

RFID 객체의 위치 검색을 위한 시공간 색인 설계

전 봉 기*

Design of Spatio-temporal Indexing for searching location of RFID Objects

Bong-Gi Jun *

요 약

RFID 태그 객체는 리더기가 설치된 곳에서만 인식할 수 있다. GPS를 사용하는 기존의 이동체와 달리 RFID 태그 객체는 이동의 개념보다 보관의 개념으로 이해된다. RFID 태그 객체의 수는 이동체에 비해 매우 많기 때문에, 태그 객체의 이동을 저장 및 검색 비용이 크다.

이 논문에서는 태그 객체의 특징을 고려한 시공간 데이터 모델을 위해 두 가지 해결 방법을 제안한다. 첫째, 태그 객체의 이동을 경로(PATH) 위치와 'NOW' 개념을 사용하여 표현하였다. 둘째, 파렛타이징된 상품의 태그 정보는 저장하지 않으므로써 태그 객체를 묶음으로 표현하여 색인의 크기를 줄였다.

▶ Keywords : RFID, 태그색인, 위치추적, 시공간색인

Abstract

The RFID-tag objects can be recognized by a distinct reader where it is installed. The RFID-tag objects are likely described as storages rather than the mobiles in the use of GPS. As RFID tags are large in number compared to moving objects, so the storing and retrieval costs are highly expensive.

Here, two solutions for spatio-temporal model taking account of the feature in the tagged objects are proposed. First, the moving-tag objects are expressed by the terms "now" as well as "path location". Second, the size of storing index was noticeably reduced by not saving the tag information of palletizing products but mapping the tagged objects.

▶ Keywords : RFID, Indexing tagged objects, Position trace, Spatio-temporal database

•제1저자 : 전봉기

•투고일 : 2014. 5. 3, 심사일 : 2014. 5. 13, 게재확정일 : 2014. 5. 16.

* 신라대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Engineering, Silla University)

I. 서론

오늘날 많은 기업들이 신속한 시장 대응을 위해 효율적인 물류관리를 기업 경쟁력을 좌우하는 핵심요소로 판단하고 조달, 생산, 유통 및 물류활동을 통합적으로 관리하고 운영할 수 있는 SCM(Supply Chain Management) 체계를 구축하고 있다. 또한 정부에서도 국가물류 네트워크의 구축과 물류 강국의 구현을 위하여 국가물류기본계획(2001~2020)하에서 5년 단위로 정책을 수립하여 운영하고 있다.

RFID(Radio-Frequency IDentification)[1]는 전파를 이용해 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술이다. RFID 기술이 가장 활발하게 적용이 되고 있는 분야는 유통분야이다. 80년대에 바코드가 유통분야의 대변혁을 가져왔었다면, RFID 기술은 제품 하나하나에 대한 정보는 물론, 유통과정에서부터 재고관리까지 효율적으로 처리할 수 있다. 또한, RFID는 유틸리티스 시대에 절실히 요구되는 센서기술에 부합하는 기술로도 각광받고 있다.

RFID 태그 객체(이후 태그 객체)도 시간에 따라 이동하기 때문에 위치 추적 및 경로 저장에 필요하다. 태그 객체는 개념적으로는 이동체에 포함이 된다. 하지만 태그 객체는 이동체와는 다른 특징을 가지고 있다. 이동체는 스스로 혹은 기지국에 의해 주기적으로 위치를 파악할 수 있고, 위치 데이터(좌표)와 보고시간을 데이터베이스에 저장한다.

하지만, 태그 객체는 전자태그 자체에는 통신 기능이 없기 때문에 태그 객체가 리더기의 인식 영역 안에 있을 때에만 위치정보를 알 수 있다. 이러한 이유에 의해서 태그 객체의 기존의 이동체 연구에서 사용하는 모델링 기법을 사용할 수 없으며 새로운 위치 데이터 모델링 기법이 필요하다.

이 논문에서는 상품의 유통경로를 저장하기 위하여 태그 객체의 위치 데이터를 (태그 객체, 위치, 시간)의 3차원 도메인으로 정의하고 시간 차원에서 UC (Until Changed) 개념 [2]을 도입하여 시공간 색인 방법을 제안한다. 또한 위치 차원을 고정(Static)된 리더기의 위치와 동적(Dynamic)인 경로 정보를 저장하여 이동 중에 객체를 찾을 수 없었던 기존 연구의 문제점을 해결하였다.

