

outdoor image의 촬영 위치와 방향 정보를 이용한 효율적인 영상 검색방법

한 기 태[†] · 서 창 덕^{††}

요 약

본 논문은 outdoor images의 촬영 위치와 방향 정보를 이용한 영상데이터베이스 구축과 효율적인 검색방법을 제안한다. 또한 위치와 방향 정보의 추출을 자동화 하기위해 디지털카메라에 확장형 GPS모듈(위치 및 방향 계산 기능포함)을 내장하고 EXIF의 GPS IFD tags를 활용할 것을 제안한다. 본 연구에서는 이 정보들을 이용함으로써 사용자가 원하는 타겟 즉, 지형 혹은 지물 등을 포함한 영상을 신속하고 정확하게 검색할 수 있게 된다. 기존의 위치기반 영상검색방법은 특정 거리의 반경 영역인 ROI(Region Of Interest)내에 존재하는 모든 영상을 대상으로 찾기 때문에 불필요한 영상이 포함되었으나, 제안한 방법은 ROI로 지정한 영역의 모든 영상의 검색뿐만 아니라 타겟을 향해 촬영한 특정방향 DOI(Direction Of Interest)내 영상들만을 선택적으로도 검색할 수 있는데 이 경우는 검색의 정확도를 100%가까이 극대화시킬 수 있다. 이러한 응용을 영상검색 시스템에 적용한다면 위치와 방향정보를 기반으로 한 자연영상의 분류 및 검색뿐만 아니라 다양한 산업분야(재난정보, 소방방재, 교통정보 등)에서 긴요하게 활용될 수 있을 것이다.

키워드 : 위치기반서비스(LBS), EXIF, TM좌표, 관심영역(ROI), 관심방향(DOI), 타겟방위각(Q_T), 촬영방위각(θ_V), DOI기준방위각(θ_B)

An Efficient Image Retrieval Method Using Informations for Location and Direction of Outdoor Images

Gi-tae Han[†] · Changduk Suh^{††}

ABSTRACT

In this paper we propose both the construction of image DB including information on the shooting location and direction of the captured outdoor images and the efficient retrieval method from the DB. Furthermore, for the automatic extraction of the location and direction information, we suggest to have the Digital Camera equipped with an expandable GPS module which has a function to calculate the location and direction and also to utilize GPS IFD tags in the EXIF. Then that will make it possible for us to retrieve quickly and precisely the target image with its geography and other objects on the ground included. In the previous retrieval method based only on the location, we get some extra useless images due to the fact that all the images in the ROI(Region Of Interest) are searched on one condition, radius. However, with the proposed method in this paper, we can not only retrieve all the images selectively within the ROI but also achieve nearly 100% of precision when we search for the target images within DOI(Direction Of Interest) with another condition, direction, added. Applying this method to an image retrieval system, we can classify or retrieve natural images based on the location and direction information, which, in turn, will be vitally useful to diverse industrial fields such as disaster alarm system, fire and disaster prevention system, traffic information system, and so forth.

Key Words : LBS, EXIF, TM Coordinate, ROI, DOI, Angle of direction for target(Q_T), Angle of direction for image capture(θ_V), Angle of direction from DOI basis(θ_B)

1. 서 론

지난날의 추억을 회상하며 사진을 볼 때는 그 사진이 어떤 장소인지를 기억 속에 떠올리는데 이것은 영상이 획득되었던 위치를 기반으로 영상을 분류하고 검색할 수 있는 방

법이 나오게 된 동기가 되었다[1,2,4,6]. 최근에 디지털카메라에 GPS(Global Positioning Service) 모듈을 탑재하여 사진 촬영 장소에 대한 정확한 경위도 좌표를 JPG의 EXIF(Exchangeable Image File Format)에 기록하는 방법이 나왔고[3,4,13], 이를 통해 사진을 획득한 위치 데이터를 사진과 함께 데이터베이스로 구축할 수 있게 되었다. 기존의 연구에서는 영상파일의 EXIF 영역에 위치를 부가하여 사진을 촬영한 장소에 대한 정보가 관리되었지만 그 사진 영상에

[†] 정 회 원 : 경원대학교 IT대학 소프트웨어학부 컴퓨터미디어전공 교수
^{††} 정 회 원 : (주)카드토포아 기술연구소 소장
논문접수 : 2007년 2월 2일, 심사완료 : 2007년 8월 9일

사용자가 원하는 대상을 포함하고 있는지 아니면 근방의 다른 대상을 촬영한 것인지를 구분할 수 있는 방법이 없었다. 카메라는 방향에 따라 원하는 피사체를 영상에 담을 수도 있고 담지 않을 수도 있기 때문이다.

본 연구에서는 영상 데이터와 영상의 촬영 위치 및 방향에 대한 방위각으로 영상데이터베이스를 구축하고, 이를 통해 사용자가 요구하는 사진영상을 빠른 시간 내에 효율적으로 검색하는 방법을 제안한다. 연구에 요구되는 가장 이상적인 환경은 GPS와 전자나침반이 카메라에 내장되어 있고 그 각각의 정보가 EXIF에 자동 기록되는 디지털카메라로 실제데이터를 수집하는 것이다. 현재까지 극히 일부 카메라 모델만 GPS가 내장되어 있을 뿐 나침반까지 내장된 모델은 아직 없지만 발표된 EXIF에는 위치(위도, 경도, 고도 등)와 방향 정보를 기록할 수 있는 GPS IFD(Image File Directory)가 규정되어 있다[4,13]. 향후 GPS와 나침반이 함께 내장된 디지털카메라의 개발을 기대하며 본 논문에서는 확장형 GPS 모듈을 내장한 디지털카메라와 이를 통해 획득한 위치와 방향 정보를 EXIF상에 저장하기 위한 방법과 이를 이용한 효율적인 영상데이터베이스 구축 및 검색방법을 제안한다. 그러나 아직까지 EXIF로부터 방향과 방위각을 동시에 추출할 수는 없으므로 영상데이터베이스를 구축하기 위한 실험 데이터로 경위도와 방위각을 각각 독립적으로 측정된 값을 사용하였다.

