

차량용 측위 시스템에 RFID 적용 가능성 연구

A Feasibility Study on Car Positioning system Using RFID

유영민, 이채훈, 박준구, 박찬국*

(Young-Min Yoo, Chae-Heun Lee, Joon Goo Park, and Chan Gook Park)

Abstract : This paper shows a feasibility analysis results on RFID for car positioning system. Usually, a car navigation is mainly based on GPS combined with map-matching. However, in the case of poor visibility of satellites, GPS can not supply accurate position information continuously. In recent years, RFID has been considered to be one of key technologies in positioning and localization area. But its application and research results in the area of vehicular positioning are not popular. RFID system consists of tag, reader, antenna and software such as drivers and middleware. The main function of RFID system in a vehicular positioning is to retrieve ID recorded position information from tags which set on the center of road. We propose a positioning method for vehicles using RFID and we present some indoor and outdoor experiment results to show that the proposed method is available in vehicle operational environments.

Keywords : RFID, USN, car navigation, telematics, positioning, localization, tag, reader

I. 서론

정보통신부는 텔레매틱스 산업을 IT839 전략의 일환으로 집중 육성하겠다는 중장기 계획을 2004년 4월에 수립하여 이를 체계적으로 진행하고 있다. 텔레매틱스의 6대 중점서비스인 실시간 교통정보 제공, 경로안내, 응급 및 안전, 개인화, 산업연계, 정보오락 서비스를 제공하기 위하여 반드시 필요한 정보중의 하나가 차량의 위치정보이다.

현재 사용되는 차량 항법 장치의 시초는 1987년 도요다 자동차사의 크라운에 설치된 ‘일렉트로 멀티비전’이며 추측항법법(dead reckoning 이하 DR)을 이용하여 위치를 계산하였다[1]. DR 방식은 차량 속도계, 주행거리계, 지자기 센서, 저가의 자이로스코프 등을 이용하여 초기 위치에 대한 상대적인 위치를 구하는 방식으로 비교적 구현이 간단하여 차량 항법 초기에 개발되었으나 차량의 초기 위치의 입력이 반드시 요구되고 주행 중에도 잦은 초기화를 수행해야 하는 문제점이 존재하였다.

GPS 시스템은 지상의 어느 장소에서도 항상 네 개의 위성이 보이도록 24개 이상의 위성군이 구성되어 있고, 송신 위성은 위성의 위치와 시간을 전송하며, 수신기는 가시위성(visible satellite)으로부터 신호를 받아 위성까지의 거리를 계산하고, 이로부터 현 지점의 위치를 위도, 경도, 고도의 형식으로 결정하게 된다. GPS는 절대적인 위치를 결정할 수 있으며 오차가 누적되지 않는다는 장점이 있지만, 차량이 주행하는 도로상에서는 건물이나 가로수, 다른 차량(주로 대형), 또는 지형적인 이유, 기타 장애물 등에 의하여 위치 결정에 필요한 최소 개수의 가시위성을 확보가 어려운 경우가 있으며 빌딩이 밀집한 도심 환경에서 수신한 위성 신호에는 다중경

로(multipath) 오차 성분이 커서 위치 정확도가 떨어지기도 한다. 최근의 차량 항법 시스템 개발의 기본 방향은 기본적인 위치 결정은 GPS에 의존하고 DR과 지도 매칭법을 보조적인 수단으로 활용하여 위치 오차를 경감시키는 것이다.

이상에서와 같이 차량의 위치정보를 획득하기 위하여 사용되는 기존의 측위기법은 텔레매틱스 차량의 대략적인 위치는 제공할 수 있으나 현재 어느 차로에서 주행중인지를 판단하고 사고 예방 및 정확한 교통 안내 서비스에 사용될 수 있을 정도의 위치정보는 제공할 수 없는 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 GPS의 다중경로와 같은 오차 성분을 제거하고 높은 정밀도의 위치 정보를 획득하기 위하여 의사보정 방식을 채택한 DGPS나 반송파 위상을 이용한 RTK-GPS를 이용한 측위 시스템에 대한 연구가 진행되고 있지만 GPS 수신기 이외에 오차보정 정보를 획득하기 위한 부가적인 통신 장비 등이 요구되거나 수신기의 구조가 복잡해지는 단점이 있다.

최근에 텔레매틱스가 차량과 위치정보를 이용한다는 측면에서 차량의 각종 상태를 감지하거나 위치정보를 제공할 수 있는 RFID(Radio Frequency Identification)/USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술과의 융합이 국내외적으로 많은 관심을 받고 있다. 특히 RFID/USN 기술이 급속하게 발전함에 따라 저가의 UHF 대역 RFID 리더(reader)와 태그(tag)가 보급되기 시작하면서 RFID/USN에 기반한 텔레매틱스 차량의 측위 기술이 새로운 개념으로 대두되기 시작하였다[2].

현재 RFID를 이용한 측위정보를 텔레매틱스에 활용하는 기법은 외국의 선진 텔레매틱스 연구 기관에서조차도 일부 개념 연구 수준에서 진행되고 있는 정도이며 문헌상 연구 결과 발표가 진행되고 있지는 않다.

