

RFID를 이용한 이동체의 속도계측 기술에 관한 연구 - RFID 측위기술을 기반으로 - Measurement of Velocity for Mobile Units Using RFID Location Sensing System

송우석¹⁾ · 이재빈²⁾ · 장안진³⁾ · 유기윤⁴⁾ · 김용일⁵⁾

Song, Woo Seok · Lee, Jea Bin · Chang, An Jin · Yu, Ki Yun · Kim, Yong Il

Abstract

In Ubiquitous computing, RFID has been become a key technology to provide the real-time location information of users. For this purpose, many recent researches have been conducted regarding RTLS based on the RFID system. In this study, we evaluated the efficiency and feasibility of the velocity gauging system using RTLS based on the RFID system. By using this system, the velocity of mobile units were measured and the accuracy was evaluated with data obtained from DGPS. The results demonstrated that RTLS based on the RFID system would be suitable to measure with relatively low velocity information of mobile units. When RFID infrastructures are being constructed, the developed system will be a better position to increase popularity of velocity information service.

Keywords : RFID, RTLS, Mobile Units, Measurement of velocity

초 록

언제 어디서나 누구나 사용할 수 있는 서비스를 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅의 위치인식 기술을 구현하기 위해 RFID기술이 핵심기술로 주목 받고 있다. 특히 위치정보서비스를 위한 RFID 시스템 기반의 RTLS에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 RFID 시스템을 활용한 속도 계측 시스템의 활용 가능성을 평가하기 위하여 RFID 시스템 기반의 RTLS를 구성하였다. RFID 시스템을 이용하여 이동체의 속도 정보를 획득한 후, 이를 DGPS를 이용하여 획득한 데이터와 비교·분석함으로써 정확도 평가를 수행하였다. 정확도 평가결과, 본 연구에서 제안한 RFID 시스템을 활용한 이동체의 속도탐지 기술은 저속도를 가진 이동체의 속도정보 획득에 있어서는 활용가능성을 확인할 수 있었으나, 고속도의 이동체 속도 정보 획득을 위해서는 RFID 기술 개발이 더 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 향후, RFID 시스템의 인프라가 구축되면 RFID시스템과 RTLS를 접목시킨 속도 정보 획득 시스템의 활용이 보다 활성화 될 것으로 기대된다.

핵심어 : RFID, RTLS, 이동체, 속도 계측

1. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 주목 받음에 따라 대상체의 위치 정보, 속도 정보 등을 정확하게 제공할 수 있

는 위치인식기술의 중요성이 높아지고 있다. 특히 RFID (Radio Frequency Identification) 시스템을 이용한 실내·외 위치인식기술이 가장 효율적이고 실용적인 기법으로 각광받고 있고, RFID 시스템 기반의 위치인식기술에 관한

- 1) 서울대학교 지구환경시스템공학부 대학원 석사과정(E-mail:doltwang@snu.ac.kr)
- 2) 정희원 · 서울대학교 지구환경시스템공학부 대학원 박사과정(E-mail:dama77@snu.ac.kr)
- 3) 서울대학교 지구환경시스템공학부 대학원 박사과정(E-mail:hal0208@snu.ac.kr)
- 4) 연결저자 · 정희원 · 서울대학교 지구환경시스템공학부 부교수(E-mail:kiyun@snu.ac.kr)
- 5) 정희원 · 서울대학교 지구환경시스템공학부 정교수(E-mail:yik@snu.ac.kr)

연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존의 연구들은 대상체의 위치만을 인식하는 기술에 초점을 맞추고 있기 때문에, 대상체의 속도와 이동방향 등을 고려한 연구는 수행되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 RFID 시스템을 이용하여 대상체의 속도를 측정하고, 정확도 평가를 함으로써 속도 측정 분야에서 RFID 시스템의 활용가능성에 대해 검증해 보았다.