정부에서 추진한 국가물류기본계획에 따라 고속도로 톨게이트 22개소 등 전국의 물류거점에 RFID 기반 게이트를 설치함으로써 태그 객체의 이동경로를 정밀하게 관리할 수 있다. 이 논문은 변화된 환경을 반영하기 위해 태그 객체의 유통경로를 모델링하고 색인 방법을 제안하는 것이 목적이다. 이를 위해 위치 차원을 재정의하였으며, 또한 UC 개념을 일

관성 있게 적용하여 리더기 범위 안에서 머무는 경우와 이동 중인 경우 모두에 검색 가능한 방법을 제시한다.

제조사에 상품이 만들어지면 제품 박스에 RFID 태그를 부착하여 제품을 관리한다. 제품 박스들은 팔레트에 위에 적재되어 배송되는데 태그 각각을 저장하는 것보다 팔레트 별로 이동경로를 묶어서 저장하는 것이 색인의 크기를 작게 할 수 있다. 논문에서는 상품 태그 집합을 팔레트 태그에 매핑하여 관리하는 모델링을 제안한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 위치데이터 관리 기술인 이동체 색인과 태그 객체의 색인 연구를 소개하고, 3장에서는 일반적인 RFID 시스템 환경에서의 태그 객체의 위치데이터 특징과 태그 객체를 기존의 연구에서 발생하는 문제점들을 설명한다. 4장에서는 태그 객체의 위치 데이터를 시공간 데이터로 모델링하고, 적용 가능한 시공간 색인을 기술한다. 태그 객체의 이동을 저장하고, 태그를 묶음으로 관리하여 색인의 크기를 줄이는 방법을 제안한다. 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구를 기술한다.

II. 관련 연구

태그 객체는 시간에 지남에 따라 이동체(Moving Object)와 같이 이동하므로, 태그 객체의 위치를 추적하거나 이동경로를 파악하기 위해서 이동체를 위한 시공간 색인을 적용할 수 있다. 관련 연구[3, 4]에서는 태그 객체가 리더기의 인식영역에 들어올 때와 나갈 때 보고되는 시공간 위치를 이용하여 태그 객체의 위치정보를 선분으로 표현하고 색인을 구성하였다.

이동체와 달리 태그 객체는 비연속적인 선분으로 저장되기 때문에, 한 장소에 머물고 있는 태그는 궤적을 표현할 수가 없으므로 질의 시 이러한 태그를 검색할 수 없다. 관련연구 [3]에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 태그의 궤적을 시간 매개변수 간격으로 정의하고 새로운 색인인 IR-tree(Interval R-tree)를 제안 하였다. 시간 매개변수 간격은 시간에 종속적인 선분으로 태그가 관독기에 들어온 것만을 보고하더라도 질의를 처리할 수 있다. 하지만 이 논문에서는 태그 객체의 이동 정보를 저장하지 않기 때문에, 현재 이동 중이거나, 과거 이동 시간 구간내의 태그 객체들은 검색이 되지 않는 문제점은 해결하지 않았다.

관련연구[4]에서는 태그 객체는 기존의 이동체의 위치데이터와 달리 연속적인 위치 정보를 저장하지 않고, 이산적인 간격의 집합으로 표현한다는 가정 하에 위치 정보를 모델링하고, 효과적인 이력질의 처리를 위해 궤적을 연결하기 위해 링크(연결정보)를 색인에 추가하였다.

이 논문에서 제안하는 색인 기법은 기존연구와 다음과 같은 차이점이 있다.

첫째, 관련연구[3, 4]에서는 리더기의 인식 영역 밖의 이동에 대한 정보는 저장하지 않는다. 이 논문에서는 이동 중인 태그 객체에 대해서도 UC 개념과 동적 위치 개념을 이용하여 이동 정보를 저장하고 검색이 가능하게 하였다.

둘째, 관련연구[3, 4]에서는 위치(Location)를 고정(Static)된 리더기의 위치만을 이용하였기 때문에, 전자태그의 궤적이 이산적인 선분의 집합으로 표현되었다. 이 논문에서는 Location 차원을 재 정의하여 이동경로를 포함하도록 하여 태그 객체의 궤적을 연속적인 시공간 선분의 집합으로 표현하였다.