위치기반 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 필요불가결한 기술이며 다양한 산업분야에서 활용되리라 기대되는데, 본 연구에서 제안한 위치와 방향정보를 이용한 영상 검색방법은 타겟을 중심으로 특정거리 만큼 떨어져 있는 ROI(Region Of Interest) 내에서 타겟을 향해 촬영된 영상뿐만 아니라 ROI내의 특정방향인 DOI(Direction Of Interest)에 대한 타겟(지형 혹은 지물) 영상까지도 검색할 수 있는 방법을 제공한다. 제안한 방법을 통해 기존 위치 기반 영상 검색에서 방향을 고려치 않음으로 인하여 ROI내에서 촬영되어진 모든 영상을 검색해야하는 낮은 정확도의 문제점을 해결하고 특정방향에서 타겟을 향해 촬영되어진 영상만을 구별하여 검색할 수 있는 방법을 찾게 되었다. 응용으로는 관광객을 위한 관광코스 설계, 재난재해 지역의 세부 복구 계획, 특정 지역의 농작물 수확량 예측, 교통사고의 정확한 위치 및 방향 파악 등 다양한 분야에서 사용자가 요구하는 정확한 영상 데이터를 신속하게 검색할 수 있는 방법을 제공하게 될 것이다.

2. 관련연구

2.1 LBS 기술

LBS(Location based on Service)란 사람이나 사물의 위치를 파악하고 이를 응용해 다양한 서비스를 제공하는 위치 기반 서비스로 이것은 일반적으로 GPS를 통해 획득된 위치 정보로서 경도와 위도 및 고도 등의 데이터를 활용한다. 최근에는 휴대폰이나 PDA 등 모바일 기기에 탑재되어 있는

GPS모듈을 통해 이동 객체의 위치를 실시간으로 추적하여 정보화하거나 구축된 정보를 다양한 분야에 서비스하는 연구가 진행 중에 있다[1,2,3,4,6]. 위치정보를 얻기 위해 이동 통신의 기지국을 이용하는 방법은 오차범위가 수 km까지 차이가 날 수 있지만 GPS를 이용하면 수십 m 범위내의 오차로 위치정보를 획득할 수 있는 장점이 있다. GPS로부터 얻을 수 있는 자료는 경도와 위도이지만 우리는 m로 환산한 거리 개념에 더욱 익숙한데 이를 위해서는 지도상에 나타난 경도나 위도를 가지고 두 지점간의 거리를 m로 계산하는 방법이 필요하다.

2.2 경위도 좌표를 TM좌표로 변환

GRS-80타원체면상의 경위도 좌표를 m 단위인 TM좌표로 변환하는 공식은 여러 가지로 나타낼 수 있으나 본 연구에서는 경도와 위도의 값을 지도 평면에 투영한 좌표 값을 얻기 위하여 식 (1)을 이용 한다[7,8]. 식 (1)을 통해 TM (Transverse Mercator) 좌표인 Y(East)와 X(North)를 계산하고, 계산된 두 지점의 좌표로부터 두 지점간의 거리를 구할 수 있다[9,10].

$$Y(E) = \Delta Y + k_0 \cdot N \cdot \left\{ A + \frac{A^3}{6}(1-T+C) + \frac{A^5}{120}(5-18T+T^2+72C-58e^2) \right\}$$

$$X(N) = \Delta X + k_0 \cdot \left\{ M - M_0 + M_{\text{map}} \cdot \left(\frac{A^2}{2} + \frac{A^4}{24}(5-T+9C+4C^2) \right) \right. \\ \left. + \frac{A^6}{720}(61-58T+T^2+600C-330e^2) \right\} \quad (1)$$

2.3 위치와 방향 기반 영상

지금까지 연구된 영상검색 방법으로는 인간의 인지를 통해 영상을 인덱싱하고 이를 비교 기준 값으로 삼아 검색하는 고전적인 방법과 최근에 많은 연구의 발전을 가져온 내용기반 특징데이터를 통해 인덱싱하는 내용기반 영상검색 방법 등이 있다. 최근까지 연구되고 있는 내용기반 영상검색 방법은 영상내의 화소들을 분석하여 이것들로부터 인덱싱 데이터를 추출하는 방법으로 색깔, 모양, 질감 등과 같은 특징(feature)을 사용한다[11,12]. 그러나 이 방법으로는 어떤 사건이 일어났던 지리적 위치와 그 위치로부터의 관심 있는 특정방향인 DOI를 향해 촬영된 정확하거나 근접한 영상에 대한 검색을 할 수 없는 실정이다. 지금까지 대부분의 경우에는 영상을 획득한 장소나 위치를 사람의 인지적 판단으로 인덱스를 부여하는 방법을 사용하였으며, 영상파일에 자동으로 영상을 획득한 위치정보를 부여하게 된 것은 최근의 일로 JPG파일의 EXIF에 위치(위도, 경도, 고도)필드를 정의하여 사용함으로써 가능하게 되었다[3,4]. 이것은 디지털 카메라에 GPS 모듈을 탑재하고 사진 촬영시점에 위치정보를 획득하여 해당 영상파일에 저장하도록 하는 것인데, 현재 EXIF의 정보를 활용한 위치기반 연구가 많은 분야에서 진행되고 있다[3]. 하지만 위치정보만을 가지고 사용자가 요구하는 객체가 포함된 영상을 검색할 경우 해당 위치의 근방에서 획득된 모든 영상들이 검색되므로 불필요한 많은 데이터를 검색해야 되는 경우가 발생하게 된다. 이것은 영상의

획득에 있어서 카메라 방향이 중요한 의미를 갖는 것을 말해주는 것이다. 촬영한 위치가 동일할지라도 카메라 방향이 달라서 사용자가 원하는 타겟과는 전혀 다른 방향의 영상을 획득할 수 있기 때문이다. 그러므로 기존방법에서는 영상자료에 촬영한 위치정보를 가지고 있다고 할지라도 원하는 타겟을 포함하는 영상을 찾기 위해서는 영역내의 모든 방향을 향한 영상을 인지적으로 검색한 후에야 비로소 찾을 수 있었다. 하지만 방향에 대한 정보를 가지고 있다면 어떤 ROI에서 특정 DOI로 촬영한 영상만을 선택적으로 검색할 수 있어 영상검색의 정확도를 높일 수 있게 된다.

