

## 개방된 공간에서의 RFID를 이용한 객체추적시스템

\*김진아 \*문남미 \*\*홍상진

\*호서대학교 모바일 소프트웨어 학과

\*\*스토니브룩 뉴욕주립대학교 전자공학과

\*jina9406@gmail.com

## Object Tracking System using RFID in Open Space

\*Kim, Jin-Ah \*\*Moon, Nam-Mee \*\*\*Hong, Sang-Jin

\*Dept of Mobile Software, Hoseo University

\*\*Dept of Electronic Engineering, Stonybrook University

### 요약

RFID란, 무선 주파수를 이용해 원거리에서 태그의 정보를 판독하거나 인식할 수 있는 객체 인식 기술 중 하나이다. 최근 바코드를 대체하여 RFID 기술을 이용하는 산업이 물류, 유통, 환경, 보안 등 다양한 분야에 걸쳐 전 세계적으로 성장세를 보이고 있는 추세이다. 특히 RFID 기술 중 위치 탐지 및 측정 기술을 이용한 사례가 많다.

본 연구에서도 이러한 기술을 이용하여 공항이나 쇼핑몰 등과 같은 넓고 개방된 공간에서 객체들을 추적하는 시스템을 구현하고자한다. 모든 객체들이 RFID를 가지고 있는 환경에서 Cluster와 센서 네트워크를 이용해 RFID를 감지하면 RFID의 데이터를 서버에 전송하고 서버는 이 데이터들을 분석하여 객체의 위치 및 동선을 추적한다. 객체 추적을 함으로써 정확하고 신뢰성이 있는 데이터를 얻는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

### 1. 서론

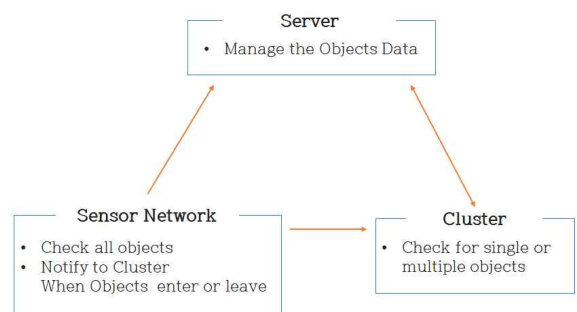
RFID란, Radio-Frequency Identification의 약칭으로 무선 주파수를 이용해 직접 접촉하지 않고 원거리에서 태그의 정보를 판독하거나 인식할 수 있는 객체 인식 기술 중의 하나이다 [1][2][3]. RFID 기술은 인식률과 인식 속도가 뛰어나 기존의 바코드를 대체하여 최근 RFID 산업이 국내뿐만 아니라 미국, 유럽, 일본 등 전 세계적으로 물류, 유통, 환경, 보안 등 다양한 분야에 걸쳐 성장세를 보이고 있는 추세이다 [1][4].

특히 RFID 기술 중에서도 위치 탐지 및 측정 기술을 이용한 사례가 많다. 기존 물류 시스템에 RFID 기술을 더하여 무선 센서 네트워크를 구축해 실시간으로 재고 확인이 가능하도록 하여 더욱 일을 효율적으로 수행할 수 있도록 도와주는 시스템을 연구한 사례가 있다 [5]. 또한 바다면에 RFID 태그를 붙임으로써 로봇이 RFID 태그를 인식해 위치를 파악하는 방식의 로봇 위치 인식 시스템을 구현한 연구 사례도 있다 [6].

RFID의 이러한 기술을 이용하여 본 논문에서는 공항이나 쇼핑몰 등의 개방된 공간에서 객체들을 추적하는 시스템을 구현하고자 한다. 객체들은 모두 RFID를 지니고 있으며 이를 감지하기 위해 Cluster와 센서 네트워크가 필요하다. 또한 Cluster와 센서 네트워크로부터 객체에 관한 데이터를 얻어 각 데이터를 분석하기 위하여 서버를 둔다. 즉, 이 시스템은 Cluster, 시각 센서 네트워크 서버로 구성되어 RFID를 지닌 객체들의 위치를 파악하고 동선을 추적한다.

