

# 열린공간 적용형 군집화된 객체간 협업 지원 시스템

김진아\*, 문남미\*, 홍상진\*\*

\*호서대학교 모바일소프트웨어학과

\*\*스토니브룩 뉴욕주립대학교 전자공학과

e-mail:jina9406@gmail.com

## Cooperation of Clustered Object Association Systems for Open Area Applications

Jin-Ah Kim\*, Nammee Moon\*, Sangjin Hong\*\*

\*Dept of Mobile Software, Hoseo University

\*\*Dept of Electronic Engineering, Stonybrook University

### 요 약

최근 전파를 이용하여 먼 거리에서 정보를 인식할 수 있는 기술인 RFID를 이용한 사례들이 증가하면서 물류, 보안, 국방, 의료 등 다양한 분야로 확대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 RFID 기술을 활용하여 공항이나 쇼핑몰 등과 같은 넓고 개방된 공간에서 Cluster, 시각 센서 네트워크, 서버가 서로 상호작용을 통해 객체들 혹은 사람들을 추적하여 일관성과 정확성 있는 데이터를 얻을 수 있는 시스템을 구현하고자 한다. 이와 같은 시스템은 넓은 공간에서 특정 객체를 추적하거나, 불특정한 원하지 않는 객체의 움직임을 파악할 수 있어 다양한 영역에 활용가능하리라 기대한다.

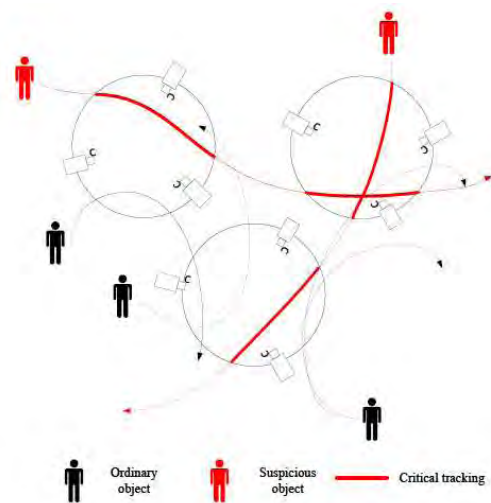
### 1. 서론

RFID(Radio-Frequency-Identification)는 전파를 이용하여 먼 거리에서 대상을 식별하고 그 대상에 대한 정보를 인식할 수 있는 기술이다[1][2]. 비접촉식으로 통신이 가능하고 높은 인식률과 복수 독해가 가능한 특징으로 인하여 현재 국내·외에서 물류, 보안, 국방, 의료 등 다양한 분야로 확대되고 있다[3][4][5].

기존 물류 시스템에서는 입·출고 및 재고 정리에 관한 모든 물류를 직접 손으로 계산하여 현황을 파악해 시간이 많이 소요가 되었다면 RFID를 이용하여 무선 센서 네트워크를 구축해 복잡한 작업을 간편하고 빠르면서 효율적으로 수행할 수 있도록 도와준다[6]. 또한 기존의 로봇 위치 인식 시스템을 보다 저비용이면서 외부 환경 변화에 대해 강인성을 지니기 위하여 바닥 면에 RFID 태그를 붙이고 로봇에 RFID 리더기와 안테나를 부착하여 RFID 태그를 지날 때 태그의 위치 정보를 읽음으로써 RFID 기반의 로봇 위치 인식 시스템을 구현한 연구 사례도 찾아볼 수 있다[7].

본 연구에서는 이러한 RFID를 이용하여 공항이나 쇼핑몰 등과 같은 넓고 개방된 공간에서 객체나 사람들을 추적하여 데이터를 얻는 시스템을 구현하는 것을 목표로 한다. 보다 더 높은 일관성과 정확성이 있는 데이터를 위해 Cluster, 시각 센서 네트워크, 서버를 상호작용할 수 있도록 구현하여 특정 객체 추적 및 불특정 객체의 동선까지 파악할 수 있도록 한다.