본 연구에서는 GPS의 가시위성 확보가 어려운 곳이나, 다중경로 오차가 크게 발생하는 환경에서 GPS 위치 정보의 신뢰성 향상을 위하여 RFID 시스템을 적용하였다. 또한 교차로에서 사고 발생을 예방하기 위한 시나리오에 적용하기 위하여 고속 주행중인 차량의 위치 측정 가능성 여부에 관한 연구를 수행하였다.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2006. 4. 29., 채택확정 : 2006. 6. 10.

유영민, 박찬국 : 서울대학교 기계항공공학부/항공우주신기술연구소
(ym0903@snu.ac.kr/chanpark@snu.ac.kr)

이채훈 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부(dlcogms@asrignc3.snu.ac.kr)

박준구 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부(jgpark@knu.ac.kr)

※ 본 연구는 한국전자통신연구원에서 지원하는 “RFID기반 차량 위치정보 센싱 방법 검증 연구” 과제의 의하여 연구되었음.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 차량 항법에 사용한 RFID 시스템의 특징에 대하여 기술하고 3장에서는 본 논문에서 제안한 RFID를 이용한 차량 측위 기법을 적용한 실내의 실험 실시 방법 및 최종 결과를 분석 제시하고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. 차량 측위용 RFID 시스템

1. 차량 측위용 RFID 시스템 개요

RFID 시스템을 이용하여 차량의 정밀 측위를 하기 위해서는 인식 거리와 데이터 전송속도가 매우 중요하다.

RFID 시스템은 동작 주파수에 따라 태그의 인식 거리가 다양하다. 대부분의 저주파 RFID 시스템에서는 태그와 리더의 접속을 위해 상호유도 방식을 사용하기 때문에 태그에 흐르는 전류가 미약하므로 최대 인식 가능한 거리가 대략 1m 이내로 매우 제한적이다. 반면에 UHF 대역 RFID 시스템은 태그와 리더의 접속이 전자기파 방식으로 동작하기 때문에 최대 인식 가능한 거리가 대략 1~8m이다. 이는 태그의 자체 전원 유무와 리더 안테나 출력에 따라 다르게 나타난다[3,4].

다음으로 저주파 RFID 시스템의 경우 낮은 대역폭으로 인해 데이터 전송속도가 느리고, 데이터 전송중 같은 인식영역 안에 있는 다른 태그에 의해 충돌이 발생할 확률이 높다. 반면 UHF 대역 RFID 시스템은 대역폭이 높아서 데이터 전송률이 수십~수백 kbps 단위로 높아지고 따라서 충돌이 발생할 확률도 줄어든다.

본 논문에서는 주행중인 차량에서 차로 구별이 가능한 1m 정도의 측위 정확도를 얻기 위하여 인식 거리가 비교적 길고 데이터 전송속도가 빠른 UHF 대역의 RFID 시스템을 이용하여 실험을 실시하였다.

2. 차량 측위용 RFID 시스템 구성

본 연구에 사용된 차량 측위용 RFID 시스템은 그림 1과 같이 인식 대상으로서 위치정보를 저장하고 있는 태그, 태그의 정보를 수신하는 리더 안테나, 리더 안테나를 통해 태그 정보를 획득하는 리더, 항법을 수행하는 어플리케이션으로 구성되어 있다.

3. 차량 측위용 RFID 하드웨어 특징

본 연구에 사용된 RFID 리더와 리더 안테나, RFID 태그의 특징은 표 1과 같다[5].

리더는 900 ~ 914MHz 대역의 KISCOM사의 KIS900RE 모델로서 충돌 방지 알고리즘을 지원하여 다수의 태그를 인식할 수 있다. 또한 18 채널, 200kHz 공간 주파수 호핑 방식을 사용하여 리더간의 충돌을 방지할 수 있다.

RFID 태그는 EM marine사의 EM4222 chip이 내장된 V4 태그를 사용하여 64bit ID 정보를 저장할 수 있고 데이터 전송속도는 256kbps이다.

이 태그에 채택된 충돌 방지 알고리즘은 각 태그마다 랜덤하게 휴지시간을 갖도록 하는 방법이다[6]. 여기서 휴지 시간은 태그가 자신의 ID를 한 번 전송한 후 재전송할 때까지 걸리는 시간을 의미한다. 리더 전파에 의해 충분히 충전된 태그 칩은 정상 동작 모드로 들어가고, 이 때 태그 칩의 ID 중 CRC 부분 16비트로 랜덤 숫자의 시드(seed)를 결정하고 랜덤 숫자를 생성한다. 그리고 16비트 카운터의 클럭이 생성된 랜덤 숫자만큼 발생하고 카운터는 0으로 리셋된다. 카운터가

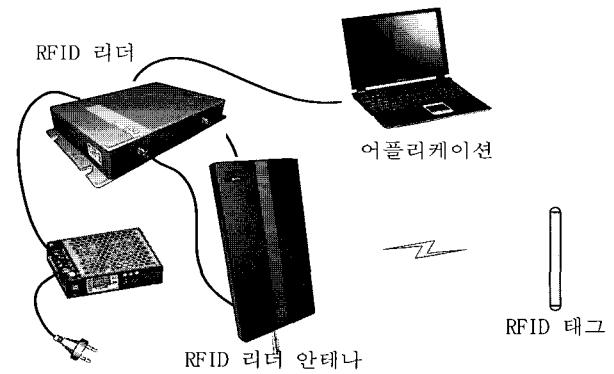


그림 1. 차량 측위용 RFID 시스템 구성도.
Fig. 1. RFID system blockdiagram for vehicle positioning.

