

■ 論 文 ■

운전자 선호를 고려한 주차장선택 알고리즘

The Algorithm for Selecting Parking Lots Considering Drivers' Preference

조 미 정

박 창 호

이 성 모

(서울대학교 건설환경공학부 박사과정) (서울대학교 건설환경공학부 교수) (서울대학교 건설환경공학부 교수)

목 차

- | | |
|--|--|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구의 배경 및 목적 2. 연구의 방법 <p>II. 기존문헌고찰</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 기존문헌고찰 2. 기존연구와의 차별성 <p>III. 주차장선택 알고리즘 구축</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 알고리즘 가정 2. 알고리즘 구축 | <ol style="list-style-type: none"> 3. CASE별 목적식 제시 <p>IV. 사례적용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 토이네트워크 현황 2. 토이네트워크 가정 3. 토이네트워크 수행결과 4. 결과분석 <p>V. 결론 및 향후연구과제</p> <p>감사의 글</p> <p>참고문헌</p> |
|--|--|

Key Words : 주차장, 운전자 선호, 경로 선택, 도보권, 유비쿼터스

Parking Lots, Drivers' Preference, Route Choice, the Sphere of Walking, Ubiquitous

요 약

최근 승용차의 48%가 수도권에 집중되어 있어 도심의 혼잡이 늘어날 것으로 예상되고 있다. 하지만 일부 도심에서 부설주차장 설치를 제한해야한다는 법률에 제시되어 있어 주차장 공급이 부족할 것으로 예측되고 있다. 따라서 늘어나는 주차수요로 인하여 운전자들이 주차장을 탐색하는데 어려움을 겪는 문제를 해결하기 위하여 본 연구를 실시하였다. 본 연구에서는 주차장 선택이라는 문제가 도보권내에서 발생하는 것이기 때문에 도보권의 개념을 도입하여 구축한 알고리즘을 제시하였다. 본 연구의 결과 이용자의 선호에 따라 선택패턴이 달라지기 때문에 이를 고려하는 것이 타당하고 나아가 유비쿼터스시대가 도래하게 된다면 실시간 정보공유로 인한 더 정확한 정보를 운전자에게 제공할 수 있게 될 것이라는 비전을 제시하고 있다.

It can be expected, recently, that the traffic congestion grows worse because the 48% of passenger cars are concentrated in the metropolitan area. However, there is an enforcement regulation that must limit onsite parking lot establishment in some downtown, so it is forecasted that parking lot supply is insufficient. Therefore, this study concentrate upon the subject that solves the problem which drivers are difficult to find parking lots because of increasing demand for parking. This study includes the concept about walking distance because the choice of parking lots is happened within walking distance. The algorithm of this study applies to toy-network, and then this study analyze the result of toy-network. It is proper to consider user's preference because the patterns of choice are different. Moreover, this study suggests the vision that will can offer drivers more correct information by real time information sharing in course of ubiquitous age.

본 연구는 2007년 건설교통부 국가교통핵심기술개발사업(T406A1010001-06A010100510, u-Transportation 운영관리 기술개발), 서울대학교 공학연구소, 안전하고 지속가능한 사회기반건설 사업단(BK21)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

전국의 자동차 등록대수는 1,640만대¹⁾를 넘어서고 있다. 2000년 이래로 도로연장²⁾의 경우에는 연평균 2.35%증가하고 있는 반면 자동차 등록대수³⁾는 4.71%로 도로연장의 2배의 증가현상을 보이고 있다. 자동차 등록대수 중 승용차는 연평균 5.59%증가하고 있어 화물차의 3.26%증가와 승합차의 3.99%감소에 비하여 눈에 띄는 증가현상을 보이고 있다. 승용차 등록대수 중 대략 48%가 수도권에 집중되어 있어 도심의 혼잡이 늘어날 것으로 예상되고 있다.

하지만 개정된 주차장법 시행규칙의 제 7조 2항을 보게 되면, 자동차통행이 혼잡한 상업지역이나 상업화된 준주거지역, 교통 혼잡관리구역으로 도시철도 등의 대중교통수단 이동이 편리한 지역에서는 부설 주차장 설치를 제한 할 수 있다고 제시되어 있다.

따라서 도심에서 늘어나고 있는 주차수요에 대비하기 위해 주차공급을 효과적으로 제공하는 방안이 필요하게 되었다. 하지만 현재 도시의 상업지역에서 제공하고 있는 주차안내 정보는 가변정보표지판을 일정지역에 설치하여 승용차 이용자들에게 주차장의 개략적인 위치와 주차가능면수에 대한 정보만을 제공하여 운전자에게 확실적인 정보만을 제공하고 있고 있기 때문에 이를 해결하는 다른 개선책이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 수요를 만족하지 못하고 있는 도시의 주차 공급으로 인하여 이용자들이 겪고 있는 주차장 탐색의 어려움을 해결하기 위해 이용자의 선호를 고려한 주차장 탐색 알고리즘을 구축하는 것이 목적이다.

2. 연구의 방법

본 연구는 도심으로 이동하는 차량들에게 최적 주차장을 제공하는 알고리즘을 구축하는 것이다. 따라서 본 연구의 수행과정은 <그림 1>에서 제시되어 있는 것처럼 기존에 연구되었던 주차에 관련된 이론에 대해서 고찰한 후 연구의 토대가 되는 알고리즘을 구축하고 토이네트워



<그림 1> 연구 수행 과정

크를 통한 사례적용을 하여 구축한 알고리즘에 대해 분석하고 결론을 도출하기로 한다.