3. 제안한 방법

자연영상과 같은 outdoor 영상에 담겨진 피사체의 위치정보를 이용한다면 영상검색 방법을 획기적으로 개선할 수 있기에 관련연구가 활발히 연구되고 있다[1-3,6,7]. 어떤 사진영상에 위치정보를 갖게 된다면 이 사진 영상으로부터 사진에 담긴 이벤트(사건, 행사, 상황 등)와 장소(위치)를 매칭할 수 있기 때문이다. 하지만 위치정보만을 가지고 영상을 검색하게 된다면 일정 거리내의 영역인 ROI 내에서 촬영된 영상들 모두가 포함하게 되므로, 본 연구에서는 EXIF상에 영상의 촬영 위치 및 방향 정보를 기록하는 방법과 이를 이용한 영상데이터베이스 구축 및 검색방법을 연구하고 ROI와 DOI 내에서 타겟을 촬영한 영상들만을 검색하는 방법을 제안한다. DOI란 ROI내에서 타겟을 향한 기준좌표를 정하고 타겟 좌표와 기준 좌표간의 방위각을 계산한 후 이것으로부터 허용오차 각 범위 내에 있는 방향의 영역을 말한다.

(그림 1)에서 타겟을 향한 카메라 위치를 F_1 로, 타겟 외 방향을 향한 카메라 위치를 B_1 로 나타냈으며, DOI 기준좌표를 F_2 로 정하고 F_2 에서 타겟 T를 향한 방위각을 DOI 기준 방위각으로 삼을 때 허용오차 범위 Θ_E 내에서의 검색영역을 나타내고 있다.

(그림 1)과 같이 타겟 T로부터 ROI 내에 존재하는 촬영 위치와 방향을 나타내는 F_1 에서 F_5 , B_1 에서 B_5 까지 10개의 촬영 영상이 있을 때, ROI내 영역에서 T를 바라보는 영상을 검색한다면 F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 영상만을, DOI 내 영역에서 T를 바라보는 영상을 검색한다면 F_2 영상만을 검색할 수 있

다는 것이다. 본 논문에서는 (그림 1)과 같이 일정한 반경 d 의 범위 영역인 ROI 내에 존재하는 촬영 영상 중에서 B_i 같은 영상은 배제하고 F_i 와 같이 타겟을 향해 촬영한 영상들만을 얻을 수 있는 방법과 DOI 영역 내에서 타겟을 향해 촬영한 F_2 와 같은 영상만을 검색할 수 있는 방법을 제안한다. 향후 사용하게 될 타겟 방위각, 촬영 방위각, DOI 기준 좌표와 방위각 및 차이 각을 아래와 같이 정의하였다.

- * 타겟방위각(Θ_T): 도북방향으로부터 타겟 방향까지의 방위각
- * 촬영방위각(Θ_C): 도북방향으로부터 카메라 촬영방향까지의 방위각
- * DOI기준좌표(λ_B, Φ_B): 어떤 지점에서 타겟을 바라볼 때 기준이 되는 좌표
- * DOI기준방위각(Θ_B): DOI기준좌표에서 타겟을 바라보는 방위각
- * Θ_{TR} : Θ_T 와 Θ_C 의 차이각($|\Theta_T - \Theta_C|$)
- * Θ_{BR} : Θ_B 와 Θ_C 의 차이각($|\Theta_B - \Theta_C|$)

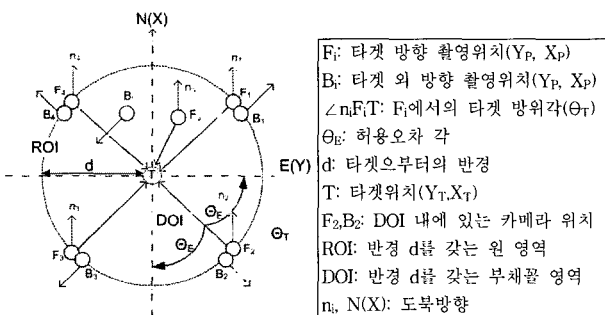
또한 제안한 방법에 대한 연구는 다음과 같이 크게 두 단계로 나눈다.

[영상데이터베이스 구축 단계]

- Step1: 촬영시 카메라 위치와 방향 정보가 기록된 영상의 EXIF(혹은 수동 측정된 경위도와 방향 데이터)로부터 촬영 좌표(λ_P, Φ_P)와 카메라 방향에 대한 촬영 방위각 Θ_C 를 얻는다.
- Step2: 경위도 촬영 좌표(λ_P, Φ_P)를 식(1)을 이용하여 TM 좌표 (Y_P, X_P)로 변환한다.
- Step3: 영상정보와 함께 경위도 촬영 좌표(λ_P, Φ_P) 및 TM 좌표 (Y_P, X_P)와 촬영 방위각 Θ_C 를 같은 레코드에 저장한다.

[위치와 방향 정보 기반 영상검색 단계]

- Step1: 검색 타겟 위치에 대한 경위도 좌표(λ_T, Φ_T), ROI를 위한 반경 d 값, 타겟을 향한 DOI 기준좌표(λ_B, Φ_B) 및 허용오차 각 Θ_E 를 입력으로 받는다.
- Step2: 식 (1)을 이용하여 타겟의 경위도 좌표(λ_T, Φ_T) 및 DOI 기준좌표(λ_B, Φ_B)를 TM 좌표 (Y_T, X_T)와 (Y_B, X_B)로 변환한다.
- Step3: 타겟 좌표(Y_T, X_T)와 영상데이터베이스내의 존재하는 각 영상 레코드의 촬영좌표(Y_P, X_P)간의 거리 L 을 계산하고, ROI내에 있는 즉, $L \leq d$ 를 만족하는 영상레코드들만을 검색한다.(ROI내 모든 영상)
- Step4: Step3의 두 좌표로부터 Θ_T 및 Θ_{TR} 을 계산하고, $\Theta_{TR} \leq \Theta_E$ 를 만족하는 레코드들만을 선택한다.(ROI 내 타겟 방향 영상)
- Step5: Step2의 두 좌표로부터 Θ_B 와 Θ_{BR} 을 계산하고, Step4의 결과 중에서 $\Theta_{BR} \leq \Theta_E$ 를 만족하는 레코드들만을 선택한다.(DOI내 타겟 방향 영상)
- Step6: Θ_{TR} 혹은 Θ_{BR} 을 기준으로 오름차순 정렬하고, 순위를 정하여 레코드들을 출력한다.



