#variable:#query">
          <qowl:sender rdf:resource="#variable:#owner"/>
        </qowl:Query>
      </rowl:condition>
      <rowl:condition>
        <context:ServiceProvider
          rdf:about="#context:#AR-Service-Provider">
          <context:hasMember>
            <foaf:Person df:about="#variable:#owner"/>
          </context:hasMember>
        </context:ServiceProvider>
      </rowl:condition>
    </rowl:And>
  </rowl:check>
</rowl:ReadAccessRule>
    
```

(b) Security Rule

Fig. 6. ROWL rules.

의 낮은 사양 때문에 3D 가상모델을 활용한 증강현실을 직접 실행할 수 없을 경우 서버에서 증강시킨 후 PDA로 전송하는 Post-augmentation을 적용하는 서비스를 사용자에게 제공하는 규칙이다. Fig. 6(b)에서 정의된 시큐리티 규칙은 1) Content(규칙이 적용될 온톨로지 내용), 2) Check(Content가 적용되기 위한 조건), 3) Revision(경우에 따라서 모호한 규칙에 대한 가능성을 정의하기 위하여 사용됨)의 세가지로 이루어진다. 특히, 사용자의 프라이버시는 Revision 부분을 적절하게 정의하면 지원할 수 있다. Fig. 6(b)에서 정의된 규칙은 등록된 사용자만 서비스를 제공받을 수 있다는 것을 정의하고 있다. 또한 사용자가 이러한 선호도 규칙과 시큐리티 규칙을 이용하여 서비스 정보를 호출하기 위해서는 i-wallet 기반의 질의를 정의해야 하는데 이러한 질의정보는 질의 실행자와 실질적으로 호출하고자 하는 지식정보로 구성된다. ROWL의 질의에 관한 자세한 내용은 참고문헌 9를 참고하기 바란다.

3.3 증강현실 처리 과정

2.2장에서 언급한 것과 같이 서비스를 제공하기 위한 레이어는 크게 4가지로 나누어 볼 수 있었는데 이중 증강 현실 서비스를 제공하기 위한 서비스는 AR 레이어에서 처리되게 된다. 이는 Fig. 7과 같은 구성으로 이루어져 있다. 인터페이스 레이어의 입력 및 센서 정보들은 상황 레이어에서 들어온 상황 추론 정보와 함께 AR 모듈로 들어가게 된다. 증강현실을 처리하기 위하여 트래킹 처리된 정보들은 렌더링 모듈과 Image Overlay 보드를 통하여 증강현실 이미지로 만들어지게 되고, 비디오 영상 정보나 음성 지시정보, 또는 네트워크를 통하여 들어온 협업정보 들을 묶는 서비스 바인딩(Service Binding) 모듈을 통하여 서비스 레이어로 전달되게 된다.

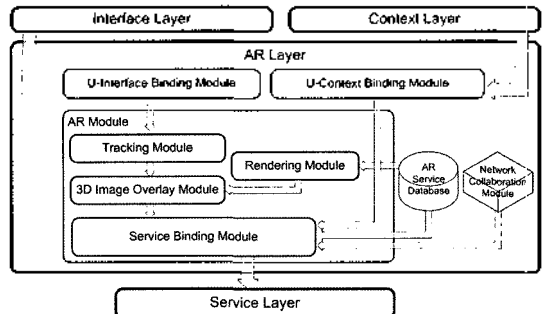


Fig. 7. AR Module 구성.

증강현실은 ARToolkit<sup>[11]</sup>의 트래킹 라이브러리에서의 처리 과정을 따르게 된다. Fig. 8에서 도사된 것과 같이 사용자의 하드웨어 장비인 PC나 노트북, 화상을 비출 수 있는 캠 등에서 들어오는 입력 데이터에서 사각형의 마커 무늬를 트래킹하게 된다. 사각형으로 인식된 마커의 위치에서 외곽선 정보를 이용하여 각각의 변환(Transformation) 정보를 추출하게 된다. 트래킹된 여러 개의 마커 정보들 중에서 시스템은 이미 정의된 마커 정보를 찾게 되고, 이들 중에서 유사하다고 판단된 마커의 변환 정보를 이용하여 3차원 가상객체의 형상을 렌더링하게 된다.