이동체 색인 연구에서 이동체의 이동 경로 검색인 궤적질의 성능 향상을 위해서 이동체 별로 이동 경로를 클러스터링한다[2, 5]. 이는 이동체가 연속적으로 위치 변경을 수행하고, 이동체의 위치보고는 주기적(혹은 주기적이지 않을 수도 있다)이며 시간이 지남에 따라 위치 데이터가 쌓이는 형태의 특징을 가지기 때문에 의미가 있다. 이에 비해 태그 객체의 위치 데이터 생성은 주기적이지 않으며, 객체별 위치 데이터의 량도 이동체에 비해 매우 작다고 할 수 있다. 이는 리더기의 인식 영역에 들어오거나, 나가는 위치 변경에 대해서만 위치 데이터를 저장하기 때문이다. 이와 같은 이유로 이 논문에서는 이력 검색 질의 성능 향상만을 하는 태그 객체별 클러스터링 방법을 고려하지는 않는다.

III. 위치데이터의 특징 및 문제정의

1. 위치데이터의 특징

이 논문에서는 기존의 이동체 연구들[2, 5, 6]에서 사용한

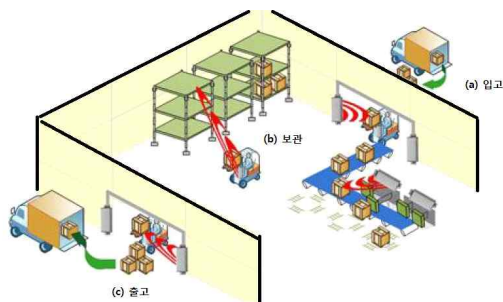


그림 1. 전자태그의 위치 데이터
Fig. 1. Location data of tagged objects

이산적 모델로 태그 객체의 이동경로를 표현한다. 이산적 모델은 이동체의 이동경로를 유한개의 점 집합으로 표현하는 것으로 3차원 도메인에서 다중선(Polyline)으로 표현한다. 태그 객체의 궤적(Trajectory)을 3차원 선분들의 집합으로 표현하도록 위치데이터를 모델링하는 것이 이 논문의 핵심이다.

최근에 리더기의 성능 향상과 보급으로 인하여 전라적으로 전자태그들이 드나드는 주요 지점에 리더기를 고정 설치하여 제품의 이동경로를 파악할 수 있게 되었다. 이러한 특징으로 인하여 RFID 시스템의 태그 객체는 이동체와 유사한 특징을 가지게 된다.

제조업체나 물류센터에서 그림 1 (a),(c)와 같이 입출구에 설치된 리더기를 통해 상품에 부착된 태그를 인식하여 입출고 정보를 수집한다. 이동체는 일정한 시간 간격으로 현재 위치를 위치서버에 전송하지만 태그 객체는 출입구의 리더기로 이동을 인지하여 정보를 수집한다. 태그가 입고게이트를 통과하면 Enter 이벤트가 발생하며 이 정보를 서버에 전송한다. 반대로 태그가 출고게이트로 빠져나가면 Leave 이벤트가 발생하며 이 정보를 서버에 전송한다[7, 8].

그림 1(b)와 같이 이동하는 리더기를 통해 재고현황을 체크할 수 있다. 이런 경우는 색인이 너무 커지기 때문에 저장하지 않고 이력으로만 남기는 것으로 가정한다.

전자태그 자체는 통신 및 처리기능이 없기 때문에 GPS와 같은 장비를 이용하는 이동체와 다음과 같은 차이점이 있다.

첫째, 전자태그는 스스로 위치를 파악할 수 없다. 리더기가 인식할 수 있는 범위 내에 있어야 리더기에 의해 위치를 알 수 있다. 리더기의 인식영역이 제한적이고 전자태그의 이동범위는 넓기 때문에 리더기 R1의 인식영역을 벗어나, R2의 인식영역 안에 도달하는 시간 구간에서는 전자태그의 위치 정보를 유지할 수 없다.

둘째, 전자태그의 위치가 리더기에 종속된다. 전자태그가 리더기의 인식영역 안에 도달하더라도 전자태그와 리더기와의 상대 거리나 방향 등을 알 수 없기 때문에 전자태그의 위치는 위경도 좌표가 아닌 리더기의 위치로 저장되어 진다.

