

스마트폰을 이용한 증강현실 기반 교량 정보 시스템¹⁾

배성환*, 이기열**, 이화민*
*순천향대학교 컴퓨터학과
**순천제일대학 토목과

e-mail: shbae@sch.ac.kr, gylee@suncheon.ac.kr, leehm@sch.ac.kr

Augmented Reality Based Bridge Information System using Smartphone

Sung-Han Bae*, Gi-Yeol Lee**, HwaMin Lee*

*Dept. of Computer Science&Engineering, Soonchunhyang University

**Dept. of Civil Engineering, Suncheon First College

요 약

증강현실(Augmented Reality)기술은 가상의 정보와 현실의 배경을 혼합하여 사용자에게 제공하는 기술로, 현재 많은 분야에서 이 기술을 접목하여 다양한 연구를 진행하고 있다. 그 중 하나인 건설 산업은 복잡한 설계와 시설물을 기반으로 모든 업무가 행해지는 특징으로 인해 증강현실 기술의 활용 가능성이 높은 분야로 주목받고 있다. 또한 증강현실 기술은 현재 많은 사람들이 사용하고 있는 스마트폰에 구현되어 쉽고 빠르게 이용할 수 있게 되었다. 이에 본 논문에서는 증강현실 기술을 통하여 교량의 내/외적인 정보들을 제공하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템을 제안한다. 교량 정보 시스템은 증강현실 기술을 통해 언제 어디서나 교량의 내/외적인 정보를 실시간으로 검색하여 제공받을 수 있고 사용성능평가 기능을 통해 교량에 대한 유지보수를 원활히 할 수 있다.

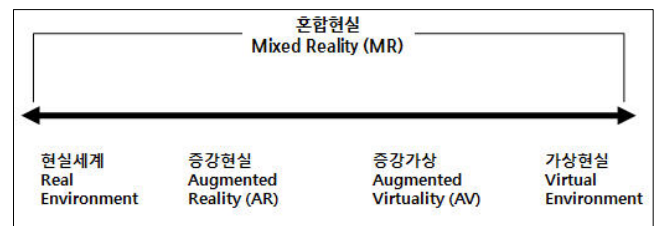
1. 서 론

2. 관련 연구

증강현실은 실세계에 3차원 가상물체를 겹쳐 보여주는 기술로 눈으로 보는 현실세계와 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주는 가상현실의 한 분야로서 실제 환경에 가상의 사물을 합성하여 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법이다[1]. 이러한 증강현실의 특성을 이용하여 많은 분야에서 활발히 접목되어지고 있으며 여러 산업과의 연계를 통해 편의성 제고, 체험·공감확대, 안전·효율성 제고 측면에서 많은 부가가치를 만들어낼 전망이다[2]. 특히 건설 산업 분야는 산업 현장에서 산업 구조를 개선하고 발전시키는 핵심도구로 새롭게 부상하고 있다. 그러나 현재 유명 건축물에 대한 외적인 정보를 보여주는 기술들은 많이 있지만, 스마트폰을 이용하여 증강현실을 건축과 접목하는 연구는 아직 미비한 실정이다. 이에 본 논문에서는 건축분야 중에서도 교량에 대한 정보를 제공하는 교량 정보 시스템을 제안한다. 교량 정보 시스템은 스마트폰을 통해 교량의 외적인 정보만을 제공하는 것이 아니라 사용성능평가 기능을 통해 내적인 정보도 제공함으로써 교량에 대한 안전 불감증을 해소시킬 수 있으며, 관리도 쉽게 할 수 있다.

2.1 증강 현실

<그림 1>과 같이 현실세계와 가상현실을 융합하는 복합형 가상현실 시스템이라고도 불리는 증강현실의 목적은 실제 관찰하고 있는 사물이나 장소에 대한 부가적인 정보나 의미를 함께 제공하는 것이라고 할 수 있다.