기존의 RFID에 관한 연구는 크게 Tag 정보를 획득하는 연구와 RFID 시스템을 이용한 이동체의 위치를 결정하는 연구로 분류할 수 있다. RFID의 Tag 정보를 획득하는 연구로써, 2003년 월마트에서는 기존의 바코드시스템을 대체해 RFID 기술을 도입하여 효율적인 물류관리와 유통비용의 감소를 추구하였다. 또한, 일본의 AIST(Advanced Industrial Science and Technology)에서는 수동형 RFID Tag를 사물에 부착하여 각 RFID Tag 센싱을 통해 제조사의 인터넷 주소를 획득 후, 해당 사물에 대한 정보를 로봇에 전달하는 프로젝트를 수행하였다(Nak et al., 2004). 신명숙(2006)은 네트워크에서 모든 제품의 상태를 실시간으로 파악하고 정품을 인증하는 제품 추적 및 인증시스템을 구현하였다. 현재는 유통·물류 분야 뿐만 아니라 RFID Tag를 부착한 사물의 위치를 특정 기술을 바탕으로 실시간으로 확인하는 시스템인 RTLS(Real Time Location System)에 대한 연구와 표준 작업이 활발히 진행 중이다.

RFID시스템을 이용한 이동체의 측위 기술은 크게 실내측위와 실외측위 두 가지로 분류할 수 있다. 기존의 측위기술로 활용되고 있는 GPS(Global Positioning System)와 이동통신망 위치 추적 시스템은 실내와 폐색지역이 많은 도심지에서는 신호의 미약성으로 인해 정확한 측위가 불가능하다. 따라서 RFID시스템을 이용한 실내 측위분야에서는 이런 단점 해결을 중심으로 연구가 지속되고 있다. 정동호(2006)는 433MHz 영역대의 능동형 RFID Tag를 이용한 RTLS를 설계하여 실내·외 환경에서의 시스템 성능을 평가하였고, 리더-싱크간 데이터 라우팅 기법을 시뮬레이션으로 성능평가를 하였다. Wang(2006)은 타이완의 한 병원에서 RFID Tag를 이용한 위치기반 의료시스템 프로젝트를 통해 SARS(Severe Acute Respiratory Syndrome) 환자의 위치를 추적하는 연구를 수행하였다. McCoy(2005)는 홍콩공항의 보안을 강화하기 위해 능동형 RFID시스템을 이용하여 승객의 위치를 추적하는 프로젝트를 실시하였다. 그리고 미국 인텔사에서 Guide 프로젝트를 통해 실내 환경에서 RFID시스템을 이용하여 로봇이 인간의 존재여부, 행동 패턴 등을 추론하는 시스템을 구축하

였다. Guide 프로젝트는 RFID Tag를 이용함으로써 로봇이 자기위치인식 및 환경 지도 작성 작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 시도한 프로젝트이다. 프로젝트 결과, 기존 거리측정 센서만을 이용한 경우보다 최종 위치 오차를 감소시킬 수 있음이 보고되었다(Philipose, M. et al, 2003).

RFID시스템을 활용한 실외측위분야 연구는 다양한 형태의 서비스를 제공하는 활용분야 중심으로 연구되고 있다. 강서구청에서는 가로수 총 500그루에 RFID Tag를 부착하여 가로수의 위치, 수종, 심은 날짜, 병력, 묘목 출처, 관리기록 등 가로수의 총체적인 정보를 담아 체계적으로 관리할 수 있는 ‘첨단 가로수 관리시스템 사업’을 수행하였다. 첨단 가로수 관리시스템 사업은 거리의 가로수에 가로수 정보가 입력된 RFID Tag를 부착하여 온라인 및 PDA(Personal Digital Assistants)를 통해 RFID Tag에 입력된 가로수 관련정보를 인식하고, 가로수의 위치정보를 파악하는 RFID와 GIS(Geographic Information System)를 이용한 첨단 시스템 사업이다. 또한, 덴마크에 있는 23만여 평방미터 규모의 테마파크인 LEGOLAND는 RFID와 TDOA(Time Difference of Arrival)기법을 이용하여 어린이의 위치를 추적하는 미아방지시스템을 구축함으로써, 고객 유인효과와 기업 이미지 제고의 효과를 얻게 되었다(이수룡, 2006). 차명규(2006)는 Active RFID가 설치된 가로등을 이용하여 이동체의 위치를 추적하는 기법에 관해 연구하였고, 박두진(2006)은 RFID 시스템을 이용한 RTLS를 활용하여 컨테이너 위치정보를 추적함으로써 항만운영시스템의 성능을 효율적으로 개선하는 방안을 제시하였다. 김학용(2006)은 RTLS에서 위치추적 대상이 되는 무선랜 장치의 이동속도와 샘플링 속도를 함께 고려하여 위치추정의 정확도를 향상시킬 수 있는 방안을 제안하였다.

