

# 통합 주차관제를 위한 실시간 제약 조건을 고려한 최근접 주차장 탐색

강구안, 김진덕  
동의대학교

## A Method of Searching Nearest Neighbor Parking Lot to Consider Realtime Constraints for Integrated Parking Control

Ku-an Kang, Jin-Deog Kim  
Donggeui University

E-mail : kuankang@korea.com, jdk@deu.ac.kr

### 요 약

상권 내에 존재하는 여러 개의 주차장을 통합 관리하는 시스템에서는 주차장의 실시간 현황 및 접근 경로를 변화 등과 같은 다양한 실시간 제약 조건을 고려한 최근접 주차장에 대한 경로 안내가 필요하다. 이 논문에서는 실시간 제약 조건을 고려한 통합 주차관제 시스템의 최적 경로 탐색 기법을 제안하고자 한다. 구체적으로 고객이 지정한 주차장의 여러 가지 상황(주차거부, 휴업, 공사 중, 도로 통행 금지 등)을 고려한 인접 지역의 경로 재탐색 방법을 상황별로 알아보고, 각 상황에 맞는 최적의 주차장 접근 경로 탐색 기법을 자세히 다룬다.

### ABSTRACT

For a integrated system to control several parking lots within a commercial district, it is required to guide a route to a nearest neighbor parking lot considering diverse realtime constraints such as realtime status of parking lots and changes of an access route. This paper proposes an optimized route-searching technique of integrated parking control system considering realtime constraints. In concrete, it proposes a method of researching a route in the surrounding area considering various status of parking lots that a customer designates (no parking, closed, under construction, no passing of a road) and deals with a route-searching technique optimized for each situation in detail.

### 키워드

실시간 제약 조건, 최근접 객체 탐색

### I. 서 론

통합 주차 관제 시스템은 고객이 이동하고자 하는 상권으로 이동 중 만차, 주차거부, 휴업, 이동도로의 공사 중 등과 같은 예외 상황이 발생하면 지정된 인근 지역의 주차장 위치를 고객에게 전달해야 한다.

이 논문에서는 실시간 제약 조건을 고려한 최근접 주차장 탐색 기법을 제안하고자 한다. 제약 사항은 고객이 지정된 주차장의 여러 가지 상황을 고려한 지정된 주차장 인접 지역의 재경로 탐

색 방법 그리고 지정된 주차장 인접 지역 최근접 주차장 경로 탐색을 위한 RFID 리더기 사이의 가중치 부여 및 근접별 우선순위를 결정하는 방법, 도로가 공사 중으로 지정된 주차장 인근 지역 도로 우회 검색 방법 등을 제안하고자 한다. 위의 제약 사항을 고려한 기능을 추가한다면 보다 질 높은 서비스를 고객에게 제공함과 동시에 중소 상가 및 재래시장의 경쟁력 확보는 보다 강화 될 것으로 확신한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 RFID 및 주차관제 시스템에 관련된 연구를 살펴보고, 3

장에서는 여러 가지 실시간 제약 사항에 대해서 설명하고자 한다. 4장에서는 실시간 제약사항을 해결하기 위한 지정된 주차 인접 검색결과를 정렬하는 방법, 경로가 공사 중 우회도로 최적 경로 탐색 방법, 지정된 인접 지역의 주차장 최근접 정렬 방법 등에 대해서 제안하고자 한다. 마지막으로 5장에서 본 논문의 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

### II. 관련 연구

RFID 리더기의 특징은 한 리더기 안의 모든 객체는 같은 위치를 가진다[2, 3]. Tag 객체를 부착한 차량이 RFID 리더 영역에 들어 왔을 때 Enter event를 발생시키고 또한 차량이 리더 영역을 벗어날 때 leave신호를 발생한다[4, 7]. 이와 같이 인식된 RFID 리더기에 현재 위치를 입력하여 그 위치를 서버에 전달함으로써 이동객체의 현재 위치를 구할 수 있다. 그러나 하나의 RFID 리더기 안에서 움직이는 객체의 이동 방향 및 이동 범위를 찾을 수 없다[4].