표 1. 차량 측위용 RFID 하드웨어 특징.

Table 1. RFID hardware specification for vehicle positioning.

RFID 리더	운용 주파수	910 ~ 914MHz
	송신 전력	4WEIRP
	인식 거리	5m 이하
	동작 온도	-20 ~ 70°C
	동작 습도	5 ~ 95%
리더 안테나	빔 폭	60°
	이득	6dB
	동작 온도	-20 ~ 50°C
RFID 태그	ID	64Bit
	전송률	256kbps

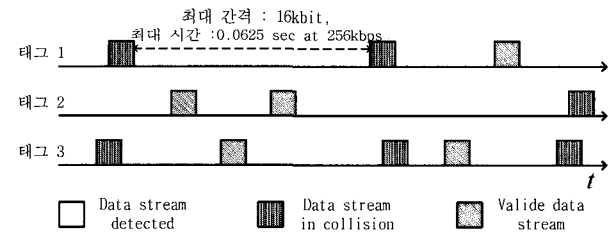


그림 2. 태그 데이터 전송 절차 예.
Fig. 2. Transmission sequence of tag data.

리셋되면 데이터가 전송됨과 동시에 다시 카운트가 동작하고 위의 과정이 반복된다. 자세한 전송절차는 그림 2와 같다. 리더는 모두 3개의 태그로부터 데이터를 전송받고 있다. 리더가 태그 3으로부터 데이터를 전송받는 중에 태그 1이 데이터를 전송한다. 이 경우 CRC 체크에 의해 태그 데이터 전송은 무효화되고 각 태그 1과 태그 2는 다음 전송을 위해 지연 시간을 갖는다. 다음으로 태그 2와 태그 3이 데이터를 전송하게 되고 충돌없이 리더에 인식된다. 그리고 태그 2는 앞서 데이터 전송이 완료되었지만, 지연시간 후 태그 데이터를 재전송한다. 결국 이와 같은 방법으로 태그 1도 데이터 전송을 완료하게 된다. 이 방식의 태그 충돌 방지 알고리즘은 구현이 아주 쉽고 적은 수의 태그 수가 같은 인식영역 안에 있을 때 효과적으로 짧은 시간 안에 다수의 태그를 인식할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 그림 3과 같이 리더가 태그에게 전파를 송신하고 태그는 수신한 전파로부터 전력을 공급받아 주파수 변조를 통하여 ID를 충돌없이 완전히 전송하는 과정을 트랜잭션(transaction)이라고 정의한다. RFID 시스템을 이용하여 차량의 정밀 측위를 하기 위해서는 인식영역 안에 존재하는 태그와의 트랜잭션이 최소 한 번 이상 일어나야 한다.

4. RFID 시스템의 차량 장착시 인식영역

KIS900RE 시스템의 하드웨어 명세서에는 리더의 태그인식 거리가 최대 5m 라고 되어 있으나, 이러한 인식 거리는 최상의 전파환경 조건에 따라 나타난 결과이며, 실제로는 3m 이상의 거리에서는 인식할 수 없다. 또한 차량 앞 범퍼에 리더 안테나를 θ 만큼 비스듬히 장착하고 도로에 태그를 설치하였을 경우 이론적으로 인식가능한 영역은 리더 안테나 빔폭을 바탕으로 그림 4와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} x_1 &= 2 \times h \times \tan 30^\circ \\ x_2 &= h \times (\tan(60^\circ + \theta^\circ) - \tan(60^\circ - \theta^\circ)) \\ x_3 &= h \times \tan(30^\circ + \theta^\circ) \leq 3 \end{aligned} \quad (1)$$

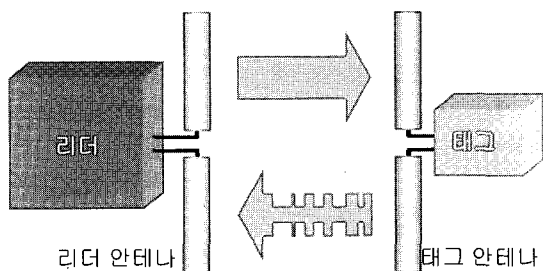


그림 3. RFID 시스템의 트랜잭션 절차.
Fig. 3. Transaction sequence of the RFID system.

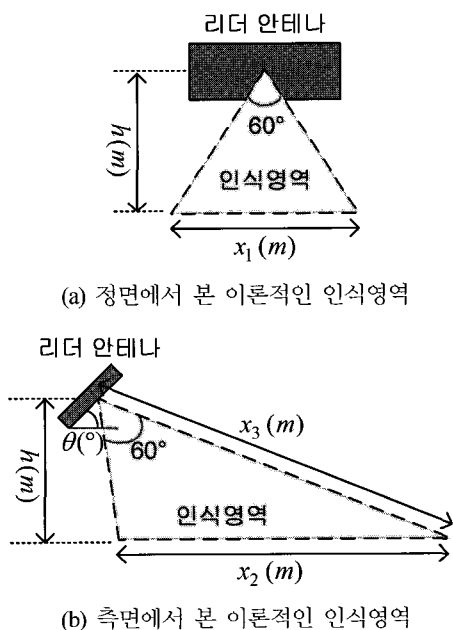


그림 4. 차량에 장착시 RFID 시스템의 인식영역.
Fig. 4. The recognition area of RFID system mounted on a vehicle.

