

---

# 영상을 이용한 차량의 주행 위치 측정 시스템

김진덕\* · 문혜영\*\*

A System to Recognize Position of Moving Vehicle based on Images

Jindeog Kim\* · Hyeyoung Moon\*\*

## 요 약

최근 차량 항법 장치에서 널리 사용되고 있는 GPS 기술은 다음과 같은 두 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째, 빌딩 숲, 터널 등과 같은 도시 계곡(Urban Canyon) 지역에서는 GPS 신호 수신에 어려움이 있다. 둘째, GPS 신호를 이용한 측위는 항상 내재적인 위치 오차를 갖고 있다. 전자는 기존의 많은 연구를 통해 해결되었지만, 후자는 여전히 병행 도로와 같은 지역에서는 부정확한 위치 정보를 운전자에게 제공한다.

이 논문에서는 차량 네트워크와 기타 장비로부터 획득한 영상을 이용하여 차량의 주행 경로를 인식하는 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 실시간 영상 매칭 알고리즘을 이용한다. 또한 영상 매칭 정확도를 높이기 위한 기법 또한 제안한다. 이 논문에서 제안한 시스템은 실시간 주행 실험을 통해 원활하게 동작함을 보였다. 또한 매칭 정확도가 향상됨을 보여주었다.

## ABSTRACT

The GPS technique widely used recently in car navigation system has two problems that are unavailability in urban canyons and inherent positional error rate. The one has been studied and solved in many literatures. However, the other still leads to incorrect locational information in some area, especially parallel roads.

This paper proposes and implements a system to recognize lane of moving vehicle based on images obtained from in-vehicle networks or other devices. The proposed system utilizes a real-time image matching algorithm which determines the direction of moving vehicle in parallel section of road. It also employs a method for accuracy improvement. The results obtained from experimental test on real-time navigation show that the proposed systems works well and the accuracy increases.

## 키워드

위치 측정, 영상 매칭, 위치기반서비스, GPS

## Key word

Positioning Location, Image Matching, LBS, GPS

---

\* 정회원 : 동의대학교 (교신저자, jdk@deu.ac.kr)

\*\* 준회원 : 동의대학교

접수일자 : 2011. 06. 26

심사완료일자 : 2011. 07. 28

## I. 서 론

실시간 교통정보를 제공하는 TPEG(Transport Protocol Expert Group)서비스를 비롯하여, 실제영상 입력을 바탕으로 운전자에게 현실감을 부여하는 증강현실에 이르기까지 다양한 기술을 제공하는 자동차 네비게이션 단말기술[1]은 위치정보를 제공하는 GPS기술과 함께 정확한 경로 안내, 긴급 서비스 요청[2], 사고통보, 차량 충돌 사고 위치 확인[3] 등과 같은 차량 위치 기반 기술 관련 응용분야에도 연구되고 있다. 그러나 GPS의 경우 터널이나 빌딩 숲 등과 같은 전파 방해가 발생하는 곳에서는 위성신호가 잡히지 않아 위치정보를 추출할 수 없다 [4,5].

그래서 대안으로 다양한 방법[6,7,11]들이 연구되었다. 그러나 GPS 신호가 유효함에도 GPS 특성상 내재적인 위치 오차율이 10m~30m에 이른다. 또한 GPS 대안 측위 기법들 또한 위치오차율이 항상 존재한다.

이러한 오차율은 평행하게 분기되는 도로 구간에서 현재 주행 중인 차량의 정확한 위치 측정이 불가능하다는 문제점을 야기한다. 이러한 문제점을 해결하여 정확한 위치 정보를 제공하고 지속적인 위치정보를 제공하기 위한 기법이 필요하다.

이 논문에서는 평행 분기 구간에서의 GPS 오차 문제를 보완하기 위해 실시간 영상정보를 이용한 주행 경로 인식 시스템을 제안하고 구현하고자 한다. SURF 알고리즘을 이용한 실시간 영상 매칭의 정확도를 높이기 위해 3가지 후처리 기법을 적용한 결과 정확도가 향상됨을 보여 주었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 GPS와 GPS 대안 측위 기법 및 이미지 비교 알고리즘 관련기술에 대해 알아보고, 3장에서는 영상기반 주행경로 인식 시스템에 대해 자세히 설명한다. 4장에서는 구현 결과 및 정확도 향상 방안에 대해 설명하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 본 론

GPS 수신기만을 단독으로 사용할 경우 상당한 오차가 발생한다. DGPS(Differential GPS)[8]는 상대 측위 방식의 GPS 측량기법으로서 단독측위 기법의 정밀도를

향상시키기 위해 개발되었다. 이미 알고 있는 기준점 좌표를 이용하여 오차를 일으키는 요소들을 보정하고, 오차를 최대한 줄여서 보다 정확한 위치를 얻기 위한 방식이다.