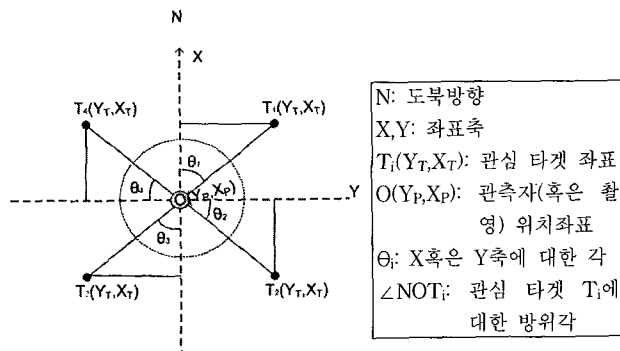
(그림 1) 타겟(T)을 향한 카메라방위각

위치 및 방향기반 영상검색 단계의 Step3인 ROI 내에 존재하는 레코드를 검색하기 위해서는 TM좌표로 표현된 두 지점간의 거리의 계산이 필요하다. 거리계산은 카메라 위치 좌표 $P(X_P, Y_P)$ 와 관심방향의 타겟 좌표인 $T(X_T, Y_T)$ 를 이용하여 식(2)로 가능하며, L 은 카메라 위치 좌표 $P(X_P, Y_P)$ 로부터 관심 타겟 좌표 $T(X_T, Y_T)$ 까지의 거리가 된다.

$$L = \sqrt{(Y_T - Y_P)^2 + (X_T - X_P)^2} \quad (2)$$

3.1 관측자 위치로부터 타겟 방위각 계산 방법

위치 방향 기반 영상검색 단계에서 Step4의 θ_T 를 계산하는 방법을 (그림 2)에서 설명하고 있다. 여기서는 촬영 방위각을 사용하는 것이 아니라 관측자 위치와 타겟 위치인 두 지점간의 TM 좌표만을 가지고 타겟 방위각 θ_T 를 구한다.



(그림 2) 관심 타겟에 대한 방위각 계산

이를 위해 타겟과 X 혹은 Y축에 대한 θ 를 먼저 계산한 후에 이를 이용하여 타겟에 대한 방위각 θ_T 를 계산하는 방법을 아래의 알고리즘으로 제안하였다.

[알고리즘: 관측자(혹은 카메라) 위치로부터 타겟 방위각 계산]

Step 1. 관측자(O)와 타겟(T_i) 좌표를 이용하여 X와 Y축 각 방향에 대하여 거리를 구한다.

$$T_i(X_T) - O(X_P) = \pm d_x, \quad T_i(Y_T) - O(Y_P) = \pm d_y$$

Step 2. 방향 성분에 따라 θ 와 θ_T 계산을 구분하여 수행한다.

(1) $d_y \geq 0$ and $d_x > 0$

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{|d_y|}{|d_x|}\right), \quad \theta_T = \theta_1$$

(2) $d_y > 0$ and $d_x \leq 0$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{|d_x|}{|d_y|}\right), \quad \theta_T = \frac{\pi}{2} + \theta_2$$

(3) $d_y \leq 0$ and $d_x < 0$

$$\theta_3 = \tan^{-1}\left(\frac{|d_y|}{|d_x|}\right), \quad \theta_T = \pi + \theta_3$$

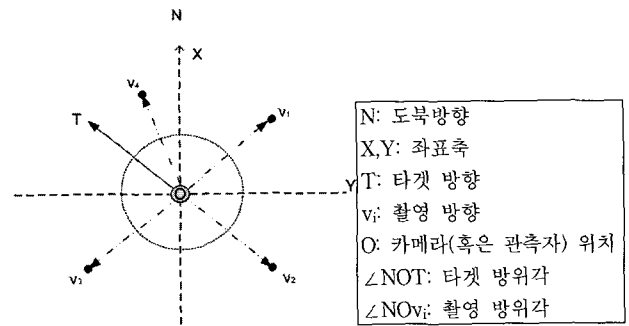
(4) $d_y < 0$ and $d_x \geq 0$

$$\theta_4 = \tan^{-1}\left(\frac{|d_x|}{|d_y|}\right), \quad \theta_T = \frac{3}{2}\pi + \theta_4$$

DOI 기준방위각인 θ_B 도 위의 알고리즘 θ_T 를 계산하는 동일한 방법으로 구한다. 즉, 관측자(O) 좌표 (Y_P, X_P) 대신에 DOI 기준 좌표 (Y_B, X_B) 를 대입한다.

3.2 타겟 방위각과 촬영 방위각간의 차이 각 θ_{TR} 계산 방법

다음은 위치 방향 기반 영상검색 단계의 Step4에서 촬영 방위각 θ_V 와 타겟 방위각 θ_T 간의 차이 각 θ_{TR} 를 계산하는 방법을 제안한다. θ_{BR} 의 계산도 동일한 방법을 적용한다.



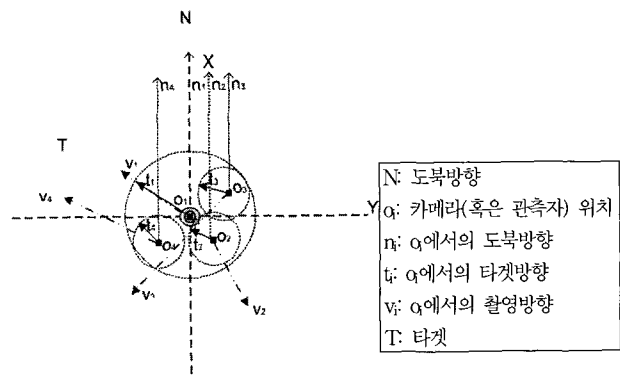
(그림 3) 타겟 방위각과 촬영 방위각

(그림 3)에서 도북 방향 N으로부터 타겟 방향 T까지의 방위각을 θ_T 라하고 도북방향 N으로부터 카메라 방향 v_i 까지의 방위각을 θ_V 라 할 때, 타겟 방위각과 카메라 촬영 방위각과의 차이 각 θ_{TR} 은 다음 식 (3)과 같이 계산하며 최대 180° (π)를 넘지 않는다.

$$\theta_{TR} = |\theta_T - \theta_V|, \text{ where } |\theta_T - \theta_V| \leq \pi$$

$$\theta_{TR} = 2\pi - |\theta_T - \theta_V|, \text{ where } |\theta_T - \theta_V| > \pi \quad (3)$$

본 논문에서 제안한 방법은 지도상 관찰자의 위치로부터 타겟에 대한 방위각 계산이 가능하고, 그 위치에서의 촬영



(그림 4) 타겟 방위각과 촬영 방위각의 차이 각

<표 1> 타겟 방위각과 촬영 방위각과의 차이 각 계산 예
(단, $\theta_E = 45$)

영상방향	θ_T	θ_C	θ_{TR}	순위
o_1v_1	310	310	0	1
o_2v_2	330	160	170	4
o_3v_3	290	210	80	3
o_4v_4	320	300	20	2

방위각과 타겟 방위각간의 차를 계산할 수 있으므로, 그 특정 차이 각의 범위 내에 있는 영상들을 사용자가 원하는 대로 자유자재로 검색할 수 있다는 것이다. (그림 4)는 타겟 방위각과 촬영 방위각 간의 차이 각의 예를 설명하고 있다.

