

건물 배치 전자도면을 이용한 모바일 폰의 피사체 인지 방법

Smart Phone Picture Recognition Algorithm Using Electronic Maps of Architecture Configuration

임재걸(Jaegeol Yim)*, 주재훈(Jaehun Joo)**, 이계영(Gyeyoung Lee)***

초 록

전자 정보 기술이 발전함에 따라, 스마트폰의 계산 능력은 더욱 막강해지고 저장장치의 용량은 더욱 거대해지고 있다. 이에 따라, 유용한 새로운 스마트폰 서비스가 많이 등장하고 있는데, 상황인지 서비스와 모바일 증강 현실이 근래에 가장 많이 연구되고 있는 대표적인 주제이다. 이러한 새로운 서비스에서 스마트폰에 장착된 카메라로 촬영한 사진 속의 개체를 인지하는 것은 매우 중요한 역할을 수행한다. 그래서 사진을 인지하는 연구가 많이 출판되었는데, 대부분은 처리 시간이 매우 긴 이미지 인지 기술 기반이다. 이와 반대로, 본 논문은 스마트폰의 센서로부터 수집한 데이터와 전자지도를 이용하여 사진 속의 개체를 인지하는 매우 빠르고 효율적인 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 스마트폰이 제공하는 현재 위치와 방향각으로 카메라의 시선을 구하고, 카메라 시선과 교차하는 전자지도의 요소들을 찾는다. 그리고 교차하는 요소들을 조사하여 사진 속의 개체를 인지한다.

ABSTRACT

As the techniques of electronic and information are advancing, the computing power of a smart phone is becoming more powerful and the storage capacity of a smart phone is becoming larger. As the result, various new useful services are becoming available on smart phones. The context-aware service and mobile augmented reality have recently been the most popular research topics. For those newly developed services, identifying the object in the picture taken by the camera on the phone performs an extremely important role. So, many researches of identifying pictures have been published and most of them are based on the time consuming image recognition techniques. On the contrary, this paper introduces a very fast and effective method of identifying the objects on the photo making use of the sensor data obtained from the smart phone and electronic maps. Our method estimates the line of sight of the camera with the location and orientation information provided by the smart phone. Then it finds any element of the map which intersects the line of sight. By investigating those intersecting elements, our method identifies the objects on the photo.

키워드 : 모바일 폰, 스마트폰, 피사체 인식, 전자도면, 상황인지, 증강현실

Mobile Phone, Smart Phone, Picture Recognition, Electronic Map, Context-Awareness, Augmented Reality

본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부, 중소기업청)의 재원으로 수행된 한국연구재단 기초연구사업과 한국산학연합회의 산학연공동기술개발지원사업임(R00046281).

* 주저자, 동국대학교 컴퓨터공학부 교수

** 교신저자, 동국대학교 경영관광대학 경상학부 교수

*** 공동저자, 동국대학교 컴퓨터학부 교수

2012년 01월 02일 접수, 2012년 03월 23일 심사완료 후 2012년 04월 23일 게재확정.

1. 서 론

스마트폰 기술이 발달함에 따라 스마트폰이 제공하는 서비스도 매우 다양하게 발전되었는데 그중에서도 모바일 상황인지[1, 19] 서비스 제공과 모바일 증강현실[7, 12, 21]은 비교적 최근에 등장하여 현재 매우 활발하게 연구되어지고 있는 주제다. 상황인지 서비스는 물리적 상황, 컴퓨팅 성능 상황, 사용자 상황 등을 고려하여 사용자에게 가장 알맞은 서비스를 알맞은 형태로 제공하는 기술을 연구하며, 모바일 증강현실은 모바일 폰에 장착된 카메라로 촬영한 이미지와 더불어 다른 그래픽스, 텍스트, 소리 등의 콘텐츠를 부가적으로 출력하여주는 서비스다.

모바일 카메라 촬영은 상황인지의 매우 중요한 요소가 된다. 왜냐하면 이로부터 사용자가 피사체에 흥미를 느끼고 있음을 유추할 수 있기 때문이다. 따라서 피사체가 무엇인지 인지할 수 있다면 그것에 흥미를 보인다는 상황에 기반하여 사용자에게 유용한 서비스를 선택하여 제공할 수 있으므로 피사체 인지는 매우 중요하다. 모바일 증강현실에서도 비슷한 이유로 피사체 인지가 매우 중요한 구실을 한다. 즉, 피사체를 인지하면 부가적인 콘텐츠를 출력할 때 그와 관련된 콘텐츠를 선택함으로써 증강현실의 유용성을 제고할 수 있기 때문이다.

상황인지나 증강현실이라는 용어를 들어내 놓고 사용하지 않은 많은 응용에서도 피사체 인지가 중요한 구실을 하고 있다. 예를 들어 박물관 관람객이 전시물의 사진을 촬영하면 피사체를 인지하여 그와 관련된 멀티미디어 정보를 출력하여주는 모바일 응용[7], 박물관

이나 공원에서 어린이가 어떤 물체를 스마트폰으로 촬영하면 피사체와 관련된 교육 내용을 출력하여주는 모바일 학습 응용[15], 어디에서든지 유명지형지물을 촬영하면 피사체로부터 검색어를 생성하여 인터넷 검색으로 찾은 이미지를 스마트폰에 출력하여주는 응용[3] 등 다양한 응용에서 피사체 인지가 결정적인 역할을 한다.