GPS의 측위 오차 문제와 위성신호 수신 불가 문제를 해결하기 위한 연구로서 W.Y. Ochieng의 4인[9]은 GPS에 DR(Dead-Reckoning)을 적용하는 시스템을 설계 및 구현하여, 측위 정확도를 GPS, DGPS와의 비교 실험에서 보인다. 그러나 GPS가 위성신호를 수신하지 못하는 경우 측위가 불가능하다는 단점이 있다.

Nam-gi Kang 외3인[10]은 무선 랜(WLAN; Wireless Local Area Network) 인프라 기반 무선 AP와 3G 네트워크 장비 사이의 신호수신세기(RSSI: Received Signal Strength Indication)에 삼각측량법을 적용하여 사용자의 위치를 측정하는 RTLS시스템(Real Time Location System)을 제안하였다. 그러나 제한된 범위 내에서 사용되기 때문에 넓은 영역을 커버하지는 못한다.

이미지를 비교하여 인식하는 방법에는 크게 템플릿 매칭, SIFT, SURF 3가지 기술이 있다[12, 13].

템플릿 매칭[12]은 크게 2단계로 구성된다. 템플릿 매칭은 비교하려는 대상과 이미지 내에 있는 비교하는 대상의 이미지 크기가 같아야하고 이미지가 회전되어있으면 같은 이미지를 찾기 힘들다는 단점이 있다.

SIFT알고리즘[14]을 이용한 매칭 기법은 이미지로부터 고유의 특징점을 추출하여 그 특징점을 비교해 일치 여부를 판단하는 방법이다. SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 알고리즘은 5단계로 수행된다. SIFT 알고리즘은 크기와 회전의 변화에 강인한 특성을 가져 템플릿 매칭보다 더욱 유용하게 쓰일 수 있다.

SIFT와 마찬가지로 SURF(Speeded Up Robust Features) [15]는 이미지의 고유 특징점으로 이미지의 일치여부를 판단한다. SURF 알고리즘은 속도가 느린 SIFT 알고리즘을 개선한 것이다. SURF알고리즘을 이용한 매칭은 3단계로 수행된다. SURF 알고리즘으로 이미지를 비교하는 방법은 템플릿 매칭보다 다소 복잡하지만 특징점 추출과정을 제외하고 이미지 매칭 단계만의 수행속도로 본다면 템플릿 매칭에 비해 훨씬 빠르고 크기변화나 이미지의 회전에 대해서도 이미지를 찾을 수 있어 안정된 동작을 보장한다. 그러나 지금까지 이러한 이미지 인식 알고리즘을 주행 경로 인식을 위해 사용한 연구는 없었다.

이 논문에서는 영상 인식 알고리즘 기반 주행 경로 인식 시스템을 제안하고, 기존 알고리즘의 정확도를 개선하기 위한 기법을 제안하고 구현결과로서 검증하고자 한다.

### III. 영상 기반 주행 위치 측정 시스템

특정 구간에서 GPS 측위 오차문제점은 운전자에게 제공하는 방향정보에 있어 혼란을 초래 할 수 있다. 여기서 특정 구간은 그림 1과 같이 평행하게 분기되는 도로 구간을 말한다. 이러한 구간에서는 GPS의 오차율로 인해 차량의 주행 차선과 달리 내비게이션에서는 다른 주행 차선에 차량을 표시하는 문제점이 야기될 수 있다.



그림 1. 분기되는 평행도로  
Fig. 1 Parallel Road with Split Point

본 절에서는 이러한 문제를 실시간 카메라 영상을 기반으로 영상 매칭하여 차량의 이동 방향을 측위 보정하는 기법을 제안하고, 그 정확도를 향상시키는 기법 또한 제안한다.