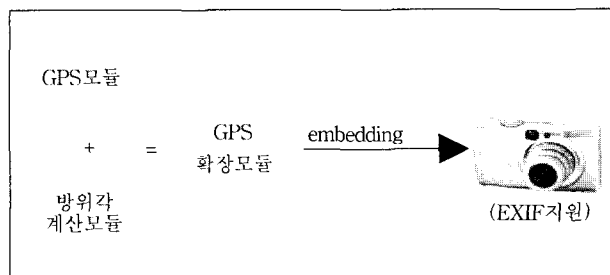
(그림 4)에서 사용자가 지정한 위치가 o_1 이라 하고, 지정 위치로부터의 특정 반경 안에 들어온 영상이 o_1, o_2, o_3, o_4 라 할 때, v_1 과 v_4 는 각의 차이가 허용범위 θ_E 안에 들어 왔고, v_2 와 v_3 는 허용범위를 넘어 났기 때문에 검색에서 제외되는 예를 <표 1>을 통하여 보여주고 있다.

만일 관측자가 θ_T 와 θ_C 의 차이에 대한 허용오차를 $\pm 45^\circ$ 범위에서 촬영된 영상을 검색하고 싶다면 <표 1>에서 o_1v_1 과 o_4v_4 가 선택되며, 또한 순위를 정한다면 차이 각이 가장 작은 $o_1v_1, o_4v_4, o_3v_3, o_2v_2$ 순으로 검색이 되게 된다.

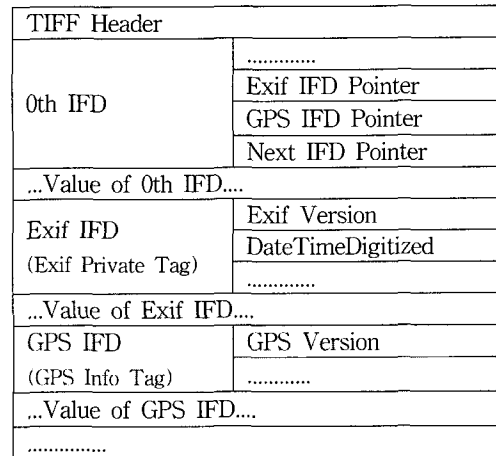
3.3 영상의 촬영 위치 및 방위각 획득 방법

기존 GPS모듈은 위치(위도, 경도, 고도 등)를 계산하는 기능은 있지만 본 논문에서 사용하고자하는 위치와 방위각을 모두 계산하는 기능은 없으므로 (그림 5)와 같이 기존의 GPS모듈에 방위각 계산 모듈을 추가한 GPS확장모듈을 디지털카메라에 내장한다면 촬영위치와 방위각이 기록된 영상을 얻을 수 있어 본 논문에서 제안한 방법을 자동화할 수 있게 될 것이다. GPS확장모듈을 디지털카메라에 내장하는 과제는 디지털카메라 제조업체의 몫으로 하고, 여기서는 EXIF 상에 표준으로 규정된 위치와 방향 정보를 위한 tag들을 살펴보고 이 tag들의 활용방법을 제안 한다.

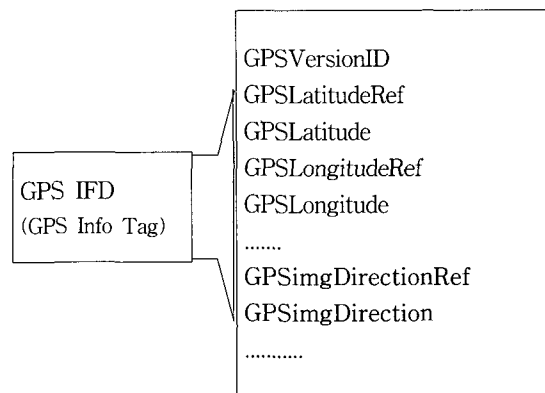
디지털카메라의 EXIF 영상파일 명세는 기존 파일형식에 기반한 것으로 압축파일인 경우는 APP1과 APP2(application marker segments)를 갖는 JPEG(ISO/IEC 10918-1) 형식으로, 압축파일이 아닌 경우는 TIFF Rev. 6.0 형식으로 기록된다. DSC(Digital Still Camera)응용에 의해 요구되는 압축파일의 속성정보는 APP1에 기록되며 TIFF에서의 속성 기록 형식을 동일하게 사용한다. 즉, 압축과 비압축 파일에



(그림 5) 디지털카메라의 GPS확장모듈



(그림 6) TIFF의 구조



(그림 7) GPS Attribute Information

서 속성정보는 모두 TIFF Rev. 6.0에서 정의한 tag 정보형식으로 저장된다는 것이다. 또한 카메라 시스템에 특정된 정보나 TIFF에서 정의 되지 않은 특정한 EXIF의 속성정보는 표준화를 위해 TIFF내에 예약된 Exif private tags를 사용하여 기록한다. APP1은 APP1 마커, EXIF 구별자 코드와 속성정보 자체로 이루어져있으며 크기는 JPEG 표준에서 규정한 64K를 초과하지 않는다. TIFF는 최대 두 개의 IFD(0th IFD, 1st IFD)를 갖는 File Header를 포함하며, 0th IFD에 압축영상에 관한 속성정보가 기록된다[4,13]. (그림 6)은 TIFF 구조를 축약한 내용이다

(그림 6)에서 GPS IFD는 디지털카메라로 촬영한 영상의 위치 및 방향정보를 기록하기 위한 tag들이 준비되어 있다. 본 논문에서 영상의 위치 및 방향 정보의 획득 및 기록을 자동화하기 위해서는 GPS IFD의 tag들을 사용할 것을 전제로 한다. (그림 6)의 GPS IFD의 영역을 상세히 표현하면 (그림 7)과 같고 여기에는 위도(latitude), 경도(longitude), 고도(attitude) 뿐만 아니라 방향 정보를 기록하기 위한 GPSTimeDirectionRef와 GPSTimeDirection 같은 tag들이 있다.

