

u-창고관리를 위한 RFID 태그 기반의 위치 보정 기법

노귀용*, 송진국**, 정창렬*

A Location Correction Scheme based on the RFID Tag for Ubiquitous Warehouse Managements

kwi-Yong Roh *, Jin-Kook Song **, Chang-Ryul Jung *

요약

본 논문은 기본 위치와 노드 간이나 두 개의 노드간의 도착시간의 차이와 세점의 핀 포인트로 작업자의 위치를 보정하는 방법이다. 그러나 창고는 많은 장비들과 다른 물품으로 포함하고 있어 잘 정돈되지 않으면 주파수가 단절되는 경향이 있어 창고관리 환경에서 적용되지 않고 있다. 신호가 강하고 도착 시간을 정확하게 평가한다고 하더라도 수신되는 주파수가 희절, 굴절 그리고 단절되는 속성으로 인하여 창고 안의 환경에서는 수신이 적절치 않다. 더욱이, 흡수되는 주파수에 의해서 뒤에 있는 많은 금속 구조의 위치를 인식되는 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 RFID 태그를 이용한 위치 보정 기법을 제시하며, 제시된 기법은 창고 안에서 위치 인식을 분석하였다. 또한 RFID 태그의 정보를 이용하여 시뮬레이션을 하여 제시된 방법의 효율성을 보인다.

Abstract

The frequency is widely used to measure the distance. In the warehouse, however, the frequency is apt to be interrupted by various unmade stuffs and cannot be easily applied to that kind of environment. This study will suggest the method to localize a worker in the warehouse exactly with calculating the time difference of arrival from the base position to a node or between each node and with 3-points pin pointer. This study will propose the localizing method using RFID tag and analyze the result using the suggested method. Also, the efficiency of suggested method will be increased with the simulation based on the information from the RFID tag.

▶ Keyword : Location Correction, Sensor Network, RFID, WMS

• 제1저자 : 노귀용 교신저자 : 정창렬
• 투고일 : 2008. 11. 14, 심사일 : 2008. 12. 1, 게재완료일 : 2009. 2. 12.
* 순천대학교 정보통신공학부 ** 진주산업대학교 컴퓨터공학부

I. 서론

최근 정보기술의 진화는 유비쿼터스 환경으로 일상에서 시간과 공간의 제약을 받지 않고 정보 네트워크를 사용할 수 있게 되었다(1). 이는 자동 인식, 센서 네트워크, 홈 네트워크 등을 비롯하여 유통 및 물류, 농업, 의료, 국방 응용 등의 다양한 분야에서 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 활발한 연구로 우리에게 더욱 빠르게 다가오고 있다(2). 특히 물류 관리 측면에서 기업들은 생산된 제품에 치중하던 과거와는 달리 물류를 기업의 경쟁력 확보와 이윤 추구를 위한 중요한 전략적 수단으로 인식하고 있다. 물류의 흐름을 조절하는 중요한 위치를 차지하는 것이 물류창고 인테(3). 창고 운영의 효율성 증대를 통하여 고객에게 보다 나은 서비스를 제공하고 기업의 의사결정에 중요한 정보를 제공하고 있다. 물류창고 관리 기술은 최근 들어 자동 인식 및 데이터 수집 기술, RFID, WSN(wireless sensor network)를 기반으로 하고 있다(4)(5)(6). 그 중 RFID 물류 창고 관리 기술은 기존의 바코드를 대체하는 기술이 접목되어 보안까지 고려한 기술로서 주목을 받고 있다(7)(10). WSN 기반도 센서 네트워크를 통하여 창고 내에 보관되는 다양한 물품의 최적의 보관 상태를 유지하는 프로세스를 제공하고 있으며, 창고에 보관된 다양한 물품의 최적 보관 상태뿐만 아니라 정보시스템을 통한 프로세스를 자동화하고 있다. 이는 보관되는 상품 상태를 유지하기 위해 온도, 습도, 그리고 환기 등의 환경적 요인들을 제어하고 있다(8)(9). 센서 네트워크를 이용하여 창고 내의 물품의 위치 정보를 수집하고 분석하면 효율적인 창고 업무를 위한 최적의 설계가 가능하다. 또한 온도 및 습도와 같은 환경 정보를 수집하여 PLC 기술과 연계함으로써 최적의 보관 상태를 유지할 수 있다.