#### 3.1 영상 DB 사전 구축 방안

영상 DB는 영상을 비교할 구간과 해당 범위의 비교 대상 이미지 정보를 가진다. 영상을 비교할 구간에 대한 범위는 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 이용한다.

MBR은 실시간으로 입력되는 영상 비교 구간 범위를 포함하는 좌표 값으로 좌하점(위도·경도 최저점)과 우상점(위도·경도 최상점)을 영상DB에 저장한다. 이렇게 영상 비교 구간을 구성하면 실시간 영상 매칭이 모든 구간에 이루어 질 필요 없이 특정 구간에서만 이

루지기 때문에 시스템 부하를 줄이고 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

그리고 해당 구간에서 비교해야 할 이미지(jpg)는 파일로 구축하고, 영상 DB에서는 이미지의 파일 이름만 넣어둔다. 비교 이미지는 하나의 도로가 최대 3개로 분기될 수 있음을 고려하여 하나의 MBR구간에 최대 3개의 이미지를 등록할 수 있도록 구성하였다.

#### 3.2 영상 매칭 알고리즘

전술한 바와 같이 이미지 매칭 단계의 수행속도가 템플릿 매칭에 비해 훨씬 빠르고 크기변화나 이미지의 회전 등에 대해서도 이미지를 찾을 수 있는 안정된 동작을 보장하는 SURF 알고리즘을 이용하여 제안하는 영상 매칭 기법에 적용한다.

영상 매칭 기법은 그림 2와 같이 CAM으로부터 실시간 영상을 입력받고, 동시에 프로그램 부하를 줄이고자 별도로 구축한 <GPS NMEA Parser 프로그램>으로부터 GPS 좌표인 위도-경도 좌표정보를 500ms 단위로 수신받는다.

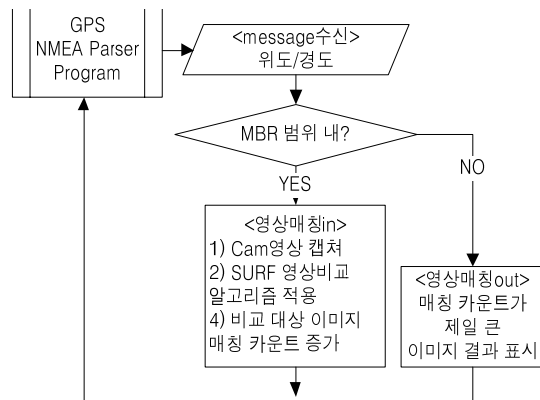


그림 2. SURF를 이용한 매칭 알고리즘  
Fig. 2 Matching Algorithm with SURF

위도-경도 좌표가 수신되면, 영상 DB를 검색하여 해당 좌표가 MBR 범위 내 좌표인지 비교한다.

해당 좌표가 그림 3에서 MBR 범위 내 좌표(A)가 아니면 영상매칭하지 않는다. 해당 좌표가 MBR 범위 내 좌표(B)가 되면, 해당 MBR내에서 비교할 이미지와 영상 매칭 해야 하는 <영상 매칭 in> 지점으로 인식하여 영상 매칭을 시작한다.



그림 3. 영상 매칭 구역  
Fig. 3 Region for Matching Images

여기서 위도-경도 좌표 정보는 지속적으로 영상 매칭 여부를 판단하는 기준이 된다(C구간).

영상 매칭은 CAM의 캡처영상과 비교 대상 이미지(영상 DB)의 각 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 비교하여 일치하는 점의 위치를 벡터 형태로 *ptpairs* 변수에 저장하여 반환한다. 특징점과 반환된 일치점의 위치를 이용하여 영상의 일치여부를 판단한다.

영상이 매칭된 것으로 판단되면 영상 매칭 카운트를 증가한다. C 지점을 통과하면 GPS 좌표가 MBR 범위를 벗어나므로 영상 매칭 과정은 종료되며, 이 때 매칭 카운트가 제일 큰 이미지가 최종적으로 매칭된 이미지로 결정된다.

3.3 매칭 알고리즘의 정확도 보완 방안

OpenCV Library의 SURF관련 함수만을 이용하여 이미지를 매칭하면 표 1에 나타난 바와 같이 매우 높은 매칭 오류율을 보였다.