RFID기술을 바탕으로 위치정보를 획득하는 RTLS에 관한 실험들이 많이 수행되고 있지만 기존 연구들은 고정된 사물의 위치 정보와 속성 정보 등을 획득하는데 그치고 있고, 실시간으로 이동체의 속도 정보를 획득하는 연구들은 시뮬레이션이나 정책을 제안하는 정도의 연구가 진행되고 있다. 능동형 RFID 시스템을 이용하여 속도 정보를 획득하는 기술은 기존의 GPS나 기타 속도 정보를 제공하는 시스템을 대체하여 차량의 속도 정보와 각 도로의 교통량 정보를 제공하는 ITS 분야에서 활용가능성이 높다고 판단된다. 서울시에서는 도로시설물에 RFID 리더기를 설치하여 승용차 요일제 참여차량의 RFID Tag를

인식함으로써 위반여부를 가려내는 ‘RFID 승용차 요일제’를 실시하고 있고, 건설교통부는 ‘차세대 국가 교통정보 시스템 개발 및 시범 사업’을 통해 RFID를 활용한 교통정보 수집 등의 사업을 추진하고 있다. 또한 2005년 영국에서는 변호판에 능동형 RFID를 장착한 자동차의 주행시험을 실시하였고, ETRI에서는 ‘RFID/USN 코리아 2006 국제전시회 및 컨퍼런스’에서 휴대폰에 내장할 수 있는 소형의 SoC를 소개함으로써 모바일 RFID가 실용화될 수 있는 계기를 만들었다. 서울시와 건설교통부 사업 등을 통한 RFID 시스템의 인프라가 구축되고, RFID Tag가 내장된 번호판이나 휴대폰이 활용되면, RFID시스템과 RTLS를 접목시킨 이동체의 속도 정보 획득 시스템의 활용이 활성화 될 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 차량 뿐만 아니라 이동체의 속도 정보를 획득하기 위하여 2.4GHz 영역대 RFID 시스템을 활용한 이동체 속도 측정 시스템에 관한 연구를 수행하였다. 또한 RFID 위치 추적 시스템을 이용하여 추적한 이동체의 속도 정보를 DGPS (Differential Global Positioning System)를 이용하여 획득한 데이터와 비교함으로써 정확도 평가를 수행하였고, 본 연구에서 제안한 RFID 시스템을 이용한 이동체의 속도탐지 기술의 활용가능성을 평가하였다.

2. 본 론

2.1 무선측위를 이용한 위치 계측 시스템

실내/실외에서의 위치 정보 기반 서비스의 확대에 인해 무선측위를 이용한 실시간 위치 추적 시스템에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다. 무선 단말기 사용자의 정확한 위치정보를 측정하기 위한 기술을 WLT(Wireless Location Technology)라고 한다. 이러한 위치 정보를 제공하는 방법은 크게 Network-based 방법과 Handset-based 방법으

로 분류 할 수 있다. Network-based 방법 측위방식의 기본 원리에는 TDOA(Time Difference of Arrival), AOA(Angle of Arrival)와 RF(Radio Frequency) Fingerprint 방식 등이 있으며, Handset-based방법의 측위 방식 기본 원리에는 GPS를 이용하는 TOA(Time of Arrival)가 있다. 또한 이러한 측위 방식의 기본 원리들을 결합한 Hybrid 측위 방식이 사용되고 있다(한국과학기술원, 2003). 본 연구의 RFID시스템은 이러한 WLT 기법중 Network 기반의 TDOA 방식을 이용한 무선측위 계측시스템으로 분류될 수 있다. 다음 표 1은 기존 무선측위 기술의 기술개요와 특징을 보여준다.