2. 문제 정의

태그 객체의 위치 정보는 그림 2와 같이 T_{enter} 와 T_{leave} 시각에 보고된 리더기의 위치 ID를 연결하는 선분인 (O_1, L_1, T_{enter}) , (O_1, L_1, T_{leave}) 으로 저장한다. 저장된 선분은 태그 객체 O_1 이 창고 L_1 에 시각 T_{enter} 에 들어가서 T_{leave} 에 인식영역 밖으로 나왔다는 정보를 저장하는 것이다.

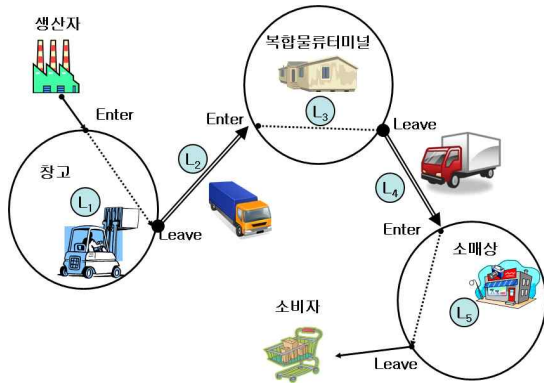


그림 2. 전자태그를 이용한 물류 관리 시스템의 예
Fig. 2. A sample RFID-Enabled supply chain system

Leave 이벤트 발생시 태그 객체의 위치 정보인 선분을 저장하는 방식은 $T_{enter} < T_k < T_{leave}$ 시간 동안에는 선분이 저장되지 않기 때문에 태그 객체가 창고 L_1 안에 존재하고 있으나, 데이터베이스 내에 저장되기 전이기 때문에 태그 객체의 위치를 검색할 수 없다. 이러한 문제점은 관련연구[5, 6, 11]에 언급되어 있으며, 시공간 데이터베이스에서 사용하는 now 개념[12]을 도입하여야 한다.

두 번째 문제는 그림 2에서와 같이 창고에서 복합물류터미널로 이동 중인 경우에 객체의 위치를 찾을 수 없다는 것이다 [14].

그림 2와 같이 창고 R1에서 출발한 상품은 복합물류터미널(IFT) R2에 도착하기 전까지는 검색되지 않는다. 이는 태그 객체가 실제로 존재하고 있지만 기존의 연구에서 그림 1(b)와 그림 3과 같이 리더기에 인식되는 시간 범위 내에서만 데이터베이스에 저장되기 때문에 발생하는 문제점이다.

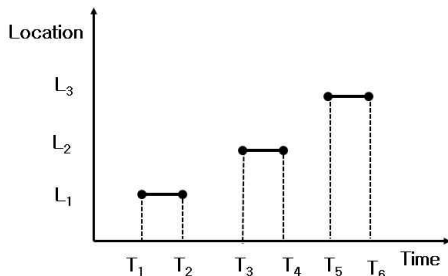


그림 3. 태그 객체 O의 유통경로를 비연속적인 선분의 집합으로 표현한 예
Fig. 3. An example of moving path of tag object O, which is represented by noncontinuous segments along time

그림 3은 그림 2의 상품이 생산에서 소비자의 구매로의 이동경로를 시간과 위치 축만으로 표현한 것이다. 상품이 창고 L_1 에 T_1 시각에 입고되어 T_2 시각에 출고되었음을 저장한 것이다. 상품은 복합물류터미널 L_2 에 T_3 시각에 입고되어 T_4 시각에 출고되었다. 기존 연구의 비연속적인 표현 방법은 리더기의 인식영역 안에서의 위치데이터만을 저장한다. 하지만 태그 객체는 유통경로 안에 존재하고 있으며, 삭제 후 재생성된 것이 아니기 때문에 시공간 데이터베이스에서 연속적인 표현 방법으로 모델링되어야 한다.

이 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 기존 연구에서 리더기 ID를 위치로 정의한 도메인에 이동경로를 추가하여 위치(Location) 차원을 재 정의한다. 또한 리더기 간의 이동경로를 3차원 선분으로 저장함으로써 태그 객체의 이동경로를 연속적인 표현 방법으로 저장함으로써 이동 중이거나, 이동 시간구간에서 검색이 되지 않았던 문제점을 해결하였다.