II. 기존문헌고찰

1. 기존문헌 고찰

주차에 관한 연구는 해외에서 먼저 시작되었다. Michael Florian and Marc Los(1980)는 개인교통수단이 발달하면서 대중교통수단을 대체하고 있는 North America에서 Park'n ride 개념이 고려되면서 본 연구를 실시하면서 이러한 Park'n ride시설을 활성화시키기 위하여 주차장을 위한 용량 제약을 포함하는 park'n ride에서 정류장 선택의 예측을 위한 수리적인 접근법을 보여주고 있다.

M. A. Venkataramanan and Marc Bornstein (1991)는 주차공간을 배정하는 것의 일반적인 형태를 위한 network-based decision모형을 보여주고 있다. 본 연구에서는 선호값은 도보거리의 함수인 penalty cost, 비용과 우선권으로 나누어 가중치 등을 적용하여 값을 산출하고 있다.

J. D. Hunt and S. Teply(1993)는 RP자료를 이용하여 주차지역선택을 nested logit model을 이용하여 나타내고 있다. 적용된 자료는 CBD지역에 출근하는 운전자의 행위를 고려하고 하고 있다. 주차지역선택은

1) 통계청, 『도로현황조사』, 2007년 11월

2) 통계청, 『도로현황조사』, 2001년~2006년

3) 통계청, 『자동차 등록 현황조사』, 2001년~2006년

목적지에 접근과 비용뿐만 아니라 통행과 관련된 위치와 같은 요소들과 상점을 탐색하거나 대기하는 시간 등이 영향을 끼친다는 사실을 제시하고 있다.

Thomas A. Lambe(1996)는 하나의 도시에서 13개의 종점 중의 하나로 통행할 때, 55개의 주차장과 차고 사이에서 5,000명의 운전자들의 선택 형태를 나타내고 있다. 본 연구에서는 운전거리, 도보거리, 주차요금이 최소화되는 것처럼 행동한다고 가정하였고 도보거리는 운전의 6배 이상이라는 것을 가정하고 추정하고 있다.

Thananchai Leephakpreeda(2007)는 fuzzy knowledge-based decision making을 가지는 car-parking guidance를 제시하고 있다. 제안된 방법론은 교통신호로부터 실시간 관측에 의하여 교통신호로 가능한 최선의 주차공간으로 유도하는 모습을 보여주고 있다.

국내에서는 2000년 이래로 주차에 관한 연구가 드물게 이어져 오고 있다. 먼저 임현연(2000)에 의하면, 평택시의 SP조사에 의하여 사람들의 주차와 관련된 행태에 대한 조사를 통하여 운전자의 보행거리가 100m미만의 경우에 대한 주차행태모습이 전체의 80.1%를 차지하고 있다는 것을 밝히고 주차안내정보체계가 미비하기 때문에 주차시설의 효율성을 증진시키기 위해서 효율적인 운영관리 및 제도개선이 필요하다고 제안하고 있다.

황기연(2000)은 동대문지역의 교통 혼잡관리를 위하여 주차에 관한 사항을 제약하는 방안들을 여러 대안을 통하여 분석하여 그 효과에 대해서 제시하여 혼잡지역에는 교통 혼잡 특별관리 구역을 설치하는 것이 필요하다는 정당성을 부여하고 있다.

오윤표(2001)는 도심지내의 건축물의 대형화, 고층화, 밀집화 현상으로 인하여 통과교통량이 증가를 비롯한 주차공간의 부족현상을 낳게 된다는 것을 인식하였고 주차수요의 효율적인 관리를 위해서 부산의 대규모 교통유발시설의 부설주차장 이용 차량의 평균 도착시간 간격과 평균 주차시간 간격을 이용하여 적정 주차장 규모를 산정하는 추정모형을 구축하였다.

김대웅(2003)은 지역별 주차장 선택모형간의 지역이전가능성을 검토하고 있다. 이 연구의 주차장 선택모형 추정 결과를 통해서 주차요금과 불법주차 단속횟수에 관한 변수가 주차장 선택에 가장 큰 영향을 미친다는 결과를 도출하게 되었다.

김은경(2003)은 주차정보제공에 따른 개인의 주차장 선택행태를 분석하고 이를 주차장 대기행렬 시뮬레이션으로 구현하여 주차정보제공에 의한 도심주차 개선효과

를 분석하여 주차장 상황에 대한 정보가 도로상에서 미리 주어질 경우 주차장 대기시간이 크게 줄어드는 것을 확인하였다. 또한 주차 안내정보에 대한 주차장 이용효율측면을 분석하기 위해 주차장 공차여부 제공시와 주차장을 이용하고자 할 때 대기시간 정보 제공 시, 그리고 정보가 주어지지 않았을 때로 구분하여 비교 분석하였다. 주차안내정보 형태의 유용성과 정보이용률에 대한 주차정보의 효과분석을 실시하여 공차여부에 대한 정보가 대기시간정보보다 유용성이 높아 대기시간 감소 및 차량분산효과가 높게 나타난다는 사실을 도출하였다.

김황배(2006)는 국회의사당 주차이용특성을 분석하여 수요에 비해 공급이 부족한 국회의사당의 주차문제를 해결하기 위한 주차관리문제에대해서 연구하고 있다. 이를 통하여 도심의 주차장의 추가건설이 재원의 부족과 국회의사당 주변 교통상황을 악화시킬 것이라는 사실을 우려하여 국회의사당 주변의 주차시설을 활용하기 위한 방안으로 VMS(가변정보표지판)를 통하여 주차수요를 분산시키거나 보행동선체계개선이나, 셔틀버스를 활용하여 주변 주차장으로 수요를 분산시키는 것이 바람직하다고 제시하고 있다.