본 논문은 창고관리 업무의 효율성 증대와 보관되는 물품의 품질 보장과 기업의 신뢰도 향상 그리고 물류 품목에 대한 경쟁력 강화를 위한효과적인 창고 관리 업무가 이루어질 수 있도록 한다. 이를 위해 창고 관리의 업무 프로세스를 RFID 태그를 이용하여 이동하는 물류의 위치를 인식하여 보정하는 기법을 제안한다. 그리고 제안된 기법은 구현 환경을 통해 실험, 분석을 한다.

본 논문의 구성은 제2장에서는 RFID와 센서네트워크를 기반으로 하는 u-창고관리 시스템에 대해 기술한다. 제3장에서는 u-창고관리 시스템에서 효율적인 창고관리 및 업무 프로세스를 위한 위치 보정 기법을 제시한다. 그리고 제4장에서는 본 논문에서 제시한 기법을 구현 및 실험 분석을 한다. 마

지막으로 제5장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

II. u-창고 관리 시스템

RFID와 센서 네트워크를 이용한 u-창고관리시스템에서 물류관리가 이루어진다. 이는 입고된 제품의 최적의 상태 유지, 제어, 물류 관리를 위한 정보 제공서비스, 그리고 자동 상품 분류 및 재고 관리 등이 있다. 그러나 이처럼 기존 연구들은 창고 내부의 상황에서 발생하는 정보를 검색하거나 태그 정보를 인식하는데 그치고 있다. 때문에 창고 내에서 발생하는 정보의 위치를 보정하는 행위들이 필요하다. 이는 이동정보와 이벤트를 추적하여 보관된 물품의 위치 정보를 이용한 효율적인 물류 관리를 의미한다. u-창고 관리 시스템은 일반적인 물류시스템에서 사용하는 창고를 대상으로 하기 위해 이동 정보는 박스 단위로 포장되어 있는 팔레트 단위로 한다.

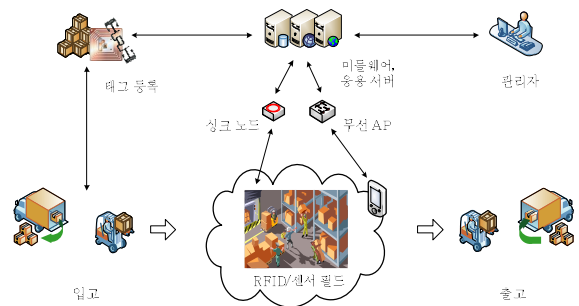


그림 1. 창고관리시스템의 전체적인 흐름도
Fig 1. Warehouse management system total workflow

하나의 팔레트는 동일 물품만이 적재되며, 팔레트는 보관 지역에 설치된 랙에 보관된다. 보관 지역은 물품의 특성에 따라 동일물품 혹은 유사한 특성을 지닌 물품만을 보관한다. 이때 사용되는 RFID 태그의 코드 값은 이미 분류한 값을 사용하여 입고될 물품이 도착을 하게 되면 RFID 태그 설정을 통해 선처리 과정을 거친다. RFID 태그는 인력 및 자산, 물품 태그 등으로 구분하여 데이터베이스에 저장된다.

물품은 이동 및 창고 내 보관 중에 RFID 리더와 센서 네트워크를 통하여 이동경로 및 제품의 상태 등을 실시간으로 파악하여 적절한 위치에 올바른 적치 여부 및 전체적인 창고 운영 흐름을 관리자에 의해 모니터링 될 수 있도록 한다. 그림 1은 u-창고 관리 시스템의 전체적인 처리 흐름도이다.

2.1 u-창고관리 시스템 구성

WMS(Warehouse Management System)은 기능 처리기, 센서 정보 처리기, 위치 정보 처리기, 이벤트 정보 처리기로 구성되었으며, 그림 2와 같다.

WMS 기능 처리기는 창고관리 시스템의 기본 기능들을 모아 놓은 것으로 웹 기반 혹은 기타 응용 프로그램을 통하여 창고의 관리가 이루어진다. 센서 정보 처리기는 RFID 태그 및 센서 네트워크를 통하여 전달되어 RFID 리더를 통해 인식된 데이터를 처리한다.