이와 같이 스마트폰의 카메라가 촬영한 이미지를 바탕으로 사용자에게 도움을 주기 위한 다양한 연구가 수행되고 있는데 이러한 모든 기존 혹은 현재 진행되고 있는 연구의 공통점은 이미지인식 기반이라는 것이다. 예를 들어, 증강현실 분야에서 사용되는 대부분의 방법들은 카메라 포즈 계산 아니면 피사체 인식을 바탕으로 부가적으로 출력될 콘텐츠를 결정하는데 카메라 포즈 방식까지도 포즈로 비교 대상 이미지의 범위를 좁혀 준 다음, 결국에는 이미지 비교로 최종 결정을 한다. 피사체 인식 방법은 마크를 사용하는 방법[16, 28], 이미지 데이터베이스에 있는 이미지들과 비교하는 방법[8, 23], 모델 기반 방법[22, 26], 랜드마크(landmark) 기반의 방법[20, 25] 등이 있는데 이들은 모두 이미지 분석 방법들이다.

이미지 분석은 기본적으로 실행시간이 길다는 단점이 있다. 예를 들어 카메라 이미지에 특징점이 10개이고 도면 이미지에 특징점이 32개이면 가능한 4-포인트 상응(correspondence)은 40억 개나 된다.

마크 인식 방법은 피사체에 마크(비주얼 코드, QR 코드 등)를 부착해 두어야 하고 모바일 폰이 마크에 아주 근접하여 정확하게 비추어야 한다는 한계가 있다. 따라서 옥외의

관광지나 건물 등을 자동 인식하는 방법으로는 적합하지 않다.

증강현실이라는 용어가 사용되는 인기 있는 애플리케이션 가운데는 데이터베이스에 수록된 정보 중 현재 위치 주변에 위치한 지형지물들에 관한 정보를 검색하여 출력하는 부동산 AR앱, 지하철검색, 와이파이존 검색 등이 있다. 예를 들어 부동산 AR앱은 데이터베이스에 건물이름, 위치, 사진 등의 정보를 저장하고 있으며, 현재 위치 반경 1.5km 이내에 있는 부동산들을 나열하여주고, 사용자가 그 중 하나를 선택하면 그것에 대한 데이터베이스에 기록된 사진 등의 정보를 출력하여 준다. 본 논문은 사용자가 사진을 찍으면, 초점이 맞추어진 하나의 건물을 식별하는 기술이므로, 주변의 모든 부동산들을 데이터베이스에서 검색하여 출력하는 것과 차이가 많다.

따라서 본 논문은 스마트폰에 비교적 정확한 센서가 장착되어 있다는 사실에 착안하여 센서 정보와 도면정보를 이용한 획기적으로 빠르고 정확한 피사체 인지 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 GPS로 현재 지점을 측정하고, 현재 지점에 센서로부터 얻은 카메라의 방위각과 고저각을 적용하여 촬영 방향을 정한다. 다음 단계에서 본 연구는 전자도면에 기록된 유명지형지물을 나타내는 도형 성분들을 검사한다. 이 단계는 기존의 이미지 처리 방식으로 피사체를 인지하는 관련 연구와 크게 다른 점이다. 이 단계에서 피사체를 찾는 데, 카메라로부터 이렇게 찾은 피사체까지의 거리가 카메라 초점 거리와 크게 다르면 피사체가 전자도면 상의 유명지형지물이 아니라고 판정한다.

2. 관련 연구

본 연구는 모바일 카메라가 촬영한 피사체 인지 방법을 제안한다. 관련연구로 기존의 방법들을 소개하면 다음과 같다. Noh et al.[19]은 모바일 장치 소유자의 상황인지를 위하여 모바일 장치의 위치를 찾는 (측위) 방법과 이를 이용하여 사용자의 숨은 정보를 추론하는 방법을 제안한다. 건물 내에서 이루어지는 측위를 옥내측위라고 하는데, Noh et al.[19]은 새로운 옥내측위 방법으로 무선근거리통신망의 신호를 이용하는 의사결정트리 방법을 제안한다고 주장한다. 그러나 의사결정트리를 이용한 옥내측위 방법은 Yim[30]에도 소개된 바 있다. 김경중, 조성배[1]는 휴대폰에서 상황인지를 위하여 필요한 센서기술, 전처리기술, 표현기술, 모델링 기술, 온톨로지 기술 등 다양한 개발해야할 기술들을 소개한다.

Paucher and Turk[21]은 모바일 폰에 증강현실을 실현하기 위하여 옥내 측위 및 포즈 계산 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 오프라인 단계와 온라인 단계로 구성되는데, 오프라인 단계에서는 응용영역의 여러 장소에서 이미지를 촬영하여 저장하여두고, 온라인 단계에서는 카메라 이미지와 오프라인 단계에서 저장해 놓은 이미지의 특징점을 비교하여 포즈를 계산한다. 이때 모바일 폰의 센서를 이용하여 계산한 위치 정보를 기반으로 저장해 놓은 이미지 중 현재 위치와 가까이 있는 이미지만 비교한다.