IV. 위치데이터 모델링과 시공간 색인

이 장에서는 태그 객체의 위치 데이터를 모델링하고 태그 객체의 이동 경로인 궤적을 저장, 검색하는 방법을 제안한다.

1. 위치데이터와 질의 분석

그림 1과 같이 RFID 시스템에서 태그 객체의 위치 정보는 Enter 이벤트와 Leave 이벤트가 발생하는 경우에 서버에 전송되어 저장된다. 전송된 위치 데이터는 (Tag ID, Reader ID, Time)이다[14].

태그 객체의 입출고시에도 이벤트가 발생하지만 제조업체에서 최초로 제품이 생산되어 태깅(Tagging)하거나 창고에서 재고관리를 위한 이동 리더기로 이벤트를 발생시킬 수 있다. 또한 매장에서 판매로 이벤트를 발생할 수 있다.

이 논문에서는 제조업체에서 제품을 생산하는 최초의 이벤트를 트랜잭션의 시작으로 보고, 매장에서 판매하는 이벤트를 트랜잭션의 끝으로 가정한다. 태그 객체의 이력은 트랜잭션이 종료되기 전까지 지속적으로 변경되어진다.

태그 객체의 시공간 색인 구축을 위해 먼저 질의를 분석해야 한다. 관련 연구[8]에서는 RFID 시스템에서 태그 객체의 위치를 추적하기 위해서는 다양한 질의를 정의하였다. 질의는 특정 시공간 지역에 포함되는 궤적을 추출하는데 표 1과 같이 네 종류로 분류 된다.

표 1. 태그 객체를 위한 질의 분석
Table 1. Query analysis for tagged objects

| 질의명 | 인자값 | 리턴값 |
|---------|----------------|--------------|
| FIND | Tag, Time | Location |
| WITH | Tag, Time | Tag Set |
| LOOK | Location, Time | Tag Set |
| HISTORY | Tag | Location Set |

표 1에서와 같이 태그 객체의 이동경로를 검색하기 위한 질의는 태그, 위치, 시간 정보를 이용한다. 이 논문에서는 위치 정보를 객체 ID(Object 축), 위치(Location 축), 시간(Time 축) 정보를 저장하는 3차원 색인 구조에 저장한다.

2. 위치(Location) 차원의 재정의

기존 연구[3, 4)에서는 Location에 대한 정의를 리더기가 있는 고정된 위치로 정의하였다. 이 논문에서는 표 2와 같이 이동 중인 태그 객체의 위치 정보인 경로(Route)도 Location 객체로 정의한다[15]. 리더기 ID의 E는 Enter, L은 Leave, S는 Sale를 의미한다.

표 2. 위치 테이블의 예
Table 2. The example of the location table

| Location ID | Departure Reader ID | Destination Reader ID | 설명 |
|-------------|---------------------|-----------------------|---------|
| L001 | R01E | R01L | 창고 |
| L002 | R01L | R02E | 경로A |
| L003 | R02E | R02L | 복합물류터미널 |
| L004 | R02L | R03E | 경로B |
| L005 | R03E | R03S | 소매상 |

창고 L1에서 출발하는 상품은 출구 측의 리더기에 의해 Leave 이벤트가 발생한다. 이때 출구 측 리더기는 화물을 실어가는 화물차의 인식번호도 같이 인식할 것 이다. 화물이 운행 중임을 표시한다. 표 2는 상품(O1)이 생산에서 판매까지의 이동한 경로에 있는 리더기들의 위치정보들이다.

Location L001, L003, L005는 Static type이며, L002와 L003은 Route type으로 운송수단을 값으로 가진다. Route type의 위치정보는 RFID기반 물류거점 정보시스템과 연계한다면 Containment 관계로 상품의 이동 정보를 좀 더 상세히 추적할 수 있다.

그림 4는 의왕ICD, 부산진CY 등 컨테이너물류거점에 RFID기술을 이용한 컨테이너 및 차량의 반출입 자동화 운영 시스템이다[13]. 내륙물류거점(ICD, CY, IFT) 8개소, 고

속도로 톨게이트 22개소, 국제여객터미널 3개소, 기타(인천공항, KL-Net IDC 등) 8개소에 설치되어 운영 중이다.

