Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography
Vol. 33, No. 4, 287-296, 2015
http://dx.doi.org/10.7848/ksgpc.2015.33.4.287

ISSN 1598-4850(Print)
ISSN 2288-260X(Online)
Original article

클라우드 경로탐색을 이용한 미래 교통정보 예측 방법

A Study on Predictive Traffic Information Using Cloud Route Search

김준현[1)] · 권기욱[2)]
Kim, Jun Hyun · Kwon, Kee Wook

Abstract

Recent navigation systems provide quick guide services, based on processing real-time traffic information and past traffic information by applying predictable pattern for traffic information. However, the current pattern for traffic information predicts traffic information by processing past information that it presents an inaccuracy problem in particular circumstances(accidents and weather). So, this study presented a more precise predictive traffic information system than historical traffic data first by analyzing route search data which the drivers ask in real time for the quickest way then by grasping traffic congestion levels of the route in which future drivers are supposed to locate. First results of this study, the congested route from Yang Jae to Mapo, the analysis result shows that the accuracy of the weighted value of speed of existing commonly congested road registered an error rate of 3km/h to 18km/h, however, after applying the real predictive traffic information of this study the error rate registered only 1km/h to 5km/h. Second, in terms of quality of route as compared to the existing route which allowed for an earlier arrival to the destination up to a maximum of 9 minutes and an average of up to 3 minutes that the reliability of predictable results has been secured. Third, new method allows for the prediction of congested levels and deduces results of route searches that avoid possibly congested routes and to reflect accurate real-time data in comparison with existing route searches. Therefore, this study enabled not only the predictable gathering of information regarding traffic density through route searches, but it also made real-time quick route searches based on this mechanism that convinced that this new method will contribute to diffusing future traffic flow.

Keywords : Real-time Route Search, Predictive Traffic Information, Historical Traffic Data

초 록

최근 내비게이션에서는 실시간 교통정보와 과거의 교통정보를 가공하여 미래의 교통정보를 예측하는 패턴 교통정보를 같이 활용하여 빠른 길을 안내해주고 있다. 그러나 현재 사용되는 패턴 교통정보는 과거의 정보를 가공하여 교통정보를 예측하기 때문에 특별한 상황(유고, 날씨 등)에서는 예측이 정확하지 않는 문제점을 가지고 있다. 그래서 본 연구에서는 빠른 길을 찾기 위해 실시간으로 운전자들이 요청하는 경로탐색 데이터를 분석하여 가까운 미래 운전자들이 위치할 도로의 교통 혼잡도를 미리 파악하여 패턴 교통정보 보다 정확한 예측 교통정보를 제시하였다. 연구결과 첫째, 연구지역의 정체경로인 양재에서 마포간 차량속도 비교에서는 기존 상습정체 도로의 속도가중치 정확도가 3km/h에서 18km/h의 오차율이 발생하였지만, 본 연구의 Real 예측 교통 정보를 적용한 결과는 1km/h에서 5km/h의 오차율이 발생하였다. 둘째, 경로 품질에서 기존의 경로보다 최대 약 9분, 평균 약 3분 일찍 목적지에 도착하여 예측 교통정보 결과의 신뢰성을 입증할 수 있었다. 셋째, 기존의 경로탐색 결과 보다 혼잡도를 미리 예측하여 혼잡이 발생할 도로에 대해 회피되는 경로탐색 결과를 도출할 수 있었다. 따라서 본 연구결과의 경로탐색 비교를 통해 교통량에 대한 예측정보를 획득할 수 있었으며 이를 활용하여 실시간 빠른 길 탐색이 가능하고, 향후 교통 흐름을 분산 시키는데도 도움이 될 것으로 판단된다.

핵심어 : 실시간 경로탐색, 예측 교통정보, 패턴 교통정보

Received 2015. 07. 14, Revised 2015. 08. 24, Accepted 2015. 08. 31

1) Member, Dept. of Real Estate, Daegu University(E-mail: kamcho78@daegu.ac.kr)
2) Corresponding Author, Member, Dept. of Real Estate, Semyung University(E-mail: kwkwon69@semyung.ac.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

매년 우리나라의 가구 당 차량 보유 대수가 증가하면서 교통체증 및 유가상승 등의 복합적인 요인들로 인해 각종 사회적 비용이 불어나고 있다. 그래서 통신사에서 교통정보 수집 차량과 해당 통신사 가입자의 이동정보를 파악해서 교통정보를 제공하고 있으며, 일부 몇몇 내비게이션 회사에서 자체적으로 구축한 데이터베이스에 수년간 축척된 교통정보를 이용하여 막히지 않는 빠른 길을 찾기 위해 많은 연구를 하고 있다(Park *et al*., 2012).