RFID를 사용해서 객체의 현재 위치를 자세하게 파악할 수 있는 연구도 되었다[2]. 이는 RFID 리더기를 여러 개 설치하여 각 안테나의 인식 구역을 상세하게 하여 상세된 영역의 객체를 인식하게 함으로써 객체의 위치를 보다 정확하게 찾을 수 있다[1, 2].

최소근접 질의는 질의점에 가장 근접한 대상을 찾는 질의로 그 유형은 질의 영역의 제한 유무, 질의결과 수 및 질의 점과 질의 대상의 이동 유무에 따라 분류 한다[5]. 본 논문에서 질의 영역의 제한 유무는 최종 목적지 주차장의 RFID에 위치한 주차장들을 후보 객체로 선정하여 이들을 최적의 경로를 모두 검색하여 RFID 간의거리 계산에 의하여 후보 객체들을 정렬하는 방법을 사용했다. 그리고 실시간으로 이동하는 이동 객체의 최근접 질의는 차량이 각 RFID를 지나는 순간 현재 RFID 위치에서 가장 가까운 지역의 주차장을 경로테이블에서 탐색하는 방법을 사용했다.

### III. 실시간 제약 조건

본 논문에서는 실시간 제약조건을 크게 4가지로 구분하며, 각 상황에 적합한 최적경로 탐색 방법을 제안하고자 한다.

#### 1) 이동 중 지정된 주차장이 만차인 경우

고객은 P1 주차장을 선택했다. 그런데 P1 주차장으로 이동 중 P1 주차장이 만차와 같은 예외 상황이 발생되면 주차관제 시스템은 현재 위치에서 새로운 최적의 경로를 검색한다.

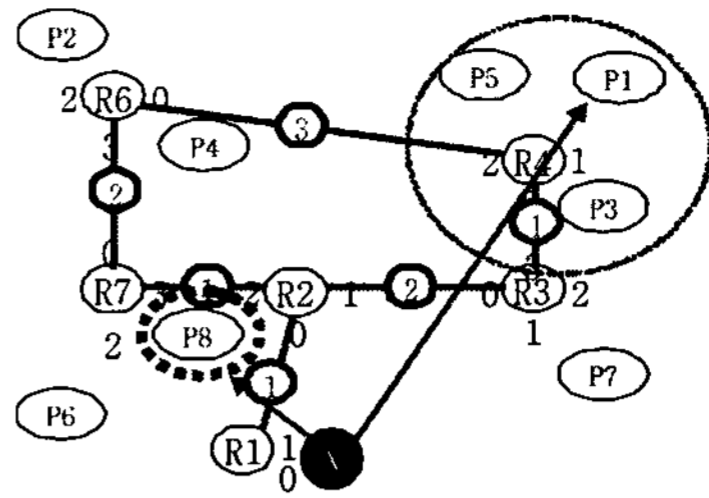


그림 1. 이동 중 만차/휴업인 경우

그림 1에서 이동 차량이 이동 중 P1이 만차나 예외 상황이 발생하면 최적경로 검색 결과는 P1 주차장의 인접 지역이 아닌 현재 위치에서 최적 경로인 P8주차장으로 인도하는 상황이 발생한다. 이는 고객이 원하는 지역으로 이동하지 못하는 경우가 발생한다. 즉 P1이 만차나 주차거부 또는 휴업과 같은 예외 상황이 발생하면 P1 주차장에서 최적의 다음 주차장인 P3 및 P5로 고객의 차량을 인도해야 한다.

#### 2) 검색하고자 하는 주차장이 만차/휴업인 경우

검색하고자 하는 주차장이 이미 만차/휴업인 경우가 많이 발생할 수 있다. 그림 1에서 만약 P1이 이미 만차/휴업 상태이다. 고객이 P1 주차장을 선택하면 P1은 만차라고 고객에게 메시지를 전달하고 검색 대상에서 제외되고 P1에서 최적의 주차장인 P3과 P5의 최적 주차장을 안내한다.

#### 3) 이동 경로가 이동할 수 없는 조건

지정된 경로의 도로가 진입 불가의 경우가 발생할 수 있다.