2.2 TDOA 기법을 이용한 RFID 시스템의 원리

본 연구에서 이용한 RFID 시스템의 거리 측정방식은 여러 개의 기준점으로부터 대상체까지의 거리를 측정하여 위치를 계산한다. 본 연구에서는 RFID Tag의 위치를 인식하기 위해서 TDOA알고리즘을 이용한다. TDOA 위치추적 방법은 두 개의 신호원으로부터 전파도달 시각의 상대적인 차를 측정하여 위치를 추적하는 측위방식으로, 다수의 신호원과 한 개의 수신기로 구성된 forward link 방식과 한 개의 신호원과 다수의 수신기로 구성된 reverse link 방식이 있다(이성호 등, 2005). 본 연구에서는 신호를 보내는 하나의 Tag와 Tag에서 보내는 신호를 수신하는 4대의 리더기를 이용한 reverse link 방식의 TDOA방식을 이용하였다. TDOA 알고리즘은 3개 이상의 기준점에서 미지의 지점에 전파를 보내 돌아오는 전파의 시간 차이를 통해 위치를 측정하는 방식이다. 두 기준점에서 미지점까지 거리의 차에 비례하는 전파 도달 시간차가 측정되고, 두 기준점에서 거리 차가 일정한 곳, 즉, 두 RFID 리더기를 초점으로 하는 쌍곡선 위에 Tag가 위치하게 된다(그림 1). 시간에 따라 측정된 복수의 신호에 대하여 각

표 1. 기존 무선측위 기술의 개요 및 특징(한국과학기술원, 2003)

측위기술	기술개요	특징
Cell 추적방식	통신망 기지국 단위 위치추적	큰 오차 내포
GPS 추적방식	GPS 수신기 이용위치 파악	GPS 수신기 비용부담 실내위치추적불가 음영지역에 큰 오차내포
Network 방식	AOA, TDOA 알고리즘 적용한 위치추적	위치측정 파라미터 정보 신뢰성에 따라 오차발생
GPS + Network	GPS방식과 Network방식 혼합	위치측정 파라미터 정보 신뢰성에 따라 오차발생
MSP Hybrid방식	GPS없이 전파 DB를 이용한 AOA + Image Matching + TDOA알고리즘 혼용	Hybird방식으로 최적의 알고리즘을 상황에 맞게 적용하여 Network방식의 오차를 대폭 개선

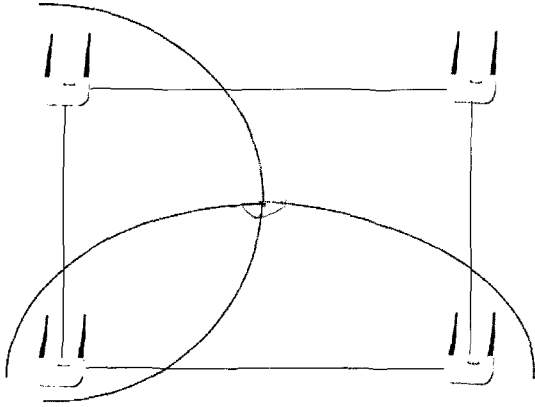


그림 1. TDOA 쌍곡선

신호 조합간의 도달 지연시간(τ_{ij})을 측정하고, 각각의 수신기와 Tag간의 의사거리 차(d_{ij})를 측정한다. 또한, 위의 과정을 통하여 얻어지는 의사거리의 차이를 이용하여 식 (2)와 같은 관측방정식을 구성하며, 이를 최소 제곱 조정함으로써 미지의 Tag 위치를 획득할 수 있다(식 (1), 식 (2)).

$$\tau_{ij} = \frac{d_{ij}}{c_0} \quad (1)$$

$$d_{ij} = r_i - r_j = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + (z-z_i)^2} - \sqrt{(x-x_j)^2 + (y-y_j)^2 + (z-z_j)^2} \quad (2)$$

- 여기서 τ_{ij} : 두 측정점간의 도달 지연시간
- d_{ij} : i 와 j 번째 리더기사이의 추정된 의사거리 차이
- c_0 : 사용전파의 속도
- r_i : i 번째 리더기와 Tag사이의 거리
- r_j : j 번째 리더기와 Tag사이의 거리
- (x, y, z) : Tag의 위치
- (x_i, y_i, z_i) : i 번째 리더기의 위치
- (x_j, y_j, z_j) : j 번째 리더기의 위치