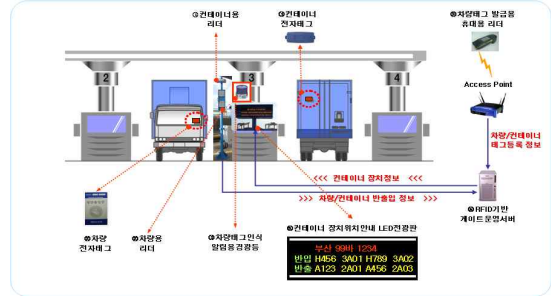


그림 4. RFID 기반 게이트 자동화 시스템[13]
Fig. 4. Gate automation system based on RFID

3. 위치데이터의 시공간 모델링과 이벤트 처리

태그 객체의 위치데이터는 과거의 이동경로인 궤적 (O_1, L_1, t_1) , (O_1, L_1, t_2) 과 현재위치를 의미하는 추정선분 (O_1, L_2, t_3) , (O_1, L_2, now) 으로 표현된다. 추정선분에 대한 정의는 관련연구[2)에 설명되어 있다. 궤적은 3차원 선분으로 저장되며 이력검색에 사용된다. 추정선분은 UC점을 포함하기 때문에, 시간 값 중에 가장 큰 값을 가지거나 2+3D R-tree처럼 궤적과 현재 위치를 분리하여 저장한다.

기존 연구[3, 4)에서는 그림 3과 같이 리더기의 인식 범위를 벗어나는 태그 객체의 이동을 저장하지 않기 때문에 태그 객체의 궤적이 단절되고, 특히 이동 중인 태그 객체는 검색되지 않는다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 이 논문에서는 앞 절에서 기술한 바와 같이 리더기 간의 이동을 그림 5와 같이 저장한다. 관련연구[15)에서는 색인에 대한 설명이 없고 현재 위치에 대한 처리가 고려되지 않았다.

제조사는 생산 시 제품 박스에 RFID 태그를 부착한다. 부착된 제품 박스가 팔레트 위에 적재되면서 팔레트와 제품 박스가 자동적으로 매핑된다[9]. 이를 팰렛타이징(Palletizing)이라 하며, 모델링에서는 집합(Aggregation)이라 한다. Aggregation된 상품들은 팔레트 EPC 코드로 관리되어 진다 [10]. 이 논문에서는 위치데이터와 관련된 내용만을 다룬다.

상품들에 부착된 모든 태그를 위치 추적을 위해 색인에 저장하면 색인의 크기가 너무 커지는 단점이 있다. 제품 박스가 팰렛타이징되면 팔레트의 이동이 제품의 이동이 된다. 또한 배송을 위해 팔레트가 트럭에 적재되어 게이트를 통과하면 트럭의 이동이 팔레트의 이동이 된다. 이는 표3과 같이 표현된다. O1은 배송상품이다. P1은 상품을 적재한 팔레트이다. C1, C2는 상품을 실은 배송차량이다.

표 3. 집합 매핑 테이블의 예
Table 3. The example of the aggregation mapping table

| Tag ID | Container ID | Tstart | Tend |
|--------|--------------|--------|------|
| O1 | P1 | T1.1 | T5.1 |
| P1 | C1 | T2 | T3 |
| P1 | C2 | T4 | T5 |

표 4. 집합 매핑 테이블을 이용한 궤적 테이블의 예
Table 4. The example of a trajectory table using the aggregation mapping table

| Object ID | Location ID | Tenter | Tleave | 설명 |
|-----------|-------------|--------|--------|---------------|
| O1 | L01 | T1 | T2 | 창고 |
| P1 | L02 | T2 | T3 | 경로A |
| C1 | R01 | T2 | T2.1 | 창고->통게이트 |
| C1 | R02 | T.2.2 | T2.3 | 통게이트->복합물류터미널 |
| P1 | L03 | T3 | T4 | 복합물류터미널 |
| P1 | L04 | T4 | T5 | 경로B |
| O1 | L05 | T5 | T6 | 소매상 |

상품이 창고에서 복합물류터미널로 운송된 정보는 다음과 같이 저장된다. 선분 $(P_1, L_2, t_2), (P_1, L_2, t_3)$ 는 객체 O_1 이 리더기 R_{01L} 을 시각 t_2 에 벗어나서 리더기 R_{02E} 에 시각 t_3 에 도착했다는 정보를 저장한다. 표 3의 집합매핑 테이블을 이용해서 객체 O_1 의 궤적을 유도할 수 있다. 리더기 간의 이동을 표 4와 같이 동적 위치로 저장함으로써 그림 5와 같이 태그 객체의 이동을 연속적인 위치 변경으로 표현할 수 있으며, 특정 시간 구간에 검색이 되지 않는다는 문제점을 해결하였다.