여기서,
 x_1 : 횡방향 인식 거리, x_2 : 종방향 인식 거리
 x_3 : 최대 인식 거리, h : 리더 안테나 중심의 높이
 θ : 리더 안테나의 피치각, 단 $0^\circ \leq \theta < 60^\circ$

따라서 안테나 중심의 높이가 바닥으로부터 대략 0.4m 높이에 장착되어 있다면 $x_1 = 0.46m$, x_2 는 $0^\circ \leq \theta < 60^\circ$ 일 때, $0.46m \leq x_2 < \infty$ 로 변화한다. 하지만, 전파 전달거리의 제한으로 인식 거리는 직선거리로 3m 이내라고 할 때, θ 는 $0^\circ \sim 52.5^\circ$ 범위에서 결정되어야 한다.

이상의 결과를 바탕으로 실제 차량에 RFID 시스템을 장착하여 실험하기 위하여 실내 실험을 통하여 RFID 리더 안테나 및 태그의 최적 배치에 관한 연구를 수행하였다.

III. 실험 결과

1. 실내 실험 결과

실내 실험은 차량이 주행하는 도로 환경과 유사하도록 장애물이 없는 넓은 공간에서 실시하였다.

RFID를 이용한 차량의 측위에 있어 측위 정밀도는 RFID 인식 거리와 반비례한다. 인식 거리가 줄어들수록 위치 데이터를 저장하고 있는 태그를 인식하는 리더와의 위치 차이가 줄어들기 때문이다. 따라서 RFID를 이용한 측위 시스템에 있어서 측위 정확도보다는 위치 정보를 저장한 태그로부터 정보를 오류없이 신속 정확하게 획득하는 것이 무엇보다 중요하다.

먼저 이론적으로 계산된 RFID 시스템의 인식영역과 실제 인식영역을 비교하기 위하여 리더안테나 1개를 중심의 높이

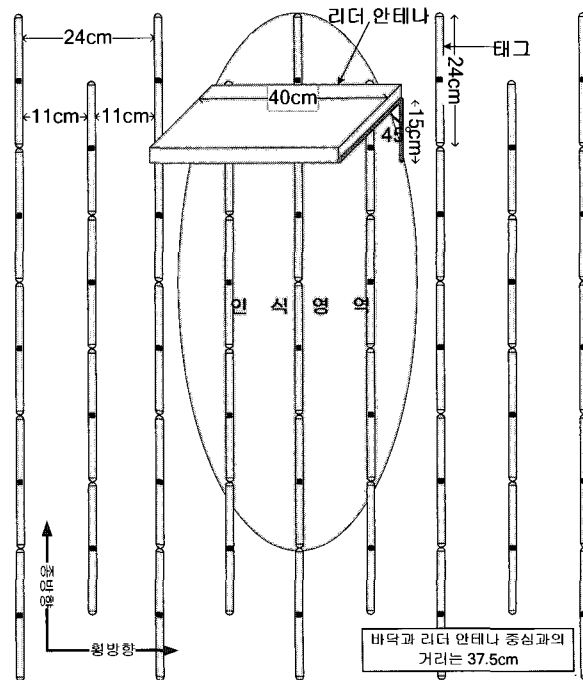


그림 5. 차량에 장착된 RFID 시스템의 인식영역 실험 결과.
Fig. 5. Test result of the recognition area of RFID system mounted on a vehicle.

가 0.375m, 바닥면과의 각도가 45° 가 되도록 비스듬히 설치한 상태에서 태그를 그림 5와 같이 배치하여 5분간 실험을 실시한 결과 인식영역이 그림 5의 타원 모양의 음영 부분과 같이 나타났다. 실험 결과 횡방향 인식 거리는 대략 0.48m 이내, 종방향 인식 거리는 대략 0.96m 이내임을 알 수 있었고, 이는 (1)을 바탕으로 계산한 결과 횡방향 $x_1 = 0.75m$, 종방향 $x_2 = 1.28m$ 보다 약간씩 작은 것을 알 수 있었다.

그림 5의 인식거리 실험 결과는 정지한 상태에서의 실험 결과이며 트랜잭션 시간을 고려하지 않은 결과이다. 차량이 100km/h 로 고속 주행시 트랜잭션 시간이 일정 시간을 넘게 되면 인식에 실패하는 경우가 발생할 수 있기 때문에 트랜잭션 시간을 고려해 주어야 한다. 100km/h 로 주행시 1m 이동하는데 걸리는 시간은 36ms 이다. 즉, 이 시간 내에 트랜잭션이 적어도 한 번 이상 일어나야 한다. 하지만, 실제 차량이 이동시 종방향 인식 거리가 1m가 되지 않을 수 있기 때문에 본 연구에서는 18ms이내에 인식 거리가 0.5m 이상이면 100% 인식가능한 것으로 판단하고 실내 실험을 다음과 같이 수행하였다.