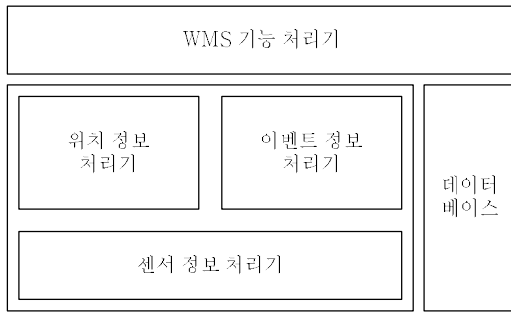


그림 2. u-창고관리 시스템의 구성
Fig 2. u-WMS configuration

위치 정보 처리기는 창고 내의 물품 및 장비, 인력의 이동 경로 및 위치 정보를 인식한다. 이벤트 정보 처리기는 인식된 위치 정보와 데이터베이스에 입력된 상황 정보의 이벤트를 처리한다.

2.2 창고관리 업무 프로세스

창고관리 업무 프로세스는 입고관리, 재고 및 제어관리, 출고관리로 이루어진다.

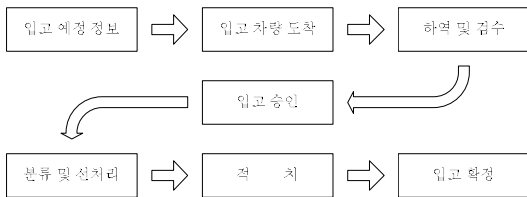


그림 3. 입고 업무 프로세스
Fig 3. Entering working process

입고 관리는 그림 3과 같이 창고 내에 보관될 물품의 입고와 관련된 업무가 이루어지고, 재고 관리는 입고된 물품을 보관 및 상태를 관리한다. 출고 관리는 그림 4와 같이 창고 내에 보관 중이던 물품의 출고를 관리한다. 창고에는 물품의 입출고와 장기적인 보관 때문에 재고파악 및 적치 위치의 분

포 등의 파악이 효과적으로 이루어져야 한다. 이는 최상의 물품 보관과 상태 정보 제어 그리고 재고 관리등을 신속하고 지속적으로 재고확인 및 위치조정 등을 위해 재고 및 제어 작업을 한다.

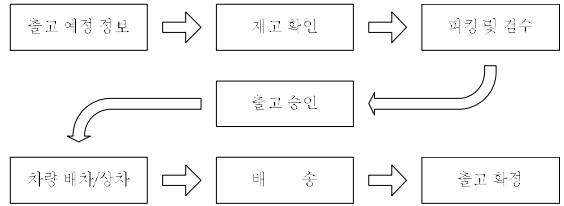


그림 4. 출고 업무 프로세스
Fig 4. Goods out of the warehouse Process

III. u-창고관리시스템을 위한 위치 보정 기법

3.1 위치 보정을 위한 창고 구조 및 설비

창고는 업무의 단계 및 보관 물품의 특성에 따라 여러 지역으로 구분하여 운영이 이루어진다. 창고 내의 지역 구분은 그림 5와 같다. 창고 내의 지역 구분은 입고 지역, 출고 지역, 보관 지역으로 구분된다. 보관 지역은 보관하고자 하는 물품의 특성과 상태, 그리고 업무 프로세스의 구분에 따라 여러 지역으로 구분하여 운영된다. 구분된 각 지역은 지역내 출입을 위한 게이트가 설치되고, 게이트에는 RFID 리더를 설치한다.

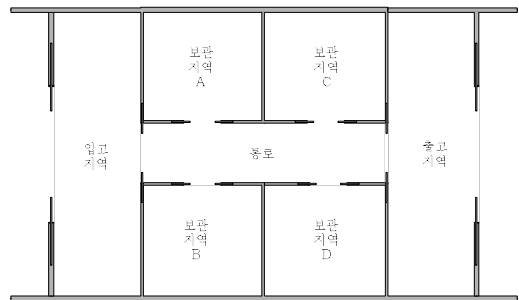


그림 5. 창고 내의 지역 구분
Fig 5. Location division in a WMS

또한 창고의 각 지역내의 운반과 작업이 이루어지는 지게차와 인력은 RFID 태그 부착과 RFID 태그가 부착된 ID 카드를 소지한다. 이를 통하여 운반 중인 팔레트와 태그 필드에서 인식된 정보를 이용 현재 운반중인 물품과 위치, 경로를 파악한다. 랙을 통해 창고 내에서 물품을 보관하며, 랙은 여러 개 셀로 구분하여 셀에는 해당 셀 정보를 포함하는 RFID 태그를 부착한다. 부착된 RFID 태그를 이용하여 장비등도 인식한다.

