

# 재난대응 상황에서 웹 3.0 정보서비스를 활용한 증강현실 기술 구현 방안<sup>☆</sup>

## Augmented Reality Technology Implementation Utilizing Web 3.0 Information Services in Disaster Response Situations

박 중 홍<sup>1</sup>      신 영 환<sup>1</sup>      김 용 균<sup>2</sup>      정 중 문<sup>1\*</sup>  
Jong-Hong Park    Younghwan Shin    Yongkyun Kim    Jong-Moon Chung

### 요 약

본 논문에서는 재난대응 현장에서 웹 3.0 정보서비스를 활용한 증강현실 기술의 구현과 적용 방법에 대하여 제안한다. 시맨틱 웹 기반의 웹 3.0 기술의 구조와 특성을 파악하고 증강현실의 재난현장 관련 모바일 비주얼 검색 기술에 대해서 설명한다. 이를 바탕으로 재난 관련 정보에 대한 시맨틱 웹 기반 온톨로지 구성 방안과 재난대응 현장과 재난안전대책본부와의 증강현실 기술을 통한 정보 전달 및 정보제공 방안에 대하여 제안한다. 재난대응 현장에서 신속하고 정확한 정보전달과 재난현장 맞춤형 정보제공을 목적으로 증강현실 기술과 웹 3.0 정보서비스의 상호작용에 대한 활용 방안을 제시한다.

☞ 주제어 : 웹 3.0, 시맨틱 웹, 증강현실, 모바일 비주얼 검색, 재난대응

### ABSTRACT

In this paper, an implementation method of augmented reality (AR) technology using Web 3.0 information services in the field of disaster response is proposed. The structure and characteristics of semantic web-based Web 3.0 are realized and a AR based mobile visual search (MVS) applied in the disaster sites is described. Based on Web 3.0 and AR MVS, a semantic web ontology oriented configuration scheme for disaster-related information and the communication scheme of information provided by AR technology are proposed. For the purpose of providing disaster-related and customized information to the disaster response site quickly and accurately, a method of leveraging Web 3.0 information services in AR technology is presented.

☞ keyword : Web 3.0, Semantic web, Augmented Reality, Mobile Visual Search, Disaster Response

## 1. 서 론

스마트 디바이스와 클라우드 서버를 포함한 네트워크 서비스의 발전은 사용자에게 실시간 서비스 제공의 가능과 함께 기존에는 PC에서 이루어졌던 서비스를 모바일 환경에서도 실현 가능하게 하였다. 모바일 환경에서의

실시간 서비스 기술의 발전과 함께 현실세계에 가상의 물체를 겹쳐 보여주는 증강현실(Augmented Reality, AR) 기술이 등장하였다.[1] 증강현실이란 현실의 이미지와 가상의 이미지를 결합하고, 실시간으로 상호작용이 가능한 3차원 공간의 이미지 처리 기술을 의미한다. 현재 증강현실 기술은 스마트 디바이스의 화면이나, HMD (Head-Mounted Display), 안경 형태 등을 통해 구현되어 차량의 네비게이션, 위치 검색, 전투기 및 차량 정비 훈련 및 제작, 모바일 광고 등에서 실제 사용되고 있다.[2]

증강현실 어플리케이션은 디바이스의 카메라를 통해 얻어진 영상의 특징점을 추출하여 서버에 보내고, 서버에서는 특징점 비교를 통해 영상을 파악한다. 이후 영상에 대한 정보를 검색하여 사용자에게 보내게 된다. 이때, 웹 3.0 정보서비스를 활용하게 되면, 사용자에게 필요한 정보를 맞춤형으로 검색하여 사용자에게 제공할 수 있다. 예를 들어, 일상생활에서 사용자가 증강현실을 통

<sup>1</sup> School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University, Seoul, 03722, Korea.

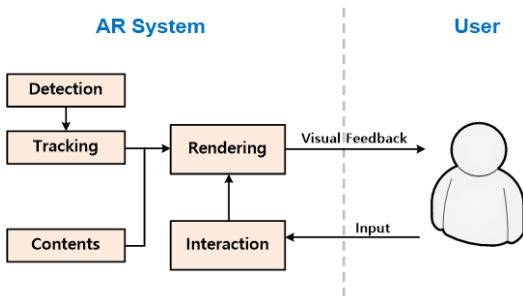
<sup>2</sup> Disaster Preparedness and Coordination Division, Ministry of Public Safety and Security, Seoul, 03171, Korea.