하지만, 앞서 본 연구에 사용된 태그의 충돌 방지 알고리즘을 설명하면서 태그의 데이터 전송시마다 일정 시간의 휴지 시간이 존재한다는 것을 언급한 바와 같이 태그의 최대 휴지 시간은 62.5ms 이다. 256kbps로 데이터 전송시 64비트의 태그 ID를 전송하는데 걸리는 시간은 0.244ms 인 것에 비해 휴지 시간이 트랜잭션 시간에서 차지하는 비율이 크다는 것을 알 수 있다. 리더 안테나 1개를 설치하고 태그 1개 당 평균 트랜잭션 시간을 실험한 결과 대략 38.885ms 였다. 이 시간은 앞에서 조건으로 세운 18m를 넘게 되므로 연구에 사용한 태그의 평균 트랜잭션 시간을 최소로 줄이기 위한 방법으로 같은 위치 데이터를 저장한 복수 태그를 그룹화하는 연구를 다음과 같이 진행하였다.

먼저 그림 6과 같이 태그를 배치하여 평균 트랜잭션 시간을 계산한 결과 그림 6과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 배치 1, 2, 3, 4는 각각 태그를 케이스에 담은 상태로 옆으로 나란히 배치한 경우, 위로 쌓은 경우, 엇갈리게 쌓은 경우, 하나의 케이스에 복수의 태그를 삽입한 경우이다. 그림 7의 결과를 보면, 그룹당 태그 개수가 4개이고 배치 2, 3의 경우에 최소의 트랜잭션 시간이 걸리고, 태그 개수가 5개 이상으로 증가하면 트랜잭션 시간이 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과가 나타난 이유는 4개까지의 태그가 한 리더의 인식영역 안에 있을 경우에는 한 태그의 휴지시간에 다른 태그의 트랜잭션이 일어나서 평균 트랜잭션 시간이 줄어들지만, 태그의 개수가 5개 이상으로 늘어나면 휴지시간에 다른 태그들끼리의 충돌이 일어날 확률이 늘어나기 때문이다.

다음으로 그림 5의 실험결과를 바탕으로 리더 안테나의 횡방향 인식 거리가 종방향에 비해 짧게 나타나기 때문에 폭이 넓은 도로에서도 적은 수의 태그를 설치하여도 인식가능하도록 하기 위해 리더 안테나 2개를 이용하여 안테나 각도에 따른 종방향 인식 거리 실험을 실시하였다.

리더 안테나 각도에 따른 종방향 인식 거리를 측정하기 위하여 리더 안테나 2개를 나란히 바닥으로부터 리더 안테나 끝부분까지의 거리를 0.3m 로 고정하고 $0^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$ 까지

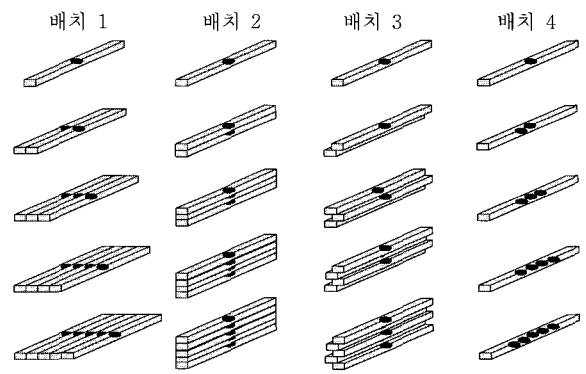


그림 6. 태그 그룹별 배치 방법.
Fig. 6. Deployment methods of grouped RFID tags.

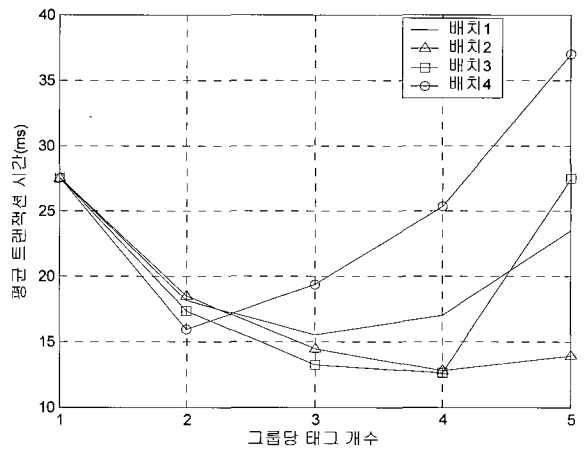


그림 7. 태그 수 및 배치 방법에 따른 평균 트랜잭션 시간.
Fig. 7. Average transaction time per tag number and deployment method.

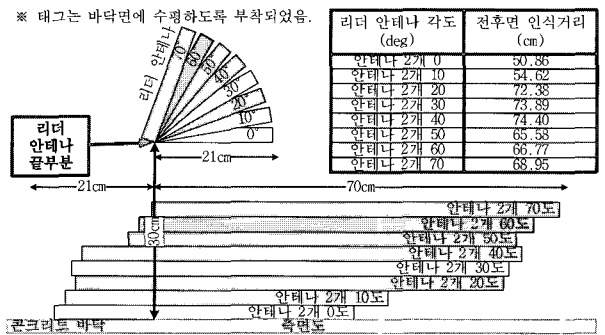


그림 8. 리더 안테나 각에 따른 종방향 인식 거리 실험결과.
Fig. 8. Experiment result of the recognition length depending on reader antenna angle.