<그림 1> 혼합현실의 종류

증강현실 기술은 사용자의 위치와 방향정보를 제공하는 '디지털 컴퍼스' 내장한 스마트폰의 보급으로 빠르게 활성화되고 있다. 또한 google, naver등에서 제공하는 Map API를 이용하여 실시간으로 입력되는 사용자의 카메라 영상에 사용자가 바라보고 있는 건물의 정보를 겹쳐 다양한 목적의 모바일 증강현실 애플리케이션이 개발되고 있다.

1) 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2010-0022773).

2.2 건축분야에서의 증강현실 기존 연구 분석

건축물은 생명체와 마찬가지로 생애주기(Life Cycle)를 가지고 있으며, 앞으로는 이러한 생애주기 전반에 걸친 방향의 연구가 필요하다. 또한 설계, 시공, 유지관리, 철거 단계의 수명 주기 동안 필요한 모든 정보 및 조직, 업무 및 공정들을 통합관리 해야 한다. 이는 건물의 초기 디자인 단계에서부터 유지 및 관리에 이르기까지 좀 더 효과적으로 건물에 대한 전반에 관한 정보를 관리할 수 있기 때문이다. 이것을 건축물 수명 주기 또는 건축 정보 모델(BIM : Building Information Model)이라고 한다. 건축 정보 모델의 궁극적인 목표는 교량을 건설함에 있어서 더 싸게, 더 빠르게, 더 안전하게 설계 및 시공을 하고 철거 전까지 최소한의 비용으로 최상의 상태를 유지하는 것이다[3]. 건설 분야에서는 <그림 2>와 같이 건물 정보에 대한 통합 데이터베이스를 통해 건축물의 수명을 싸고, 빠르고, 안전하게 유지관리 할 수 있다.

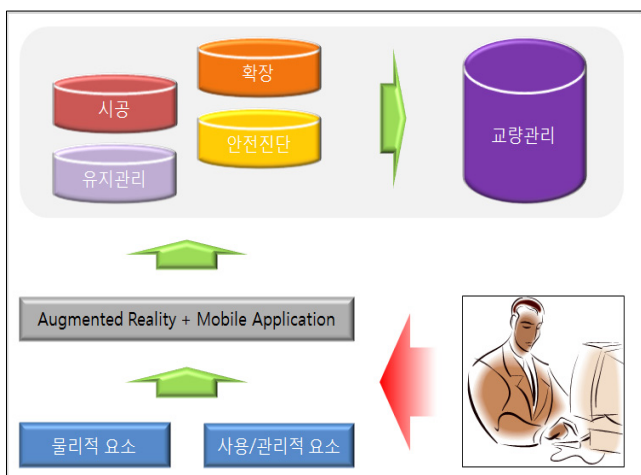


<그림 2> 증강현실을 활용 가능한 건축분야

하지만 대부분의 증강현실 기술을 공간 내 특정 영역에 국한하여 적용하거나, 건축정보를 가시화하기 위한 하나의 표현기법으로 사용한다는 한계가 있다.

3. 시스템 구조

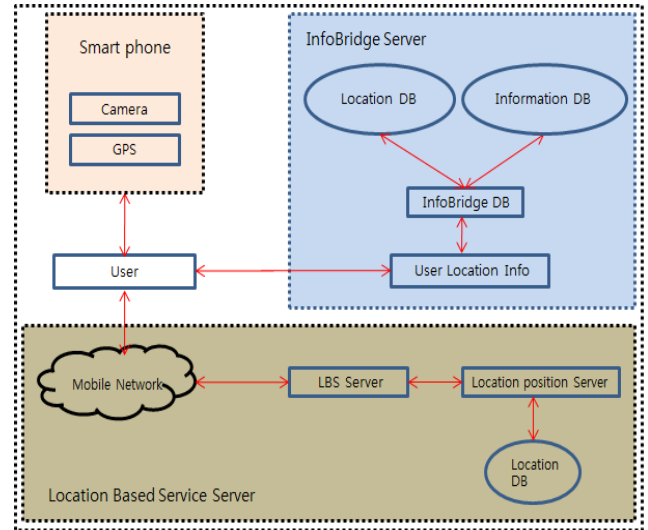
본 논문에서 제안하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 교량 정보 시스템 개념도