\* Corresponding author (jmc@yonsei.ac.kr)

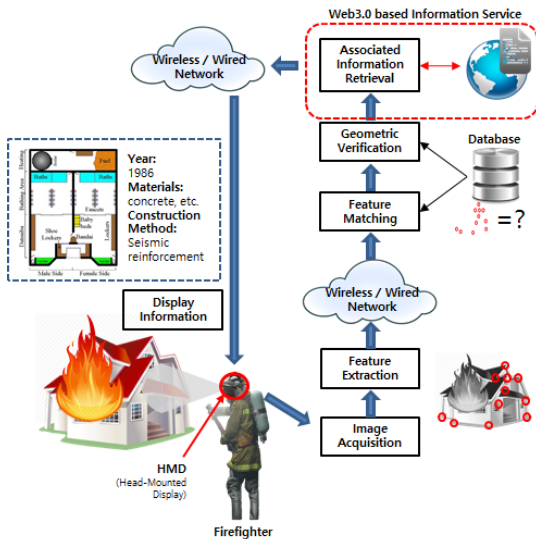
[Received 29 April 2016, Reviewed 10 May 2016, Accepted 17 May 2016]

☆ 본 연구는 정부(국민안전처)의 재원으로 재난안전기술개발사업단의 지원 [MPSS-사회-2015-41]과 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업 [R0126-16-1009, ICBMS 플랫폼 간 정보 모델 연동 및 서비스 매쉬업을 위한 스마트 중재 기술 개발] 과제의 일환으로 수행하였음.

해 건물에 대해 요청할 수 있는 정보는 건물 안에 있는 상점에 대한 정보, 건물의 매매가 시세 등이지만 재난 현장에서 필요한 건물의 정보는 건물의 내부 구조, 건축 시기, 건축 자재 등일 것이다. 이와 같이 증강현실 기술을 통해 같은 사물에 대해 정보를 요청하더라도 웹 3.0을 통한 정보서비스를 활용하면 사용자와 정보를 연결하여 저장하고 사용자에게 빠르고 정확하게 정보를 제공한다는 점에서 웹 3.0과 증강현실의 상호작용의 필요성은 더욱 대두되고 있다.



(그림 1) 증강현실 흐름도  
(Figure 1) Workflow of augmented reality



(그림 2) 모바일 비주얼 검색 과정  
(Figure 2) MVS process

이러한 웹 3.0 정보서비스를 활용한 증강현실 기술이 직접적으로 활용될 수 있는 분야가 바로 재난대응 현장이다. 현대 사회의 재난은 자연 재난, 안보 재난뿐만 아니

라 사회적 재난으로 인한 복잡성과 다양성을 특징으로 갖는다. 재난의 복잡화와 대형화는 과거 경험하지 못했던 재난이나 예상하지 못한 재난현장에 있어서 신속하고 정확한 재난 대응 기술력의 필요성을 증대시키고 있다.

본 논문에서는 증강현실과 웹 3.0 기반 정보서비스 기술에 대해 설명하고 웹 3.0 정보서비스를 활용한 증강현실 기술의 재난현장 대응에 대한 적용 가능성과 기술 구현 방안을 제안한다.

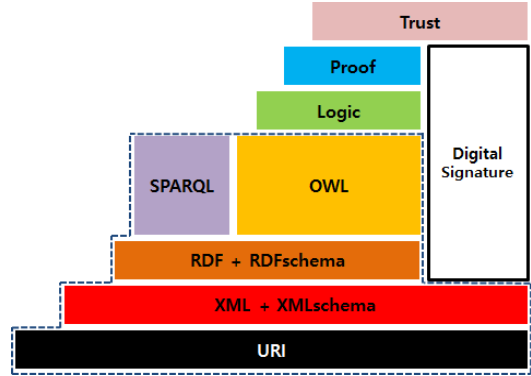
## 2. 웹 3.0 시대와 증강현실

### 2.1 증강현실 (Augmented Reality, AR)

기존에는 원하는 정보를 찾기 위해 검색을 할 때 사용자가 검색 엔진을 통해 직접 텍스트를 입력하여 원하는 결과를 찾을 때까지 페이지를 넘겨가며 찾는 방식을 사용하였다면, 현재의 검색 방식은 스마트 디바이스를 이용하여 텍스트의 입력 없이 영상이나 이미지를 바로 전송함으로써 원하는 정보를 찾고 있다. 이러한 사용자들의 요구에 맞춰 각광을 받고 있는 기술이 바로 증강현실이다. 가상현실(Virtual Reality, VR)이 자신과 사물 모두 가상의 이미지로 구성된 환경에서의 실감형 체험 기술인 반면, 증강현실 기술은 스마트 디바이스의 카메라로 촬영한 영상 이미지 위에 컴퓨터가 생성한 가상의 객체나 정보를 입히는 정보 기술이다. 증강현실은 GPS (Global Positioning System), 자이로 센서 (Gyro sensor), 가속 센서 등의 센서 기반 증강현실, 컴퓨터 비전과 OpenGL (Open Graphics Library) 등의 비전 기반의 증강현실로 나뉘어진다. 스마트 디바이스의 발전과 함께 이러한 센서와 비전 기술이 혼합된 하이브리드 증강현실 어플리케이션이 등장하고 있다.[3] 그림 1은 증강현실 기술의 기본 흐름도를 표현한 것이다.[4] 기본적으로 증강현실은 사용자의 입력과 증강현실 시스템이 제공하는 정보를 화면에 디스플레이 해주는 상호작용(interaction)을 통해 동작을 하게 된다. 사용자가 영상을 입력(input)하게 되면 영상을 감지 및 검출(detection)을 하고 위치/방향 기반 및 영상 기반으로 목표물 추적(tracking)을 하게 된다. 이를 통해 입력된 영상에 대한 정보를 파악하여 사용자가 원하는 콘텐츠(contents)를 화면에 중첩 후 렌더링(rendering)하여 사용자에게 정보를 제공하게 된다. 이러한 시각적인 환류과정(visual feedback)과 사용자의 영상의 입력의 지속적인 상호작용을 통해 정지 영상뿐만 아니라 동영상에 대해서도 증강현실 어플리케이션의 구동이 가능하다.