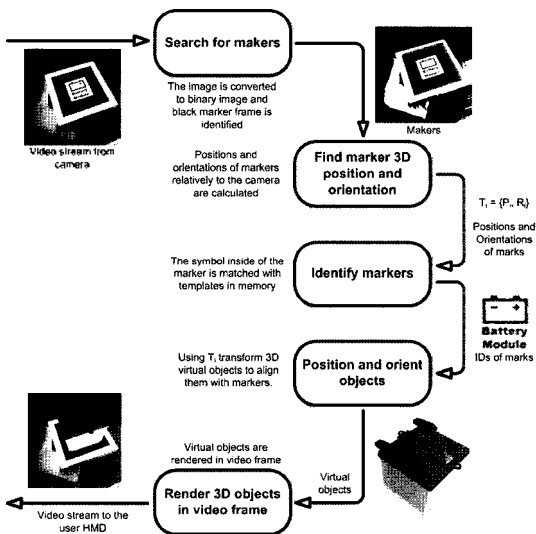


Fig. 8. AR 처리 과정<sup>[11]</sup>.

### 3.4 협업기반의 네트워크 서비스 구조

증강현실의 복잡한 계산과 3차원 물체의 렌더링 과정이 사용자에게 끊임이 없이 보여지게 하기 위해 증강현실을 구현하는 컴퓨터는 상당한 리소스와 계산 처리 능력, 3차원 렌더링 그래픽 엔진이 필요하게 된다. 따라서 현재 이 서비스를 이용하기 위해서는 고가의 노트북이나 PC를 사용하여야 하는데 이것은 본래 유미쿼터스 서비스의 취지에 적합하지 않다. 이를 위해서는 언제 어디서나 어느 디바이스를 통하여서든 같은 서비스를 받도록 하는 시스템 처리 구조가 필요하다. 이러한 시스템의 복제를 위하여 네트워크 연결 구조를 두 가지 방식으로 제공한다. 이 두 방식은 Pre-augmentation 방식과 Post-augmentation 방식으로 명명하였는데 Fig. 9와 같은 구조로 되어 있다. Pre-augmentation 방식은 고성능의 컴퓨터를 사용하는 사용자를 위한 구조로 협업을 위한 이미지를 보내기 전에 증강현실 서비스를 구현한 뒤 결과 이미지를 다른 사용자에게 보내게 된다. 전송된 증강 이미지를 통하여 다른 사용자와 협업을 진행할 수 있게 된다.

Post-augmentation 방식은 낮은 성능의 컴퓨터를 위한 구조로 사용자는 자신의 컴퓨터에서 증강현실을 구현할 필요없이 서버로 캠 이미지를 전송한다. 전송된 캠 이미지를 서버에서 증강현실로 구현하여 이것을 사용자와 다른 사용자에게 재발송하는 방식으로, 3차원 렌더링은 서버에서 이루어지기 때문에 서비스 실행 시에 사용자 컴퓨터의 부하가 발생하지 않게 된다. 그러나 협업에 필요한 네트워크는 이미지 및 메시지 등을 보낼 수 있는 상당한 데이터 전송 능력이 있어야 하는데 유·무선 인터넷이나 앞으로 상용화

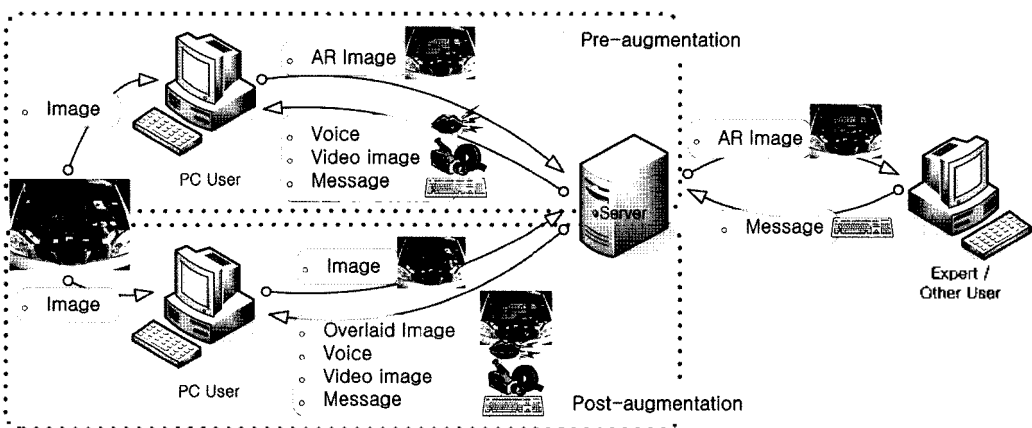


Fig. 9. 네트워크 협업 구조.