### 2. 전체 시스템 개요



(그림 1) 시스템 운영 개요

이 시스템은 쇼핑몰이나 산업 인프라, 공항 등과 같은 넓고 개방된 공간 안에서 객체들 혹은 사람들을 추적하는 시스템이다. 이를 위해서 기존 감시 시스템 기반의 센서와 다수의 RFID Cluster와 시각 센서 네트워크, 서버의 공동 작업을 통하여 접근한다.

시스템의 주요 목표는 Cluster, 시각 센서 네트워크, 서버의 상호작용을 통하여 RFID Reader의 범위 안에서의 객체의 식별을 극대화 하며 거짓된 객체의 식별을 감지하여 데이터베이스의 일관성과 정확성을 최대화 하는 것이다.

이 시스템의 주요 기능은 시각 센서 네트워크가 시스템 내부의 모든 객체를 추적하며 RFID Reader와 연관된 Cluster가 RFID를 감지하는 것을 감시하는 것이다. 또한 서버의 데이터 관리 작업은 데이터의 일관성과 정확성을 위하여 모든 Cluster와 통신을 하도록 하고 잘못된 데이터를 발견할 경우 수정한다.

### 3. 시스템의 동작 기법

#### 3-1. Cluster 동작 기법

각각의 Cluster는 외부 영역과 내부 영역을 가지고 있다. 이 두 영역을 교차하는 모든 객체를 감시하는 역할을 하는 시각 센서 네트워크는 객체가 외부에서 외부 영역으로 교차하는 경우, 내부에서 외부 영역으로 교차하는 경우, 외부에서 내부 영역으로 교차하는 경우, 내부에서 내부 영역으로 교차하는 경우의 4가지 이벤트가 발생하면 Cluster 작업을 작동시킨다. 그리고 Cluster 내부에서 RFID가 감지되거나 사라질 때의 경우 2개의 이벤트가 더 발생한다.

| Enter List |       |      |       |
|------------|-------|------|-------|
| Obj        | Time  | RFID | Time  |
| 1          | 11:45 | 17   | 11:48 |

| Exit List |       |      |       |
|-----------|-------|------|-------|
| Obj       | Time  | RFID | Time  |
| 1         | 11:50 | 17   | 11:51 |

| Object ID | RFID List | S/G | Time  |
|-----------|-----------|-----|-------|
| 1         | 17        | S   | 11:48 |

(그림 2) Cluster 내부 데이터 구조 예시

Cluster는 작업 시에 Cluster 내부의 객체들을 관리하기 위한 Enter 리스트와 Exit 리스트로 이루어진 데이터 구조를 갖고 있는데 각 리스트는 객체 ID와 RFID를 보유하고 있다.

새로운 객체가 외부 영역에 진입을 하면 Enter 리스트에 넣고 RFID가 검출되면 RFID도 리스트에 삽입된다. 내부 영역에 진입할 때에는 객체 ID와 RFID 모두가 Cluster 데이터베이스에 전송되어 서버에 알려지게 된다. 만약 객체 2개가 같이 진입을 하는 경우라면 외부 영역에 진입할 때 모두 리스트에 넣고 두 객체의 RFID가 검출되면 두 개의 RFID도 리스트에 삽입된다. 이 때, 한 객체가 내부 영역으로 진입한다면 이 객체는 리스트에 삽입된 두 개의 RFID를 가지게 되어 그룹 관계로 설정된다. 다른 객체가 내부 영역에 진입하면 역시 그룹 관계로 설정되며 리스트 내부에 객체 ID가 없으므로 RFID도 리스트에서 지워진다.

Cluster를 나가는 경우에도 이와 유사하며 서버가 Cluster로부터 받은 정보가 불일치한 경우가 발생할 때에는 서버로부터 수정된 정보가 올 수 있다.

#### 3-2. 시각 센서 네트워크 동작 기법

시각 센서 네트워크는 모든 영역을 대상으로 객체들을 추적하여 감시하는 역할을 한다. 이러한 작업 도중에 Cluster 범위 내에 객체가 진입을 할 경우가 발생하면

Cluster에게 알려준다.