10° 간격으로 증가시키면서 평균 트랜잭션 시간이 18ms 이 내인 거리를 측정된 결과를 그림 8에 나타내었다.

그림 8을 분석해 보면 리더 안테나 각도가 $20^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$ 인 구간에서는 종방향 인식 거리의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

마지막으로 태그의 자세각에 따른 인식을 실험을 실시하

었다. 자세각은 그림 9와 10에 나타난 바와 같이 정의한다.

태그 요각은 $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 까지 30° 간격으로 하여 태그를 설치한 다음 평균 트랜잭션 시간을 측정하여 인식을 실험 결과를 살펴보았다. 평균 트랜잭션 시간이 짧을수록 인식이 높다고 할 수 있다. 실험 결과 요각이 $0^\circ, 30^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ 일 경우 비슷한 평균 트랜잭션 시간이 나타났지만, $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ 에서는 전혀 트랜잭션이 일어나지 않았다. 이와 같은 실험 결과가 나타난 이유는 실험에 사용된 RFID 리더 안테나가 수직편파 특성을 갖고, 선형 편파 안테나들 간의 에너지 전달이 두 안테나가 동일한 편파 방향을 가질 때 최적이기 때문이다[4].

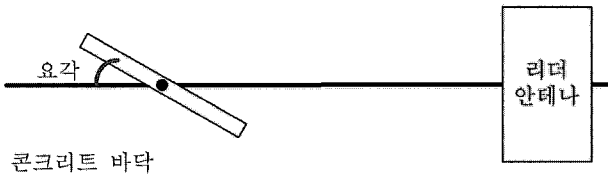


그림 9. 태그의 요각.
Fig. 9. Yaw angle of a tag.

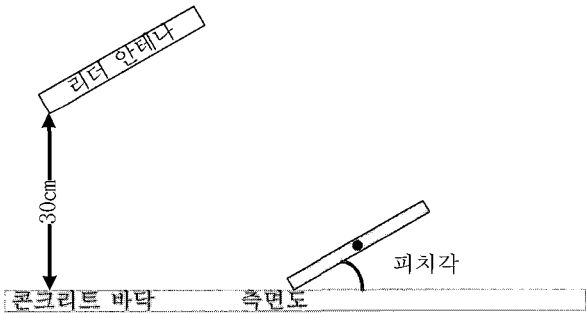


그림 10. 태그의 피치각.
Fig. 10. Pitch angle of a tag.

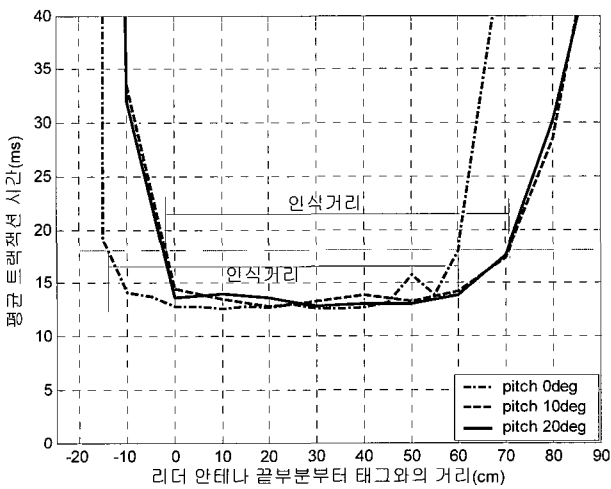


그림 11. 피치각에 따른 RFID 시스템 인식 거리.
Fig. 11. The recognition length of RFID system depending on a pitch angle.

다음으로 태그 피치각은 $0^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ 까지 10° 간격으로 하여 태그를 설치한 다음 평균 트랜잭션 시간을 측정하여 인식을 실험 결과를 살펴보았다. 결과는 그림 11과 같고 평균 트랜잭션 시간이 $18ms$ 일 때, 인식 거리가 같으며 같은 인식 거리 일 때도 평균 트랜잭션 시간에는 큰 차이가 없기 때문에 피치각은 인식을 향상에 미치는 영향이 미미함을 알 수 있었다.

최종적으로 위와 같은 실내 실험 결과들을 바탕으로 도로 중앙에 일정간격으로 RFID 태그를 요각, 피치각을 각각 0° 로 복수의 태그를 그룹으로 설치하고 리더 안테나 2개를 차량에 장착하여 실외 실험을 실시하였다.

2. 실외 실험 결과

실외 실험은 폐고속도로인 옥천 테스트 베드에서 그림 12와 같이 리더 안테나 2개를 $10cm$ 간격으로 바닥으로부터 리더 안테나 끝부분이 $30cm$ 높이에서 바닥면과 이루는 각도를 30° 로 하여 장착한 후 실시하였다. 같은 조건에서 리더 안테나를 1개 사용한 경우, 태그를 1개 사용한 경우에 관한 실험도 실시하였다.

그림 13은 태그 1개를 50개씩 $2m$ 간격으로 도로 중앙에 설치하고 리더 안테나를 각각 1개, 2개 사용하였을 때 평균



그림 12. RFID 시스템이 장착된 실험 차량.
Fig. 12. Test vehicle equipped with a RFID system.