표 1. 전통 SURF의 매칭 오류율  
Table. 1 Matching Error Rate of Original SURF

이미지 1~10	매칭 오류율
평균	77.20

표 1은 10개의 비교 대상 도로 이미지를 DB에 두고 CAM으로부터 주행 이미지를 각각 입력받아 1000회씩 비교하여 얻은 결과의 평균이다. 일치되지 않아야 하는 이미지에 대한 매칭 오류율이 77%를 상회한다. 따라서 영상매칭 알고리즘의 정확도를 보완하기 위해

본 논문에서는 매칭 오류를 필터링하는 3가지 조건을 제시한다.

- C1) 인식되는 개체의외곽에 그려지는 도형 내각의 합은 360°가 되어야 한다.
- C2) 비교대상 이미지 대비 특징점 일치 개수 비율, 즉 *ptpairs* 비율은 최소 7% 이상이 되어야 한다. 해당 비율은 아래 식으로 산출한다.  

$$\text{비율} = (\text{ptpairs} / \text{objectDescriptor}) \times 100(\%)$$
*ptpairs*비율은 영상DB의 이미지와 실시간 CAM 입력 이미지를 비교하여 매칭되는 특징점 개수인 *ptpairs* 대비 영상DB 이미지의 특징점 비율이다.
- C3) 인식되는 개체의외곽에 그려내는 사각형의 한 내각은 최대 160°를 초과하지 않아야 한다.

조건 C1을 제안한 배경은 내각의 합이 360°가 되지 않는 모든 이미지는 매칭 불일치를 보였기 때문이다. 이는 SURF 알고리즘을 통해 인식되는 개체의외곽에 그려내는 사각형(Homograph)을 필터링하는 조건으로 SURF 알고리즘의 연산결과 반환되는 4개의 좌표 점으로 구해지는 내각의 합이 360°가 되어야한다는 조건이다. 이것은 개체의외곽에 그려내는 도형이 사각형에 가까울수록 정확한 일치율을 가짐을 의미한다.

조건 C2와 조건 C3를 제안한 배경은 다음과 같다. 표 2는 10개의 DB내의 이미지를 각각 1000회 비교하여 얻은 최소 정상 영상 매칭 조건들이다. 이를 실험 결과를 토대로 조건 C2와 C3를 설정하였으며, 4장에서 실제 캠 영상과의 비교 실험으로 그 조건의 타당성을 검증하고자 한다.

표 2. 최소 정상 영상 매칭 조건  
Table. 2 Minimal Matching Condition

이미지 1~10	<i>ptpairs</i> 비율(최소값)	한 내각(최대값)
최소 매칭 조건	7.40	151.53

IV. 구현 및 성능평가

실시간 영상 데이터를 이용한 측위 보정 기법은 Visual Studio 2008의 VC++와 Access DB를 이용하여 구현하였다. 실시간 CAM 영상 이미지와 수신된 위치 정보

가 표시되며, 해당 구간이 영상 매칭 구간(MBR)이면, 입력된 영상을 캡처하여 특징점(imageDescriptors)을 추출하여 표시한다.

각 영상 이미지의 특징점을 추출(objectDescriptors)하고, CAM의 특징점(imageDescriptors)과 영상 매칭하여 매칭 개수(ptpairs)와 일치여부결과를 추출한다. 정확도 보안을 위해 전술한 정확도 보안 조건을 모두 적용하여 최종 매칭 여부를 결정한다.

MBR 구간 내에서의 실시간 영상 매칭 후 MBR구간을 벗어나는 즉시 영상 매칭카운트가 가장 큰 이미지를 매칭 이미지 결과로 표시된다.

#### 4.1 실시간 도로 주행 테스트

이 논문은 부산진구 인근의 병행도로 10곳을 선정하여, 사전에 각 이미지를 DB에 저장하였으며, 실시간 주행 중에 캠으로부터 전송되는 이미지와의 매칭 검사를 실시하였다. 그림 4의 좌측은 동의대역 부근에서 동의대/수정 터널 방면으로 분기되는 구간의 평면뷰로서 사각형은 MBR영역을 나타낸다.



그림 4. 평행 분기 도로 예  
Fig. 4 Example of Parallel Road

그림 4의 우측은 MBR영역의 진입점에서 바라본 영상으로 그림 5과 같이 DB에 저장된 두 영상[수정터널 방면과 동의대 방면]과 캠으로부터 실시간으로 전송되는 영상과의 매칭을 수행한다.