2. 기존연구와의 차별성

앞서 살펴본 기존의 연구를 보면, 정보의 제공이 필요하다는 사실에 대해서는 인식하고 있지만 이를 일괄적인 정보를 제공하는 것에 의하여 주차문제를 해결하려고 하고 있다. 하지만 운전자가 일정 지역에 도달할 경우에만 정보를 받을 수 있다는 단점이 존재하게 된다.

따라서 본 연구에서는 이를 해결하기 위하여 이용자들이 자신들의 편의를 추구하기 위하여 가로에서 정보를 탐색하는 행위를 거치는 것이 아니라 운전자가 선호하는 요소를 입력하여 이 선택변수를 이용하여 주차장을 선택하고 경로를 선택하는 기준으로 활용하여 운전자 선호를 반영하고자 한다.

또한 도보권이라는 개념을 도입하여 주차장 선택 시 직접적으로 필요한 범위를 제약하여 통행 시 운전자에게 정확한 탐색을 유도할 수 있도록 도모하고자 한다.

III. 주차장선택 알고리즘 구축

1. 알고리즘 가정

- 1) 통행자들은 네트워크에 대한 완전한 정보를 가지

고 있다.

- 2) 통행자들은 목적지 인근의 주차장 현황과 상관없이 차량을 이용하여 목적지로 이동한다.
- 3) 통행경로는 통행자가 출발 전 입력한 통행선택변수에 의존한다.

2. 알고리즘 구축

본 연구에서 제시하고 있는 주차장 선택 알고리즘은 <그림 2>에 제시되어 있다.

1) 변수 입력

운전자는 통행전 3가지 변수를 입력한다. 첫 번째는 통행의 목적지이고 두 번째 변수는 경로 선택 시의 선호변수이고 세 번째 변수는 주차장 선택 시의 선호 변수이다.

본 연구에서 제시되고 있는 선호변수는 총 운행시간, 주차비용, 도보시간, 총 운행비용 최소화 등 총 4가지이고 운전자는 이들 변수 중에서 한 가지를 선택한다. 운행 중 경로선택이나 주차장을 선택 시 운전자는 입력한 선호변수에 의해서 통행하게 된다.

2) 초기정보탐색

운전자는 앞서 입력한 목적지의 인근 주차장을 탐색한다. 초기의 정보탐색에서 운전자는 주차장의 존재 여부를 탐색하는 것으로 주차장의 주차가능여부에 대해서는 탐색하지 않고 도보권역 내에 주차장이 존재한다면, 도보권역 내의 주차장의 기본정보와 네트워크정보 등과 관련된 정보만을 탐색하고, 만약 주차장이 도보권역 내에 존재하지 않는다면 도보권 외부의 주차장의 기본정보와 네트워크 정보를 탐색한다.

이처럼 도보권의 주차장의 존재 여부를 탐색하는 이유는 운전자가 사용자 평형상태로 주행하기 때문에 출발 지점부터 이를 고려하여 경로를 선택하게 된다면 포아송 분포의 도착분포를 가지는 주차장의 가능여부가 빈번히 바뀔 수 있기 때문에 본 연구의 목적인 이용자 최적 경로를 통한 주차장 탐색에서 빈번한 경로 변경으로 효율이 떨어질 가능성이 크기 때문에 일정권역 도달 시 주차장 가능여부에 관한 정보를 고려한다.

3) 일정권역 도달 후의 정보탐색

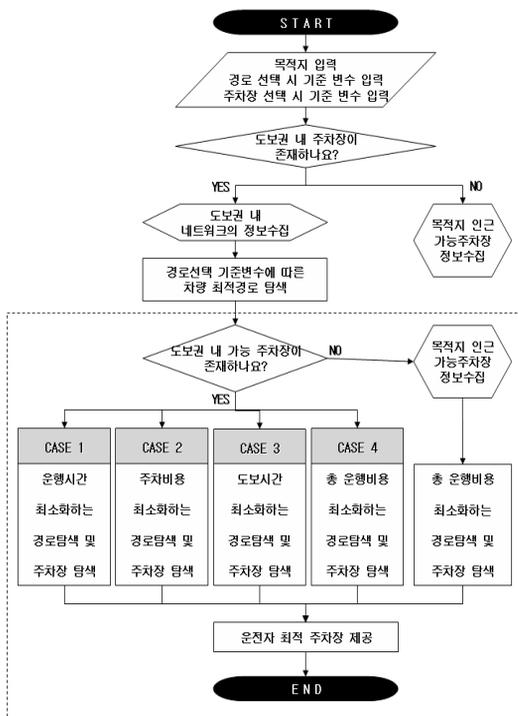
초기정보탐색에서 도보권역 내에 주차장이 존재한다면, 1차 영역(도보권+1km, 본 연구의 가정)까지 입력한 경로선택 시 선호변수를 고려하여 기존에 제공되고 있는 최단경로 탐색알고리즘에 의해서 이동하고 영역도달 시 도보권 내에서 가능 주차장이 존재하는지에 대한 판단을 하게 된다.

초기정보탐색에서 도보권역 내에 주차장이 존재하지 않았다면, 2차 영역(도보권 외부의 주차장 존재 권역 +1km, 본 연구의 가정)까지 도달한 후 도보권 외부의 가능 주차장이 존재하는지 여부를 판단한다.