될 Wi-Bro 서비스의 발전을 이용하여 가능할 것이라 여겨진다.

#### 4. 시스템 구현

본 장에서는 상황에 따른 서비스의 구현을 설명한다. 본 시스템은 ARToolkit<sup>[12]</sup>를 증강현실 구현 모듈로 활용하고 있으며, 서버는 C++로 구현하였으며, 상황인지 모듈은 E-wallet을 활용하여 Java로 구현되었다. 이들간의 통신은 웹서비스로 구현하였다. 또한, PDA에서 유비쿼터스 자동차 정비서비스를 지원하기 위해서 PDA용 Java 가상머신인 CrEme™<sup>[17]</sup>을 사용하였다.

본 연구에서 제공하는 서비스는 상황에 따라 구분되는데 크게 차량에서의 실행과 메뉴얼에서의 실행으로 나눌 수 있다. 사용자는 자신의 상황에 맞는 서비스를 제공받기 위하여 차량, 혹은 메뉴얼의 마커를 노트북이나 PDA의 캠으로 입력하여 서비스를 제공받게 된다.

##### 4.1 제어 패널과 메시지 처리

시스템이 구동되면 Fig. 10과 같이 AR 서비스와 네트워크 연결을 제어하는 패널이 나타나게 된다. 이 패널은 부품의 형상을 렌더링한 후 증강시키고 네트워크 연결을 통한 메시지 발신과 수신, MS-Agent를 통한 메시지의 TTS 서비스, 동영상 서비스를 제공한다.

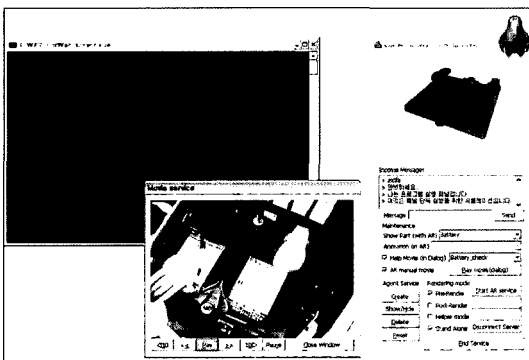


Fig. 10. 제어 패널 실행.

##### 4.2 차량에서의 증강현실 서비스

사용자가 증강현실기반 정비서비스 시스템을 실행하면 사용자의 캠에서 받아들여진 이미지의 마커 위치를 이용하여 사용자가 제어패널에서 선택한 3차원 개체를 캠 이미지 위에 증강시켜준다. 이는 캠에서 마커가 보이는 위치일 경우 사용자의 위치가 변할 경우

에도 3차원 개체를 적절하게 배치하여 실제사물을 보는 듯하게 느낄 수 있다. Fig. 11에서 볼 수 있듯이 3차원의 가상 퓨즈 박스가 실제 퓨즈 박스 위에 증강되었다. 이 그림은 퓨즈 박스 내의 다양한 퓨즈와 릴레이들을 애니메이션과 함께 설명하여 사용자에게 보여준다. 이 애니메이션이 실행되면서 동시에 제어 패널로는 메시지가 들어오게 되는데 이는 MS-Agent의 TTS 서비스를 동시에 제공해주어 증강현실의 애니메이션 실행 단위와 동기화된 서비스가 가능하다.