증강현실의 영상 검출과 정보 제공의 과정은 스마트 디바이스와 서버 간 모바일 비주얼 검색(Mobile Visual Search, MVS)[5]을 통해 이루어지게 된다. 그림 2는 스마트 디바이스에서의 재난현장을 지원하는 증강현실 어플리케이션의 모바일 비주얼 검색을 표현한 것이다. 소방대원의 HMD 장비에 부착된 카메라를 통해 이미지를 획득(image acquisition)하면 특징점 검출(feature extraction)을 하게 된다. 특징점이 검출이 되면 유선/무선 네트워크를 통하여 서버에 특징점 정보만을 전송하게 된다. 이후 서버 내의 데이터베이스와의 정합(feature matching) 과정과 기하 검증(geometric verification) 과정을 거치게 된다. 기하 검증 후 웹 3.0 기반의 정보서비스를 활용하여 관련 정보를 검색(associated information retrieval)하여 사용자의 디바이스에 정보를 보냄으로써 일련의 증강현실 과정이 이루어지게 된다.[6]

이나 동영상을 재생하고 싶으면 CD를 통해 윈도우즈에서 실행시키는 방법이 대부분이었다. 그러나 웹 2.0에서 유튜브라는 플랫폼에서 검색하여 재생이 가능하다.



(그림 3) 시맨틱 웹 계층 구조

(Figure 3) Semantic web technology hierarchy

## 2.2 웹 3.0

웹 1.0은 1990년대에 인터넷이 처음 대중들에게 알려지면서 등장한 하이퍼텍스트(hypertext)로 이뤄진 웹 환경을 말한다. 전통적인 텍스트가 순차적으로 구성되어 읽히는 순서가 결정되어 있는 반면, 하이퍼텍스트는 특정 부분을 읽다가 다른 부분으로 링크를 통해 이동하여 그 부분을 읽는 비순차적 전개를 제공한다. 하이퍼텍스트 기반 웹 1.0 환경에서는 요즘과 같이 동영상, 사진 등을 사용하여 정보를 구성하기 어려웠다. 또한 실제 웹 콘텐츠를 생산하는 정보 생산자의 수는 극히 드물었으며, 정보 사용자는 정보 생산자가 제공하는 정해진 텍스트를 보는 것이 주된 웹 활동이었다.

웹 2.0은 이러한 정보의 생산과 사용의 불균형을 깨기 위해 등장한 개념으로 정보의 소유자나 독점자 없이 누구나 손쉽게 정보를 생산하고 공유할 수 있도록 한 사용자 참여 중심의 인터넷 환경을 의미한다. 오늘날 SNS (social network service), 위키피디아(Wikipedia), 각종 블로그(Blog) 등 같은 사이트들처럼 다수의 사람들이 웹 콘텐츠를 공유하고 수정하는 웹 환경을 말한다. 더 나아가, 유튜브(YouTube)와 같이 웹 콘텐츠도 텍스트에 국한되지 않고 동영상을 포함하는 멀티미디어를 제공한다. 웹 2.0에서는 웹이 플랫폼화 된 어플리케이션(application)을 제공한다는 것이 핵심이다. 이전까지의 어플리케이션은 윈도우나 리눅스와 같은 운영체제(operating system, OS)에서 실행되었으나 웹 2.0에서는 OS가 아닌 웹 위에서 실행이 가능하다. 예를 들어, 웹 2.0 이전의 환경에서 음악