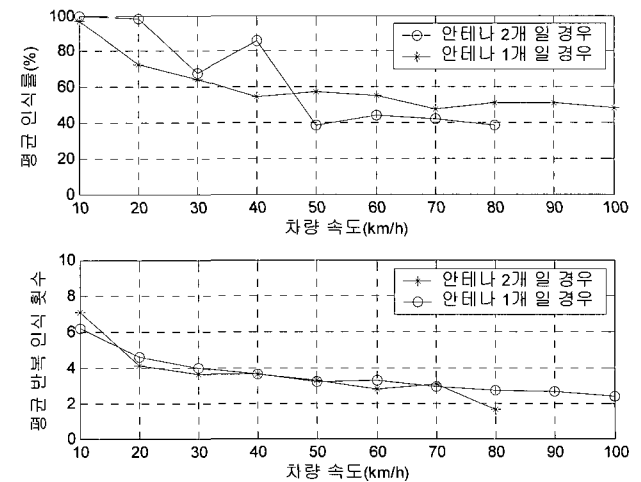


그림 13. 실외 주행 실험 결과 1.
Fig. 13. Experiment result 1 of outdoor driving.

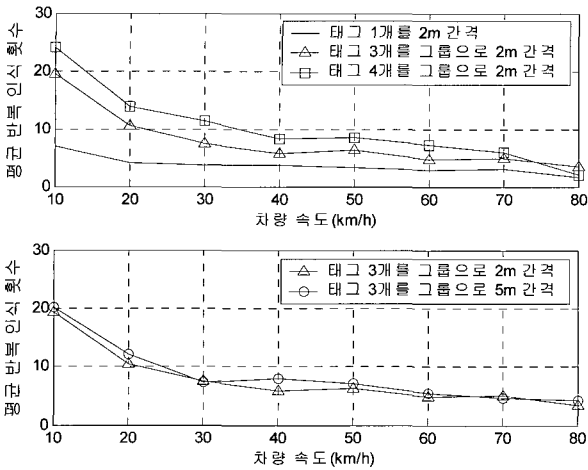


그림 14. 실외 주행 실험 결과 2.
Fig. 14. Experiment result 2 of outdoor driving.

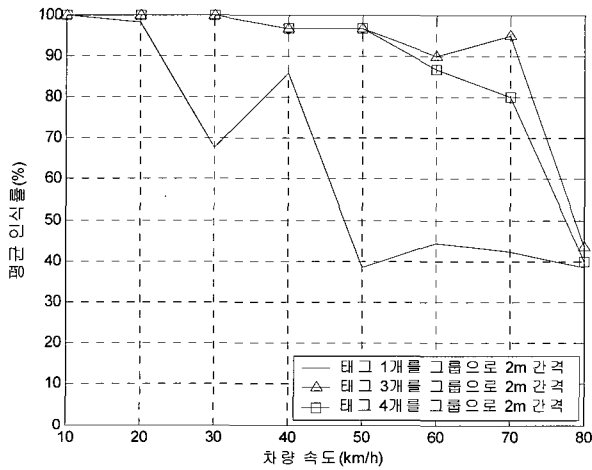


그림 15. 실외 주행 실험 결과 3.
Fig. 15. Experiment result 3 of outdoor driving.

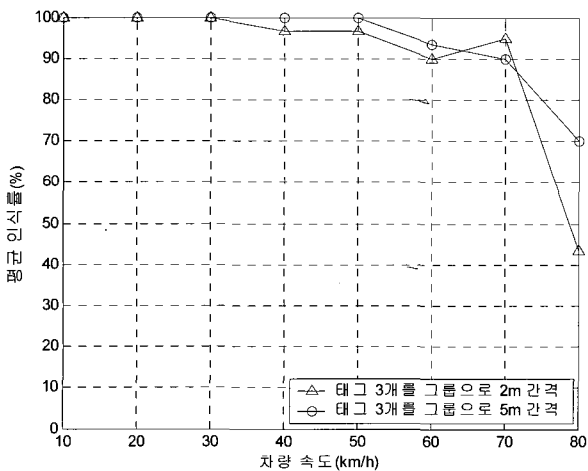


그림 16. 실외 주행 실험 결과 4.
Fig. 16. Experiment result 4 of outdoor driving.

인식률과 평균 반복 인식횟수를 나타낸 것이다. 결과를 살펴 보면 태그의 개수가 1개일 경우 리더 안테나 개수에 상관없

이 평균 인식률 및 평균 반복 인식횟수에 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 즉 리더 안테나 개수와 성능향상 간에 비례 관계가 있는 것은 아니다. 다만 차량이 태그가 있는 차로의 중앙에서 좌우로 벗어나도 인식될 수 있는 범위가 늘어나는 효과는 있다고 할 수 있다.

그림 14는 리더 안테나 2개를 설치하고 태그를 그룹화한 태그 개수와 설치 간격에 따른 평균 반복 인식 횟수를 나타낸 것이다. 결과를 살펴보면 그룹당 태그 개수가 늘어날수록 평균 적으로 반복 인식되는 횟수가 늘어나고 태그 설치 간격에 따라서는 반복 인식 횟수에 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 또한 저속으로 주행할수록 평균 반복 인식 횟수가 현저히 증가하는 것을 알 수 있다.