사용된 증강현실 기술이 비전 인식 기반이기 때문에 주위 환경의 빛에 민감한 반응을 보일 수 있다. 실제 마커를 만들 때의 조도와 캠 촬영시의 조도가 다를 경우 마커를 인식할 수 없는 문제를 나타낼 수 있는데 이는 Threshold 값을 조절하여 해결할 수 있다. 구현된 시스템에서는 방향 조작 버튼으로 설정되어 있으며 이를 이용하여 어두울 경우 150에 가까운 높은 값으로, 밝을 경우 50에 가까운 낮은 값으로 적절한 Threshold 값을 맞추면 만족할 만한 수준의 영상이 획득 가능하다.

본 시스템에서는 트래킹을 위하여 ARToolkit을 사용하고 있으며 보다 안정된 트래킹 및 렌더링을 위하여 차량의 여러 부분에 마커를 부착하여 카메라의 시점이 하나의 마커를 벗어나도 다른 마커에서 인식할 수 있는 동적 마커 방식을 적용하였다. 사용자는 여러 곳에 배치되어있는 마커들 중 하나 이상의 마커를 이용하여 증강 영상을 생성할 수 있다. 각각의 마커에는 개별적으로 위치 좌표가 입력되어 있어 트래킹을 하여 얻어지는 마커 정보를 중 렌더링 할 가상 객체와 가장 가까운 마커에서 변환 좌표를 받아온 뒤 이를 렌더링에 이용하는 것으로 보다 안정적인 트래킹이 가능하다. 시나리오에서도 표현하였듯이 차량에 부착된 마커는 기본적으로 차량에 제공되어 있다고 가정하였으나, 서비스의 확장을 용이하게 하기 위하여 마커를



Fig. 11. 차량에서의 증강현실 실행.



매뉴얼에서 떼어 부착할 수 있도록 종이 마커 형태로 제공한다. 이를 통하여 사용자는 필요한 서비스들 언제 어디서나 손쉽게 제공받을 수 있다.

또한, 본 시스템에서는 가상 객체의 속성 정보에 각 부품의 구성 정보를 입력하여 각 세부 부품들에 대하여 주석 정보를 Fig. 12와 같이 표현하며<sup>[18]</sup> 더 나아가 구성 정보를 표현할 수 있어 부품 정보를 이해하기에 용이하도록 하였다.

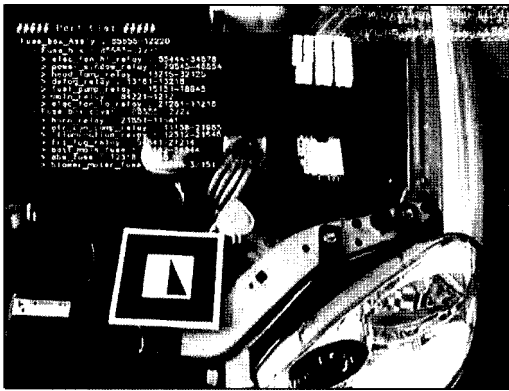


Fig. 12. 부품 구성 및 배치 정보 Annotation.

4.3 매뉴얼에서의 증강현실 서비스

마커가 있는 매뉴얼에서의 증강현실도 사용자에게 제공이 가능한데, 이는 매뉴얼의 그림과 텍스트를 보조하여 정비 동영상 보여 줌으로써 사용자가 정비 내용을 알 수 있게 하는 것이다. 사용자는 차량에서의 증강 현실과 마찬가지로 컴퓨팅 장치의 캠으로 매뉴얼을 비추고, 매뉴얼에는 Fig. 13과 같이 각 동영상 개체마다 각각의 마커로 사용될 그림이 있어 시스템이 이것을 인식할 경우 적합한 동영상을 매뉴얼의 특정위치에 증강시키게 된다. 실제 프로그램을 실행 시에는 Fig. 13과 같은 동영상 증강 화면을 사용자에게 제공하게 된다.

차량에서의 증강과 동일하게 매뉴얼에서도 직접 증강을 통한 애니메이션도 가능한데 이것은 매뉴얼에 마커를 배치하여 이를 이용하여 적절한 위치를 계산해내는 것이다. 이것을 실행시킨 것은 Fig. 14와 같이 나타난다. Fig. 13과 마찬가지로 사용자에게 애니메이션과 메시지, TTS 서비스를 제공한다. 그러나 차량에서의 경우처럼 정확한 위치에 증강되지는 않고 계략적인 배치만 가능한데, 이는 차량의 3차원 모델을 캡으로 받아들이는 이미지와는 달리 매뉴얼에는 2차원적인 배열만이 되어 있기에 Fig. 14와 같이 약간의 위치 틀어짐이 있다. 하지만, 이러한 종이 매뉴얼에서의 증

강 서비스는 기존의 PDF 파일 등의 전자 매뉴얼을 사용하는 것에 비하여 보다 더 사용자를 중심으로 하는 서비스를 제공해 줄 수 있다.