(그림 7)에서 GPSTimeDirectionRef는 방향에 대한 속성 참조 tag로 'T'이면 true 방향, 'M'이면 magnetic 방향, 다른 것을 표현하고 싶다면 예약하여 사용가능하다.

GPSTagDirection은 0~359.99까지의 값을 가지고 방향을 표현하도록 규정하고 있는데 이 두 개의 tag를 이용하여 영상캡처시의 카메라방향을 방위각으로 기록한다면 본 논문에서 제안한 방법에 대한 자동화를 구현할 수 있다.

3.4 위치 및 방향 기반 영상 데이터베이스 설계

앞의 3.3에서 제안한 방법으로 영상에 대한 위치와 방향 정보를 얻는다면 자동화가 가능하지만 그렇지 않은 경우는 영상 획득 장소인 위치는 GPS로부터 경도와 위도를 얻고, 타겟에 대한 카메라 방향 데이터는 나침반을 통해 얻는다. 위치 및 방향 기반 영상검색에서는 먼저 거리를 기준으로 특정 영역 내에 존재하는 영상을 선택하므로 카메라 위치에 대한 경도와 위도를 식 (1)을 이용하여 TM 좌표로 변환하고, 이들 값을 데이터베이스에 저장한다.

본 논문에서는 촬영 일자과 시간 그리고 카메라에서 생성되는 이미지파일이름의 결합을 통하여 영상데이터 레코드의 기본키를 구성하였는데, 이것들은 EXIF로부터 얻을 수 있는 요소들이다.

(영상 ID[기본키] = 촬영일자 + 촬영시간 + 파일이름)

<표 2>는 위치 방향 기반 영상정보 데이터베이스의 레코드 구조를 나타내고 있는데 경도와 위도의 도(°)분(')초(")를 도(°)로 변환하여 저장하고, TM 좌표의 단위는 m로, 카메라 방위각은 도(°)로 사용하였다.

<표 2> 영상정보 데이터베이스 구조

촬영일자	촬영시간	파일이름	경도	위도	TM(Y)	TM(X)	촬영방위각
20061101	10:15:27	DSC0001	127.yyyy	37.xxxx	975,257	1,930,603	10.0
20061102	11:10:30	DSC0002	127.yyyy	37.xxxx	975,393	1,930,602	6.5

영상 ID	영상데이터	feature 1	feature 2	feature 3
20061101101527DSC0001	01010101010.....
20061102111030DSC0002	101010101.....			

<표 3> 위치방향 기반 영상데이터(θ: 촬영방위각, F: 타겟방향, B: 타겟외방향)

경도	위도	번호	F θ	번호	B θ
127° 08' 54.0"	37° 22' 27.0"	①	10	①	250
127° 08' 56.0"	37° 22' 27.0"	②	0	②	240
127° 09' 01.0"	37° 22' 27.0"	③	340	③	40
127° 09' 03.0"	37° 22' 33.5"	④	320	④	20
127° 09' 06.0"	37° 22' 37.0"	⑤	288	⑤	245
127° 09' 07.5"	37° 22' 44.5"	⑥	240	⑥	210
127° 09' 05.0"	37° 22' 46.5"	⑦	232	⑦	79
127° 08' 59.0"	37° 22' 40.0"	⑧	252	⑧	112
127° 08' 53.0"	37° 22' 43.5"	⑨	171	⑨	285
127° 08' 51.5"	37° 22' 36.0"	⑩	55	⑩	142
127° 08' 51.5"	37° 22' 31.5"	⑪	37	⑪	327
127° 08' 52.5"	37° 22' 29.5"	⑫	20	⑫	107

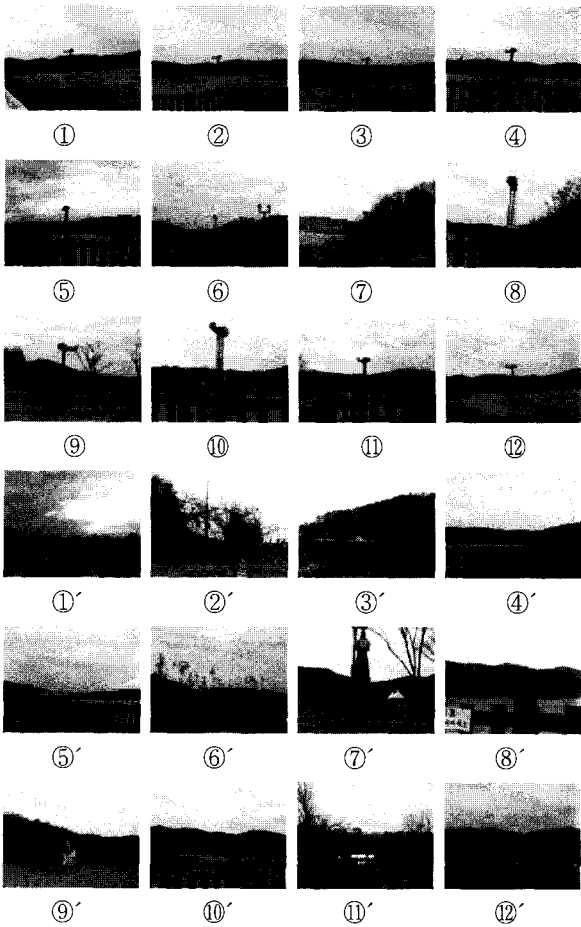
4. 실험 및 결과

본 연구에서는 영상의 획득 영역들과 타겟 영역의 위치가 거의 인간의 시계 범위 안에 위치하는 근거리에서 위치하기 때문에 우리나라의 경우 투영원점을 지도상 중부의 한 점을 기준으로 고정하여 적용하더라도 4개의 투영원점을 따로 분리하여 적용했을 때와 차이가 거의 없고 차이가 나더라도 GPS 오차 범위 수준에 불과하기 때문에 경도 127.5°E와 위도 38.0°N을 투영원점으로 잡고 원점의 축척계수는 0.9996, 원점의 가산 값은 X(N)을 2,000,000m, Y(E)를 1,000,000m로 사용하여 실험을 하였다[10]. 예를 들어 촬영 대상 타겟과의 거리(L)가 1km 범위 내에 있다고 할 때 타겟 지점과 촬영 지점간의 거리 계산시 4개의 투영원점을 이용할 때와 한 점을 기준으로 할 경우의 차이는 거리상으로 20cm 안팎의 차이에 불과하므로 본 연구의 실험에서는 한 지점을 기준으로 고정하는 방법을 채택하였다. 왜냐하면 4개의 투영원점을 이용할시 위치와 방향 계산에 있어 비교대상의 두 지점이 각각 서로 다른 투영원점을 참조할 경계지점의 좌표로 판명된다면 계산방법이 복잡해지기 때문이다.