그림 5. 분기도로의 좌,우 영상  
Fig. 5 Left and Right Images of Parallel Road

그림 6은 위의 MBR 구간을 범주로 영상 매칭한 결과이다. 동의대 방면으로 주행한 결과 동의대 방면으로 영상 매칭 카운터가 3회 매칭되어 일치화면을 비교 결과로 표시하여 정확도 경로를 인식함을 보여주었다.

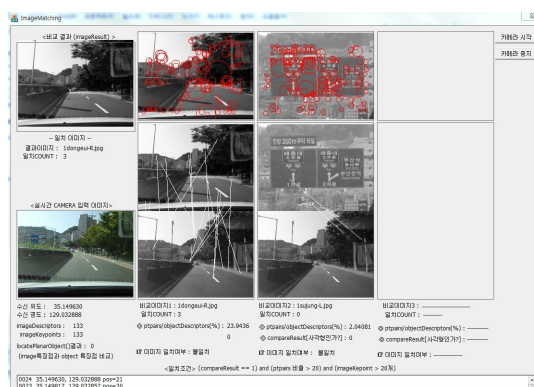


그림 6. 영상 매칭 결과  
Fig. 6 Result of Image Matching

#### 4.2 정확도 향상 조건의 성능 평가

3장에서 제안한 정확도 향상조건의 타당성을 검증하기 위해 아래와 같이 실험하였다.

조건 C1을 적용하였을 때, 매칭율은 표 3과 같다. 실험은 표 1과 동일하게 10개의 비교 대상 도로 이미지를 DB에 두고 CAM으로부터 주행 이미지를 각각 입력받아 1000회씩 비교하여 결과를 도출하였다. 표 3은 조건 C1을 적용하면 평균 매칭 오류율은 2.77%로 감소하였음을 보인다. 표 4는 표 1과 동일한 방법으로 조건 1과 2를 적용하여 실험한 결과 매칭 오류율이 0.42%로 감소하였음을 보인다.

표 3. 조건 C1의 매칭 오류율  
Table. 3 Matching Error Rate of C1

조건	매칭 오류율(%)
C1	2.77

표 4. 조건 C1&C2의 매칭 오류율  
Table. 4 Matching Error Rate of C1&C2

조건	매칭 오류율(%)
C1, C2	0.42

표 5는 표 1과 동일한 방법으로 조건 1, 2, 3을 동시에 적용하여 실험한 결과 매칭 오류율이 0.13%로 감소하여 최고의 정확도를 보여주었다.

표 5. 조건 C1&C2&C3의 매칭 오류율  
Table. 5 Matching Error Rate of C1&C2&C3

조건	매칭 오류율(%)
C1, C2, C3	0.13

이상과 같은 실험 결과를 조합해 볼 때 이 논문에서 제안한 세 가지의 정확도 향상 조건의 효과가 검증되었다고 볼 수 있다.

### V. 결론

차량 내비게이션에서 GPS 장치로부터 수신받는 위치 정보는 운전자에게 길 안내 서비스를 제공하기 위한 기본이 되는 정보이다. 그러나 평행하게 분기되는 특정 구간에서의 위치 오차 문제는 내비게이션에서 실제 주행 중인 도로가 아닌 다른 도로에 차량을 표시하게 되는 문제점을 발생시킨다. 이것은 원활한 내비게이션 서비스 제공에 어려움을 주고, 운전자에게 혼란을 초래한다. 이 논문에서는 이러한 GPS의 내재적인 오차로 인해 발생하는 문제점을 해결하고자 실시간 주행 중에 획득한 영상 이미지를 이용하여 정확한 주행 경로를 인식하는 기법을 제안하고 구현하였다. 구현 결과 실시간 주행 실험을 통해 원활하게 동작함을 보여주었다.

또한 기존 영상 매칭 알고리즘의 낮은 정확도를 해결하기 위해 3가지 정확도 향상 조건을 제안하였으며, 제안한 조건이 매우 효과적임을 실험으로 입증하였다.

이 논문의 기법 및 실험 결과는 최근 활성화되고 있는 텔레매틱스 기술의 위치기반서비스 분야의 중요 기반 기술로 사용될 것으로 기대된다. 향후 MOST기반의 실시간 영상 정보를 기반으로 제시한 영상매칭 기법을 적용하여 구현해 볼 필요가 있다.