이 때, 가능 주차장여부 판단 시, 차량이 주차장에 도착할 예정시간에 주차장의 주차면이 존재할 확률이 일정한 기준을 넘는 주차장 중에서 앞서 운전자가 입력한 주차장 선택 시 선호 변수를 고려하여 최적 주차장을 선택하고 경로 선택변수에 의해서 이동하게 된다.

3. CASE 별 목적식 제시

본 연구에서는 운전자가 출발 전 경로 선택과 주차장 선택 시 선호하는 변수를 입력한다. 기점에서 본 연구에서 제시한 권역까지 도달할 경우에는 경로 선택변수를 활용하여 기존의 최단 경로탐색알고리즘으로 산출된 경로로 이동한다.



<그림 2> 본 연구의 알고리즘 순서도

본 연구는 최적 주차장 탐색이 목적이기 때문에 권역까지의 경로 선택은 제외하고 권역에서 주차장까지의 경로 선택과 주차장 선택에 관한 내용으로 한정한다.

1) CASE 1(총 운행시간 최소화)

CASE 1의 경우에는 도보권 내에서의 총 운행시간을 최소화시키는 경우이다. 즉, 도보권 진입지점에서 목적지까지의 차량통행시간과 도보통행시간을 포함하는 시간이 최소가 되는 주차장을 선택한다.

(1) 목적식

$$\text{Min } VT + WT^p \tag{1}$$

(2) 제약식

$$VT = \sum_a \int_0^{x_a} VT_a(w) dw \tag{2}$$

$$WT^p = t^p + \sum_a WT_a^{ps} = t^p + \sum_a (L_a/S_a)^{ps} \tag{3}$$

$$\sum_k f_k^p = q^p \tag{4}$$

$$f_k^p \geq 0 \tag{5}$$

$$x_a = \sum_r \sum_p \sum_k f_k^p \delta_{a,k}^{rp} \tag{6}$$

2) CASE 2(주차비용 최소화)

CASE 2의 경우에는 도보권 내의 가능 주차장 중에서 주차비용이 최소가 주차장을 선택하는 경우로써 주차비용이 최소가 되는 주차장을 선택한 후 총 운행비용이 최소가 되는 경로로 이동한다.

(1) 목적식

$$\text{Min } \sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw \text{ if Min } C^p \tag{7}$$

(2) 제약식

$$\sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw = VT \cdot \alpha + WT^p \cdot \beta + C^p + C^{tr} \tag{8}$$

$$VT = \sum_a \int_0^{x_a} VT_a(w) dw \tag{9}$$

$$WT^p = t^p + \sum_a WT_a^{ps} = t^p + \sum_a (L_a/S_a)^{ps} \tag{10}$$

$$\sum_k f_k^p = q^p \tag{11}$$

$$f_k^p \geq 0 \tag{12}$$

$$x_a = \sum_r \sum_p \sum_k f_k^p \delta_{a,k}^{rp} \tag{13}$$

3) CASE 3(도보시간 최소화)

CASE 3의 경우에는 도보권 내의 가능 주차장 중에서 도보시간이 최소가 주차장을 선정하고 차량은 총 운행비용이 최소가 되는 경로로 이동한다.

(1) 목적식

$$\text{Min } \sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw \text{ if Min } WT^p \tag{14}$$

(2) 제약식

$$\sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw = VT \cdot \alpha + WT^p \cdot \beta + C^p + C^{tr} \tag{15}$$

$$VT = \sum_a \int_0^{x_a} VT_a(w) dw \tag{16}$$

$$WT^p = t^p + \sum_a WT_a^{ps} = t^p + \sum_a (L_a/S_a)^{ps} \tag{17}$$

$$\sum_k f_k^p = q^p \tag{18}$$

$$f_k^p \geq 0 \tag{19}$$

$$x_a = \sum_r \sum_p \sum_k f_k^p \delta_{a,k}^{rp} \tag{20}$$

4) CASE 4(총 운행비용 최소화)

CASE 4의 경우에는 도보권 내에서 가능 주차장 중에서 총 운행비용이 최소가 주차장을 선택하여 이동하는 경우이다.

이 때, 총 운행비용에는 차량통행비용, 도보통행비용, 주차장비용과 차량운행비용을 포함한다.

(1) 목적식

$$\text{Min } \sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw \tag{21}$$

(2) 제약식

$$\sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw = VT \cdot \alpha + WT^p \cdot \beta + C^p + C^{tr} \tag{22}$$

$$VT = \sum_a \int_0^{x_a} VT_a(w) dw \tag{23}$$

$$WT^p = t^p + \sum_a WT_a^{ps} = t^p + \sum_a (L_a/S_a)^{ps} \tag{24}$$

$$\sum_k f_k^p = q^p \tag{25}$$

$$f_k^p \geq 0 \tag{26}$$

$$x_a = \sum_r \sum_p \sum_k f_k^{rp} \delta_{a,k}^p \quad (27)$$

5) 도보권 내에 주차장이 존재하지 않는 경우(총 운행비용 최소화)

도보권 내에 주차장이 존재하지 않는 경우에는 도보권 외부의 가능 주차장 중에서 총 운행비용이 최소가 주차장을 선택하여 이동하는 경우이다.

이 때, 총 운행비용에는 차량운행비용, 도보통행비용, 주차비용, 차량운행비용과 택시비용을 포함하고 도보통행의 경우에는 도보시간가치, 환승시간가치와 대기시간가치가 각각 다르기 때문에 각각 다르게 적용한다.