### 2. 시스템의 구성 및 개요

본 연구에서 제안하는 시스템의 구성은 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 시스템 구성도

이 시스템은 Cluster, 시각 센서 네트워크, 서버와 같이 세 가지 모듈로 구성되어 있으며 세 가지 모듈의 공동작업을 통해서 공항이나 쇼핑몰 등과 같은 개방된 장소에서의 객체들을 추적한다.

각각의 객체들은 RFID를 지니고 있으며 객체들이 이동하다가 Cluster 범위에 진입하면 RFID가 감지되고 이를 토대로 객체들의 위치를 파악하며 추적한다. 시각 센서 네트워크는 모든 객체들을 감지하며 Cluster에 RFID가 감지되는 것을 감시하는 역할을 하는데 RFID가 Cluster 영역 안에 진입하거나 영역 밖으로 나가면 이를 Cluster에게 알린다. Cluster는 시각 센서 네트워크로부터 전달 받은 데이터를 토대로 서버와 객체에 대한 정보를 통신한다. 서버는 Cluster로부터 받은 데이터를 이를 바탕으로 해당 RFID에 관한 데이터를 관리하며 이러한 방식이 반복되며 시스템이 운영된다.

이러한 세 가지 모듈의 공동작업을 통하여 객체들을 추적하며 객체에 관한 데이터의 정확성과 신뢰성을 높이는 것이 이 시스템의 목표이다.

### 3. 시스템의 운영 방식

#### 3-1. Cluster

Cluster는 RFID가 들어오거나 나갈 때 시각 센서 네트워크로부터 연락이 오면 이에 대한 데이터를 저장하고 서버에게 알려주는 역할을 하며 서버로부터 객체에 대한 수정된 데이터가 올 경우 이를 토대로 Cluster에 있는 데이터를 수정하기도 한다.

Cluster는 크게 RFID 외부 영역과 내부 영역으로 나뉘며 시각센서 네트워크는 이 Cluster 영역에 객체가 들어오거나 나가는 경우를 감지하여 감지된 경우 다음과 같은 경우에 Cluster에게 알려주게 된다.

1. 객체가 외부에서 외부 영역으로 교차하는 경우
2. 객체가 내부영역에서 외부 영역으로 교차하는 경우
3. 객체가 외부영역에서 내부 영역으로 교차하는 경우
4. 객체가 내부에서 내부 영역으로 교차하는 경우

이외에도 Cluster 내부에서 RFID가 감지되거나 사라질 때의 경우에도 시각 센서 네트워크는 Cluster에게 알려주게 된다.

Cluster에는 객체의 정보를 저장해야 하므로 객체의 Cluster 영역 출입에 대한 데이터 구조를 가지고 있다. (그림 2)에 Cluster가 가지는 데이터 구조 예시를 보면 알 수 있듯이 크게 Cluster 영역 내에 들어오는 경우의 리스트(Enter List), Cluster 영역 밖으로 나가는 경우의 리스트(Exit List), 이를 모두 종합한 리스트로 총 3개로 나뉜다. 각각의 리스트는 Object ID와 RFID, 객체가 감지된 시간 데이터를 기본적으로 보유한다. Cluster에 감지된 영역 출입에 대해 모두 종합한 리스트에는 홀로 혹은 그룹지어 감지되었는지에 대한 정보(S/G)와 그룹지어 감지되었다면 같이 감지된 다른 객체들의 RFID 정보들(RFID List)을 추가로 보유한다.

Object ID	RFID List	S/G	Time
31	17	S	15:18
11	40, 54	G	15:35
24	40, 54	G	15:35

Enter List				Leave List			
Obj	Time	RFID	Time	Obj	Time	RFID	Time
6	15:07	34	15:09	6	15:21	6	15:24
31	15:15	17	15:18				
11	15:34	40, 54	15:35				
24	15:34	40, 54	15:35				

(그림 2) Cluster 내부 데이터 구조 예시

Cluster 데이터 구조에 데이터가 삽입되는 과정은 크게 객체가 1개인 경우와 객체가 2개 이상인 경우로 나뉘어 볼 수 있다. (그림 3)을 보면 Cluster 영역 내 객체 진입할 경우를 예로 들어 Cluster 내부 데이터가 삽입되는 과정이 명시되어 있다. Cluster 영역 밖으로 객체가 나가는 경우에도 이와 유사하다.