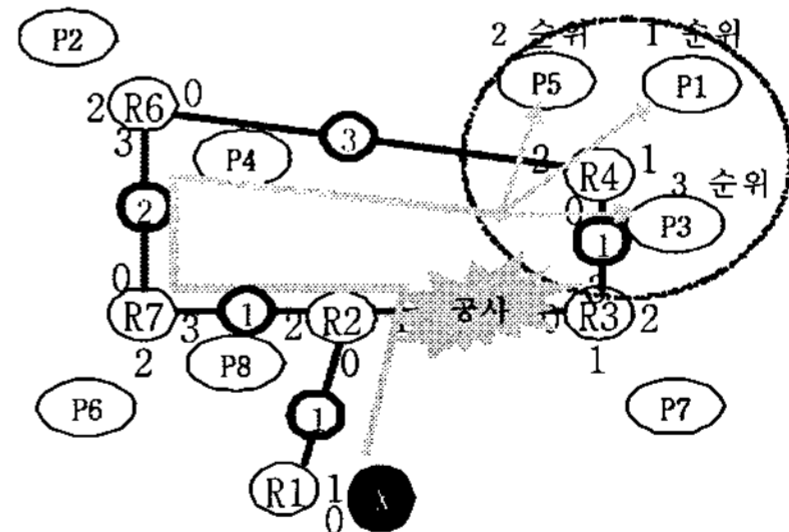


그림 2. 이동경로가 공사 중인 경우

그림 2에서 고객은 P1 주차장을 선택했다. 그런데 RFID R2, R3구간이 공사 중으로 차량 진입이 불가능한 경우이다. 이런 경우에 차량은 R2, R7, R6 및 R4로 우회하여 하는 경로를 안내해야 한다. 우회 경로 결과도 P1 주차장에 인접한 P3과 P5를 검색하여 경로를 고객에게 인도해야 한다.

#### 4) 지정된 주차장의 만차가 해제되는 경우

고객이 주차장 검색 시 만차에서 이동 중 만차가 해제되는 경우가 발생할 수도 있다. 그림 1에서 고객이 P1 주차장을 선택 했다. 그런데 P1

주차장이 만차로 인해 현재 P2로 이동 중이다. 그런데 다시 P1 주차장이 만차가 해제되어 P1이 주차가 가능하게 되어 다시 경로 재탐색에 의해 P1 주차장의 우선순위가 4번째로 변경되어 고객을 인도해야 한다.

#### IV. 실시간 제약 조건 해결 방법

##### 4.1 인접 주차장 탐색 기법 및 정렬 방법

지정된 주차장에 이동 중 예외 상황이 발생하여 인접 지역의 모든 주차장을 검색할 때 지정된 주차장의 RFID에서 모든 방향을 고려한 최적의 주차장을 검색한다. 이 검색된 주차장의 경로를 경로테이블에서 검색하여 모든 이동 경로에 따른 가중치를 계산 하여 주차장을 정렬할 수 있다.

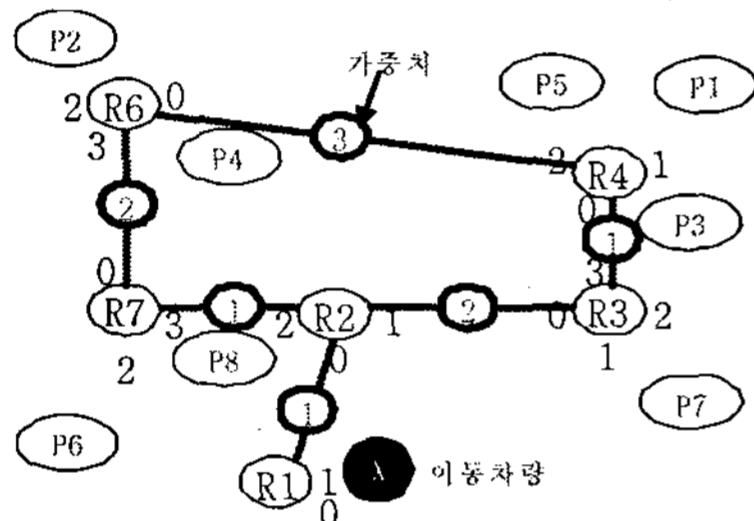


그림 3. RFID 거리 간 가중치 부여

그림 3은 인접한 지역의 주차장을 검색하여 최적의 경로 별로 정렬하기 위해 각 RFID 구간 간 거리에 따른 가중치를 부여한 것이다. 이 RFID간의 가중치를 계산하기 위한 이동 경로는 경로관리 테이블에서 가지고 온다.