마커를 사용하는 피사체 인지 방법이 매우 널리 사용된다[16, 28]. 마켓에서 물건에 부착된 마커를 카메라로 촬영하면 해당 품목이 현재 어느 가게에서 어떤 가격으로 판매되고

있는지를 한 눈에 보여주는 모바일 응용을 누구나 보았을 것이다. 마커를 미리 응용 영역 곳곳에 부착하여 놓음으로써 모바일 장치가 이를 통하여 현재 위치를 인지하는 옥내 측위 방법이 이미 오래전에 소개된 바 있다 [11, 18]. Schmalstieg and Wagner[24]은 정방 특징 마커(square fiduciary marker)를 기계에서 구입할 수 있는 카메라 폰으로 실시간에 탐지하고 해독하는 프로그램을 구현하고 데모를 보이고, Lee et al.[12]은 빛의 흐름을 이용하여 마커를 탐지하는 빠른 알고리즘을 제안한다. Vandenhouten and Selz[27]은 카메라 폰을 2차원 코드의 스캐너로 사용할 수 있게 해주는 시스템을 소개한다. 이 시스템은 물건에 부착된 코드를 카메라로 촬영한 이미지를 분석하여 글자로 전환함으로써 물건이 무엇인지 인지한다. 마커를 이용한 피사체 인지 방법의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 사전에 피사체에 대한 식별정보를 확인하여 피사체 자체에 마커를 부착해 두어야 한다. 둘째, 피사체에 부착된 마커와 모바일 폰 간의 거리가 아주 근접해야 마커를 인식할 수 있다.

피사체 인지 방법으로 이미지 매칭 방법도 널리 사용된다. Abe et al.[4]은 콘텐츠 식별자로 사용될 수 있는 이미지 특징을 추출하는 방법을 제안한다. 이 방법을 역으로 적용하면 주어진 임의의 이미지에서 추출한 이미지 특징과 데이터베이스에 저장된 이미지 특징을 비교함으로써 주어진 이미지를 식별할 수 있다. Lim et al.[14]은 저장된 5278개의 여행지 이미지와 카메라로 촬영한 이미지를 비교하여 여행자에게 적당한 정보를 제공하여 주는 시스템을 소개한다. 이미지 매칭은 서

버에서 실행되며, 이 논문은 이미지 매칭을 위한 새로운 이미지 패턴 발견 알고리즘을 제안한다. Yeo et al.[29]도 역시 사용자가 촬영한 이미지를 서버에 전송하면 서버에 저장된 이미지와 비교하여 촬영 이미지를 인지한다. 다만, 이 논문은 촬영 이미지 전송시 GPS 정보도 함께 전송하여 서버에서 비교 작업을 수행할 때 카메라 위치에 근접한 이미지들만 비교한다는 점을 강조한다.

모바일 폰의 카메라 피사체 인지를 이용한 여러 가지 응용 시스템이 개발되었다. Li et al.[13]은 전시장에서 사용자가 모바일 폰으로 사진을 촬영하면 피사체 관련 정보를 소리로 들려주는 응용 시스템을 소개하고 있다. Han et al.[9]은 모바일 장치로 실물의 이미지를 촬영하면 모양을 기반으로 증강학습 콘텐츠를 검색하여 제공하는 시스템을 제안한다. Mitchell and Race[15]도 역시 모바일 장치 기반 어린이 교육 시스템인데 이 시스템은 박물관이나 공원에서 이미 배치되어 있는 마커를 촬영하면 그 마커를 인식하여 관련 정보를 웹에서 찾아 제공해 준다. 다른 연구자들[5, 6]도 박물관 가이드 시스템을 소개한다. 이 시스템은 사용자가 전시물을 촬영하면 피사체를 인지하여 관련 멀티미디어 콘텐츠를 출력하여준다. Abe et al.[3]은 사용자가 사진을 촬영하면 촬영 이미지로부터 피사체 관련 이름과 속성을 인지하고 이것을 웹에서 검색하여 얻은 정보를 사용자에게 제공한다. Mulloni et al.[17]은 카메라 폰에서 실행되는 마커 기반 옥내 측위 및 항법 시스템을 소개한다. Lim et al.[14]은 카메라 폰으로 촬영한 이미지를 서버에 전송하면 이미지를 인지하여 관련 정보를 제공하는 관광 정보 시스템을 소개한다.

3. 피사체 인지 알고리즘

본 논문은 도면 정보를 이용한 피사체 인지 방법을 최초로 제안한다. 제안하는 방법은 어디에서나 찾아볼 수 있는 다양한 자원을 이용하여 좀 더 실용적인 아무도 시도하여보지 않은 방법이다. 제안하는 방법의 요지는 다음과 같다.

- 1) 응용 영역을 나타내는 전자 도면을 마련한다. 예를 들어 박물관이나 도서관을 비롯한 모든 건물에는 이미 건물 설계 도면이 존재한다. 대학 캠퍼스 전자도면의 예가 <그림 1>에 보인다. <그림 1>은 Natural Science building, Gymnasium building, Student Hall 등의 윤곽선분들의 끝점들의 좌표(경도와 위도)로 구성되었다.