위의 과정으로 산출된 Tag와 각 시간대별 위치를 연속적으로 추적함으로써 Tag의 구간별, 시간대별 속도측정이 가능하게 된다. 속도측정은 다음 식 (3)과 같이 표시된다.

$$V_{ab} = \frac{p_a - p_b}{t_a - t_b} \quad (3)$$

- 여기서 V_{ab} : ab 구간에서의 Tag의 속도
- p_a, p_b : Tag 좌표
- t_a, t_b : Tag가 측정된 시간

3. 실험 및 적용

본 연구에서는 이동체의 속도측정에 있어서 RFID 시스템의 활용 가능성을 평가하기 위해서, RFID 시스템을 이용하여 이동체의 속도 정보를 획득하였고, DGPS 측위 장비를 이용하여 이에 대한 정확도 평가를 수행하였다.

3.1 장비 제원

RFID 위치 추적 시스템은 위치 정보를 인식하는 RFID 리더기(그림 2(a)), 위치정보를 송신하는 Tag(그림 2(b)), RFID 리더기에 인식된 정보를 노트북으로 전송해주는 무선 랜(그림 2(c)), 데이터를 처리하여 Tag 속도정보를 표시해주는 소프트웨어가 설치된 노트북으로 구성되어 있다. 실험에서 사용한 RFID 시스템은 AeroScout사의 Wi-Fi (Wireless Fidelity) 기반 RFID 리더기와 Tag를 사용하였다. Wi-Fi는 전파나 적외선 전송 방식을 이용하는 근거리 통신망으로서 보통 무선 랜(LAN)을 말한다. 또한, 제작된 RFID 시스템은 Visual Basic 6.0을 이용한 프로그램을 이용하여 Tag와 Mobile Units(노트북, PDA)의 실시간 속도정보 획득이 가능하다. 표 2는 실험에 사용한 RFID 리더기와 Tag의 제원을 보여 주며, 표 3은 무선랜 수신거리등 무선랜의 제원을 나타낸다.



(a) RFID 리더 (b) Tag (c) 무선랜

그림 2. RFID 시스템 구성

표 2. RFID 리더기 및 Tag 제원

규격	리더기	140mm x 110mm x 35mm
	Tag	62mm x 40mm x 17mm
측위 범위	실외 최대 측정 거리 : 200m 실내 최대 측정 거리 : 80m 사용	
기계오차	실내 : 5m 실외 : 3m	
주파수	2.4GHz direct sequence spread spectrum 802.11b radio	
동작온도	-30°C to +75°C (-22°F to 167°F)	

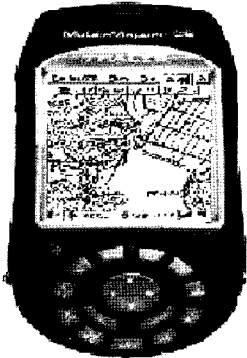
표 3. 무선랜 제원

표준 호환성	IEEE 802.11 / IEEE 802.11b / IEEE 802.3 / IEEE 802.3u
최대 전송속도	22Mbps
수신 거리	100m

RFID 속도 정보 데이터의 정확도 평가를 위해서 3차원 위치 및 시간의 정확한 측정을 할 수 있고, 기상조건, 간섭 및 방해에도 정확한 위치 정보를 획득할 수 있는 실시간 DGPS장비를 사용하였다. 본 연구에서 사용한 실시간 DGPS장비는 MMCE(MobileMapper CE)라는 휴대용 DGPS이다. MMCE는 1m정확도의 실시간 DGPS측량이 가능하고 ArcPad나 Pocket GIS등 각종 GIS소프트웨어를 이용할 수 있는 장점을 보유하고 있다. MMCE가 활용하는 DGPS 측위방식은 해양수산부 비콘기지국의 위치보정신호를 수신하는 비콘방식과 아시아 지역위성인 MSAS의 위치보정 신호를 수신하는 SBAS방식 2가지를 이용하여 DGPS측위를 수행한다.