또한 시각 센서 네트워크는 각 객체들 사이의 거리를 감시하는데 다수의 객체가 너무 가까운 거리에 있어 추적하기 어렵다면 새로운 객체 ID를 생성해 서버에 이를 알린다.

| Obj ID | Trajectory Position History |
|--------|-----------------------------|
| 103    | 1, 51, 63, 72               |
| 204    | 17, 82, 134, 172            |
| 57     | 7, 24                       |

(그림 3) 시각 센서 네트워크에 저장되는 객체들의 추적 내역 데이터 구조 예시

#### 3-3. 서버 데이터 관리 동작 기법

| Obj ID | RFID List | S/G | Cluster | Time In | Time Out |
|--------|-----------|-----|---------|---------|----------|
| 103    | 17        | S   | 1       | 11:45   | 11:51    |
| 204    | 35        | G   | 3       | 12:13   | 13:24    |
| 57     | 3         | G   | 3       | 12:13   | 12:42    |

| RFID | Obj ID List | S/G | Obj ID History   | Cluster | Time In | Time Out |
|------|-------------|-----|------------------|---------|---------|----------|
| 17   | 103         | S   | 1, 51, 63, 72    | 1       | 11:45   | 11:51    |
| 34   | 204         | G   | 17, 82, 134, 172 | 3       | 12:13   | 13:24    |
| 3    | 57          | G   | 7, 24            | 3       | 12:13   | 12:42    |

(그림 4) 서버 내부 데이터 구조 예시

서버는 객체 ID, RFID에 기반을 두어 두 개의 데이터 구조로 이루어져 다수의 Cluster와 시각 센서 네트워크와 상호작용을 함으로써 정기적으로 데이터베이스의 일관성을 유지한다. Cluster가 객체 관계에 관한 정보들을 보낼 때마다 서버가 데이터 구조를 업데이트한다.

객체 ID가 새로 생성되는 경우에 객체 ID 내역을 유지하기 위해서 시각 센서 네트워크는 이전의 객체 ID와 새 객체 ID를 보내는데 이전의 객체 ID는 객체 ID 내역에 넣고 새 객체 ID를 사용한다.

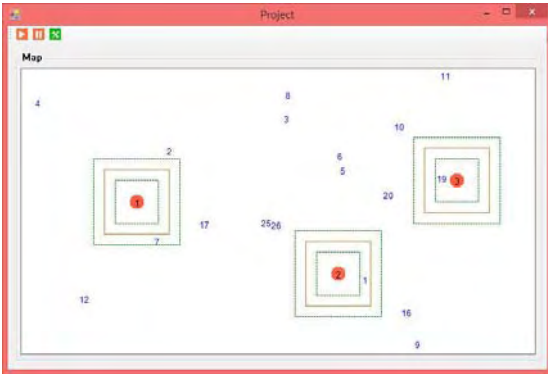
만약 ID와 RFID가 1인 객체가 추적되고 있고 이 객체를 추적하다 놓쳤다면, 이 객체 ID는 서버에 알려진다. 그러면 서버는 객체 ID 기반의 데이터 구조에서 객체 ID 1을 지우고 RFID 기반의 데이터 구조에서 RFID가 1인 객체를 찾아 객체 ID 내역에 ID 1을 넣는다. 이 RFID가 다른 장소에서 감지가 될 경우에 서버는 업데이트 될 것이다.

또 만약 객체 ID와 RFID가 1인 객체와 2인 객체를 추적하는데 너무 가까이에 있어 추적이 어렵다면, 이러한 경우에는 객체를 식별하는 것이 어려우므로 객체 ID인 1과 2가 하나로 묶여 그룹 관계가 될 것이다. 객체 ID 기반의 데이터 구조에서는 이전 경우와 같이 업데이트가 될 것이고 RFID 기반의 데이터 구조에서는 객체 ID들이 하나로 새롭게 묶여 그룹 관계가 형성될 것이다.