NaturalScience	129.198050, 35.862546
...	
Gymnasium	129.196986, 35.862514
...	
StudentsHall	129.195878, 35.862025
...	
	129.195878, 35.862025
...	

<그림 1> 대학 캠퍼스 전자도면의 일부

- 2) 센서 정보를 수집하여 사용자의 위치를 파악한다. 예를 들어 안드로이드는 “android.

location”이란 패키지를 제공하는데 이 패키지에 있는 “LocationManager”란 클래스를 이용하여 현재 지점의 좌표를 읽을 수 있다. 안드로이드 폰은 GPS와 WIFI를 포함한 다양한 측위 서비스 제공자를 가지고 있어 사용자가 지정하는 방법을 사용하여 측위한 결과를 제공한다.

- 3) 센서 정보 중 방위각(azimuth), 피치(pitch), 롤(roll) 정보를 수집한다. 안드로이드에서는 SensorManager와 SensorEventListener를 사용한다.
- 4) 카메라 클래스를 이용하여 초점 거리를 획득한다. 안드로이드 폰에서는 getFocusDistances(float[] output)를 사용한다.
- 5) 피사체 인지 함수를 실행하여 피사체를 인지한다. 피사체 인지 함수는 현재 위치와 카메라 방향이 결정하는 반직선과 만나는 전자도면 상의 도형들을 바탕으로 “피사체 후보”를 판정하고, 현재 위치에서 “피사체 후보”까지의 거리가 초점 거리와 비슷하면 그것을 피사체로 판정하고 그렇지 않으면 전자도면상의 유명지형지물을 촬영하지 않았다고 판정한다. 이와 같은 피사체 인지 알고리즘은 <그림 2>와 같다.

4. 피사체 인지 시스템 구현

본 애플리케이션의 가장 중요한 요소는 <그림 2>에 보이는 바와 같이 초점거리, 좌표(현재위치), 방위각, 고저각, 전자지도를 인수로 받아 피사체를 반환하는 함수다. 프로그램의 주함수는 현재위치 좌표, 방위각, 고저

피사체검색함수(초점거리, 좌표, 방위각, 고저각, 전자지도)

단계 1 : 좌표 (x, y, z) 중 (x, y)를 시작점으로 하고 기울기가 방위각인 반직선의 방정식을 구함 : $ax+b=y$ …………… (1)

단계 2 : 전자지도 파일을 읽어, 선분들의 리스트를 작성하고, 모든 선분 중 식 (1)과 만나는 선분들의 집합 S를 구함.

단계 3 : S가 공집합이면 인지 실패를 반환하고 종료.

단계 4 : S에서 (x, y)와 거리가 가장 가까운 선분 L을 찾아 S에서 삭제하고, L과 연합된 건물들 후보건물이라 한 다음, L과 식 (1)이 만나는 점을 (x', y')이라고 함.

단계 5 : (x, y)와 (x', y')와의 거리를 구하여 d라 함.

단계 6 : “현재지점의 고도 +d×tan(고저각)”이 후보건물의 하단부의 고도와 지붕의 고도 사이에 있으면 단계 8로 점프

단계 7 : 단계 3으로 점프

단계 8 : (x, y, z)와 (x', y', x+d×tan(고저각))의 거리를 구하여 dist라 함. dist와 초점거리가 근사하면 후보건물을 피사체로 반환하고 종료함. 아니면 지형지물을 촬영한 것이 아닌 것으로 판단하여 NiL을 반환하고 종료함.

〈그림 2〉 제안하는 피사체 인지 알고리즘B(2)

각, 초점거리 등을 센서로부터 읽고, SD 카드에 저장된 전자지도를 입력받아 “전자지도”라는 리스트 변수에 저장한 다음 <그림 2>에 기술된 알고리즘을 구현한 함수를 호출한다. 즉, 본 애플리케이션 사용자는 애플리케이션을 구동하기 전에 <그림 1>과 같은 전자지도를 작성하여 SD 카드에 지정된 이름(map.txt)으로 저장해야 한다.

현재 위치 좌표는 LocationManager를 이용하여 구하는데 LocationManager를 생성하는 명령은 getSystemService(Context.LOCATION_SERVICE)이다. LocationManager의 getBestProvider는 GPS와 WIFI를 포함한 여러 가지 방법 중 실행시점에서 가장 적당한 것을 선택하여 준다. onResume() 내에서 Location

Manager의 requestLocationUpdates를 Provider와 LocationListener을 인수로 호출하면 LocationListener가 경도와 위도를 찾아주는데 이를 위하여 requestLocationUpdates를 호출하기 전에 LocationListener를 미리 정의해두어야 한다.