### 참고문헌

- [ 1 ] 최태중, 김정국, 허웅, 장병태, "GPS 트래킹 방식을 이용한 옥외용 증강현실 시스템 구현", 전자공학학회 논문지, 제39권 제CI편 제5호, pp.45 ~ 55, 2002.
- [ 2 ] 윤현정, 박창민, "차량 게이트웨이 서비스와 통신 기술", 한국전자통신연구원, 2008.
- [ 3 ] 이용주, 문승진, "GPS를 이용한 차량 충돌 사고 위치 확인 및 서비스 시스템", 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집, 2009.
- [ 4 ] 문혜영, 김진덕, "센싱 데이터를 이용한 차량 측위 기법의 설계 및 구현", 한국해양정보통신학회, 춘계종합학술대회 논문집, pp422-424, 2010.
- [ 5 ] 박지호, 오영환, "GNSS 기반의 고감도 수신기 아키텍처 설계 및 성능 향상에 관한 연구", 전자공학학회 논문지, 제45권 TC편 제4호, pp.9-21, 2008.
- [ 6 ] Hernandez-Pajares, M. Zomoza, J.M.J. Subirana, J.S. Colombo, O.L., "Feasibility of wide-area subdecimeter navigation with GALILEO and Modernized GPS", Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, Vol.41, 2003.
- [ 7 ] W.Y. Ochieng, J.W. Polak, R.B. Noland, J-Y Park & L. Zhao, P. Elliott, D. Briggs & J. Gulliver, A. Crookell & R. Evans, M. Walker & W. Randolph, "Integration of GPS and dead reckoning for real-time vehicle performance and emissions monitoring", GPS Solutions, Vol.6, pp.229-241, 2003.
- [ 8 ] 네비테크 Homepage, <http://www.navitech.co.kr>
- [ 9 ] Washington Ochieng, Integration of GPS and dead reckoning for real-time vehicle performance and emissions monitoring, GPS Solutions, pp.229-241, 2003.
- [ 10 ] Nam-gi Kang, Jae-sun Park, Tae-min Hong, Yangdam Eo, Byoung-kil Lee, Mu-wook Pyeon, "Development of RTLS Access Point Allocation Prototype for Location Tracking in Construction Sites", INC, IMS and IDC, NCM '09. Fifth International Joint Conference on, pp. 943-948, 2009.
- [ 11 ] Hyeyoung Moon, Jindeog Kim, "A Measuring Model of the Position of Moving Vehicle based on Integrated Vehicle Networks for Spatial Database Applications",

- International Journal of Maritime Information and Communication Sciences, v.8, no.1, pp.83-88, 2010.
- [12] 복윤수, 황영배, 권인소, "영상 매칭 및 자세 추정을 이용한 무인 차량의 위치 추정", 한국군사과학기술학회 종합학술대회, pp. 1144~ 1150, 2007.
- [13] OpenCV KOREA 커뮤니티, <http://opencv.co.kr>
- [14] David G. Lowe, "Object Recognition from Local Scale-Invariant Features", Proc. of IEEE Intl. Conf. on Computer Vision (ICCV), pp. 1150-1157, 1999.
- [15] Herbert Bay, Andress Ess, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Gool, "Speeded-Up Robust Features (SURF)", Computer Vision and Image Understanding (CVIU), 110(3), pp.346-359, 2008.

### 저자소개



**김진덕(Jindeog Kim)**

1993년 부산대 컴퓨터공학과  
(공학사)  
1995년 부산대 대학원  
컴퓨터공학과(공학석사)

2000년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)  
2001.3~ 현재 동의대학교 컴퓨터공학과 부교수  
2008.8~2009.7 Western Illinois University 방문교수  
※ 관심분야: 객체 지향 DB, 지리정보시스템, 공간  
질의, 공간 색인, 모바일 데이터베이스, 텔레매틱스,  
GIS 스마트 동기화, 스트림 데이터베이스, 자동차  
네트워크, 측위 시스템



**문혜영(HyeYoung Moon)**

2001년 동의대학교 컴퓨터공학  
(공학사)  
2009년 ~ 현재 동의대학교 컴퓨터  
응용공학과(석사과정)

※ 관심분야: 데이터베이스, LBS, In-Vehicle Network,  
ITS, 측위