서버는 모든 Cluster들의 현재 정보를 가지고 있으며 위의 예와 같이 추적이 어렵거나 그룹관계가 발생하는 문제로 인해 서버 데이터베이스에 변화가 있는 경우 서버는 Cluster에게 내부 데이터베이스를 업데이트할 것을 알린다.

#### 4. 평가 및 분석

본 연구에서는 넓고 개방된 공간에서 객체나 사람들을 추적하여 데이터를 얻을 수 있는 시스템을 구현해보았다.



(그림 5) 시스템 구현 화면

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

그러나 RF 신호가 끊임없이 변하는 현실적인 환경에서는 이 시스템을 적용하기에 다소 어려움이 있었다. 앞으로 이러한 환경에서 일관성과 정확성이 있는 데이터를 얻기 위해서는 이를 대처할만한 기법이 요구된다.

#### 5. 결론

최근 RFID 기술을 이용한 연구들의 사례가 증가하고 있으며 물류, 보안, 국방, 의료 등 다양한 분야로 확대되고 있다[3][4][5]. 본 연구에서는 이러한 RFID 기술을 이용하여 넓고 개방된 공간에서 객체나 사람들을 추적하여 데이터를 얻을 수 있는 시스템을 구현하였다.

시스템은 크게 Cluster와 시각 센서 네트워크, 서버로 구성 되어 있다. Cluster는 객체가 Cluster로 진입 시에 RFID를 감지하여 데이터를 얻어 입·출입 리스트를 만들어 서버와 통신한다. 시각 센서 네트워크는 모든 객체를 추적하여 객체들의 추적 내역 데이터를 가지고 있으며 Cluster가 RFID를 감지하는 것을 감시한다. 서버는 모든 Cluster와 통신을 하며 전체적인 객체들의 데이터를 관리해 만약 잘못된 데이터를 발견하면 이를 감지하여 Cluster에게 알리고 수정한다. 이렇게 3가지 구성요소가 상호작용을 함으로써 더 높은 일관성과 정확성이 있는 데이터를 얻을 수 있다. 그리하여 특정 객체를 추적하거나 불특정한 원하지 않는 객체의 움직임까지 파악 가능하다.

그러나 RF 신호가 끊임없이 변하기 때문에 현실적으로 복잡하고 넓은 공간에서 완벽히 정확한 결과가 나오기는 어렵다. 앞으로 본 연구에서는 이 점을 개선하여 좀 더 정확성이 있는 데이터를 얻을 수 있도록 시스템을 보완할 예정이다. 이러한 시스템이 구현이 완벽히 이루어진다면 더 다양한 영역에 활용이 가능할거라 기대한다.

#### 참고문헌

- [1] 최형준, 문승진, “RFID 기술의 동향과 개발 전망”, 한국지능정보시스템학회 2011년 춘계학술대회, pp.387-390, 2011년 5월
- [2] 김규석, 장선주, 강성용, 전민경, 최대성, 최형기, “RFID 기술 및 특정에 관한 연구”, 한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집 (동계) 2012, pp.534-535, 2012년 2월
- [3] 김순석, 김동호, 김영훈, “RFID 기반의 재고 관리 및 위치 추적 시스템”, 한국정보기술학회논문지 7(3), pp.116-124, 2009년 6월
- [4] 송석현, “RFID 서비스 전망”, 전자파기술 15(2), pp.80-95, 2004년 4월
- [5] 탁명환, 주영훈, 나인호, 김창석, “RFID를 이용한 실내 공간에서 위치 측정 시스템”, 제어로봇시스템학회 합동학술대회 논문집 8, pp.198-201, 2009년 12월
- [6] 이신형, 이치영, 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
- [7] 이현정, 최규천, 이민철, 이장명, “RFID를 이용한 이동 로봇의 위치인식기술”, 제어로봇시스템학회 논문지 12(1), pp.41-46, 2006년 1월