(1) 목적식

$$\text{Min} \sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw \quad (28)$$

(2) 제약식

$$\sum_a \int_0^{x_a} c_a(w) dw = VT^v \cdot \alpha + t^p \cdot \beta + t^a \cdot \gamma + t^w \cdot \pi + C^p + C^{tr} + C^{taxi} \quad (29)$$

$$VT = \sum_a \int_0^{x_a} VT_a(w) dw \quad (30)$$

$$WT^p = t^p + \sum_a WT_a^{ps} = t^p + \sum_a (L_a / S_a)^{ps} \quad (31)$$

$$\sum_k f_k^{rp} = q^p \quad (32)$$

$$f_k^{rp} \geq 0 \quad (33)$$

$$x_a = \sum_r \sum_p \sum_k f_k^{rp} \delta_{a,k}^p \quad (34)$$

6) 변수정의

- (1) r : 도보권 진입 지점
- (2) s : 통행자의 목적지
- (3) p : 주차장
- (4) x_a : 링크 a 의 교통량
- (5) VT : r 에서 p 까지의 차량 총 통행시간
- (6) VT^v : 도보권 외부의 기준 진입지점에서 주차장까지의 차량 총 통행시간
- (7) WT^p : p 에서 s 까지의 총 도보 통행시간
- (8) L_a : 링크 a 의 길이
- (9) S_a : 링크 a 에서 통행자 도보속도
- (10) f_k^{rp} : r 에서 p 간의 경로 k 의 통행량

- (11) q^p : r 에서 p 간의 총 통행량
- (12) $\delta_{a,k}^p$: 경로가 k 에 속하면 1, 아니면 0 인 가변수
- (13) t^p : 주차장 내부에서 발생하는 도보 시간
- (14) t^a : 주차장에서 택시정류장까지의 환승 도보시간
- (15) t^w : 택시정류장에서 택시를 기다리는 대기시간
- (16) c_a : 링크 a 의 운행비용
- (17) C^p : 주차장 p 의 주차장 비용
- (18) C^{tr} : r 에서 p 까지의 차량운행비용
- (19) C^{taxi} : 주차장에서 목적지까지의 택시비용
- (20) $\alpha, \beta, \gamma, \pi$: 차내시간가치, 도보의 시간가치, 환승도보시간가치, 대기시간가치

IV. 사례 적용

1. 토이네트워크 현황

본 연구에서 적용되는 네트워크는 <그림 3>과 같다. 제시된 네트워크에서 각 링크의 거리는 200m이고, 그림에 제시되어 있는 'OR'은 차량의 진입지점이고 'DE'는 운전자가 입력한 목적지이고 'A'~'E'는 주차장을 나타내고 있다.

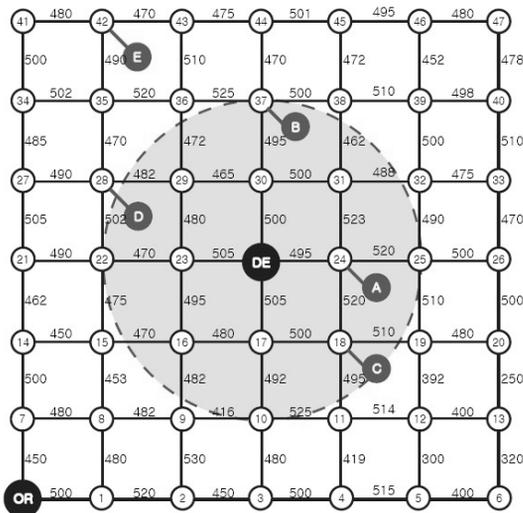
각 주차장 'A'~'E'의 현황은 <표 1>에 제시되어 있다. <그림 3>의 점선 안의 색칠한 부분은 본 연구에서 제시하고 있는 도보권역(목적지 반경 400m)을 의미한다.

제시된 그림에서 알 수 있듯이 도보권역 내에 존재하는 주차장은 '주차장 A', '주차장 B', '주차장 C'이고 도보권역 외부의 주차장은 '주차장 D'와 '주차장 E'이다.

2. 토이네트워크 가정

실제로 주차장과 관련된 조사가 미흡하여 적용할 네트워크 정보의 취득이 어려워 토이네트워크를 구축하여 현실상황과 맞는 네트워크를 구축하기 위하여 많은 가정이 포함되어 있어 이를 다음과 같이 제시하고 있다.

- 1) 모든 통행자들은 동일한 기점(OR)에서 종점(DE)으로 이동한다.



〈그림 3〉 토이네트워크 현황

〈표 1〉 주차장 현황

	A	B	C	D	E
주차비용(원/30분)	2,000	1,000	700	700	500
주차용량(면)	100	260	130	260	180
평균주차시간(시)	2시간	2시간 12분	2시간 24분	2시간 48분	3시간
주차장 내 도보시간(시)	0.11	0.10	0.08	0.09	0.10

- 2) 연구대상은 승용차만으로 구성되어 있다.
- 3) 본 네트워크에는 600(대/분)의 차량이 진입하여 주차장을 탐색한다.
- 4) 본 토이네트워크는 수도권 네트워크에서 발생하는 것으로 도로 유형은 집·분산형태이다.
- 5) 연구대상자들은 통행목적은 업무통행으로 시간 가치는 동일하다⁴⁾.
- 6) 토이네트워크에 존재하는 모든 도로에는 보도가 함께 존재한다.
- 7) 도보에 관한 변수를 고려할 때, 보행거리에 대한 변수만을 고려하고 주차장내에서의 도보통행시간은 주차장에 따라 다르게 제시한다.
- 8) 보행가능거리권(도보권역)은 반경 400(m)로 한다⁵⁾.