##### 4.2 제약 조건 해결을 위한 DB정의

###### ■ 경로 테이블

경로관리 테이블은 제약조건에 상관없이 각각의 RFID위치에서 모든 주차장까지의 최적의 경로를 정의 해 놓는 테이블이다. 이 테이블은 크게 두 가지의 경로를 관리한다. 이 테이블의 기능은 하나는 현재 RFID위치에서 고객이 지정한 주차장까지의 최적 경로관리와 다른 하나는 현재 위치에서 가장 가까운 주차장 경로를 관리한다.

###### ■ RFID 리더기 테이블

현재 위치에서 최적의 주차장을 검색하기 위해서는 각 RFID에서 최적의 주차장 경로를 관리하는 테이블이 필요하다. 이 기능을 담당하는 테이블이 RFID 리더기 테이블 이다. 이는 경로 테이블에서 현재 위치에서 최적경로 주차장을 탐색하기 위해서 RFID 리더기 테이블과 경로 테이블을 조인해서 최적 경로를 찾을 수 있다.

###### ■ RFID 간 경로 가중치관리 테이블

경로 가중치 관리 테이블은 각 주차장에 인접한된 주차장을 모두 검색하여 검색된 주차장을

최적의 경로별로 정렬하기 위해 사용하는 테이블이다. 이 테이블의 정의 조건은 각각의 RFID에서 이동 가능한 모든 조건을 정의 하는 것이다.

###### ■ 주차장관리 테이블

주차장관리 테이블은 주차장 현황을 관리하는 테이블이다. 이 테이블에서 추가된 필드는 status 필드이다. 이는 만차 이외의 예외 사항을 관리하기 위해 추가한 것으로 현재는 만차, 휴업, 주차 거부 조건만 있지만 실제로 더 많은 조건을 추가할 수 있다.

##### 4.3 이동 중 만차/휴업인 경우 경로 재탐색

고객이 P1 주차장을 선택했다. 그런데 이동 중 만차/휴업등과 같은 예외 상황이 발생한 경우를 가정한 것이다.

□ 경로 테이블

T-ID	R-ID	Park	Ant1	Ant2	R-Path	순위
1	R1	P1	0	1	R2,0,1R3,0,3,R4,0,1	1
2	R1	P2	0	1	R2,0,2,R7,3,0,R6,3,2	2
3	R1	P3	0	1	R2,0,1,R3,0,3	3
4	R1	P4	0	1	R2,0,2,R7,3,0	
5	R1	P5	0	1	R2,0,1R3,0,3,R4,0,2	
9	R2	P1	0	1	R3,0,3,R4,0,1	

□ RFID 리더기 테이블

R-ID	Ant1	Ant2	Park
R4	0	1	P1
R4	0	2	P5
R4	2	0	P3

□ 경로 가중치

R-F	R-S	가중치
R2	R3	2
R3	R4	1

□ 주차장관리 테이블 (P1, P2, P5)

id	r-sp	p-num	cost	p-id	t-id	f-sp	p-n	status
1	0	011	10	p1	4	9	p1	가능

그림 4. 지정된 주차장 인접 지역 검색

그림 4에서 현재 이동 차량의 위치는 R1,0,1이고 고객은 P1 주차장을 선택했다. P1 주차장의 최근접 RFID는 R4이다. R4에 인접한 주차장은 P1, P3과 P5이다. 경로 테이블에서 검색된 P1,P3,P5 경로를 경로 가중치 테이블에서 구간을 검색하여 목적지까지의 가중치를 계산한다. 이 가중치 계산결과는 P1은 고객이 지정한 주차장이므로 1순위가 된다. 2 순위는 가중치가 P3 = 2이고, 그리고 마지막으로 P5=3의 순으로 경로는 정렬된다.