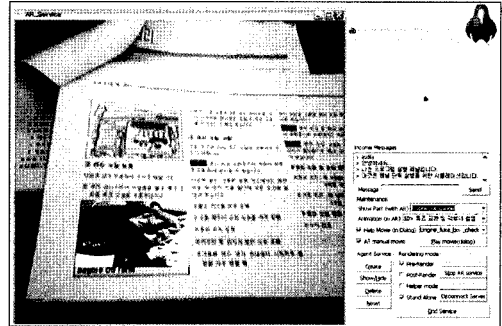


Fig. 13. 매뉴얼에서의 동영상 증강.

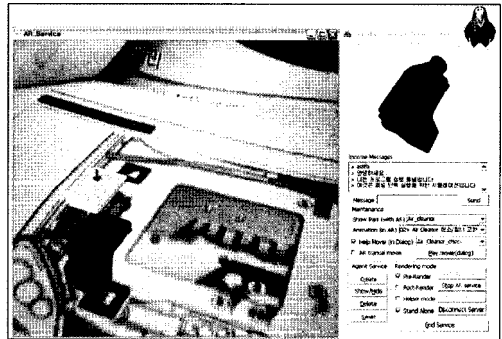


Fig. 14. 매뉴얼에서의 부품 증강.

4.4 PDA를 이용한 증강현실 서비스

사용자는 서비스를 자체적으로 발생시킬 수 있는 성능의 컴퓨터를 사용할 수 있으나 때에 따라서는 자체적인 성능으로는 상황에 적합한 서비스를 받을 수 없는 경우에 처해 있을 수 있다. 예를 들어 PDA나 저가의 노트북 등을 이용하여 서비스를 받을 경우 3.4장에서 언급한 바와 같은 상황인지 모듈을 활용하여 Post-augmentation의 서비스를 지원할 수 있다. 입력 영상은 서비스를 발생할 수 있는 서버나 협업중인 사용자의 컴퓨터로 보내진 다음 사용자의 필요로 하는 서비스를 추정하여 발생시키게 되고 발생된 서비스 데이터는 다시 PDA로 전송되어 사용자에게 제공되게 된다. Post-augmentation의 서비스는 JPEG과 RTP 프로토콜을 이용하여 10 kbyte의 크기로 압축하여 초당 20 프레임의 영상을 전송하여 서비스를 제공한다.

Fig. 15와 Fig. 16에서는 PDA의 영상을 이용하여 증강 처리를 하고 있는데, PDA의 영상은 협업을 하고 있는 다른 컴퓨터나 서비스를 제공하는 컴퓨터로

전달되고 입력된 퓨즈박스 부위의 영상을 이용하여 사용자가 필요로 하는 퓨즈 위치에 대한 증강 영상을 다시 PDA로 전달함으로써 사용자와 서비스를 제공하는 다른 사용자는 효과적인 협업을 수행할 수 있다.

이러한 처리 과정에서 발생되게 되는 서비스의 종류에는 4.2장에서 제안된 것과 같이 다양한 서비스가 가능할 수 있으나 사용자가 운용하고 있는 장치의 처리 성능, 해상도, 기타 입/출력 장치의 성능에 따라 적합한 서비스를 제공할 수 있도록 3.1장의 구성과 같은 상황인지 서비스 모듈에서 서비스를 제한할 수 있도록 구성되어 있다.



Fig. 15. PDA에서의 증강현실 서비스.