(그림 3) Cluster 영역에 진입하는 경우 데이터 삽입 과정

만약 서버가 Cluster로부터 받은 정보가 불일치한 경우가 발생할 때에는 서버가 수정된 정보를 전송하여 Cluster의 정보를 업데이트 한다.

#### 3-2. 시각 센서 네트워크

시각 센서 네트워크는 시스템 내의 객체들을 감시하는 것이 주 역할이다. Cluster 동작기법에서 기술하였듯이 Cluster 영역 내에 객체가 들어오거나 나가는 네 가지 경우가 발생하면 시각 센서 네트워크는 이를 감지하여 Cluster에게 어떤 객체가 진입하였는지 알려준다.

이 과정에서 객체가 감지는 되었으나 감지된 객체들의 거리가 가까워 정확히 어떠한 객체가 감지되었는지 구분하기는 어렵다. 이러한 경우에는 기존에 객체가 가지고 있던 Object ID를 시각 센서 네트워크가 관리하는 데이터 구조(Trajectory Position history)에 저장하고 새로운 Object ID를 생성하여 각 객체에게 부여하고 서버에 이를 알려준다. 시각 센서 네트워크 데이터 구조는 다음 (그림 4)와 같다.

Obj ID	Trajectory Position History
65	17
89	3, 61, 76
107	48, 79, 81, 93

(그림 4) 시각 센서 네트워크 데이터 구조 예시

#### 3-3. 서버

서버는 Cluster와 시각 센서 네트워크로부터 객체들의 데이터를 받은 것을 토대로 전체적인 객체들의 데이터를 관리하는 역할을 한다. 서버가 가지는 객체와 관련된 데이터 구조는 (그림 4)와 같다. 서버의 데이터 구조는 Object ID와 RFID를 기반에 둔 두 개의 데이터 구조로 이루어져 있으며 Cluster가 객체에 대한 데이터를 전송할 때마다 서버는 이를 토대로 데이터 구조를 업데이트 한다.

Obj ID	RFID List	S/G	Cluster	Time In	Time Out
6	34	S	1	15:09	15:24
31	17	S	2	15:15	
71	40, 54	G	4	15:35	
84	40, 54	G	4	15:35	

RFID	Obj ID List	S/G	Obj ID History	Cluster	Time In	Time Out
34	6	S	6	1	15:09	15:24
17	31	S	31	2	15:15	
40	71, 84	G	11, 60	4	15:35	
54	71, 84	G	24, 35, 75	4	15:35	

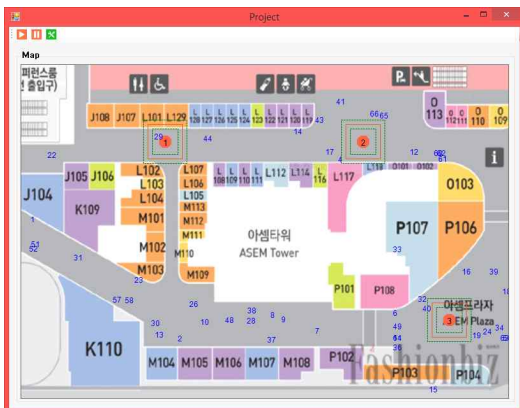
(그림 5) 서버 데이터 구조 예시

서버는 객체의 추적이 힘들거나 객체들의 관계가 그룹으로 묶여 문제가 발생한 경우 서버 데이터베이스에 변화가 생기게 되는데 이때 수정된 데이터를 Cluster에게 전송해 데이터를 업데이트할 것을 알린다.

각각의 경우를 나누어 살펴보면 먼저, 객체의 추적이 힘든 경우는 만약, ID가 1이고 RFID가 1인 객체가 시각 센서 네트워크에 의해 추적되다 놓친 경우를 예로 들 수 있다. 이 객체는 서버에 알려지고 서버에서는 Object ID 기반의 데이터 구조에서 Object ID 1을 지우고 RFID 기반의 데이터 구조에서 RFID가 1인 객체를 찾아 Obj ID List에 Object ID인 1을 추가되며 서버의 데이터가 변화하게 되고 Cluster에게 데이터 업데이트를 알린다.