실험에서 촬영한 영상데이터 번호와 경위도상의 촬영위치 및 촬영 방위각을 <표 3>에서 나타내고 있는데 타겟 방향을 F로 타겟외 방향을 B로 표시하였다.

각 위치에서 타겟을 향하여 촬영한 영상과 그 외의 영상 샘플은 (그림 8)과 같다.

실험데이터수집 장소: 성남시 분당구 율동공원, 타겟-번지점프대, 촬영지-호수주변



(그림 8) <표 3>의 카메라 위치좌표와 촬영방위각을 갖는 실험영상들

다음은 실험영상에 대하여 제안한 위치 및 방향 기반 영상검색 단계로부터 얻어지는 결과를 보인다. 각 실험영상들에 대한 촬영지점의 경위도 $TM(Y,X)$ 좌표와 타겟과의 거리(L), 타겟 방위각(θ_T), 각 촬영지점에서의 타겟 방위각과 촬영 방위각과의 차이 각(θ_{TR}), DOI의 기준방위각과 촬영 방위각과의 차이 각(θ_{BR}) 등을 3.1과 3.2에서 제안한 방법으로 계산하여 검색한 결과를 <표 4>와 <표 5>의 Step3, Step4, Step5에 나타내었다. 사용된 타겟의 경도는 $127^\circ 8' 55''$ 이고, 위도는 $37^\circ 22' 39''$ 이며, DOI의 기준좌표는 경도 $127^\circ 09' 10''$, 위도 $37^\circ 22' 30''$ 이다. 그리고 결과 값이 오차 허용 범위 내에 있어 검색되었으면 O로, 검색에서 제외되었으면 X로 표시하였다. θ_{TR} 및 θ_{BR} 과의 허용오차범위를 모두 45° 로 하여 실험을 하였으며, 여기서 계산된 DOI 기준 방위각 θ_B 는 313.31° 이다.

24개의 실험 영상 가운데서 검색하고자 하는 타겟으로부터 0.5km 범위에서 촬영한 모든 영상을 검색하는 경우 (Step3)와 $\theta_{TR} \leq 45^\circ$ 에 있는 경우(Step4), 그리고 Step4의 조건을 만족하면서 $\theta_{BR} \leq 45^\circ$ 조건을 동시에 만족하는 경우(Step5)로 검색을 실시하였다. <표 6>은 각각 Step3와 Step4 및 Step5의 결과를 우선순위에 따라 나타내었다.

<표 4> F 방향 실험 데이터의 계산 및 검색 결과($\theta_B:313.31^\circ$ 기준)

번호	TM(Y)	TM(X)	L	Step3	θ_T	θ_r	θ_{TR}	Step4	θ_{BR}	Step5
①	975,257	1,930,603	370.4	O	10	3.36	6.64	O	56.69	X
②	975,296	1,930,603	370.3	O	0	357.31	2.69	O	46.69	X
③	975,393	1,930,602	387.6	O	340	342.73	2.73	O	26.69	O
④	975,434	1,930,803	230.3	O	320	317.57	2.43	O	6.69	O
⑤	975,493	1,930,910	223.5	O	288	286.18	1.82	O	25.31	O
⑥	975,524	1,931,141	297.7	O	240	235.47	4.53	O	73.31	X
⑦	975,475	1,931,203	303.1	O	232	220.48	11.52	O	81.81	X
⑧	975,357	1,931,003	84.1	O	252	248.68	3.32	O	61.31	X
⑨	975,240	1,931,111	144.0	O	171	164.59	6.41	O	142.31	X
⑩	975,209	1,930,880	115.2	O	55	36.78	18.22	O	101.69	X
⑪	975,209	1,930,742	241.2	O	37	16.81	20.19	O	83.69	X
⑫	975,228	1,930,680	297.0	O	20	9.81	10.19	O	66.69	X

<표 5> B 방향 실험 데이터의 계산 및 검색 결과($\theta_B:313.31^\circ$ 기준)

번호	TM(Y)	TM(X)	L	Step3	θ_T	θ_r	θ_{TR}	Step4	θ_{BR}	Step5
①'	975,257	1,930,603	370.4	O	250	3.36	113.36	X	63.31	X
②'	975,296	1,930,603	370.3	O	240	357.31	117.31	X	73.31	X
③'	975,393	1,930,602	387.6	O	40	342.73	57.27	X	86.69	X
④'	975,434	1,930,803	230.3	O	20	317.57	62.43	X	66.69	X
⑤'	975,493	1,930,910	223.5	O	245	286.18	41.18	O	68.31	X
⑥'	975,524	1,931,141	297.7	O	210	235.47	25.47	O	103.31	X
⑦'	975,475	1,931,203	303.1	O	79	220.48	141.48	X	125.69	X
⑧'	975,357	1,931,003	84.1	O	112	248.68	136.68	X	158.69	X
⑨'	975,240	1,931,111	144.0	O	285	164.59	120.41	X	28.31	X
⑩'	975,209	1,930,880	115.2	O	142	36.78	105.22	X	171.31	X
⑪'	975,209	1,930,742	241.2	O	327	16.81	49.81	X	13.69	X
⑫'	975,228	1,930,680	297.0	O	107	9.81	97.19	X	153.69	X

<표 6> 실험구분별 결과영상

실험 구분	결과 영상번호
Step3	⑤ ④ ② ③ ⑧ ⑥ ⑨ ① ⑫ ⑦ ⑩ ⑪ ⑥' ⑤' ⑪'
Step4	⑤ ④ ② ③ ⑧ ⑥ ⑨ ① ⑫ ⑦ ⑩ ⑪ ⑥' ⑤'
Step5	④ ⑤ ③

기존의 위치기반 영상 검색방법은 <표 6>에서 Step3의 결과같이 ROI내에 존재하는 모든 영상이 검색되지만 제안한 위치와 방향 기반 영상검색 방법에서는 ROI 내에서 θ_r 와 θ_T 의 차이 각에 대한 허용오차범위를 조건으로 검색한 Step4의 결과와 특정방향에서 타겟을 촬영한 영상만을 검색하고자 할 때는 Step4의 결과 중 DOI 내에서 θ_B 와 θ_T 의 차이 각에 대한 허용오차범위를 조건으로 검색하여 Step5의 결과를 얻을 수가 있었다.