사용자는 교량에 대한 물리적 요소와 사용/관리적 요소를 증강현실 기술이 구현된 스마트폰을 통해 얻게 된다. 이러한 정보를 통해 교량에 대한 유지관리, 안전진단, 시공, 확장과 같은 전반적인 교량 관리를 할 수 있게 된다.

다음 <그림 4>는 교량 정보 시스템의 전체적인 구조이다.



<그림 4> 교량 정보 시스템 구조도

사용자는 스마트폰의 GPS와 카메라를 이용, 자신의 위치정보를 받게 된다. 모바일 네트워크는 Location Based Service Server와 Location Position Server에 접속하여 전송받은 사용자의 위치를 화면에 표시한다. 그 후 사용자의 위치 정보를 InfoBridge 서버로 전송한 후, InfoBridge 서버에서 사용자 위치 근처 교량의 위도, 경도를 DB에서 검색하여 그 위치에 해당하는 교량을 화면에 표시하게 된다. 사용자가 화면에 보이는 교량을 선택하게 되면 Information DB에 접속하여 해당 교량의 자세한 정보를 볼 수 있다. 또한 사용자 주변의 교량이 아니더라도 InfoBridge 서버에 접속하여 원하는 지역이나 교량의 이름으로도 검색하여 정보를 제공받을 수 있다.

4. 데이터베이스 설계

본 논문에서 제안하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템은 사용자가 위치 근처에 있는 교량의 정보를 제공받을 수 있고 원하는 교량의 이름으로도 검색할 수 있다[4]. 그래서 교량의 정보들을 관리하고 유지하는 최적화된 데이터베이스가 필요하고 이를 통해 성능과 안정성을 높여 빠른 검색과 정보의 높은 신뢰도를 제공해야 한다. 꾸준히 증가하고 있는 교량의 정보를 제공하기 위해서는 어떻게 저장, 관리, 가공할 것인가를 연구하고, 그에 따른 데이터베이스 설계를 통하여 사용자들에게 안정되고 빠른 정보를 제공할 수 있다[5]. 이를 위해 <표 1>과 같이 교량의 물리적 요소와 사용/관리적 요소라는 두 가지 개념을 정의하고 하나의 테이블로 설계하였다.

Attribute	Value	Description
_id	1	아이디(키)
Address	서울 종로구	주소
Completion	1985년	준공 일자
Traffic	2042대	교통량
Superstructure	RC 슬래브	상부 구조
Substructure	T형 교각	하부 구조
Length	70m	교 장
Width	25m	교 폭
Valid Width	23.5m	유효 폭
Weight	DB-24	하중
Caudex	5개	경간 수
Material	콘크리트	자 재
Safety Inspection	유지보수 내역	유지보수

<표 1> 교량 정보 세부 정보 테이블

물리적 요소와 사용/관리적 요소 테이블은 정규화를 통해 설계되고 수정된다. 또한 사용자 위치를 통해 교량의 정보를 제공하기 위해서 <표 2>와 같이 위도와 경도가 저장되어 있는 위치 정보 테이블을 설계하였다.