표 4. Mobile Mapper Beacon 규격

사용채널	2채널
평면 위치좌표(X,Y) 정확도	1m
주파수 수신 범위	283.5KHz - 325.0KHz
주파수 채널 간격	500 Hz
작동 모드	수동 및 자동모드 선택
0.00MMCE와의 연결	196.63블루투스 무선 연결



(a) Mobile Mapper CE



(b) Mobile Mapper Beacon

그림 3. MMCE(Mobile Mapper CE) 구성

3.2 실험내용 및 분석

본 연구에서는 RFID 시스템을 이용한 이동체 속도 계측의 효용성을 평가하기 위하여 서울대학교 주변의 4차선 도로에서 실험을 수행하였다. 속도 계측의 정확도는 리더기간의 배치거리, 배치상태, 통신상태, TAG 샘플링수, 주변 상황등 많은 요인에 의해 정확도 차이가 발생한다. RFID 리더기 개수를 증가시켜 보정 데이터를 증가시킴으로써, 안정적인 정확도를 유지하며 측위 범위를 늘리

거나 속도오차를 줄일 수 있다. 차맹규(2007)는 RFID 리더기간의 인식거리 측정과 설치높이 결정 실험, 단열삼각망의 외부/내부에 따른 태그 위치 정확도 비교 실험을 통해 RFID 설치방법을 결정하였다. 이를 기반으로 2개의 삼각망으로 구성된 RFID 시스템을 구성하였고 안정된 정확도의 위치 정보를 획득할 수 있는 리더기간의 거리와 장애물이 없는 위치, 이동속도에 따른 TAG의 샘플링수를 확인하여 관측을 수행하였다. 가로·세로 25m의 정사각형 모양으로 4대의 RFID 리더기를 설치하여 RFID 시스템간의 Network를 구성하여, 실험을 실시하였다. 표 5는 DGPS를 이용하여 획득한 RFID리더기의 인식번호와 설치장소 좌표를 나타내고 있다.

표 5. RFID 리더기의 WGS84 좌표

	위도	경도
리더기1	37°28'9.343"	126°57'28.336"
리더기2	37°28'10.100"	126°57'28.346"
리더기3	37°28'9.167"	126°57'29.283"
리더기4	37°28'9.966"	126°57'29.480"

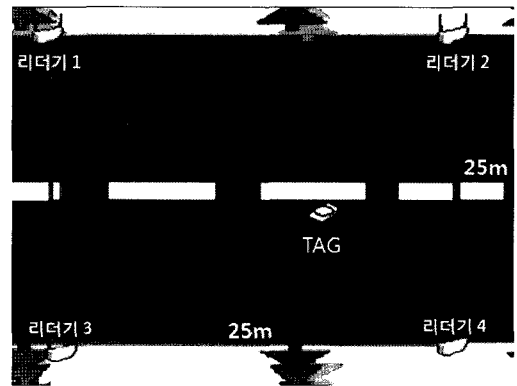


그림 4. RFID Console 배치

이번 실험은 이동체가 가진 속도를 6가지 경우로 나누어 실험을 수행하였다(표 6).

표 6. 실험 구분

구분	가정 사항	측정 속도
실험 1	일반사람의 걷는 속도	5km/hr 내외
실험 2	일반사람의 가벼운 조깅 속도	10km/hr 내외
실험 3	자전거를 타는 속도	20km/hr 내외
실험 4	스쿨존에서의 제한 속도	30km/hr
실험 5	서울대학교 교내 제한속도	40km/hr
실험 6	자동차 경제속도	60km/hr

표 7. 구간속도 비교

	구간 속도 비교(km/h)			
	DGPS	RFID	속도 오차	오차율(%)
실험 1	4.485	4.266	0.219	4.88
실험 2	10.913	11.275	-0.362	3.32
실험 3	21.223	21.939	-0.716	3.39
실험 4	32.652	30.042	2.610	7.99
실험 5	40.465	35.304	5.161	12.75
실험 6	60.851	49.882	10.969	18.03

RFID Tag의 X,Y 위치 값을 필터링을 통해 Tag가 리더기 영역내에 들어 왔을 때부터 인식을 시작하여, 영역을 통과할 때 까지 속도를 추적하였다. 실험은 RFID Tag 신호 전송주기를 64msec로 설정하여 데이터를 획득하였고, 획득된 데이터에서 1초의 시간차를 가진 데이터를 필터링을 통해 추출하여 처리하였다. 처리된 데이터의 시간과 DGPS 데이터의 그리니치 세계 표준시를 일치시켜, RFID를 이용하여 측정한 속도의 정확도 평가를 수행하였다. 다음 표 7은 분류된 실험의 구간 평균 속도와 정확도 평가를 한 결과를 나타내고 있다.