3.2 위치 정보의 보정 기법

위치 보정을 위한 GPS나 태그 값으로 인식할 경우 실내에서는 사용하기가 부적합하거나 위치 정보의 오차의 범위가 너무 커서 정확한 정보를 인식하기가 어렵다. 본 논문에서 위치 인식을 RFID 리더의 태그 인식 정보를 이용하여 보정함으로써 이러한 문제점을 개선한다. 이는 이동체가 이동 중에 RFID 리더인 Reader_1과 창고 내에 설치된 태그 필드, Reader_2를 통과하면 표 1과 같은 이벤트 정보를 생성하여 위치 정보를 통해 보정하는 작업을 한다. 생성된 이벤트 정보를 이용하면 현재 물품의 위치 파악이 가능하며, 올바른 경로를 정해진 시간 내에 통과하였는지의 여부를 파악한다. 태그 필드에서 위치 확인은 RFID 리더가 설치된 지게차와 같은 장비가 필드 위를 이동하면서 좌표가 설정된 태그를 인식함으로써 이루어진다. 지게차와 같은 이동체가 태그 필드를 지나면 인식 거리 내의 태그를 인식하여 태그의 각 좌표 값을 태그의 x 좌표의 집합과 y 좌표의 집합을 이용하여 현재의 위치를 수식(1)을 통하여 얻을 수 있다.

$$(x, y) = \frac{\max(x_A, y_A) + \min(x_A, y_A)}{2} \dots (1)$$

표 1. 생성된 이벤트 정보
Table 1. Created event information

Time	Reader_1	Reader_2	Reader_C
t	Ctag Ptag	.	Ptag
t+1	.	.	Ftag_11 Ftag_12 Ftag_21 Ftag_22 Ptag
t+2	.	Ctag Ptag	Ptag

하지만 위의 방법만으로는 그림 6과 같이 태그의 설치 간격 및 리더의 인식 거리로 인하여 동일한 태그들만 인식되어 실제로 이동이 이루어졌으나 동일 위치로 인식하는 오차가 발생한다. 따라서 위치 값을 보정하기 위하여 그림 7과 같이 태그 인식 값에 이전의 위치를 이용하여 인식 값을 보정한다.



그림 6. 태그 배치 및 리더 인식 거리 오차
Fig 6. Tag disposition and reader awareness error tolerance

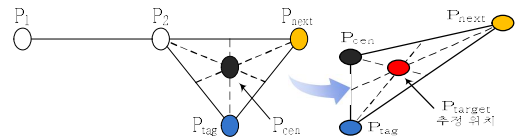


그림 7. RFID 위치 인식 값 보정 및 추정 보정
Fig 7. RFID location awareness value division and presumption division

창고 내의 장비는 이동 중에 급격한 방향의 전환보다는 직선에 가깝게 이동하는 경우가 더 많아서 이전 위치인 P_1 과 P_2 를 이용하여 이동체가 직진하였다고 가정하면 P_{next} 위치를 수식(2)를 통해 얻는다. 이전 위치와 인식된 태그 값을 이용한 위치 추정 후 다음 위치인 P_2, P_{tag}, P_{next} 로 이루어지는 삼각형의 중점 P_{cen} 위치를 수식(3)을 이용한다. 이후 $P_{tag}, P_{next}, P_{cen}$ 으로 이루어진 삼각형의 중점을 현재 이동체의 위치 P_{target} 으로 추정하며 수식(4)를 이용하며, 수식(4)를 통해 수식(5)을 얻을 수 있다.

$$P_{next} = -P_1 + 2P_2 \dots (2)$$

$$P_{cen} = \frac{P_2 + P_{tag} + P_{next}}{3} \dots (3)$$

$$P_{target} = \frac{P_{tag} + P_{next} + P_{cen}}{3} \dots (4)$$

$$P_{target} = \frac{4(P_{tag} - P_1)}{9} + P_2 \dots (5)$$

IV. 위치 인식 보정을 위한 u-창고 관리 시스템을 구현 및 실험

4.1 u-창고 관리 시스템을 위한 위치 보정 시스템 구현

제한한 위치 인식 방법은 Microsoft의 Visual Basic 2005와 SQL Server 2005의 Express의 시스템 환경에서 구현되었다.