Attribute	Value	Description
_id	1	아이디(키)
Latitude	36.570497	위 도
Longitude	126.502782	경 도

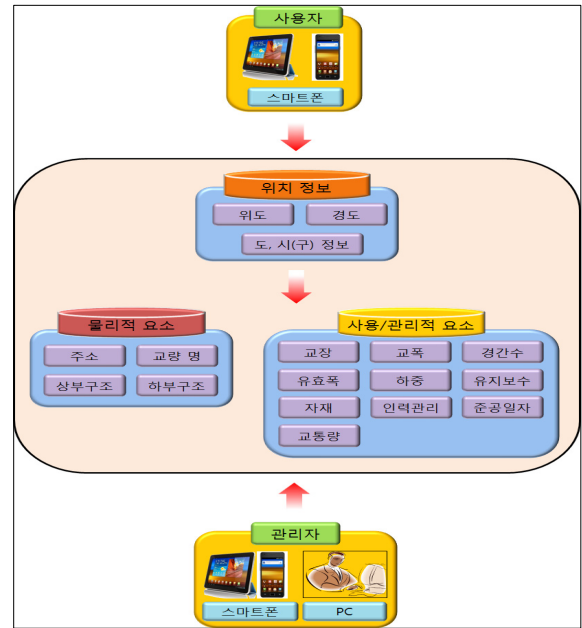
<표 2> 위도 및 경도 정보 테이블

또한 사용자 위치 검색 외에 지명이나 교량의 이름을 통해 직접 검색하는 방법을 위해 <표 3>과 같이 이름 정보 테이블을 설계 하였다. 이 테이블은 사용자 위치를 이용한 검색을 할 때 기본키로 교량의 이름을 갖게 된다.

Attribute	Value	Description
_id	1	아이디(키)
Place Name	경기도, 안산시	지 명
Bridge Name	서해대교	교량 이름

<표 3> 이름 정보 테이블

사용자는 교량 정보 시스템이 구현된 스마트폰을 통해 데이터베이스에 접속하여 위치 정보 테이블과 물리적, 사용/관리적 요소 테이블을 통하여 교량의 정보를 얻을 수 있고 관리자는 사용자에게 정확한 정보를 제공하기 위해 데이터베이스에 최신의 정보를 업데이트 한다. 다음 <그림 5>는 데이터베이스의 전체적인 구조도이다.



<그림 5> 데이터베이스 구조도

사용자와 데이터베이스 사이에는 사용자의 위치 정보, 데이터베이스에 저장된 교량에 대한 정보 등의 상호 교환이 이루어진다.

5. 구현 결과

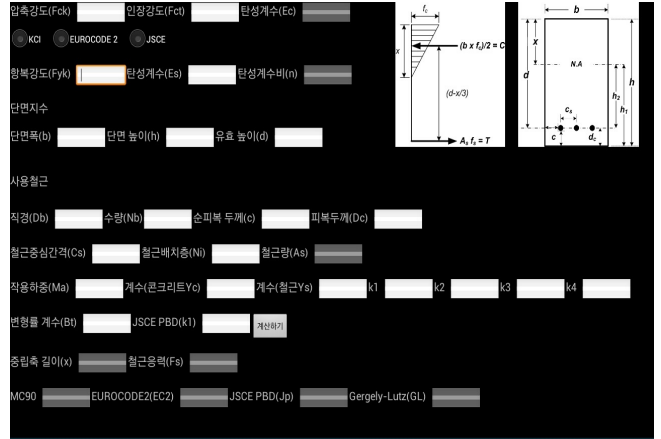
본 연구는 안드로이드 4.0.4 ICS 플랫폼이 내장된 갤럭시 S3 Tab, Note 그리고 Java JDK 1.7.0_05, Google API level 15환경에서 구현하였으며, 데이터베이스는 SQLite Expert Personal 3.3.2.2132과 Firefox SQLite Manager로 설계 및 구현 하였다. 본 논문에서 구현한 교량 정보 시스템은 <그림 6>과 같이 위치기반 서비스를 이용하여 사용자의 위치를 찾는다.



<그림 6 사용자 위치 확인 구현 화면>

위도와 경도가 저장되어 있는 데이터베이스를 통해 사용자 근처의 교량과 간단한 정보가 표시된다. <그림 7>은 사용자의 위치 검색 또는 지명 검색을 통해 데이터베이스에 접속한 후 검색된 교량 정보이다.