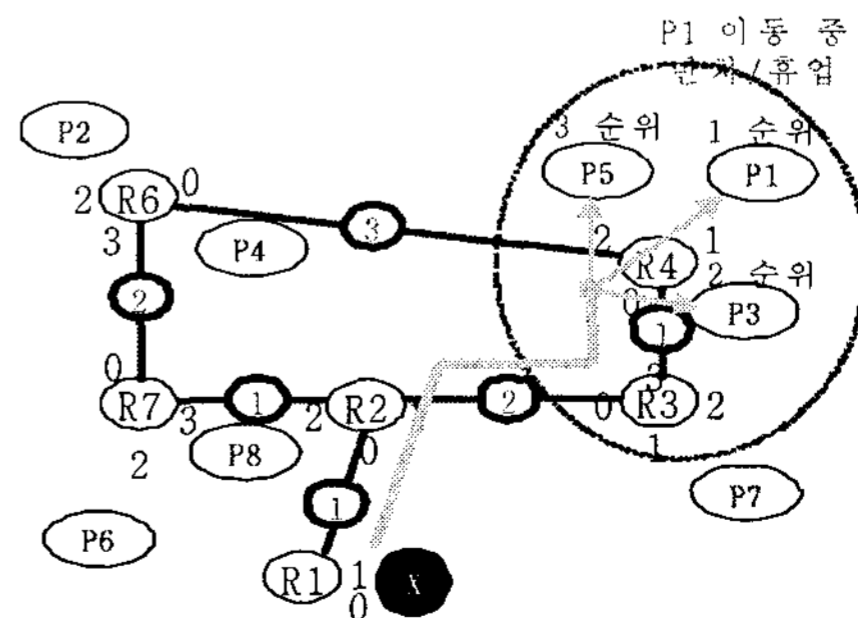


그림 5. 지정된 주차장 인접 지역 탐색

#### 4.4 도로가 공사 중인 경우의 경로 재탐색

도로는 항상 많은 조건을 가질 수 있다. 공사로 인한 임시 통행금지 또는 도로 확장과 같은 경우가 빈번하게 발생한다. 아래는 이동 경로가 공사 중인 경우 이다.

□ 경로 테이블

T-ID	R-ID	Park	Ant1	Ant2	R-Path
1	R1	P1	0	1	R2,0,1R3,0,3,R4,0,1
2	R1	P2	0	1	R2,0,2,R7,3,0,R6,3,2
3	R1	P3	0	1	R2,0,1,R3,0,3
4	R1	P4	0	1	R2,0,2,R7,3,0
5	R1	P5	0	1	R2,0,1R3,0,3,R4,0,2
9	R2	P1	0	1	R3,0,3,R4,0,1
14	R2	P1	0	2	R7,3,0,R6,3,0,R4,2,0
11	R2	P3	0	2	R7,3,0,R6,3,0,R4,2,1
18	R2	P5	0	2	R7,3,0,R6,3,0

□ RFID 리더기 테이블

R-ID	Ant1	Ant2	Park
R4	0	1	P1
R4	0	2	P5
R4	2	0	P3

□ 경로 가중치

R-P	R-S	가중치
R1	R2	1
R2	R3	공사
R3	R4	1
R2	R7	1
R7	R6	2
R6	R4	3

□ 주차장관리 테이블(P1,P3,P5)

id	r-sp	p-num	cost	p-id	t-id	f-sp	p-n	status
1	0	011	10	p1	4	9	p1	가능

그림 6. 도로가 공사 중 우회도로 검색

경로 가중치 테이블에서 현재 R2, R3 구간이 공사 중이다. 고객은 이에 상관없이 P1으로 이동하기를 원한다. P1 주차장이 존재하는 RFID R4의 최근접 주차장 P1, P3, P5를 RFID 리더기 테이블에서 검색한다. 이 검색된 결과를 경로 관리 테이블에서 현재 위치 R1에서 P1, P3과 P5로 가는 경로를 선택한다. 경로 테이블에서 선택된 P1, P3과 P5 주차장경로를 가중치 테이블에서 검색하여 가중치를 계산한다. 이 가중치를 계산하는 과정에 R2에서 R3으로 이동하는 구간이 공사 중임을 검색한다. 공사 중인 구간인 경우는 현재까지 진행한 위치를 저장하고 현재 공사 중인 도로에서 우회전 도로를 찾는다. 현재 위치는 R2이므로 R2에서 P1, P3 그리고 P5로 가는 경로를 경로 테이블에서 재탐색한다. 그림에서 B로 표시한 부분이 경로 재탐색으로 R2에서 P1,P3,P5 주차장으로 우회하는 도로이다. 이 재탐색 된 B의 조건을 다시 가중치 테이블에 대입하여 R4의 최근접 주차장까지의 가중치를 계산한다. P1은 고객이 지정한 주차장이므로 1순위이고 다음으로 P5와 P3순으로 주차장 경로는 정렬된다.