- 9) 보행자 속도는 1.37(m/s)⁶⁾로 동일하다.
- 10) 총운행비용은 142.61(원/km)⁷⁾로 동일하다.

3. 토이네트워크 수행 결과

1) 네트워크 첫 진입 차량의 주차장 선택

〈표 2〉에서 제시되어 있는 값은 본 토이네트워크의 초기화 단계에서 선택기준이 다른 4명의 이용자가 초기에 토이네트워크에서 주차장을 선택한 결과이다.

CASE 1을 선택한 운전자의 경우에는 총 운행시간이 최소가 되는 '주차장 C'를 선택, CASE 2를 선택한 이용자는 700원/(30분)으로 주차비용이 최소가 되는 '주차장 C'를 선택, CASE 3을 선택한 이용자는 도보시간이 최소인 '주차장 A'를 선택, CASE 4의 경우에는 총 운행비용이 타 CASE보다 적은 '주차장 A'를 선택한다.

〈표 2〉의 결과를 통하여 운전자들이 주차장 선택기준에 따라 주차장 선택행태가 다르다는 사실을 도출할 수 있었고 본 알고리즘을 통하여 운전자의 선호를 고려할 수 있다는 사실을 알 수 있다.

〈표 2〉 CASE 별 초기 운전자의 주차장 선택모습

	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4
	총 운행시간 (초/대.명)	주차비용 (원/30분)	총 도보시간 (초/명)	총 운행비용 (원/대.명)
주차장 A	893.68	2,000	541.99	2,104
주차장 B	734.79	1,000	651.97	2,550
주차장 C	723.87	700	579.97	2,125
주차장선택	C	C	A	A

2) 3시간동안의 CASE별 주차장 선택모습

〈그림 4〉는 3시간 동안 모든 운전자들이 주차장 선택 기준으로 CASE 1(총 운행시간 최소화)을 선택한 경우, 구축한 토이네트워크 상에서 주차장 선택 패턴을 어떻게 산출하는지에 관한 과정을 보여주고 있다.

초기 운전자는 '주차장 C'를 선호하고, '주차장 C'의

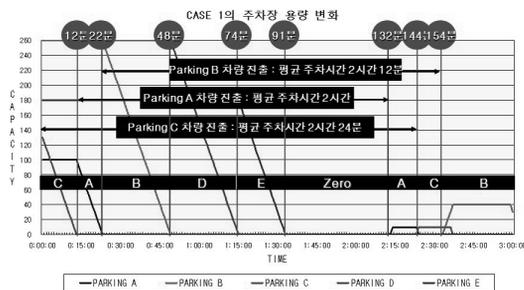
4) 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제 4판)』-승용차통행업무시간가치 5,170(원/대·시), 「Transit Capacity and Quality of Service Manual (2nd Edition)」-도보시간가치는 차내시간가치의 2.2배, 초기대기시간가치는 차내시간가치의 2.1배, 환승시간가치는 차내시간가치의 2.5배의 값을 인용하여 사용함.
 5) 『Ontario Ministry of Transportation과 Ontario Ministry of Municipal Affairs』,1992
 6) 『서울시 CBD 내 보행자의 보행속도 조사분석(도로교통안전협회)』, 1992
 7) 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제 4판)』

가능 주차면수가 존재하지 않게 되는 12분 후에는 '주차장 A'를 선호, '주차장 A'의 공급이 없어지는 22분 후 '주차장 B'를 선택한다. 또한 도보권 내에 존재하는 주차장인 '주차장 A', '주차장 B', '주차장 C'가 용량에 도달한 경우에는 도보권 외부의 주차장을 선택하게 되는 패턴이 발생하게 되어 '주차장 D'와 '주차장 E'를 차례로 선택하게 된다. 하지만 네트워크에 존재하는 모든 주차장은 91분 후에 모든 주차장의 면수가 다 이용되어 주차수요를 수용하지 못하게 된다.

약 40분 정도 주차면적을 공급하지 못하지만 '주차장 A'의 주차장의 평균 주차시간인 2시간 후부터 '주차장 A'에서 차량이 출차하게 된다. 따라서 전체 네트워크의 활동이 시작된 후 2시간 12분 후부터 본 네트워크에서 가능 주차장이 존재하게 되고 '주차장 A', '주차장 C', '주차장 B'의 주차장이 차례로 운전자에 의하여 선호되어 이용되는 패턴을 보이고 있다.

〈그림 5〉은 전체 운전자가 주차장 선택기준으로 CASE 2를 선택하는 경우이다. 이용자들은 '주차장 C' → '주차장 B' → '주차장 A' → '주차장 D' → '주차장 E'를 차례로 선택하는 패턴을 보여주고 있다.