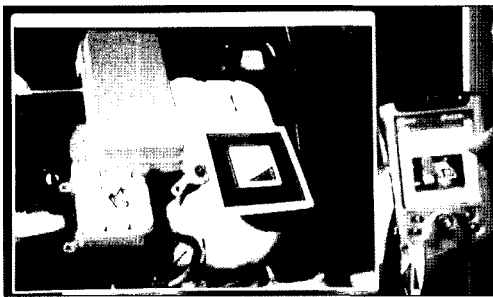


Fig. 16. PDA를 이용한 다른 사용자와의 협업.

## 5. 결론 및 추후연구

본 논문에서는 유비쿼터스 환경하에서 다양한 형태의 유비쿼터스 자동차 정비 서비스와 협업서비스를 제공하기 위하여 증강현실과 상황인지 기술을 접목하여 상황에 적합한 서비스를 제공할 수 있는 방법을 제안하였다. 또한 네트워크 연결 시스템을 구축하여 여러 사용자와의 협업 시스템을 구현하고 시각적인 정보인 증강현실 기술 외에 다감각적인 인터페이스 보조 정보(TTS, 메뉴얼 감지, 동영상)를 제공하여 줌으로써 사용자의 효과적인 정보 표현의 효과를 확인해 보았다.

메뉴얼에 마커를 공급하여 언제, 어디서든 다양한 증강현실 서비스를 제공받을 수 있도록 하였다. 또한, 비전 트래킹 방식의 불안정성을 멀티마커 기반의 트래킹 기법을 사용함으로써 어느 정도 해소할 수 있었다.

기존의 전자 메뉴얼은 PC 기반으로 이미 가성된 몇 가지 상황을 처리하는데 초점이 맞추어져 있고 이어 필요한 입력 인터페이스가 제공되기 때문에 사용자 중심의 서비스와는 거리가 있다. 그에 비하여 본 시스템은 사용자에게 제공하는 서비스를 사용자 기준의 영상 및 상호작용을 통하여 실시간으로 생성하게 되며, PC가 아닐지라도 PDA 혹은 핸드폰 등 영상의 입력 및 전송이 가능한 기기를 이용하여 구현될 수 있다. 하지만, 전자 메뉴얼도 다양한 장점을 지니고 있기 때문에 상호보완적인 역할을 수행할 수 있다.

뿐만 아니라, 상위 온톨로지를 확장하여 유비쿼터스 자동차 정비 서비스 온톨로지를 정의하였으며 사용자의 선호도, 시큐리티 등을 지원할 수 있어서 다양한 형태의 맞춤형 서비스를 지원할 수 있는 근간을 마련하였다.

그러나 제안된 시스템은 다양한 시스템 기기로 운용이 가능하도록 구성을 했으나 그 구현에는 미흡한 부분이 있다. 영상을 서버로 전송하여 다시 증강 시키기에는 전체 시스템의 성능이 부족한 것이다. 따라서 실제 PDA나 낮은 성능의 기기에서의 사용에는 현재로서는 한계점이 있다. 또한 주변 환경의 조도의 변화에 비전 기반의 증강현실이 자동적으로 적응하여 작동하지 않는 문제도 해결해야 할 문제다. 마지막으로 사용자의 부품 조작에 대하여 시스템으로의 정보 피드백을 처리하여<sup>1)</sup> 사용자의 몰입감 증진 및 서비스 운용 능력 향상에 대한 방법 또한 연구해야 한다.

## 감사의 글

본 연구는 FTTH 기반 개인인터넷 방송 기술 및 e-Learning 시스템 개발 과제와 BK21 프로그램에 의해서 지원되었음.

## 참고문헌

1. Kim, K. Y., Lee, W. W. and Woo, W. T., "cPost-it Application with Augmented Reality", *KHCI2004*, Vol. 1, No. 1, pp. 514-519, 2004.
2. Doil, F., Schreiber, W., Alt, T. and Patron, C., "Augmented Reality for Manufacturing Planning", *ACM International Conference Proceeding Series: Workshop on Virtual Environments*, Vol. 39, pp. 71-76, 2003.

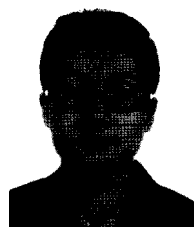
3. Balkisoy, S., Kallmann, M., Fua, P. and Thalmann, D., "A Framework for Rapid Evaluation of Prototypes with Augmented Reality", *Proc. the ACM Symposium on VIRTUAL REALITY SOFTWARE and Technology, Session: Augmented Reality / 3D Modeling*, pp. 61-66, 2000.