그러므로 제안한 방법은 ROI 내에 존재하는 모든 영상의 검색(Step3를 적용한 경우로 전체 24개 중 12개가 목표 타겟을 포함한 영상들임, 본 실험에서는 정확도: 50%)은 물론 DOI 내 영상만을 선택적으로 검색하는 실험에서 Step4 까지 적용한 경우는 검색결과 14개 중에 12개가 목표 타겟을 포함한 영상들이었고(정확도: 85.7%), Step5 까지 적용한 경우 즉, $\theta_{BR} \leq \theta_E$ 를 만족하는 검색의 경우에는 3개의 검색

결과 중 3개 모두가 목표 타겟을 포함한 영상들이었다(정확도: 100%).

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 기존의 영상검색에서 고려되지 않았던 검색대상 영상내 존재하는 타겟에 대한 위치정보와 촬영시 영상파일의 EXIF에 기록되는 카메라 위치 및 방향 정보를 이용하여 사용자가 원하는 타겟을 포함한 영상을 효율적으로 검색하는 방법을 제안하였다. 검색을 원하는 타겟과 사진촬영위치에 대한 경위도 좌표를 통해 타겟과 촬영위치까지의 거리 및 타겟 방위각의 계산 값과 촬영방향에 대한 방위각 정보로부터 타겟 방향과 카메라 촬영방향간의 차이 각을 계산할 수 있으며, 사용자가 검색하고자하는 타겟 영상에 대하여 기존의 방법인 ROI 내 존재하는 모든 영상의 검색은 물론이고 $\theta_{BR} \leq \theta_E$ 를 만족하는 DOI 내 검색의 경우에는 정확도를 100%까지 유지할 수 있었다. 제안한 방법을 기반으로 영상검색서비스 시스템을 구축한다면 관광정보서비스, 교통정보통합체계서비스, u-Health 분야나 긴급재난재해 혹은 소방방재서비스 등 다양한 산업분야에서 활용 가능한 유비쿼터스 컴퓨팅의 응용기술이 될 것이다. 향후 연구할 과제는 위치와 방위각 계산을 함께 지원하는 확장형 GPS 모듈을 내장한 디지털카메라의 개발과 위치와 방향 정보에 시간정보를 융합한 공간영상데이터베이스의 구축을 통해 다양한 분야에서의 응용모델을 찾는 것이다.

참고 문헌

[1] Mor Naaman, Yee Jiun Song, Andreas Paepcke and Hector Garcia-Molina, "Automatic Organization for Digital Photographs with Geographic Coordinates," *JCDL '04, Tucson, Arizona, USA, pp.53-62, June 7-11, 2004.*

[2] Celyn S. L. Chan, Tony K. Y. Chan and Edmond C. Prakash, "A System for Geographical and Spatial Exploration on the Internet," *Pan-Sydney Workshop on Visual Information Processing, Con pp. 23-29, Visualization 2000.*

[3] Matthew Cooper, Jonathan Foote, Andreas Girgensohn and Lynn Wilcox, "Temporal Event Clustering for Digital Photo Collection," *MM '03, Berkeley, California, USA, pp. 364-373, November 2-8, 2003.*

[4] Japan Electronic Industry Development Association, "Digital Still Camera Image File Format Standard(Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.1)," June 12, 1998.

[5] Julien Pauty, Paul Couderc and Michel Banatre, "Using Context to Navigate Through a Photo Collection," *MobileHCT '05, Salzburg, Austria, ACM 1-59593-089-2 /05/009, pp. 145-152, September 19-22, 2005.*

[6] Mor Naaman, Yee Jiun Song, Andreas Paepcke and Hector Garcia-Molina, "Automatically Generating Metadata for

Digital Photographs with Geographic Coordinates," *WWW2004, New York, USA, ACM 1-58113-912-8/04 /0005, pp. 244-245, May 17-22, 2004.*

[7] 박기호, 이양운, 안재성, "시간지리학 응용을 위한 시공간데이터베이스 기반의 GIS 컴퓨팅 연구," *The Journal of GIS Association Korea, Vol. 14, No. 3, pp. 221-237, 2005.*

[8] 국토정보지리원 <http://www.ngi.go.kr>, 2006.11.14 고시 공공측량의 작업규정 세부운영세칙(국토지리원 제2006-608호)을 준용한 좌표변환프로그램

[9] 측량법 제5조 2항의 규정에 의거 측량법 시행령 제2조 6항

[10] 건설교통부 고시 제2004-131호

[11] Q. Iqbal and J. K. Aggarwal, "Content-based Retrieval in Digital Image Databases Using Structure, Color and Texture," *Pattern Recognition in Information Systems (PRIS), Portugal, pp. 1-2, 2004.*

[12] <http://www.cis.hut.fi/projects/cbir/>(Homepage for Department of Computer Science and Engineering at the Helsinki University of Technology: Recent Publications)

[13] Standard of Japan Electronics and Information Technology Industries Association, "JEITA CP-3451(Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.2)," pp2-15, 46-57, 104-106, Established in April, 2002.



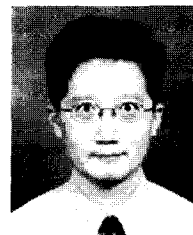
한 기 태

e-mail : gthan@kyungwon.ac.kr

1982년 충남대학교 계산통계학과(학사)
1990년 한양대학교 대학원 전자계산학과 (공학석사)
2001년 한양대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

1985년~1992년 한국주택은행 전산부 전산역
1992년~현재 경원대학교 IT대학 소프트웨어학부 컴퓨터미디어전공 교수

관심분야: 컴퓨터비전/영상처리, DB/정보검색, LBS, 텔레매틱스, 유비쿼터스 등



서 창 덕

e-mail : scd@daum.net

1988년 한양대학교 전자공학과(학사)
1990년 한양대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
2000년 한양대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

2000년~2001년 한양대 전자공학과 박사후 과정

2002년~2006년 한양대 HCI / 경원전문대 겸임교수

2007년~현재 (주)카드토피아 기술연구소 소장

관심분야: 영상검색, LBS, 텔레매틱스, 유비쿼터스 등