최근 출시되는 내비게이션은 실시간 교통정보와 패턴 교통정보를 혼용하여 탐색 길 경로를 안내해 주는 방법을 사용하고 있는데 실시간 교통정보는 현재 단말기에서 송신한 차량속도를 교통정보에 가공 및 반영하여 경로탐색에 이용하는 방법이며, 패턴 교통정보는 기존에 운전자들로부터 수집되어 있는 해당도로의 지체나 정체 시간대 등 이미 누적된 정보를 서버에서 추출하여 이용하는 방법이다.

즉, 운전자가 원하고 필요로 하는 정보는 지금 현재의 특정구간의 교통정보가 아니라 운전자 자신이 그 특정구간을 통과할 시간대의 정보로서 도로의 교통정보를 제공하는데 있어서 현 시점의 교통정보와 향후 예측되는 교통정보를 함께 제공하는 것은 보다 정확한 예측 시간과 구간을 제공하기 위한 차별화된 기능이라 할 수 있다(Han *et al*., 2003; Chol *et al*., 2009).

그러나 패턴 교통정보는 과거의 교통정보를 가공하여 만들어지는 교통정보이기 때문에 유고가 발생하거나 날씨, 행사 등 특수한 상황에서는 신뢰성이 떨어진다. 이는 비가 오거나 눈이 오게 되면 내비게이션에서 알려주는 도착 예정시간의 오차가 큰 것을 보면 알 수 있다.

최근 들어 스마트폰 내비게이션과 같이 통신이 가능하고 클라우드에서 경로탐색이 이루어지는 내비게이션이 많이 출시됨에 따라 최신 경로탐색 알고리즘, 실시간 교통정보와 같이 최신 기술 및 정보를 반영하여 빠른 길을 탐색해주고 있다(Wang and Kim, 2013).

특히, 시공간의 제약 없이 정보를 취득하는 시대가 됨으로써 수요자들은 교통정보제공방식에 대해 개인맞춤형 정보를 요구하고 있으며, Open API를 이용한 개방형 교통정보 기술을 제공하여 다양한 서비스를 통해 센터간 효율적 연계를 도모하는 등 그 활용도를 높이고 있다(Lee, 2011; Lee and Nam, 2012).

다시말해 수많은 운전자의 경로탐색이 클라우드에서 이루어지는 점을 감안하여 각각의 운전자가 가까운 미래에 이동할 목적지의 위치파악이 가능하게 되며, 이러한 데이터를 이용하여 미래의 도로 교통 혼잡도를 알아내는 것이 가능하다. 그러나 현재까지 본 연구와 관련된 기존 선행연구는 대부분 실시간 교통정보의 제공이나 알고리즘(Kim *et al*., 2012), TPEG 데이터 및 GPS 장치 활용(Park *et al*., 2012; Choi and Yang 2008), 실시간 교통정보를 활용한 예측 교통정보(Yoo and Jo, 2006), 경로 통행시간 및 차량 속도 추출(Lee, 2003; Hwang *et al*., 2012) 등의 연구가 주를 이루고 있는 반면, 클라우드 정보를 이용한 패턴 교통정보와 실시간 예측 교통정보의 비교분석과 관련된 연구는 미진한 실정이다. 본 연구의 출발은 먼저 클라우드를 기반으로 운전자들의 경로를 분석하여 실시간 예측 교통정보를 생성하는 것이 목적이기 때문에 경로탐색을 사용하는 운전자의 숫자가 적으면 정확하지 않는 실시간 예측 교통정보가 생성 될 수 있는 문제점이 발생하게 된다.

그래서 이러한 불확실한 실시간 예측 교통정보의 발생을 해결하기 위한 선결 과제로써 본 연구에서는 클라우드 기반의 경로탐색을 통해 현행 패턴 교통정보와의 정확성을 검증하고, 향후 운전자가 클라우드 길 탐색을 이용하지 않더라도 운전자의 과거 이동경로를 database화하여 운전자가 향후 이동하게 될 위치를 예측하는 방법을 통해 실시간 예측 교통정보의 정확성을 평가 할 수 있다.

또한 본 연구결과에서 나타났듯이 실시간 예측 교통정보를 이용하는 경우 운전자는 기존 패턴 교통정보를 이용한 빠른 길 탐색보다 더 빠른 길 탐색 서비스의 이용이 가능하게 되고, 많은 운전자들에 의해 실시간으로 정보가 수집 및 업데이트가 가능한 실시간 예측 교통정보를 통해 빠르고 교통체증을 유발하지 않는 도로로 안내하는 것이 가능하다. 이러한 효과는 궁극적으로 교통분산의 효과를 증대시켜 교통체증에 의한 각종 사회적 비용 감소는 물론 교통안내 및 교통정보의 중요한 정보제공자로서 빠른 길 탐색서비스를 제공할 수 있다.