웹 3.0은 기존 웹 2.0보다 한 단계 진화한 웹 환경이다. 2000년대 중반 이 용어가 처음 나왔을 때, 명확한 개념이 잡힌 용어가 아니었다. 그러나 약 10여년이 지난 지금은 웹 3.0의 개념을 사용자 맞춤형 콘텐츠 제공 환경인 시맨틱(Semantic) 웹으로 정의를 하고 있다.[7] 시맨틱 웹이라는 용어는 월드 와이드 웹(World Wide Web)의 창시자 팀 버너스 리(Tim Berners-Lee)가 제시한 용어로서 팀 버너스 리는 그림 3과 같은 시맨틱 웹 구조의 프로토타입 모델을 제시하였다. 시맨틱 웹은 인터넷에 있는 수많은 정보를 의미망으로 연결한다. 기존의 웹 구조에서 다른 페이지를 링크할 때, 의미가 없는 단순 연결을 했다면, 시맨틱 웹에서는 정보와 정보 사이를 의미 있게 연결해준다. 이렇게 정보와 정보 사이의 의미를 갖고 모델을 체계화 하는 것을 온톨로지(Ontology)라 한다. 이런 온톨로지를 기술하는 언어 중에 대표적인 것이 바로 OWL (Web Ontology Language)이다. OWL은 시맨틱 웹 기술의 계층을 이루는 언어 중 가장 최상위에 위치한다. 상위에 위치한 언어는 그 아래에 있는 언어들(RDF, XML, URI)의 개념을 포함을 한다. 다시 말해, 하위에 있는 언어들의 형식 등을 호환하고 그들의 문법을 이용한다는 뜻이다. 시맨틱 웹은 URI라는 웹 상의 기본 자원을 바탕으로 XML 문서를 만든다. XML문서의 관계를 서술하기 위해 RDF, RDFschema를 이용하고 표현이 더 필요하다면 OWL에만 있는 관계식을 이용한다. 이 과정 속에서 이루어지는 데이터의 요청과 전송은 SPARQL로 이루어진다.[8]

(표 1) XML과 HTML의 태그 비교  
(Table 1) Comparison of tag format of XML and HTML

<pre>&lt;HTML&gt;   &lt;h2&gt;Hamlet&lt;/h2&gt;   &lt;i&gt;by&lt;b&gt;Shakespeare&lt;/b&gt;&lt;/i&gt;&lt;br&gt;1601&lt;br&gt;</pre>
<pre>&lt;XML&gt;   &lt;book&gt;   &lt;title&gt;     Hamlet   &lt;/title&gt;   &lt;author&gt;Shakespeare&lt;/author&gt;   &lt;year&gt;1601&lt;/year&gt; &lt;/book&gt;</pre>

URI(Uniform Resource Identifier)는 인터넷에 있는 자원을 나타내는 식별자이다. URI의 가장 공통적인 형식은 웹 페이지 주소로써 모든 자원 접근 메커니즘, 자원 소속 컴퓨터, 자원 명칭 등을 이 형식으로 표현한다. 웹 페이지 내의 텍스트, 이미지, 비디오, 음향 등에 식별자를 부여하여 자원에 접근하기 위해 사용되는 절차를 포함하며, 자원을 가지고 있는 특정 컴퓨터, 컴퓨터 내의 특정 자원의 이름인 파일명까지 포함하는 것이 URI의 특징이다.

XML(eXtensible Markup Language)은 시맨틱 웹 구성을 위해 기존 HTML(HyperText Markup Language)의 한계를 극복하기 위해 제안된 언어이다. XML과 HTML 모두 태그(tag)를 사용한다는 점에서 비슷하지만, XML에서는 태그도 의미를 가질 수 있도록 표현한다. 표 1과 같이 책의 저자와 연도에 대한 정보를 저장하는 간단한 태그를 넣는 예시를 들어보면, HTML에서의 태그인 <h2>, <b>, <i>, <br> 등은 글씨체와 줄바꿈 등의 사용자에게 텍스트를 보여주기 위한 방법에 관한 것일 뿐이다. 인간은 디스플레이를 통해 “Hamlet-Shakespeare-1601”이라는 정보에 대해 Hamlet의 저자는 Shakespeare이고 출판년도는 1601년이라는 사실을 알 수 있지만 컴퓨터는 그 사이의 관계를 파악할 수 없다. 반면 XML 형식에서는 Shakespeare는 <author>, 1601은 <year>라는 태그로 정의되어 인간뿐만 아니라 컴퓨터도 세 단어 사이의 관계를 파악할 수 있다.

XMLs(XML Schema)는 XML문서에 쓰이는 데이터의 타입을 지정할 때 사용된다. 예를 들어, 숫자 형식의 데이터를 integer, short, byte 등 저장 형식의 유형을 지정해 준다. 이는 문서 규격을 만드는 데 큰 도움을 준다.



(그림 4) RDF 형식의 예시  
(Figure 4) Example of RDF format

RDF(Resource Description Framework)는 인간 언어에서의 주어, 목적어, 서술어에 해당하는 형태를 갖는다. 이러한 인간 언어의 형태를 갖는 RDF의 언어 형식이 웹 3.0 이 웹 2.0과 구분을 짓는 결정적인 요소이다. 하이퍼텍스트를 통해 단순히 정보를 이어주는 데 불과했던 웹 2.0과는 달리 웹 3.0에서는 정보와 정보의 관계를 이어주고 의미를 부여해준다. 인간의 언어 형식을 빌려 인간의 논리와 같은 형식으로 데이터를 저장하기 위해서 의미적으로 정보를 연결함으로써 기계가 정보를 능동적으로 처리하기 용이한 웹 형태가 가능해진 것이다. 그림 4는 ‘Shakespeare is the author of the book’ 라는 간단한 문장의 RDF의 형식의 예를 보여준다. 그림 4에서 주어, 목적어, 서술어에 해당하는 문장 형식의 트리플 구조(주어-목적어-서술어)를 확인할 수 있다. RDF에서는 트리플 구조의 형식을 통해서 객체(자원)와 값(자원, 문자) 사이의 속성을 파악한다. OWL에서 RDF는 일반적으로 XML양식으로 표현이 되는데, 이러한 트리플 구조가 반복되면 그래프 구조의 형태를 갖게 된다.