그림 2에서와 같이 상품이 복합물류터미널 L3를 출발하면 새로운 리더기의 인식영역에 들어가기 전까지는 검색할 수 없

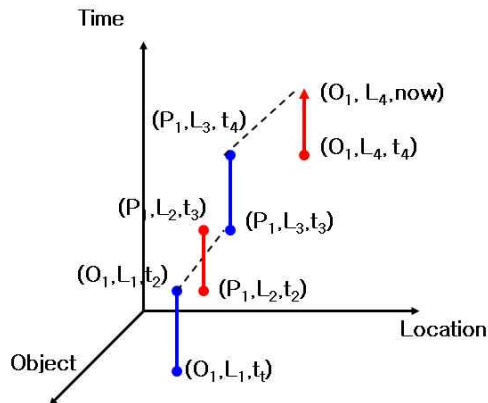


그림 5. 태그 객체의 이동을 의미하는 동적 위치 정보의 저장 방법
Fig. 5. The Storing method for dynamic changed position data which means moving of tagged objects

다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 리더기 R1의 인식영역을 벗어날 때 발생하는 Leave 이벤트 발생시, 새로운 (O_i, L_k, t_k) 의 UC 점을 포함하는 추정 선분을 저장한다. 이는 태그 객체 O_i 가 경로 L_k 로 이동 중에 있음을 의미한다.

UC 점을 가지는 추정 선분은 태그 객체의 위치 정보가 변경되면 기존의 위치 정보는 과거의 궤적이 된다. 즉, 기존의 추정 선분이 이력 선분이 되는 것이다. 표 4는 태그 객체의 위치 이벤트가 발생하는 경우에 조건에 따라 처리해야 하는 색인 작업을 기술하였다.

물류유통의 로직을 기반으로 이벤트 처리의 예는 다음과 같다. 공장에서 상품을 생산하여 창고에 들어가는 경우에는 새로운 태그 객체가 생성되기 때문에 추정 선분이 삽입된다. 창고에 있던 상품이 도매상으로 배송되는 경우에는 추정 선분에 출고시간을 저장하여 이력 선분으로 저장하고, 배송을 의미하는 추정 선분을 삽입한다. 최종적으로 소매상에서 판매되는 경우에는 이력 선분으로 저장하여 유통관리를 종료한다.

이 논문은 색인의 성능향상을 목적으로 하는 것이 아니라, 태그 객체의 위치 데이터를 연결된 선분으로 표현하고, 시간 개념을 도입하는 것이기 때문에 기존 연구의 색인과 성능비교를 하지 않았다.

V. 결론

이 논문에서는 RFID 시스템 환경에서의 태그 객체의 이동성을 고려하여, 태그 객체의 위치 데이터의 특징을 분석하였다. 이를 이용하여 태그 객체의 위치 데이터를 시공간 데이터베이스에 저장하기 위한 모델링 방법을 제시하였다.

이 논문에서는 태그 객체가 특정 위치에 머물러 있을 경우나 이동 중인 경우에 검색되지 않는 문제점을 해결하기 위하여 시간 데이터베이스의 UC개념을 도입하여 해결하였으며, 태그 객체의 리더기 간의 이동을 표현하지 않아, 이동 시간 구간에 태그 객체가 검색되지 않는 문제점도 위치 차원을 재정의하여 해결하였다.

이 논문은 태그 객체의 위치 변경을 단절된 시간 구간의 표현으로 저장하는 기존 연구의 문제점을 해결하며, 태그 객체의 위치 변경을 시공간 객체로 해석하여 저장할 수 있는 데이터 모델을 제안하는 것이 목적이다. 또한 파렛타이징된 상품의 태그 정보는 저장하지 않으므로써 색인의 크기를 줄였다.