본 연구에서는 각각의 경로탐색 데이터를 분석하여 과거 데이터를 가공한 예측 교통정보가 아닌 실시간으로 운전자들의 움직임을 분석하여 실시간 예측 교통정보를 만들어 내는 것이다.

그래서 실시간 예측 교통정보 제공을 위한 경로탐색의 검증을 위해 Mappy with Daum 내비게이션을 이용한 빠른 길 탐색을 수행하였으며, 실시간 빠른 길 탐색에 필요한 교통정보 데이터로 패턴 교통정보를 이용한 기존의 경로 결과와 실시간 예측 교통정보를 적용한 본 연구의 경로 결과를 상호 비교 하였다. 그리고 소요시간과 평균속도 등의 검증을 위해 교통량의 변화가 심한 출퇴근시간에 상습정체구간(종로, 강남) 지점을 통과할 수밖에 없는 출발지와 목적지로 설정하였고 장

소와 시간대를 동일하게 적용하여 같은 목적지까지 경로 이탈 없이 내비게이션이 안내해 주는 경로로 주행한 결과를 비교하였다.

2. 연구설계

2.1 경로탐색 설계

A* 알고리즘은 1968년에 만들어진 것으로, 탐색을 수행하는데 있어 매우 효과적인 알고리즘이며 다양한 종류의 문제들을 해결하는데 사용되어 왔다. 알고리즘의 특징은 빠른 탐색이 장점이나, 불규칙하고 복잡한 네트워크에서는 실패할 확률이 높아지는 단점을 가진다(Ryu, 2013).

A* 알고리즘은 기본적으로 아직 조사하지 않은 노드들 중에서 가장 유망한 노드를 조사하는 과정을 반복하여 만일 그 노드가 목표이면 알고리즘은 끝이 나고, 그렇지 않으면 그 상태의 인접한 노드를 조사해 나가는 방법으로 Fig. 1은 A* 알고리즘의 리스트 목록을 보여주고 있다(Oh and Park, 2013).

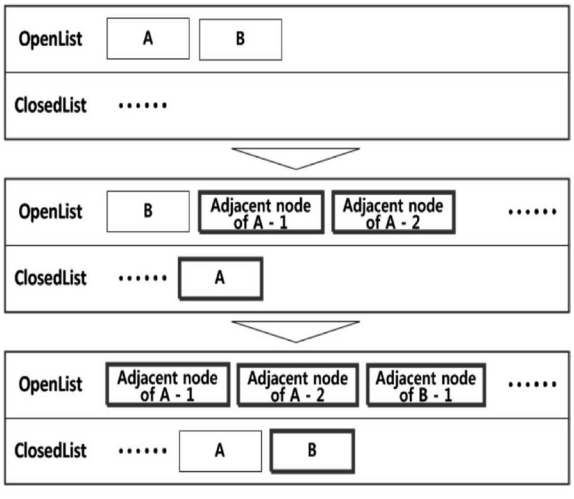


Fig. 1. Status list of A* algorithm

A* 알고리즘은 출발지점에서 목표지점까지 가장 비용이 낮은(보통 가장 짧은) 경로를 찾는데, 계산식은 Eq. (1)과 같다.

$$f(n) = g(n) + h(n) \tag{1}$$

where, f(n) : the best route, g(n): the weight of the path from the starting vertex to vertex n, h(n): estimated path to the target weight from the vertex n

현재 위치에서 다음의 어떤 노드로 이동할 것인가를 결정하는 방법은 현재 위치에 연결된 다음 노드가 여러 개일 경우, 시작위치에서 다음 노드까지의 거리와 그 노드에서 목표까지의 추정된 휴리스틱 값을 더한 f값들을 계산하여, f값이 가장 작은 노드 쪽으로 이동하는 것이 목표까지의 가장 짧은 경로가 될 가능성이 높다. 이렇게 f값이 가장 작은 노드들을 선택하여 탐색을 수행하다 목표노드에 도착하면 탐색을 종료한다.

Fig. 2와 같이 B에서 L까지의 도시가 있다고 가정을 할 경우 각 도시와 해당 도시와의 거리를 기준으로 각 도시의 위치를 직선거리로 표시한 휴리스틱 값으로 사용된다.