RDFs (RDF Schema)는 RDF의 한계점을 보완하기 위해 사용된다. 위의 예에서 Shakespere를 사람에 따라 ‘셰익스피어’, ‘셰익스피어’, ‘William Shakespeare’ 등으로 각각 다르게 작성할 수가 있다. 심지어 철자를 틀려 Wiliam shakespeare 등으로 작성할 가능성도 있다. RDF를 작성하는 사람마다 표현이 달라진다면, 웹 3.0은 의미가 없어지기 때문에 통일된 단어로 정의 해주는 것이 바로 RDFs의 역할이다. 이렇게 정의된 단어를 클래스(Class)라고 한다.

SPARQL(SPARQL Protocol And RDF Query Language)은 재귀적인 약어으로써, OWL 온톨로지에서 RDF 데이터를 서버에 질의(Query)하고 받아올 때 쓰는 언어이다. RDF 데이터는 앞서 언급했듯이 그래프 구조를 취하기 때문에 SPARQL이 RDF를 검색할 때에도 그래프 구조를 이용하게 된다. 따라서 RDF 문서를 만들 때 재난이라는 정보를 그래프에 넣어줬다면, 재난상황에 관련된 정보를 사용자 맞춤형으로 제공할 수 있다.

이렇듯 웹 3.0은 자원과 자원 사이에 각종 의미를 담을 수 있는 구조와 언어로 구성되어 있다. 이러한 특징을

지닌 웹 3.0 정보서비스는 입력된 영상에 맞는 정보를 제공하는 증강현실 분야에 최적화된 기술로써 웹 3.0 정보 서비스를 활용한 증강현실 기술 적용이 기대되고 있다. 증강현실을 통해 동일한 이미지나 영상을 입력하여도 사람마다 필요로 하는 정보는 다를 것이다. 하지만 웹 1.0 이나 웹 2.0 기반의 환경에서는 사용자마다 같은 정보를 제공할 수밖에 없다는 한계점이 존재한다. 하지만 웹 3.0의 주요 기술인 시맨틱 웹은 앞서 서술한 바와 같이 정보를 의미론적으로 저장하여, 사용자에게 맞춤형 정보를 제공할 수 있기 때문에 사용자 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 증강현실 분야 적용에 적합하다.

### 3. 재난 상황에서 웹 3.0 정보서비스를 활용한 증강현실 기술 구현 방안

증강현실 기술에서의 정보검색이 웹 3.0 정보서비스를 활용하여 빠르고 정확해 진다면, 가장 유용하게 사용될 수 있는 분야가 바로 재난대응 현장이다. 예를 들어, 화학공장의 유해화학물질 유출 사고 현장에서 증강현실 장비를 착용한 현장대응 요원이 공장 내부 구조에 대한 정보를 디스플레이를 통해 확인하면서 밸브의 위치와 밸브 작동 방법 등에 대한 정보를 얻어 대응 작전을 수행할 수 있다. 또한 공장 내 화학물질 저장 탱크에 대한 특징점을 서버에 보내 저장된 화학 물질을 파악 후 검색하게 되면 그 화학물질에 대해 재난 대응시 필요한 정보(유해성, 밀도, 폭발 여부 등)를 빠르고 정확하게 현장대응 요원에게 제공이 가능하다. 이를 통해 화학물질에 대한 지식이 부족하거나 현장 구조물에 대한 정보가 부족한 현장대응 요원도 필요한 정보만을 증강현실을 통해 제공받음으로써 초기에 대응하여 빠른 진압 작전을 수행할 수 있다.

증강현실 기술을 이용한 재난대응 상황에서 웹 3.0 정보서비스를 효과적으로 활용하기 위해서는 시맨틱 웹 시스템의 구축이 중요하다. 특히, OWL 온톨로지의 설계는 시맨틱 웹 구현이 있어서 가장 중요한 역할 중 하나이다. OWL 온톨로지는 웹 3.0을 구성하는 언어의 가장 최상위에 위치하여 그 이하 계층을 이루는 언어들의 형식들에 대한 의미를 담고 있기 때문이다.[10] 또한 시맨틱 웹은 기존의 웹 2.0에서 단순히 정보를 보여주는 기능을 넘어서 정보를 저장, 처리, 검색, 불러오기 기능에 대해서 최적화되어 있다. 본 논문에서는 5단계에 걸친 재난대응 분야 OWL 온톨로지를 구현하는 방법을 설명하고

증강현실기술 적용 방안을 제안한다. 구체적으로 유해화학물질 유출사고와 관련하여 위험물질에 대한 영역을 예시로 OWL 온톨로지를 구현하는 방법을 설명한다.