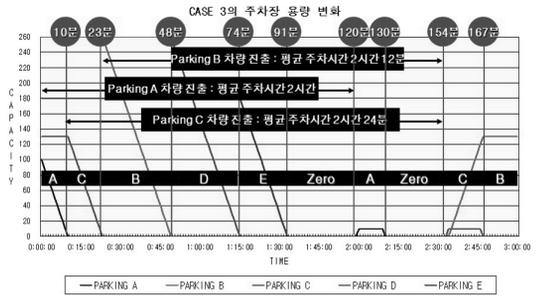
〈그림 6〉은 전체 운전자가 주차장 선택기준으로 도보 시간 최소화가 되는 CASE 3을 선택하는 경우로 앞의



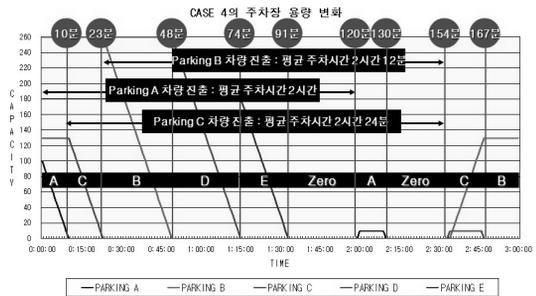
〈그림 4〉 주차장 용량에 의한 주차장 선택패턴변화(CASE 1)



〈그림 5〉 주차장 용량에 의한 주차장 선택패턴변화(CASE 2)



〈그림 6〉 주차장 용량에 의한 주차장 선택패턴변화(CASE 3)



〈그림 7〉 주차장 용량에 의한 주차장 선택패턴변화(CASE 4)

경우와는 또 다른 모습을 보이고 있다. 운전자는 '주차장 A' → '주차장 C' → '주차장 B' → '주차장 D' → '주차장 E'를 선택하게 된다.

〈그림 7〉은 전체 운전자가 주차장 선택기준으로 CASE 4를 선택하는 경우로 '주차장 A' → '주차장 C' → '주차장 B' → '주차장 D' → '주차장 E'를 선택하게 된다.

4. 결과분석

앞서 토이 네트워크 수행결과를 보면 알 수 있듯이 일정 경로에 대한 통행시간이 동일하게 제시되어 있다. 이는 본 연구에서 네트워크 현황을 동적인 상황에서 적용하는 것이 아니라 정적인 현황에서 결과를 산출하기 때문에 동일한 주차장을 선택하게 되면 결과 값이 동일하게 산출되기 때문이다.

앞서 제시한 〈그림 6〉과 〈그림 7〉을 살펴보면, 도보 통행시간 최소화가 선택기준인 CASE 3과 총 운행비용 최소화가 선택기준인 CASE 4를 선택하는 경우의 결과 패턴이 동일하게 나타나고 있다. 이에 대한 원인을 도보권 내에서 주차장별 차량통행과 도보통행시간에 대해서 제시한 〈표 3〉을 살펴보면서 설명하기로 한다.

〈표 3〉 도보권의 주차장 선택으로 인한 현황

구분	시간(sec)	주차장 A	주차장 B	주차장 C
차량통행	$r \sim p$	333.06	381.96	284.15
도보통행	$p \sim s$	145.99	297.97	291.97
	t^p	396.00	360.00	288.00
	계	541.99	657.97	579.97
합계		875.05	1,039.93	864.12

〈표 3〉을 통해서 알 수 있듯이, 차량통행 시간은 '주차장 B'가 도보권 내에 존재하는 3개의 주차장 중에서 제일 오래 걸리고 그 다음이 '주차장 A', 그리고 최소의 차량통행시간이 걸리는 주차장은 '주차장 C'이다. 하지만 도보통행의 경우 주차장에서 목적지까지의 도보통행시간과 주차장 내에서의 도보통행시간으로 나뉘는데 이를 합한 총 도보통행시간은 '주차장 A'에서 최소의 도보통행시간을 가지고 그다음이 '주차장 C', 그리고 제일 오래 걸리는 경우가 '주차장 B'이다.

본 연구의 목적인 운전자 선호에 맞는 주차장을 선택을 위해 도보권역 내로 범위를 제한하여 알고리즘을 수행하고 있기 때문에 CASE 3와 CASE 4의 선택패턴이 동일하게 나타나게 된다. 왜냐하면 주차장 선택 시 총 운행비용에는 각 통행에 따른 시간가치가 적용되는데 도보통행시간의 시간가치가 차내시간가치에 비해서 2.2배 크게 적용됨에 따라 도보통행시간이 최소가 되는 '주차장 A'의 총 운행비용 또한 최소가 되어 동일한 통행패턴을 산출하게 된다.

따라서 주차장 선택과 직접적으로 관련되는 도보권 내에서 총 운행비용이 최소화되는 CASE 4의 경우에는 차량통행보다 도보통행이 더 커다란 영향을 끼치기 때문이라는 사실을 도출할 수 있게 되었고 선택기준에 따라서 사용자 행동패턴이 달라지기 때문에 본 알고리즘과 같이 선호변수를 입력하여 이를 고려하는 방식이 적합하다는 사실을 도출할 수 있다.

V. 결론 및 향후과제

2008년 서울시에서는 '주차정보 안내시스템'을 제공할 예정이다⁸⁾. 제공예정인 '주차정보 안내 시스템'은 운전자에게 가장 가까운 주차장의 위치와 요금, 주차 가능 여부 등을 무선인터넷과 휴대전화, 내비게이션 등을 통해 실시간으로 제공하는 시스템이다.

하지만 이러한 서비스는 주차장이 필요한 장소에서 서행을 하거나 정차한 후 주차장을 검색해야하는 번거로움이 존재하게 되고 통행 상에서 운전자의 주의가 분산됨으로 인하여 교통 안전성이 저하되게 된다. 또한 단순히 주차장에 대한 정보만을 제공받기 때문에 도보에 관한 정보, 차량 통행정보와 주차정보의 연계가 이루어지지 않아 정확한 운전자의 판단을 유도하지 못하게 될 것이다.