교량 세부 정보				
교량	종목	연간수	최대지간장	
500.0	12.0	8.0	19	50.0
중공년도	상부구조	하부구조	교폭	
1990	15.PSCB	11.GP	24.DB-24	4507
등급				
B				
유지 보수 이력				
1996년 안전진단				
1997년 정밀점검				
1998년 정밀점검				
1999년 정밀점검				
2002년 정밀점검				
2004년 안전진단				
2006년 정밀점검				
* 포장 : 균열				
* 주형 : 균열				
* 신축이음 : 고무재 파손				
* 교대/교각 : 균열				
* 교차장치 : 부식				
2008년 정밀점검				
* 교면표장 : 포트홀 및 파손				
* 신축이음 : 유간내 토사 퇴적, 고무재 손상				
* BOX : 하부 슬래브 미세균열, 교차 상단 주변의 박리, 박스 내부 격벽 망상 균열, 개구부 주변 균열				
* 교량받침 : 일부 국부적인 표면 부식				
* 교대/교각 : 상단 일부 국부적인 미세균열				
2009년 정밀점검				
* 교면 : 체수(구배조정), 접속부 포장 균열 및 침하, 스틸그레이팅 파손				
* 신축이음 : 고무씰재 파손				
* BOX 외부 : 0.3mm 이상 균열, 철근 노출, 재료분리, 백태, 콘크리트 파손 및 들뜸				
* BOX 내부 : 0.3mm 이상 균열, 망상균열, 철근 노출, 재료분리				
* 교차장치 : 균열				



<그림 9> 교량 사용성능 평가 구현 화면

6. 결 론

본 논문에서 제안하는 교량 정보 시스템은 증강현실의 위치기반 서비스와 영상인식 기술을 스마트폰에서 혼합하여 구현함으로써 사용자 주변의 교량을 식별하고 기본 정보 제공한다. 그리고 단순히 외적인 정보만을 제공하는 것이 아니라 사용성능 평가 알고리즘을 구현하여 교량의 균열과 처짐과 같은 유지보수 정보도 제공한다. 이러한 교량 정보들은 관리자와 사용자에게 보다 정확하고 빠른 정보를 제공하기 위해서 최적화된 데이터베이스와 알고리즘이 필요하다. 이에 본 논문에서는 많은 사용자가 교량 정보 시스템을 통해 교량의 정보를 얻을 때 데이터베이스의 과부하를 적절히 제어할 수 있도록 설계하였고 사용성능평가 기능을 제공하여 교량에 대한 유지보수를 좀 더 원활하게 할 수 있다. 향후 과제로는 많은 양의 데이터베이스와 알고리즘을 최적화와 UI개선을 통해 사용자에게 더욱 더 안정화되고 편리한 시스템을 제공할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박신정, 최근 증강현실 산업 트렌드, 전자정보센터(EIC), 2010.
- [2] 정동영, 증강현실이 가져올 미래 변화, SERI 경영노트
- [3] 이강, 건축물 수명주기 관리를 위한 핵심기술들, 한국건설관리학회 학술발표대회, 2006.
- [4] 배성한, 이기열, 이화민, 스마트폰을 이용한 증강현실 기반 교량정보 시스템, 제35회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 제18권 제1호, 2010.
- [5] 이춘식, 아는 만큼 보이는 데이터베이스 설계와 구축, 한빛미디어, 2008.