#### 단계 1) 온톨로지 영역 결정

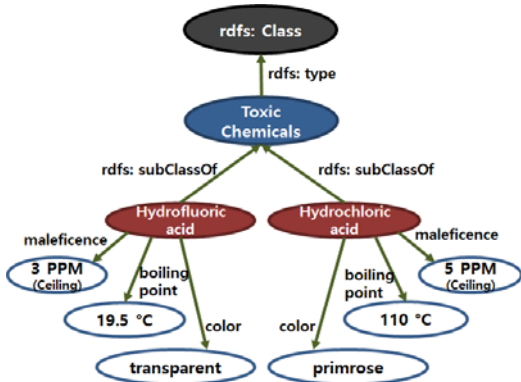
OWL 온톨로지를 설계할 때, 모든 클래스를 만들어서 설계하는 것은 불가능하다. 위에서 서술한대로 클래스 각각에 대해 관계와 속성을 서술해야 하는데, 모든 클래스를 대상으로 그 작업을 한다는 것은 힘들기 때문이다. 따라서 사용자가 어느 분야에 관해서 온톨로지 언어가 필요한지 판단해야 하며, 그에 따른 영역을 먼저 결정해야 한다. 영역을 결정한다는 의미는 내가 필요로 하는 정보를 어디에 사용할 지에 대해서 결정하는 것이다. 본 논문에서는 유해화학물질 유출사고와 관련한 위험물질이 결정된 영역이라고 할 수 있다.

#### 단계 2) 기존 온톨로지 재사용

다루고자 하는 영역이 명확해졌다면, 다음은 기존의 온톨로지를 사용할 수 있는지를 검토해야 한다. 그 영역을 다룰 수 있는 온톨로지가 이미 존재한다면 다시 구축할 필요가 없기 때문이다. DAML ontology library [11], Ontolingua ontology library [12]와 같은 사이트에서는 각종 OWL 온톨로지들에 대한 클래스들을 제공한다. 시맨틱 웹에서는 다른 곳에서 서술한 클래스라도 URI에 대한 정보만 알고 있다면 그 URI를 가져와서 사용이 가능하다. 그러므로 필요한 온톨로지를 발견했다면 그것을 바로 사용하면 되고, 만약 존재하지 않다면 온톨로지를 처음부터 작성해야 한다. 유해화학물질과 관련된 기존 온톨로지가 존재하지 않는다는 가정 하에 단계 3에서 유해화학물질 유출사고와 관련된 온톨로지의 중요 용어를 정의하도록 한다.

#### 단계 3) 온톨로지 중요 용어 열거

온톨로지의 영역이 작성이 되었다면, 재난 상황에서 사용할 용어를 열거해야 한다. 온톨로지 중요 용어의 열거 후, 클래스와 속성에 대한 정의가 가능하다. 예를 들어, 유해화학물질 유출사고의 경우에는 과거 실제 사건을 바탕으로 불산(2012년 구미), 염산(2013년 상주), 톨루엔(2005년 여수) 등과 같은 중요 위험물질들을 열거할 수 있다. 또한 이러한 위험물질들이 어떤 상태로 저장되고 각각의 위험물질들의 발화점, 유독성, 색, 밀도 등에 대한 특성에 대해 열거할 수 있다.



(그림 5) 유해화학물질 관련 클래스와 속성 정의  
(Figure 5) Classes and properties definition of toxic chemicals

단계 4) 클래스 계층 정의

단계 3에서 열거된 용어들 중에 클래스 용어를 정의한다. 나머지는 열거된 용어들 중 클래스로 정의되지 못한 용어들은 속성이나 클래스의 하위 개념인 인스턴스가 된다. 기준이 될 물질을 설정하고 클래스 계층을 정의함으로써 RDF 트리플 구조 설정이 가능하다.

단계 5) 클래스 속성 정의

용어들 중에 클래스로 지정하지 않은 용어들은 속성 혹은 인스턴스로 정의가 된다. RDF 트리플 구조에서 목적어에 해당하는 것이 속성이 되고 서술어에 해당하는 것이 인스턴스가 된다.

그림 5는 위에서 설명한 OWL 온톨로지의 구성 단계에 맞춰 유해화학물질 관련 클래스를 정의한 것이다. 예시로 불산(Hydrofluoric acid)과 염산(Hydrochloric acid)은 유해화학물질(Toxic chemicals)을 이루는 클래스로 정의가 되고 유해성, 끓는점, 색 등의 특성은 속성이 되어 각각의 특성에 대해 그래프 구조를 형성한다. 이와 같이 시맨틱 웹 기반의 OWL 온톨로지의 구성은 유해화학물질에 대한 관련 정보를 클래스와 속성으로 정의를 하여 저장할 수 있게 된다. 표 2는 그림 5를 기반으로 유해화학물질 관련 정보를 웹 3.0 기반으로 코드를 표현한 것이다.

rdfs:Class는 클래스를 선언해주는 역할을 한다. 세 번째 문단의 Hydrofluoricacid(염산) 클래스를 rdf:Class를 통해 http://example.org/Hydrofluoricacid라고 선언한다. rdf:Class를 쓸 때, 클래스와 클래스와의 관계도 설정해줄 수 있는데 그 중 하나가 세 번째 문단에 있는 rdf:subClassOf이다.