다음으로 그림 15는 리더 안테나 2개를 차량에 설치한 다음 도로 중앙에 2m 간격으로 그룹당 태그 수를 1, 3, 4개로 변화시켜 가며 평균 인식률을 실험한 결과이다. 결과를 살펴 보면 태그 1개를 2m 간격으로 설치하였을 경우 차량속도가 50km/h 이상일 때 현저하게 평균 인식률이 낮아지는 것을 알 수 있다. 나머지 그룹당 태그 개수가 3개 또는 4개일 경우에는 차량 속도가 70km/h 이하까지는 평균 80% 이상의 인식률을 보이지만, 80km/h 이상이 되면 평균 인식률이 현저히 저하되는 것을 볼 수 있다.

마지막으로 그림 16은 리더 안테나 2개를 차량에 설치한 다음 그룹당 태그 개수를 3으로 고정하고 도로 중앙에 그룹 태그를 각각 2m, 5m 간격으로 설치한 후 평균인식률을 실험한 결과이다. 실험 결과 70km/h 이하에서는 두 경우 모두 인식률이 90% 이상으로 양호하지만, 80km/h에서는 태그 3개를 5m 간격으로 설치하는 것이 가장 큰 인식률을 나타내는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 차량 측위 시스템에 RFID 적용 가능성을 연구하기 위하여 RFID 시스템의 특성 및 차량 측위 목적에 맞는 RFID 시스템을 선정하여 실내 실험을 바탕으로 차량 측위에 적합한 RFID 리더, 태그 배치 방법을 제안하였다.

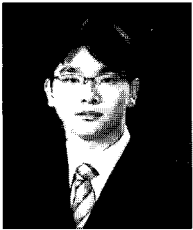
이를 바탕으로 폐고속도로인 옥천 테스트 베드에서 차량 주행실험을 실시하였다. 차량 주행 실험 결과 본 연구에 사용된 태그 3개를 그룹으로 하여 5m 간격으로 설치하였을 경우 70km/h 까지 주행중인 차량에서는 RFID를 이용한 측위가 90% 이상 가능함을 보였으며, 70km/h 까지 주행중인 차량에서도 70% 이상 측위 정보 인식 가능성과 주행 차로 구별이 가능한 1m 이내의 정확도로 차량의 위치 측정 가능성을 검증하였다.

RFID를 이용한 차량의 측위 시스템은 태그의 트랜잭션 시간을 줄임으로써 80km/h 이상의 고속 주행중인 차량에서도 주행 차로 구별이 가능한 정밀 측위가 가능할 것으로 보인다.

마지막으로 RFID를 이용한 차량 측위는 위치데이터 획득 시간을 차분하여 쉽게 주행속도 정보까지 얻을 수 있기 때문에 USN 기술이 발달하여 차량간 또는 도로와 차량간 정보 전달이 가능해지면, GPS의 가시위성 확보가 어려운 도심지에서 심야에 교차로 무단 횡단으로 인한 차량간 충돌 사고 발생 등을 사전에 예방할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] R. L. French, "From chinese chariots to smart cars: 2,000 years of vehicular navigation, navigation," *Journal of Insititude of Navigation*, vol. 42, no. 1, 1995.
- [2] 장병준, 이윤덕, "RFID/USN 기술의 텔레매틱스 활용 방안," *ITFIND 주간기술 동향*, [http:// www.itfind.or.kr](http://www.itfind.or.kr)
- [3] 한국전산원, "2004 RFID 기술 및 관련 정책 연구 보고서," 2004. 11.
- [4] K. Finkenzeller, *RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, WILEY, 2002.
- [5] Kiscorn, <http://www.kiscorn.co.kr/product/rfid/2004/900/KISRE.asp>
- [6] Emmicroelectronic, <http://www.emmicroelectronic.com/products.asp?IdProduct=200>



유영민

2005년 광운대학교 정보제어공학과 졸업. 2005년~현재 서울대학교 대학원 기계항공공학부 석사과정 재학중. 관심분야는 항법, 필터, 유비쿼터스 센서 네트워크, 임베디드 시스템, 센서 시스템.



이채훈

2004년 서울대학교 전기공학부 졸업. 2005년~현재 서울대학교 대학원 전기컴퓨터공학부 석사과정 재학중. 관심분야는 INS, 유비쿼터스 센서 네트워크, 로봇 항법.



박준구

1994년 서울대학교 제어계측공학과 학사. 1996년 서울대학교 제어계측공학과 석사. 2001년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사. 2001년~2005년 3월 삼성전자 통신연구소 책임연구원. 2005년 4월~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 교수. 관심분야는 Mobile S/W 표준화, Mobile location.



박찬국

1961년 9월 13일생. 1985년 서울대학교 공과대학 제어계측공학과 졸업. 1987년 동 대학원 졸업(석사). 1993년 동 대학원 졸업(공학박사). 1993년 서울대학교 제어계측신기술연구센터 Post Doc. 1994년~2002년 광운대학교 정보제어공학과 조교수/부교수. 1998년 미국 UCLA 기계항공공학과 방문연구원. 1994년~2003년 서울대학교 자동제어특화연구센터 책임연구원. 2003년~현재 서울대학교 기계항공공학부 부교수/교수. 연구 관심분야는 INS/GPS 결합 알고리즘, MEMS IMU 응용 시스템 개발, 영상항법시스템, USN을 이용한 Ubiquitous Positioning, 필터링기법.