4. Billinghurst, M. and Kato, H., "Collaborative Augmented Reality", *Communications of the ACM*, Vol. 45, No. 7, 2002.
5. 자오 커뮤니케이션(주), <http://www.ar-vision.com/>, 2005.
6. Gausemeier, J., Freund, J. and Matysczok, C., "AR planning Tool - Designing Flexible Manufacturing Systems with Augmented Reality", *ACM International Conference Proceeding Series: Workshop on Virtual Environments*, Vol. 23, pp. 19-25, 2002.
7. Rohs, M. and Zweifcl, P., "A Conceptual Framework for Camera Phone-based Interaction Techniques", *Pervasive 2005*, pp. 175, 2005..
8. Lee, J. Y., Rhee, G. W., Kim, H., Lee, K.-W., Suh, Y.-H. and Kim, K., "Convergence of Context-awareness and Augmented Reality for Ubiquitous Services and Immersive Interactions", *LNCS*, Vol. 3983, pp. 466-474, 2006.
9. Gandon, F. L. and Sadch, N. M., "Semantic Web Technologies to Reconcile Privacy and Context Awareness", *Journal of Web Semantics*, Vol. 1, No. 3, pp. 241-260, 2004.
10. Kato, H. Billinghurst, M. Poupyrev, I. Imamoto, K. and Tachibana, K., "Virtual Object Manipulation on a Table-top AR Environment", *Augmented Reality. 2000. (ISAR 2000). Proceedings. IEEE and ACM International Symposium*, pp. 111-119, 2000.
11. HITLabNZ ARToolkit, <http://artoolkit.sourceforge.net/>, 2005.
12. 이제열, 서동우, 김광수, 김현, "가상공학 서비스를 위한 유비쿼터스 및 상황인식 컴퓨팅 프레임워크", *한국CAD/CAM학회 논문집*, 제10권, 제6호, pp. 402-411, 2005.
13. OWL, <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>, 2004.
14. Wang, X. H., Zhang, D., Gu, T. and Pung, H. K., "Ontology-based Context Modeling and Reasoning Using OWL", *Proc. 2nd IEEE Annual Conf. on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pp. 18-22, 2004.
15. CC/PP(Composite Capabilities/Preference Profiles), <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/>, 2004.
16. Kim, H., Cho, Y. J. and Oh, S. R., "CAMUS: A Middleware Supporting Context-aware Services for Network-based Robots", *IEEE Advanced Robotics and its Social Impacts*, pp. 237-242, 2005.
17. CrEme, <http://www.nsicom.com/>
18. Eric, R., David, B., Klaus, H. A., Chris, C., Mihran, T., Ross, W. and Douglas, G., "Annotating Real World Objects Using Augmented Reality", *Computer Graphics: Developments in Virtual Environments*, pp. 357-370, 1995.
19. Steven, F., Blair, M. and Doree, S., "Knowledge-based Augmented Reality", *Communications of the ACM*, Vol. 36, No. 7, pp. 53-62, 1993.



**이 재 열**

1992년 포항공과대학교 산업공학과 학사  
 1994년 포항공과대학교 산업공학과 석사  
 1998년 포항공과대학교 산업공학과 박사  
 1998년~2003년 한국전자통신연구원  
 선임연구원  
 2003년~현재 전남대학교 산업공학과  
 부교수

관심분야: Collaborative Virtual Engineering, Ubiquitous Computing, Context-aware Computing, Augmented and Virtual Reality, Human Computer Interaction



**서 동 우**

2004년 전남대학교 산업공학과 학사  
 2006년 전남대학교 산업공학과 석사  
 2007년~현재 전남대학교 산업공학과  
 박사과정  
 관심분야: Information System Modeling,  
 Software Architecture, Context-  
 Aware Computing



**이 규 원**

2006년 전남대학교 산업공학과 학사  
 2006년~현재 전남대학교 산업공학과  
 석사과정  
 관심분야: Augmented Reality, Human  
 Computer Interaction, Computer  
 Simulations