세 번째 문단에서, rdf:subClassOf로 쓰여진 코드는 Hydrochloricacid(염산) 클래스가 ToxicChemicals(유해화학) 클래스의 하위 클래스임을 나타낸다. rdf:Description은 클래스 내부의 인스턴스나 속성을 수정하거나 새로 추가할 때 사용되는데, 예를 들어 다섯 번째와 여섯 번째 문단의 rdf:Description을 사용하여 클래스와 관련된 속성과 인스턴스를 정의하고 있다.

(표 2) 유해화학물질 정보 기반 웹 3.0 코드  
(Table 2) Web 3.0 Document based on information of toxic chemicals

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:example="http://example.org/">

<rdfs:Class
rdf:about="http://example.org/ToxicChemicals"/>

<rdfs:Class
rdf:about="http://example.org/Hydrofluoricacid">
<rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://example.org/ToxicChemicals"/>
</rdfs:Class>

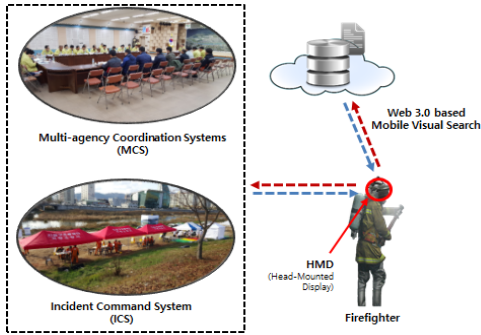
<rdfs:Class
rdf:about="http://example.org/Hydrochloricacid">
<rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://example.org/ToxicChemicals"/>
</rdfs:Class>

<rdf:Description
rdf:about="http://example.org/Hydrofluoricacid">

<example:maleficence>3PPM,Ceiling</example:maleficence>
<example:boilingpoint>19.5</example:boilingpoint>
<example:color>transparent</example:color>
</rdf:Description>