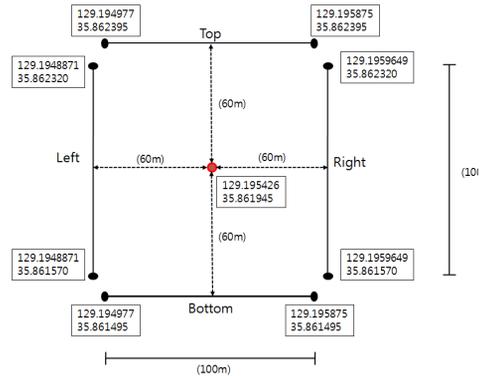
안드로이드 어플리케이션에서 센서 값을 받으려면 SensorManager와 SensorEventListener를 사용한다. 사용 방법이 좌표 값을 받아보기 위하여 LocationManager와 LocationListener를 사용하는 방법과 비슷하여 자세한 설명은 생략한다. 안드로이드 센서에는 여러 가지가 있는데 그 중에 컴파스 센서가 방위각을 반환한다. 컴파스는 values[]라는 배열에 센서 값을 담아 반환하는데 values[0]는 azimuth라고

하며 Z축을 중심으로 회전($0 \leq azimuth < 360$), values[1]은 pitch라하며 X축을 중심으로 회전($-180 \leq pitch \leq 180$), values[2]는 roll이라하며 Y축을 중심으로 회전($-90 \leq roll \leq 90$)한 값을 반환한다.

카메라 초점 거리는 getFocusDistances()로 받아올 수 있는데 오차가 많아 구현된 애플리케이션에는 제안하는 알고리즘에서 초점 거리와 비교하는 과정을 생략했다. 이 과정은 사람과 같이 전자지도 상에 수록된 건물이 아닌 것을 찍을 경우를 판별하기 위한 것인데, 초점거리 비교를 생략하고 모든 경우에 전자지도에 기록된 건축물을 찍는다고 가정하였다.

B : 129.196866, 35.861779

갤럭시 S에서 LocationManager로 위치 측



<그림 3> 구현된 프로그램의 정확성 검증 실험 데이터

5. 실험

현재 지점과 방위각이 주어질 때 촬영시선과 전자도면 상의 선분의 교점을 찾는 함수가 정확히 작동하는지 검증하기 위하여 <그림 3>과 같은 가상의 현재지점에서 방위각을 다양하게 변화하면서 그림 상의 가상의 4 개의 선분과의 교점을 정확히 찾는지 실험하여 보았다. <그림 4>는 실험 화면의 예를 보이며, 실험 결과는 모두 정확하였다.

다음은 스마트폰의 LocationManager가 얼마나 정확한 측정치를 반환하는지 확인하는 실험을 수행하였다. 실험 장소는 <그림 5>에서 A, B로 보이는 두 지점이며, 구글 지도를 최대 확대하여 구글 지도상에서 얻은 각 지점의 구글 좌표는 다음과 같다.

A : 129.196271, 35.861620



<그림 4> 구현 프로그램의 정확성 실험 실행 화면



<그림 5> LocationManager의 정확도 실험장소

〈표 1〉 갤럭시 S에서 LocationManager의 정확도 실험 결과

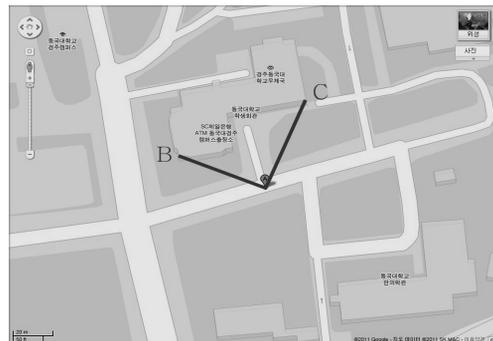
	지점 A		지점 B	
	경도	위도	경도	위도
구글좌표	129.196271	35.861620	129.196866	35.861779
측정좌표(평균)	129.199999	35.866666	129.2	35.866666
오차(구글-측정)	-0.00372899	-0.00504666	-0.003134	-0.00488766

정을 15회 실시한 실험 결과와 구글 좌표 간에는 <표 1>에 보이는 바와 같이 상당한 오차가 있다. 측정 위치에서 경도 1도 사이의 거리는 약 91km이고 위도 1도 사이의 거리는 약 110km 임으로 측정 경도의 오차는 약 340미터이고 측정 위도의 오차는 약 550미터이다. 근래에 GPS 수신기의 오차가 10미터 미만으로 매우 정확한 사실을 감안하면 본 실험에서 사용한 갤럭시 S에 장착된 GPS 수신기의 신뢰성에 의문이 간다.

다음은 안드로이드가 제공하는 컴파스의 측정치를 분석하는 실험을 <그림 6>과 같은 환경에서 10회 수행하였다. 측정위치는 그림의 A장소이고 전면 건물(Student Hall)의 우측 모퉁이를 바라보면서 갤럭시 S컴파스의 방위각을 측정하였다. 각 지점의 좌표 및 기울기는 <표 2>와 같다. 좌표기준 기울기는 (위도 차이/경도 차이)로 구한 값이고 거리기준 기울기는 분자와 분모 각각에 1도의 거리를 곱하여 구한 기울기이다. 거리기준 기울기를 ATAN의 인수로 대입하여 얻은 각도를 90에서 뺄으로써 얻은 방위각은 22.95307631도이다. 이렇게 얻은 방위각은 지도상의 방위각이다. 갤럭시 S에서 얻은 방위각은 컴파스를 이용한 결과임으로 도북과 자북의 차이를 감안해야 한다. 실험 지역에서 지도 정치 후 군사용 컴파스를 이용하여 측정한 도자각은

약 7.5도였다. 따라서 컴파스가 읽은 방위각은 30.45307631도이다. 비슷한 방법으로 student hall의 좌측 코너에 대한 컴퍼스 방위각은 298.7303745도가 되었다.