6개로 분류된 실험에서 DGPS와 RFID Tag의 위치를 인식하고 속도를 비교해본 결과, 25m 구간 내에서의 속도 최대 오차는 10.969km/hr의 결과를 얻었고, 최소 오차는 0.219km/hr의 결과를 얻었다. 위의 실험 결과를 통해 속도의 증가에 비례하여 정확도는 감소하는 것을 알 수 있었다. 현재, 대부분의 교통관리 목적상 속도정확도는 평균 5% 내외를 허용하고 있다(강정규, 2002). RFID 데이터를 분석한 결과, 실험 1부터 실험 3까지는 허용오차 한계를 충족시키는데 반해 30km/hr 이상의 속도로 실험한 실험 4, 실험5와 실험 6의 결과는 허용오차를 벗어나는 결과를 얻었다. 이는 이동체의 속도가 증가함에 따라 RFID 속도 계측 시스템의 영역에 RFID Tag가 존재하는 시간이 짧아지기 때문에 리더기가 Tag를 초기에 인식하는 시간이 감소함으로써 정확도가 떨어지는 결과를 초래했다고 판단된다. 논문에서 제안한 RFID 속도 계측 시스템은 상대적으로 저속으로 이동하는 이동체의 속도계측에서는 활용가능성을 확인할 수 있었다. 하지만 빠른 속도를 가진 이동체의 속도 측정에는 활용성이 떨어진다고 판단된다.

4. 결론 및 향후 연구

유비쿼터스 컴퓨팅의 위치정보서비스를 위한 RFID 시스템 기반의 RTLS에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문은 RFID시스템과 RTLS를 접목시킨 응용 분야 중, RFID 시스템을 활용한 속도 정보 획득 시스템의 활용 가능성을 평가하기 위한 연구로 수행하였다. 이를 위해, 2.4 GHz 영역대의 RFID 시스템을 사용하였고, 1개의 Tag와 4대의 RFID 리더기를 사용하여 실험을 수행하였다. 실험은 일반적으로 실생활에서 이동체가 가질 수 있는 속도 중, 6가지의 경우로 분류하여 실시하였으며 추적한 이동체의 속도 정보를 DGPS를 이용하여 비교함으로써 정확도 평가를 수행하였다. 6가지로 분류된 실험에서 DGPS와 RFID 시스템의 속도 정확도 평가 결과 25m 구간 내에서의 속도 최대 오차는 10.969km/hr, 최소오차는 0.2km/hr 이하의 속도 오차 결과를 획득하였다. 현재, 교통관리 목적상 속도정확도의 허용 오차는 5%로 지정하고 있다. 상대적으로 저속도의 실험을 실시한 실험 1부터 실험 3까지의 실험은 법규의 허용 오차를 충족시키지만 고속도의 실험인 실험 4부터 실험 6까지는 허용 오차를 충족시키지 못하는 결과를 획득하였다. 따라서, 본 논문에서 제안한 RFID 속도 계측 시스템은 느린 속도 계측에서의 활용가능성은 효과적일 수 있으나, 자동차 등의 빠른 속도를 가진 이동체의 속도 측정에는 활용성이 떨어진다고 판단된다. 하지만 향후 RFID 기술의 발전과 RFID 시스템의 인프라가 확충되면, RFID 시스템을 이용한 이동체 속도계측 시스템의 정확도 향상을 기대할 수 있을 것이다.