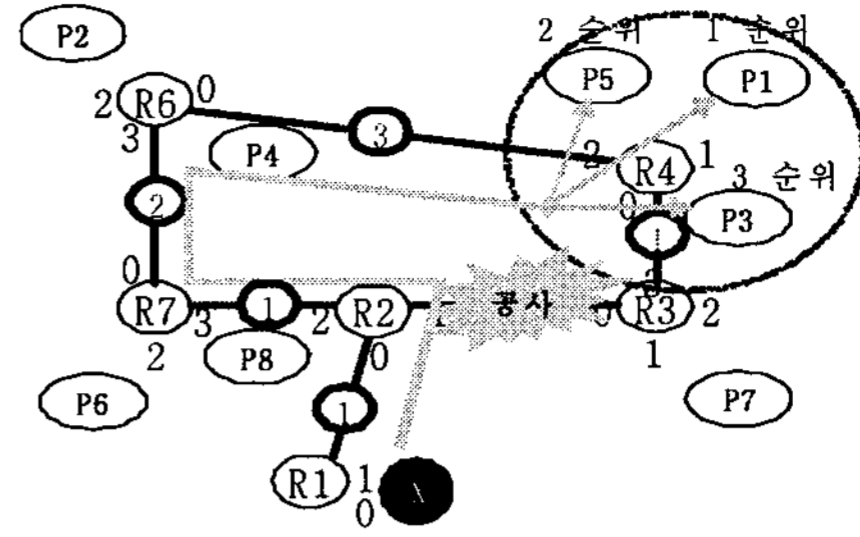


그림 7. 도로가 공사 중 우회도로 탐색

#### V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 현재 개발된 통합 주차관제 시스템의 효율을 극대화 하기위해 실시간 제약 조건을 해결하는 방법을 제안했다. 지정된 주차장 인접 지역의 경로 재탐색 방법 그리고 현재 차량의 위치에서 지정된 주차 지역의 인접 지역 최근접 경로 탐색을 위한 RFID 리더기 사이의 가중치를 주어 지정된 지역의 모든 주차장을 검색하여 우선순위를 결정하는 방법, 도로가 공사 중으로 지정된 주차장 인근 지역 도로 우회 검색 방법 등을 제안했다.

이에 본 논문에서 제안한 방법을 통합 주차관제 시스템에 추가한다면 통합 주차관제 시스템의 성능을 극대화 할 수 있다. 향후 본 논문에서 제안한 기능을 개발하여 통합 주차관제 시스템에 추가하여 실제 도로에서 시험을 하고자 한다.

#### 참고 문헌

- [1] K. Y. Lam, O. Ulusoy, T. S. H. Lee, E. Chan, and G. Li. "Efficient Method for Generating Location Updates for Processing of Location-Dependent Continuous Queries" Database Systems for Advanced Applications, 2001
- [2] L.M. Ni, Y. Liu, Y.C. Lau, and A.P. Patil, "LANDMARC : Indoor Location Sensing Using Active RFID, ACM" Kluwer Academic Publishers Wireless Networks Vol. 10, No.6, pp. 701-710, 2004
- [3] Myungsik Kim, " RFID-based Indoor Localization System For Mobile Robot Applications" GRP Progress Report, School of information science, Robotics Lab. 320304
- [4] 이기형, 서영덕, 김동현, 홍봉희 "전자태그 객체의 시공간 모델과 현재 질의를 위한 색인 구조" 데이터베이스연구회 KDBC(SIGDB-KISS), 2004.05
- [5] 반재훈 "제약을 가진 최소근접을 찾는 이동질의의 효율적인 수행" 제10회 한국정보처리학회 제20회 제10권 제 2호 2003.11