실제 갤럭시 S폰으로 측정한 방위각은



〈그림 6〉 컴퍼스 정확도 실험 환경

〈표 2〉 〈그림 6〉의 A지점에서 C지점을 바라본 방위각

	경도	위도
A지점	129.196271	35.861620
건물의 우측코너	129.196499	35.862063
좌표기준 기울기	$(35.862063 - 35.861620) / (129.196499 - 129.196271) = 1.942982456$	
거리기준 기울기	$((35.862063 - 35.861620) \times 110941) / ((129.196499 - 129.196271) \times 91290) = 2.361227042$	

<표 3>과 같으며 약 7.9도의 평균 오차를 보인다.

<표 3> 갤럭시 S의 방위각 측정치 오차

	좌측코너	우측코너
방위각	15.45307631	283.7303745
실측방위각평균	15.806921	284.147886
평균 오차	0.35384469	0.4175115

<그림 6>의 A지점에서 B지점과 C지점에 대한 시선의 고저각 실험 결과가 <표 4>에 보인다. 갤럭시 S를 세워서 고저각을 측정할 때, 안드로이드의 SENSOR_ORIENTATION은 values[1]에 고저각을 반환한다. 갤럭시 S의 화면이 하늘을 향하고 지면에 수평일 때 values[1]은 0이 되고, 화면 상단을 들어 올려 지면에 수직이면 -90, 화면 상단을 뒤로 밀어 지면에 수직이 되면 90된다. 따라서 본 실험에서 고저각을 구하는 식은 식 (1)과 같다.

$$\text{고저각} = -90 - \text{values}[1] \quad (1)$$

실험 결과 B와 C지점에 대한 시선의 values [1]은 각각 평균 -100.3도와 110.6도가 나왔으며, 식 (1)을 적용하여 얻은 측정고저각은 표에 보이는 바와 같이 약 10.3과 20.6도이다. 실험 환경의 거리와 고도 그리고 이를 바탕으로 계산한 고저각도 <표 4>에 보인다. 10 측정 고저각의 평균과 계산 고저각의 차이는 각각 0.41086981도와 1.15749509도로 측정치 오차가 있음을 보인다.

제안하는 피사체 인지 알고리즘의 실용성을 검사하기 위한 실험을 <그림 6>의 A지점에서 Student Hall을 바라보면서 실시하였다. 갤럭시 S의 LocationManager의 오차가 수 백 미터인 실험 결과에서 예상한 바와 같이 갤럭시 S에 구현된 인지 프로그램은 단 한번도 Student Hall을 인지하지 못했다.

<표 4> 고저각 실험 결과 요약

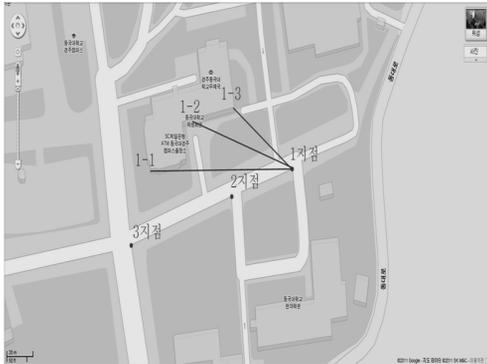
	실험지점 A	실험지점 B	실험지점 C
위도	35.86162	35.861776	35.862063
경도	129.196271	129.195783	129.196499
해발고도 (미터)	40	41	45
건물높이 (미터)	1.67 (눈높이)	9.71	15.51
고도 (미터)	41.67	50.71	60.51
A지점과의 거리	0	47.79314721	53.37266842
고저각 (계산)	0	10.71086981	19.44250491
측정평균		-100.3	-110.6
측정 고저각		10.3	20.6
평균 오차		0.41086981	1.15749509

갤럭시 S의 LocationManager는 측정치 오차가 너무 커서, 본 인지 알고리즘의 실행 결과가 실패스러웠다. 다행히 갤럭시 S2가 최근에 출시되어 2011년 5월 말경에 GPS 측정 실험을 실시하여 측정 오차가 약 7.9미터라는 결과를 얻었다. 그래서 갤럭시 S2로 인지 프로그램을 실행하는 실험을 <그림 7>의 1, 2, 3 지점에서 Student Hall의 중앙을 바라보며 실시한 결과 100% 정확히 인식하였다. <그림 8>은 인지 프로그램 실행 화면을 보인다.