객체들의 관계가 그룹으로 묶여 문제가 발생한 경우에는 객체들끼리 너무 가까이에 있어 객체 식별이 어려워 추적이 힘든 경우이다. 이 경우는 Object ID 기반과 RFID 기반의 데이터 구조에서 Object ID들이 하나로 새롭게 묶여 그룹 관계가 된다.

#### 4. 시뮬레이션 프로그램



(그림 6) 시스템 구현 화면

본 연구에서는 앞서 말한 내용을 바탕으로 (그림 6)과 같이 시뮬레이션 프로그램을 구현해보았다. 본 프로그램은 코엑스의 한 부분을 Map으로 설정하여 놓았으며 Cluster 3개와 Object 50개로 구성되어 있다.

본 프로그램을 통하여 Cluster, 시각 센서 네트워크, 서버의 상호작용을 통하여 특정 객체 추적 및 불특정한 객체의 이동 경로를 파악할 수 있었다.

본 프로그램에서는 현실에서 RFID신호가 끊임없이 변하는 것을 반영하기 위하여 Cluster 모양을 일정한 시간에 따라 변화도록 설정하였다. Cluster의 모양이 변할 때에는 객체 데이터의 정확성이 떨어졌다. 이를 해결하기 위한 알고리즘 보완이 요구된다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 개방된 공간에서 RFID를 지닌 객체들을 추적하는 시스템을 구현해보았다. 객체가 이동하다가 Cluster 영역 내에 진입하거나 영역 밖으로 나오게 되면 시각 센서 네트워크에 의해 감지가 되어 Cluster에게 알리고 Cluster는 시각 센서 네트워크로부터 받은 정보로 객체 데이터를 Cluster 내부에 저장하고 이를 서버에 전송한다.

서버는 Cluster로부터 받은 정보를 토대로 객체들의 데이터들을 총 관리하며 분석해 특정 객체의 위치를 파악하거나 불특정한 객체의 이동 경로를 파악하는데 이 모든 과정이 반복되며 시스템이 운영된다.

본 연구에서는 이러한 시스템을 바탕으로 하는 시뮬레이션 프로그램으로 구현해보았으며 그 결과 RF신호가 일정하여 Cluster의 모양이 변함없는 경우와 같은 이상적인 경우에는 문제없이 객체들의 데이터를 파악가능 했으나 RF신호가 변하여 Cluster의 모양이 변하는 경우에는 객체들의 데이터에 오류가 나는 경우가 발생했다. 이 점을 해결하기 위한 알고리즘 보완이 요구된다.

본 연구가 추후에 완벽하게 구현이 완료된다면, 보다 더 높은 정확성이 있는 데이터를 바탕으로 객체들의 이동경로를 분석하여 객체들의 특성이나 특정 객체의 위치 등을 파악할 수 있어 다양한 영역에 적용할 수 있을 거라 기대한다.

#### 참고문헌

- [1] 최형준, 문승진, "RFID 기술의 동향과 개발 전망", 한국지능정보시스템학회 2011년 춘계학술대회, pp.387-390, 2011년 5월
- [2] 김규석, 장성주, 강성용, 전민경, 최대성, 최형기, "RFID 기술 및 특징에 관한 연구", 한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집 (동계) 2012, pp.534-535, 2012년 2월
- [3] 유승화, "RFID기술 현황 및 활용분야", 한국정보과학회지 23(7), pp.62-70, 2005년 9월
- [4] 탁명환, 주영훈, 나인호, 김창석, "RFID를 이용한 실내 공간에서 위치 측정 시스템", 제어로봇시스템학회 합동학술대회 논문집 8, pp.198-201, 2009년 12월
- [5] 이신형, 이지영, 김동신, 이찬행, 이원준, 민성기, 유혁, "RFID 기반 물류창고 시스템을 위한 센서 네트워크 구축", 정보과학회 논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터 14(1), pp.22-30, 2008년 2월
- [6] 이현정, 최규천, 이민철, 이장명, "RFID를 이용한 이동 로봇의 위치 인식기술", 제어로봇시스템학회 논문지 12(1), pp.41-46, 2006년 1월