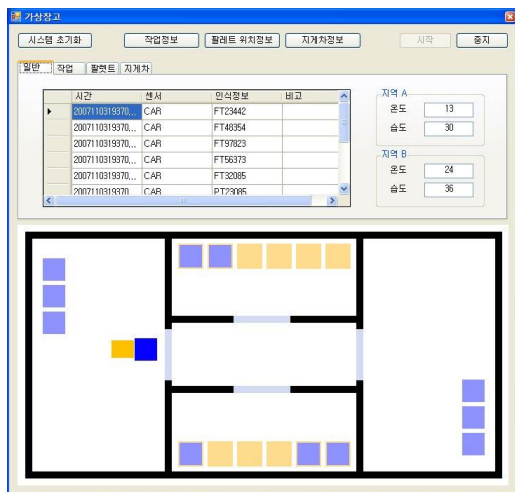


그림 8. u-창고 관리 시스템 구현 화면
Fig 8. u-Warehouse management system

창고 내 위치 추적 및 인식을 위한 RFID 태그와 리더, 그리고 각종 센서들을 이용하였으며, 정보와 인식 데이터의 처리는 위치 추적을 위한 데이터베이스 모델링을 통해 위치 인식 및 물품의 입·출고 작업이 이루어지도록 하였다. 그리고 적치와 피킹 작업도 구현하였다. 창고는 입고 지역, 출고 지역, 보관 지역, 이동 통로의 4개의 구역으로 되며, 보관 지역은 임의로 온도 및 습도가 변하는 A 지역과 B 지역의 2개로 나누어진다(그림 8). 각 지역 간의 이동은 설치된 4개의 게이트를 통하여 이루어지고, 각 게이트에는 RFID 리더기가 있다.



그림 9. 인식 및 작업정보
Fig 9. Awareness and working information

팔레트에는 온도 및 습도를 측정하기 위해 RFID태그와 센서를 부착한다. 보관지역에는 이동경로 추적을 위한 부착된 RFID 태그를 통해 인식되는 정보, 작업정보, 팔레트정보, 지체차정보등을 추출한다(그림 9).

4.2 u-창고 관리 시스템을 위한 위치 인식 실험 결과

본 논문에서는 위치 인식 실험은 50m x 50m 공간에 태그 사이의 간격은 2m로 배치하여 시뮬레이션하였다. 태그에는 설치된 곳의 좌표를 포함하는 값을 가지고 있으며, 이동체에는 태그의 인식범위가 원형이 되도록 하여 태그를 인식한다. 이동체의 이동은 짧은 회전 반경을 가지는 경로와 직선에 가까운 형태의 큰 회전 반경을 가지는 경로 등의 변화를 주며 이루어졌다. 실험 결과는 태그 인식 결과만을 이용한 방법에 비해 평균오차가 0.26의 차이를 보였으며, 대체로 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 성능이 우수하였다. 특히, 회전 반경이 커서 직선에 가까운 원형의 경로 일수록 그 오차는 RFID 인식 값만을 이용한 방법 보다 우수한 성능을 보였다. 태그 인식 값을 추출하여 태그인식 값을 이용하는 방법과 제안한 방법과 비교 분석한 결과는 그림 10과 같다.

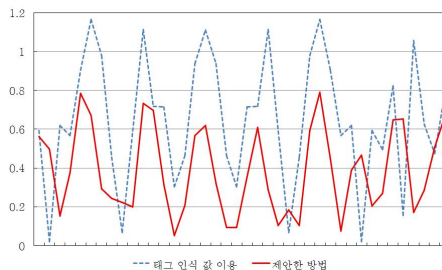


그림 10. 위치 인식 오차 비교(단위: m)
Fig10. Comparison of location awareness error tolerance