서울시의 'RFID 승용차 요일제'와 건설교통부의 '차세대 국가 교통정보 시스템 개발 및 시범 사업'등과 같은 RFID 시스템을 활용한 정책이나 사업이 확대될 전망이다. 따라서 이에 따른 대량생산화로 인해 비용효율성이 증대하면 도심지의 RFID 인프라가 설치될 것으로 기대된다. RFID 속도 계측 시스템은 현재 사용되고 있는 GPS를 보완하여 차량 및 사람의 속도 정보를 제공하는 네비게이션용과 도로의 교통량 정보 획득, 과속탐지 카메라 대체 등 ITS 분야에서 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 RFID 속도 계측 시스템의 부수효과로는 RFID가 가진 RFID Tag의 정보 송수신능력을 통해서, 통행료를 비롯한 각종 유료 서비스에도 활용이 가능할 것으로 기대된다. 차후에 대한 연구과제로서 RFID 리더기의 개수와 측정 범위를 확대한 실험을 통해 보다 정확한 속도계측이 가능할 것으로 생각되

며, 다양한 RFID 영역대의 실험과 RFID 표준화, GPS와 RFID를 연동한 연구등을 통해 더욱 효율적인 시스템을 구축함으로써 RFID 시스템을 이용한 RTLS을 구축하고 응용범위를 넓혀가야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 서울대학교 SIR BK21(안전하고 지속가능한 사회기반건설)사업단의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

- 강정규 (2002), 2중 루프검지기 속도측정 정확도 개선 알고리즘 개발, *대한교통학회지*, 제 20권, 제 5호, pp. 163-174.
- 김학용 (2006), 무선랜 기반 RTLS 시스템을 위한 속도 적응형 위치 추정 방법, *Telecommunications Review* 제 16권 4호.
- 박두진, 최영복 (2006), RTLS를 활용한 유비쿼터스 항만운영시스템 구축방안, *한국콘텐츠학회지*, 제6권, 제12호, pp. 128-135.
- 신명숙, 홍성표, 이준 (2006), RFID/EPC-IS 네트워크를 이용한 제품 추적 및 인증시스템 구현, *정보처리학회논문지 A*, 제 13-A권, 제 4호, pp. 317-322.
- 이성호, 민경욱, 김재철, 김주완, 박종현 (2005), 위치기반서비스 기술동향, *한국전자통신연구원 연구보고서*, 2005년 미래유망 사업화 아이템 BA417, pp. 41-46.
- 이수룡 (2006), RFID로 모바일 위치정보 기반 서비스 구현, *오라클 코리아 매거진*, Vol. 44, pp. 68-71.
- 정동호, 지동환, 정연수, 백운주 (2006), RFID 태그를 이용한 433MHz RTLS의 설계 및 구현, *한국정보처리학회, 추계학술 발표대회 논문집*, 제13권, 제2호, pp. 1061-1064.
- 차맹규 (2007), RFID 유·무선 통합 정보 가로등을 이용한 이동체 실시간 위치추적에 관한 연구, *서울대학교 대학원 석사학위 논문*.
- 차맹규, 장안진, 이재빈, 유기윤 (2006), Active RFID 가로등을 이용한 이동체 실시간 위치결정기법 연구, *대한토목학회지*, Vol. 27, No. 1D, pp. 151-157.
- 한국과학기술원 (2003), Digital Media Street 기본계획 관련 기술자료 2월, pp. 2-4.
- McCoy, T., Bullock, R.J., and Brennan, P.V. (2005), RFID for airport security and efficiency, *Signal Processing Solutions for Homeland Security*, The IEE Seminar.
- Nak Young Chong, Hiroshi Hongu, Kohtaro Ohba, Shigeoki Hirai, and Kazuo Tanie (2004), "A Distributed Knowledge Network for Real World Robot Applications", *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 187-192.
- Philipose, M. Fishkin, K. P., Fox, D., Kautz, H., Patterson, D., and Perkowitz, M., (2003), Guide: Towards understanding daily life via auto identification and statistical analysis, *Proceedings of The 2nd International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications*.
- Wang Shang-Wei, Chen Wun-Hwa, Ong Chong-Shyong, Liuc Li, and Chuang Yun-Wen (2006), RFID applications in hospitals: a case study on a demonstration RFID project in a Taiwan hospital, *Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences*, Volume. 8, pp. 184-193.

(접수일 2007. 5. 8, 심사일 2007. 5. 11, 심사완료일 2007. 6. 20)