<rdf:Description
rdf:about="http://example.org/Hydrochloricacid">

<example:maleficence>5PPM,Ceiling</example:maleficence>
<example:boilingpoint>110</example:boilingpoint>
<example:color>primrose</example:color>
</rdf:Description>
```



(그림 6) 재난대응 상황에서 증강현실 기술의 활용  
(Figure 6) Practical utilization of AR technology in disaster response

그림 6과 같이 재난현장에서 현장대응 요원들이 증강현실의 모바일 비주얼 검색 과정을 통해 특징점 정보를 서버에 보내면 유해화학물질의 관련 정보를 시맨틱 웹을 통해 현재 재난현장에 맞게 찾아 현장대응 요원들에게 보내준다. 또한 재난 발생시 구성되는 재난안전대책본부(Multi-agency Coordination Systems, MCS)나 현장에서의 통합지원본부(Incident Command System, ICS) 등 재난대응관련 유관기관 소속 담당관들이 이전 재난대응에서의 문제점 및 고려사항, 대응 매뉴얼 등과 같은 현장대응시 중요 정보들을 현장대응 요원들에게 직접 보낼 수도 있다. 뿐만 아니라, 현장대응 요원들의 증강현실 장비에 부착된 카메라를 통해 재난안전대책본부나 통합지원본부에 현장상황을 보냄으로써 상황판단회의, 주민대피 및 지원결정 등 유관기관의 신속하고 정확한 결정에 도움을 줄 수 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 재난대응 상황에서 웹 3.0 정보서비스를 활용한 증강현실 기술 구현 방안을 제시하였다. 시맨틱 웹 기반의 온톨로지를 구성하여 관련 정보를 저장한 후, 증강현실의 모바일 비주얼 검색 기술을 통해 원하는 정보를 파악하게 되면 웹 3.0을 활용하여 상황에 맞는 정보를 실시간으로 제공받을 수 있게 된다. 또한 증강현실 장비를 활용하여 재난대응 작전 수행시 상황정보 제공을 통해 유관기관의 신속한 결정을 도와 재난대응 초기 극복을 가능하게 할 수 있다.

웹 3.0 서비스를 활용한 증강현실 기술은 실제 재난현장에서 재난대응기관의 협업역량과 초기 대응 능력

향상을 이룰 수 있을 뿐만 아니라, 정확한 재난대응 역량 식별과 빠른 재난대응을 통해 인명 및 재산 피해의 최소화가 가능하다. 더 나아가 효과성 높은 재난대응 교육훈련 프로그램, 전문분야별 기능성 게임 프로그램 개발 등 그 활용분야는 더욱 커질 것으로 예상된다.

#### 참 고 문 헌 (Reference)

- [1] R. T. Azuma, *A survey of augmented reality*, Presence, pp. 355-384, 1997.  
<http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- [2] E. Veas, R. Grasset, E. Kruijff, and D. Schmalstieg, "Extended Overview Techniques for Outdoor Augmented Reality," *IEEE Tran. Vis. Comput. Graph.*, vol. 18, no. 4, pp. 565-572, Apr. 2012.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.44>
- [3] M. Ribo, P. Lang, H. Ganster, M. Brandner, C. Stock, and A. Pinz, "Hybrid tracking for outdoor augmented reality applications," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 22, no. 6, pp. 54-63, Nov/Dec. 2002.  
<http://dx.doi.org/10.1109/MCG.2002.1046629>
- [4] D. Wagner, G. Reitmayr, A. Mulloni, T. Drummond, and D. Schmalstieg, "Real-Time Detection and Tracking for Augmented Reality on Mobile Phones," *IEEE Tran. Vis. Comput. Graph.*, vol. 16, no. 3, pp. 355-368, May/June 2010.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.99>
- [5] B. Girod, V. Chandrasekhar, D. M. Chen, N.-M. Cheung, R. Grzeszczuk, Y. Reznik, G. Takacs, S. S. Tsai, and R. Vedantham, "Mobile visual search," *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 28, no. 4, pp. 61-76, Jul. 2011.  
<http://dx.doi.org/10.1109/MSP.2011.940881>
- [6] J.-M. Chung, Y.-S. Park, J.-H. Park, and H. Cho, "Adaptive cloud offloading of augmented reality applications on smart devices for minimum energy consumption," *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 9, no. 8, pp. 3099 - 3111, Aug. 2015.
- [7] K. Ito, S. Hamazaki, and Y. Sato, *Semantic Web*, Gizyutu Hyouron, 2007.
- [8] G. Antoniou and F. v. Harmeler, *A Semantic Web Primer*, MIT Press 2nd., 2004.

[9] <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-0040210/>  
[10] T. C. Jepsen, "Just What Is an Ontology, Anyway?"  
*IT Professional*, vol. 11, no. 5, pp. 22-27, Sep. 2009.  
<http://dx.doi.org/10.1109/MITP.2009.105>

[11] <http://www.daml.org/ontologies/>  
[12] <http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/ontologies/README.html>

## ● 저 자 소 개 ●



### 박 종 홍 (Jong-Hong Park)

2010년 연세대학교 전기전자공학과 (공학사)  
2010년~현재 연세대학교 대학원 전기전자공학과 석박사통합과정  
관심분야 : IoT, Cognitive Radio Networks, Augmented Reality & Cloud Computing, Broadcast Scheduling, 복잡계 네트워크 이론, etc.  
E-mail : jhwannabe@yonsei.ac.kr



### 신 영 환 (Younghwan Shin)

2016년 연세대학교 전기전자공학과 (공학사)  
2016년~현재 연세대학교 대학원 전기전자공학과 석박사통합과정  
관심분야 : Web based Platform, Web 3.0, 복잡계 네트워크 이론, etc.  
E-mail : shinyh1115@yonsei.ac.kr



### 김 용 균 (Yong-kyun Kim)

1997년 서울대학교 토목공학과 (공학사)  
2007년 Harvard University, Kennedy School of Government (행정학 석사)  
2015년 연세대학교, Graduate School of Technology Policy (공학박사)  
2004년~2011년 소방방재청 방재대책과 / 재난상황실장  
2011년~2014년 United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 교육훈련원장  
2015년~현재 국민안전처 재난관리총괄과장  
관심분야 : Crisis, Emergency and Risk Management, Resilience, Network Governance, Complexity, IoT, Augmented Reality  
E-mail : godorhi@gmail.com



### 정 종 문 (Jong-Moon Chung)

1992년 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
1994년 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)  
1999년 Pennsylvania State University, Dept. of Electrical Engineering (공학박사)  
1997년~1999년 Assistant Professor & Instructor, Pennsylvania State University, Dept. of Electrical Engineering  
2000년~2005년 Director, Advanced Communication Systems Engineering Laboratory (ACSEL)  
2000년~2005년 Director, Oklahoma Communication Laboratory for Networking & Bioengineering (OCLNB)  
2000년~2005년 Associate Professor (Tenured), Oklahoma State University, School of Electrical & Computer Engineering  
2011년~현재 Editor, IEEE Transactions on Vehicular Technology  
2013년~현재 Co-Editor-in-Chief, KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)  
2005년~현재 연세대학교 전기전자공학과 교수  
관심분야 : IoT & Smartphones, Smart Cars & ITS, Military Communications, NFV / ICN / SDN, LTE-A / 5G Networks, Cloud Computing & Big Data, Public Safety AR Simulators and Networking.  
E-mail : jmc@yonsei.ac.kr