향후 연구로서는 태그 객체는 GPS를 사용하는 이동체보다 위치 변경을 수행하는 시간 간격이 길기 때문에 시간 축으로 검색이 쉽다. 실제 물류 환경에서 태그가 부착된 화물 또는 상품의 관리 및 추적에 적용하기 위해 노드간의 검색을 최

소화하는 알고리즘 개발과 색인 구조 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

- [1] S. E. Sarma, S. A. Weis, and D. W. Engels, "RFID Systems and Security and Privacy Implications," Lecture Notes In Computer Science, Vol. 2523, pp. 454-469, Aug. 2002.
- [2] B. Jun, "A Study on Inserting Polices for Indexing Moving Objects using the 3D R-tree," Dept. of Computer Engineering, Pusan National University, PhD thesis, 2003.
- [3] C. Hoon and B. Hong, "Design and Implementation of Index for RFID Tag Objects," Conference of KIICE, pp. 143-146, Oct. 2008.
- [4] F. Bonchi, L. V. Lakshmanan, H. Wang, "Trajectory Anonymity in Publishing Personal Mobility Data" ACM SIGKDD Explorations, Vol. 13 Issue 1, pp. 30-42, June 2011
- [5] A. Monreale, G. Andrienko, N. Andrienko, F. Giannotti, D. Pedreschi, S. Rinzivillo and S. Wrobel, "Movement Data Anonymity through Generalization", International Workshop on Security and Privacy in GIS and LBS. pp. 27-31, Nov. 2009
- [6] Y. Theodoridis, M. Vazirgiannis, and T. K. Sellis, "Spatio-temporal indexing for large multimedia applications," IEEE Int'l Conf. on Multimedia Computing and Systems, pp.441-448, Jun. 1996.
- [7] K. Romer, T. Schoch, F. Mattern, and T. Dubendorfer, "Smart Identification Frameworks for Ubiquitous Computing Applications," Proc. of IEEE Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications, pp.256-262, Mar. 2003.
- [8] K. Romer, T. Schoch, "Infrastructure Concepts for Tag-Based Ubiquitous Computing Applications," Workshop on Concepts and Models for Ubiquitous Computing, UbiComp, Sep. 2002.
- [9] J. Kim, J. Park and Y. Shin, "RFID-Based Automatic Inspection System Design and Implementation for Manufacturing and Retail Industry," Journal of KICS, Vol. 39, No. 1, pp.97-105, Jan. 2014.
- [10] H. Kim, H. Seo and K. Kang, "A study for Development of SCM Information System in the Distribution Logistics on Using RFID," Journal of Korea Safety Management & Science, Vol. 12, No. 4, pp.127-137, Dec. 2010.
- [11] M. A. Nascimento, J. R. O. Silva, and Y. Theodoridis, "Evaluation of access structures for discretely moving points," Proc. of Int'l Workshop on Spatio-Temporal Database Management, pp. 171-188, Sep. 1999.
- [12] Y. Theodoridis, T. K. Sellis, A. Papadopoulos, and Y. Manolopoulos, "Specifications for efficient indexing in spatiotemporal databases," Int'l Conf. on Scientific and Statistical Database Management, pp.123-132, Sep. Jul. 1998.
- [13] National Logistics Plan, Ministry of Land, Infrastructure and Transport
- [14] B. Jun, "Spatiotemporal Data Model for Tracing of RFID Tagged Objects," KISTI-KOCON ICC, Vol.7, No.2, pp.768-771, Dec. 2009.
- [15] F. Wang, P. Liu, "Temporal management of RFID data," Proceedings of the 31st international conference on Very large data bases, pp.1128-1139, Oct. 2005.
- [16] H. S. Kim, W. K. Lim, "Effect of Information Technology Resources and Quality of Information in Logistics Information System upon Business Logistics Performance", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 19, No. 3, pp.87-100, Mar. 2014
- [17] S. S. Kim, T. J Yun, "An Anti Collision Algorithm Using Efficient Separation in RFID system", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 11, pp.87-97, Nov. 2013.

저 자 소 개



전 봉 기

1991: 부산대학교

컴퓨터공학과 공학사

1993: 부산대학교

컴퓨터공학과 공학석사

2003: 부산대학교

컴퓨터공학과 공학박사

현재: 신라대학교

컴퓨터공학과 부교수

관심분야: 데이터베이스

Email : bgjun@silla.ac.kr