<그림 7> 교량 상세 정보 표시 구현 화면

데이터베이스에는 각 도, 시(구)로 저장되어 단계적인 정보 검색을 할 수 있다. 사용자 위치와 데이터베이스에 저장되어 있는 교량의 위도와 경도를 비교하여 사용자 주변의 설정 반경 안에 있는 모든 교량을 검색한다. 사용자가 정보 검색을 원하는 교량을 선택 시 교량에 대한 제반 사항이 담겨져 있는 테이블을 검색하여 사용자에게 정보를 제공하게 된다. <그림 8>은 교량의 세부 정보가 담겨져 있는 테이블이다. 세부 정보 테이블에는 물리적 요소와 사용/관리적 요소가 저장되어 있다.

Id	Name	Length	Width	ValidWidth	Caudex	MaxSpan	Completion	SuperStruct.	SubStruct.	Weight	Traffic
1	01085.광수교	200	16.0	14.4	1	20.0	1982	23.PSCI	21.GA	24.08-24	23224
2	01088.삼골교	2700	16.0	14.5	12	25.0	1974	23.PSCI	18.SGP	24.08-24	29335
3	01164.동강교	5000	12.0	8.0	10	50.0	1990	15.PSCB	11.GP	24.08-24	4507
4	03074.다시교	600	19.5	15.5	5	12.0	1995	11.RCS	11.GP	24.08-24	23224
5	03075.원수교	240	16.0	14.6	1	24.0	1978	23.PSCI	11.GP	23.08-18	33811
6	03076.삼도육교*	306	16.0	14.6	1	30.6	1978	23.PSCI	11.GP	23.08-18	33811
7	03300.운곡교*	1500	23.0	18.0	5	30.0	1992	23.PSCI	18.SGP	24.08-24	17314
8	03301.운곡교*	6.5	25.6	23.8	1	6.5	1973	17.RA	99.ETC	23.08-18	17314
9	03301.운곡교*	6.5	6.3	5.7	1	6.5	1990	17.RA	15.RAP	24.08-24	17314
10	03302.신월교*	6.5	24.7	19.1	1	6.5	1990	17.RA	99.ETC	24.08-24	17314
11	03302.신월교*	6.5	5.7	5.1	1	6.5	1992	17.RA	15.RAP	24.08-24	25219
12	03303.영산육교*	65.6	12.9	12.0	7	15.2	1972	11.RCS	15.RAP	23.08-18	25219
13	03304.영산육교*	404.0	16.0	13.0	14	30.0	1972	11.RCS	15.RAP	23.08-18	25219
14	03305.영강육교*	7.0	28.0	27.4	1	7.0	1972	17.RA	99.ETC	23.08-18	25219
15	03306.홍동육교*	56.4	16.0	14.6	3	42.0	1980	14.STI	15.RAP	23.08-18	25219
16	03307.석현교*	124.0	20.0	18.8	4	31.0	1985	23.PSCI	14.TP	23.08-18	25219
17	03307.석현교*	124.0	10.0	9.5	3	48.0	1993	29.STB	14.TP	24.08-24	15227
18	20019.마성교	45.5	19.5	18.5	3	17.5	1994	11.RCS	15.RAP	24.08-24	29335
19	29513.동정교	21.4	13.0	8.0	2	10.7	1996	11.RCS	15.RAP	24.08-24	3499
20	29521.나주교*	720.0	15.5	10.5	12	60.0	1999	16.SPG	14.TP	24.08-24	35384
21	29641.운산교	60.1	28.0	27.0	2	30.1	2003	23.PSCI	15.RAP	24.08-24	7839
22	29648.장선교고교	95.0	17.5	17.5	3	40.0	2003	29.STB	15.RAP	24.08-24	6204

<그림 8> 교량 세부 정보 테이블(DetailInfo)

또한 교량의 외적인 정보만 제공하는 것이 아니라 교량에 대한 사용성능평가 기능을 통해 유지보수를 할 수 있도록 한다. 교량의 사용성능평가는 교량정보 시스템에서 자체적으로 개발한 알고리즘을 통해 제공한다. <그림 9>처럼 사용자는 교량에 대한 여러 가지 수치를 입력하고 원하는 결과를 얻어 낼 수 있다.