V. 결 론

유비쿼터스 기술의 발전은 기업 물류 환경과 관리에 많은 변화를 주고 있다. 본 논문에서는 물류 관리의 중요한 요소 중의 하나인 u-창고관리 시스템을 위하여 RFID 태그 기술과 센서 네트워크를 이용하여 보다 효율적인 창고의 관리를 하기 위한 위치 인식 기법을 제시하였다. 본 논문에서 제안된 기법은 창고관리시스템에서 위치 인식을 위한 기법으로 창고 내에서 두 개의 이전 위치와 한 개의 RFID 인식 정보를 이용한 위치 인식 방법을 제시하였다. 또한 보정을 거친 후에 위치 인식 및 물품의 적치가 원활하게 이루어지게 하였다. 시뮬레이션을 통해 제안된 기법과 기존 방법과 비교 분석하였다. 기존 방법의 평균오차 범위가 0.64인데 반해 제안된 기법은 0.38로 대체로 우수하였다. 또한 제시된 위치 정보는 창고의 관리 및 운영에 있어서 매우 중요한 요인 중 하나인 입고 및 출고의 과정에 있어서 이동 동선을 수집하여 정보화하고 분석하는데 효율적이다. 또한 물품 보관 위치의 신속한 파악을 통하여 입고에서 출고에 이르는 전 과정의 신속성 및 재고파악 등 창고관리 업무의 흐름을 신속하고 정확한 창고 관리가 이루어짐으로써 물류관리의 대외 경쟁력을 확보하게 되었다.

하지만 대형화된 물류시스템에서 적용할 경우 층 간 RFID 태그의 충돌이 발생할 수 있으므로 이를 방지할 수 있는 충돌 방지 알고리즘 등의 연구가 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] EPCglobal, "The EPCglobal Architecture Framework EPCglobal Final Version 1.2," Approved 10, September 2007.
- [2] 박정현, "RFID기술 수준과 도입사례", 전자통신 동향분석, 제21권, 제3호, 137-146쪽, 2006년.
- [3] 김영호, 최병용, 전병환, "로그기반 상황인식에 의한 소규모 창고관리시스템", 정보처리학회 논문지B, 한국정보처리학회, 제13권 제5호, 507-514쪽, 2006년.
- [4] 김현지, "물류유통부문의 RFID 활용방안에 관한 연구", 한국유통정보학회 학회지, 제7권 제1호, 39-65쪽, 2004년.
- [5] Venture Development Corp., "The RFID Overview: A Strategic Resource for Reseller and Users of Radio Frequency Identification Technology,"

- 2005.
- [6] 김재현, 김석규, 이재용, "무선 센서 네트워크에서의 에너지 효율성을 고려한 MAC/라우팅 프로토콜", 전자공학회지, 대한전자공학회, 제32권 제7호, 57-73쪽, 2005년.
- [7] 전영준, 최용식, 박상현, 한수, 신승호, "보안을 고려한 RFID/ USN 기반의 능동형 창고 상태 관리 시스템", 한국정보과학회 2006 추계학술대회발표논문집, 제33권 제2호, 122-127쪽, 2006년.
- [8] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communications Magazine, Vol.40, No.8, pp.102-114, Aug. 2002
- [9] J. N. Al-Karaki, A. E. Kamal, "Routing Techniques in Wireless Sensor Networks: A Survey," IEEE Wireless Communications Magazine, Vol.11, No.6, pp.6-28, Dec. 2004.
- [10] K. Finkenzeller, RFID Handbook, John Wiley & Sons, 2003.
- [11] EPCglobal, <http://www.epcglobalinc.org>.
- [12] IEEE 802.15 WG, <http://www.ieee802.org/15>.
- [13] ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org>.

저 자 소 개



노귀용(Kwi-Young Roh)
2002. 2. 순천대학교 물리학과 이학사
2008. 2. 순천대학교 대학원 졸업 이
학석사(i-Young Roh)
관심분야 : RFID/USN, RFID프라
이버시



송진국(Jin-Kook Song)
1998. 2. 홍익대학교 대학원 전자계
산학과 이학박사
1998.3-현재 진주산업대학교 컴퓨터
공학부 교수
※관심분야 : 프로그래밍언어, 컴파일
러, Embedded system,
RFID/USN



정창렬(Chang-Ryul Jung)
1999. 8. 순천대학교 컴퓨터교육과
석사
2005. 2. 순천대학교 대학원 컴퓨터
과학과 박사
※관심분야 : Information Security,
RFID 프라이버시,
RFID/USN