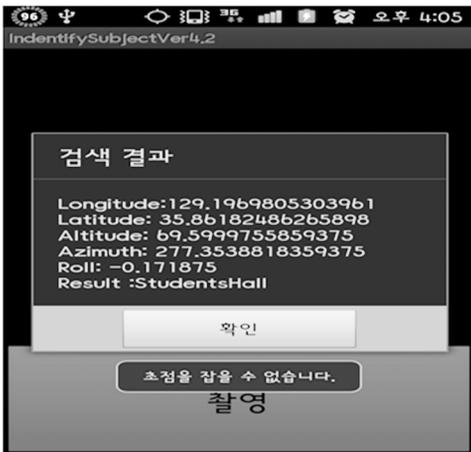
갤럭시 S2에 설치된 인지프로그램으로 캠퍼스 내의 다양한 건물에 대한 인지 실험을 수 백회 수행한 결과 50미터 거리 이내에서는 대부분 100% 성공을 보였고, 90미터 거리

에서는 약 85% 성공을 보였다. 모든 실험의 방위각 측정치의 오차 평균은 약 0.4도이고 고저각 오차 평균은 0.765도였다.

이번에는 백상탑이라는 높이가 약 7미터인 코끼리 상을 단면적이 약 33제곱미터가 되는 각도에서 인지하는 실험을 수행하였다. 10, 20, 30미터 거리에서 각각 47%, 38%, 33%의 인식 성공률을 보였다.



〈그림 7〉 갤럭시 S2 상의 인지 프로그램 실험 환경



〈그림 8〉 〈그림 7〉의 1지점에서 갤럭시 S2로 실행한 인지 프로그램 실험 화면. GPS와 방위각 측정 값 및 인지 결과를 보임. 초점 거리 함수는 아직 미작동임

6. 결 론

스마트폰 카메라의 피사체 인지는 증강현실 서비스와 상황인지 서비스를 비롯한 다양한 스마트 서비스를 위한 열쇠가 되는 중요한 기술이다. 지금까지 무수한 피사체 인지 기술이 발표되었지만 대부분이 이미지 분석 방법이며 전자도면을 이용하는 방법은 단 한 번도 시도된 바가 없다. 본 논문은 스마트폰의 센서 값과 전자도면을 이용함으로써 실행 시간을 획기적으로 개선한 피사체 인지 알고리즘을 제안하였으며, 제안하는 방법이 실용적임을 실험으로 보였다.

안드로이드 카메라 클래스의 네스티드 클래스인 Camera.Parameters의 getFocusDistance () 메소드는 초점 거리를 반환한다. 이 함수가 반환하는 초점거리가 정확하다면 피사체를 더욱 정밀하게 인지할 수 있다. 그러나 이 메소드 실험 결과는 아직 만족할 만한 결과를 얻지 못하여 인지 프로그램에 반영하지 못했다. 향후에는 제안하는 방법을 완벽하게 구현 및 실험하고, 이것을 적용하여 실용적인 시스템을 개발하려고 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김경중, 조성배, “상황인지 휴대폰 기술개발 동향”, 정보통신산업진흥원, [IITA] 정보통신연구진흥원 학술정보 주간기술동향 1280호, 2007.
- [2] 주재훈, 임재걸, “개인화 콘텐츠 서비스 방법”, 특허등록번호 10-1082953, 2011.

- [3] Abe, N., Oogami, W., Shimada, A., Nagahara, H., and Taniguchi, R., "Clickable Real World : Interaction with Real-World Landmarks Using Mobile Phone Camera," IEEE Region 10 Conference, pp. 914-917, 2010.
- [4] Abe, T., Takada, T., Kawamura, H., Yasuno, T., and Sonehara, N., "Image-Identification Methods for Camera-Equipped Mobile Phones," International Conference on Mobile Data Management, pp. 372-376, 2007.
- [5] Bruns, E., Brombach, B., and Bimber, O., "Mobile Phone-Enabled Museum Guidance with Adaptive Classification," IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 28, No. 4, pp. 98-102, 2008.
- [6] Bruns, E., Brombach, B., Zeidler, T., and Bimber, O., "Enabling Mobile Phones To Support Large-Scale Museum Guidance," IEEE Multimedia, Vol. 14, No. 2, pp. 16-25, 2007.
- [7] Chen, D., Tsai, S., Vedantham, R., Grzeszczuk, R., and Girod, B., "Streaming Mobile Augmented Reality on Mobile Phones," IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, pp. 181-182, 2009.
- [8] Cipolla, R., Robertson, D., and Tordoff, B., "Imagebased Localization," Proceedings of International Conference on Virtual Systems and Multimedia(VSMM), pp. 22-29, 2004.
- [9] Han, E., Yang, H., and Jung, K., "Mobile Education through Camera-Equipped Mobile Phones," International Conference on Convergence Information Technology, pp. 1656-1661, 2007.
- [10] Hile, H. and Borriello, G., "Positioning and Orientation in Indoor Environments Using Camera Phones," IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 28, No. 4, pp. 32-39, 2008.
- [11] Kalkusch, M., Lidy, T., Knapp, M., Reitmayr, G., Kaufmann, H., and Schmalstieg, D., "Structured Visual Markers for Indoor Pathfinding," Proceedings of the First IEEE International Workshop on ARToolKit, 2002.
- [12] Lee, A., Lee, J., Lee, S., and Choi, J., "Real-Time Camera Pose Estimation for Augmented Reality System Using a Square Marker," International Symposium on Wearable Computers(ISWC), pp. 1-2, 2010.
- [13] Li, Y., Lim, J., Lim, K., and You, Y., "Showroom introduction using mobile phone based on scene image recognition," IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 1294-1297, 2009.
- [14] Lim, J., Li, Y., You, Y., and Chevallet, J., "Scene Recognition with Camera Phones for Tourist Information Access," IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 100-103, 2007.
- [15] Mitchell, K. and Race, N., "uLearn : Facilitating Ubiquitous Learning Through