따라서 서울시에서 구축할 예정인 시스템에서 제공할 서비스와 본 연구의 알고리즘을 연계시킨다면 이용자에게 편리하게 이용자 선호에 맞는 최적 주차장을 선택할 수 있도록 도모할 수 있게 될 것이고 더 나아가 실시간 정보공유로 인하여 더 많은 정보를 검색하고 분석할 수 있게 된다면 정보제공의 정확도 역시 높아질 것으로 예상된다.

향후연구과제로서는 첫째 본 연구에서는 통행목적용 업무통행 하나만을 사용하여 시간가치에 대한 구별을 하지 못하였으나 향후에는 통행목적용을 다양하게 적용하여 시간가치를 다르게 적용시킨다면 더욱 정확하게 이용자의 선호와 이용자 특유의 통행패턴을 적용할 수 있게 될 것이다.

둘째, 본 연구에서는 운전자가 통행전 3개의 선택변수를 입력하여 이를 통한 분석을 실시하였지만 운전자의 편의성과 관련된 변수 입력 개수에 대한 연구가 진행되어 3개 이상의 변수를 입력하는 것도 이용자의 편의성에 큰 무리가 없게 된다면 운전자로부터 더 많은 정보를 받게 되어 더 정확하게 운전자의 고유의 특성을 통한 경로 선택유도와 주차장 선택을 도모할 수 있게 될 것이다.

셋째, 앞서 결론에서 이야기한 유비쿼터스시대가 도래하게 된다면, 실시간 정보를 교류할 수 있게 되고 이를 가공하는 능력이 발전하게 된다면 더 많은 정보를 탐색할 수 있게 됨으로써 본 연구에서는 주차장별로 단일한 값으로 산정하고 있는 도보행태라든지 도보권내에서의 차량 행태 등을 다양하게 동적패턴을 고려할 수 있게 되어 주차장 선택에 있어서 정확성을 더욱 높일 수 있게 될 것이다.

종합적으로 유비쿼터스 시대가 되면, 알고리즘에 출발 전 운전자의 정보 입력창에 주차장 예약시스템을 체크하는 부분을 추가시키게 된다면, 시스템에서 지정한 일정권역에 도달하게 되면 운전자의 주차장 선택기준에 맞는 주차장을 자동적으로 예약하는 서비스를 구현하게

되어 운전자의 주차장 선호에 따른 주차장 선택범위가 크게 늘어나게 되어 이용자 선호를 더욱 효과적으로 만족시킬 수 있는 주차장을 선택할 수 있게 될 것이다.

참고문헌

1. Michael Florian and Marc Los(1980), "Impact of the Supply of Parking Spaces on Parking Lot Choice", Transportation Research Board, Vol.14B, pp.155~163.
2. M. A. Venkataramanan and Marc Bornstein (1991), "A Decision Support System for Parking Space Assignment", Mathl. Comput. Modelling, Vol.15, No.8, pp.71~76.
3. J. D. Hunt and S. Teply(1993), "A Nested Logit Model of Parking Location Choice", Transportation Research Board, Vol.27B, No.4, pp253~265.
4. Thomas A. Lambe(1996), "Driver Choice of Parking in the City", Socio-Economic Planning Science, Vol.30, No.3, pp207~219.
5. Thananchai Leephakpreeda(2007), "Car-parking Guidance with Fuzzy Knowledge-based Decision Making", Building and Environment Vol.42, pp.803~809.
6. 김대웅·정성용·배영석·윤용득(2003), "개별행태 모형을 이용한 주차장선택모형의 지역이전가능성 검토", 대한토목학회지, 제34권 제3D호, 대한토목학회, pp.265~274.
7. 김은경·노정현·김강수(2003), "주차정보 제공에 따른 주차대기시간의 효과분석에 관한 연구 (미시적 시뮬레이션 방법을 이용하여)", 대한교통학회지, 제21권 제5호, 대한교통학회, pp.19~29.
8. 김황배·권영인·오승훈(2006), "국회의사당 주차이용특성 분석을 통한 주차관리정책 방향 연구", 대한토목학회지, 제26권 제3D호, 대한토목학회, pp.375~383.
9. 임현연·오승훈(2000), "평택시 주차 특성 및 효율성 증진방안", 산업기술종합연구소논문집, 제19집, pp.419~430.
10. 오윤표·장무렬(2001), "대량 교통유발시설의 적정 주차 추정모형구축에 관한 연구", 대한교통학회지, 제19권 제3호, 대한교통학회, pp.61~73.
11. 황기연·엄진기·이종운·조용학(2000), "동대문의 류밀집상가 교통혼잡특별관리구역 사례연구", 대한교통학회지, 제18권 제6호, 대한교통학회, pp.7~17.
12. 서울시 CBD 내 보행자의 보행속도 조사분석(1992), 도로교통안전협회.
13. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제 4판)(2004), 한국개발연구원.
14. Transit Capacity and Quality of Service Manual (2nd Edition), Transportation Research Board.
15. Ontario Ministry of Transportation and Ontario Ministry of Municipal Affairs(1992).
16. 조민중(2007), 세계일보, 2007년 11월 21일.

✉ 주 작성자 : 조미정

✉ 교신저자 : 조미정

✉ 논문투고일 : 2008. 2. 23

✉ 논문심사일 : 2008. 5. 7 (1차)

2008. 5. 26 (2차)

✉ 심사판정일 : 2008. 5. 26

✉ 반론접수기한 : 2008. 10. 31

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필