- Camera Equipped Mobile Phones,” IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005.
- [16] Mohring, M., Lessig, C., and Bimber, O., “Video See Through Consumer Cell-Phones,” Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), pp. 252-253, 2004.
- [17] Mulloni, A., Wagner, D., Barakonyi, I., and Schmalstieg, D., “Indoor Positioning and Navigation with Camera Phones,” IEEE Pervasive Computing, pp. 22-31, 2009.
- [18] Naimark, L. and Foxlin, E., “Circular Data Matrix Fiducial System and Robust Image Processing for a Wearable Vision Inertial Self-Tracker,” Proceedings of the 1st International Symposium on Mixed and Augmented Reality, p. 27, 2002.
- [19] Noh, H., Lee, J., Oh, S., Hwang, K., and Cho, D., “Exploiting Indoor Location and Mobile Information for Context-Awareness Service,” Information Processing and Management, In Press, Corrected Proof, Available online 12 March 2011.
- [20] Oe, M., Sato, T., and Yokoya, N., “Estimating Camera Position and Posture by Using Feature Landmark Database,” Proceedings of Scandinavian Conference on Image Analysis(SCIA), pp. 171-181, 2005.
- [21] Paucher, R. and Turk, M., “Location-Based Augmented Reality on Mobile Phones,” IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops(CVPRW), pp. 9-16, 2010.
- [22] Rosten, E. and Drummond, T., “Fusing Points and Lines for High Performance Tracking,” Proceedings of International Conference on Computer Vision(ICCV), Vol. 2, pp. 1508-1515, 2005.
- [23] Sato, J., Takahashi, T., Ide, I., and Murase, H., “Change Detection in Street-scapes from GPS Coordinated Omni-Directional Image Sequences,” Proceedings of International Conference on Pattern Recognition(ICPR), Vol. 4, pp. 935-938, 2006.
- [24] Schmalstieg, D. and Wagner, D., “Experiences with Handheld Augmented Reality,” Proceedings of 6th International Symposium on Mixed and Augmented Reality(ISMAR), pp. 3-8, 2007.
- [25] Skrypnyk, I. and Lowe, D. G., “Scene Modelling, Recognition and Tracking with Invariant Image Features,” Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality(ISMAR), pp. 110-119, 2004.
- [26] Vacchetti, L., Lepetit, V., and Fua, P., “Combining Edge and Texture Information for Real-Time Accurate 3d Camera Tracking,” Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality(ISMAR), pp. 48-57, 2004.
- [27] Vandenhouten, R. and Selz, M., “Identification and tracking of goods with the

- mobile phone,” International Symposium on Logistics and Industrial Informatics, pp. 25-29, 2007.
- [28] Wagner, D. and Schmalstieg, D., “First Steps Towards Handheld Augmented Reality,” Proceedings of International Symposium on Wearable Computers(ISWC), pp. 21-23, 2003.
- [29] Yeo, C., Chia, L., Cham, T., and Rajon, D., “Click4BuildingID@NTU : Click for Building Identification with GPS-enabled Camera Cell Phone,” IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 1059-1062, 2007.
- [30] Yim, J., “Introducing a Decision Tree-based Indoor Positioning Technique,” Expert Systems with Applications, Vol. 34, No. 2, pp. 1296-1302, 2008.

저 자 소 개



임재걸
1990년
1987년
1981년
1992년~현재
관심분야

(E-mail : yim@dongguk.ac.kr)
일리노이대학교 시카고 캠퍼스 컴퓨터과학 (박사)
일리노이대학교 시카고캠퍼스 컴퓨터과학 (석사)
동국대학교 전자계산학과 (학사)
동국대학교 과학기술대학 컴퓨터공학부 교수
패트리넷이론, 인공지능, 응용소프트웨어



주재훈
1992년
1988년
1982년
1993년~현재
관심분야

(E-mail : givej@dongguk.ac.kr)
부산대학교 대학원 (경영학박사)
부산대학교 대학원 (경영학석사)
한국해양대학교 (공학사)
동국대학교(경주캠퍼스) 경영·관광대학 정보경영학과
교수
시맨틱 웹, 온톨로지, 전자상거래/e-비즈니스, 지식경영,
비즈니스 생태계, 집단지성, 소셜미디어 등



이계영
1991년
1983년
1980년
1985년~현재
관심분야

(E-mail : lky@dongguk.ac.kr)
단국대학교 전자공학과(컴퓨터공학전공) (전자공학박사)
동국대학교 전자계산학과 (석사)
동국대학교 전자계산학과 (학사)
동국대학교 과학기술대학 컴퓨터공학부 교수
운영체제이론, 멀티미디어이론, IPTV이론