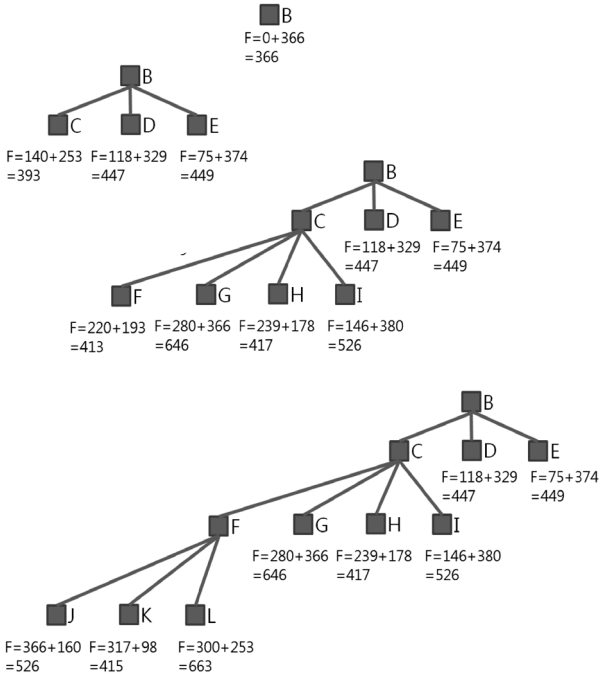


Fig. 2. Route calculation in C to L with A* algorithm

먼저 B에서 C까지의 거리로서 140m이고, h는 B에서 C까지의 직선거리를 휴리스틱값으로 사용된 것으로 253이다. 그러므로 f = 140 + 253 = 393이 된다. 나머지 D, E의 f값은 각각 447, 449로 나타나는데 이 중 f값이 현재까지의 거리와 현재 위치에서 목표까지의 거리가 가장 작게 되는 값으로 이동을 하는 것이 가장 유리하게 된다. 이렇게 f값이 가장 작은 경로를 따라 탐색을 수행하면 L까지의 가장 짧은 최단경로를 추출할 수 있다.

따라서 이러한 과정에 따라 계산된 최단경로 탐색은 실시간 또는 예측 교통정보 데이터를 생성 한 다음 개별 링크 및 노드의 가중치를 설정한 후 최단경로 탐색을 이용하여 목적지까지 가장 빠른 경로를 탐색하게 된다.

2.2 경로 가중치 반영

실시간 교통정보(realtime traffic data)[3], 패턴 교통정보(historical traffic data)[4], 예측 교통정보(predictive traffic data)[5]에 대한 경로탐색 결과를 비교하기 이전에 교통정보 경로설정을 위해 다음과 같은 가중치가 계산되어야 한다. 가중치 계산에는 기본옵션 가중치계산, 부가옵션 가중치계산, 특수 가중치 계산이 있으며, 이러한 가중치 유형에는 Fig. 3과 같이 링크가중치, 노드가중치, 링크 간 가중치가 있다.

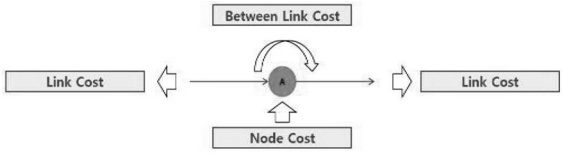


Fig. 3. Cost type

기본적으로 경로탐색은 통과하는 링크와 노드의 가중치(Cost)를 더하여, 출발지부터 목적지까지의 경로 가중치의 총 합을 C(Rn)으로 했을 때, C(Rn)이 최소가 되는 경로를 선택한다.

$$C(Rn) = C(L1) + C(N1) + C(L2) + C(N2) \\ ... + C(Nn-1) + C(\mathrm{Ln}) \quad (2)$$

where, C(Ln): link weights, C(Nn) : node weights, C(Rn): the sum of the path weights

Eq. (2)에서 C(Ln)은 링크 가중치, C(Nn)은 노드 가중치, C(Rn)은 경로 가중치의 합을 의미하고 여기서 링크 가중치의 타입은 링크 길이, 차선수의 계수, 도로종별계수, 쾌속도계수, 링크종별계수의 기본 가중치와 상습 정체구간, 사용자 학습 경로, 패턴 교통정보 등 서비스 가중치로 나뉘어 경로탐색에 적용하는 방법이다.

본 연구는 특수비용계산 중 링크 가중치의 서비스 가중치에 사용자가 요청한 경로탐색의 결과를 반영하여 시간대별 진입 예정 차량 수의 데이터를 추가하였다. 실시간 예측 차량 진입수와 Table 1의 차선수 계수(K), 그리고 Table 2의 도로종별계수(S)를 연결한 가중치 연산으로 특정 링크의 도로교통 혼잡도 및 예상속도를 시간대별로 예측하여 경로탐색 결과에 반영하였다.

즉, Table 1의 K(n)인 상태인 편도 3차선 30km/h이상이며, Table 2의 S(f)인 준도시 고속도로 30km/h이상 균일상황에서 경로탐색 결과 중 특정 링크 L(x)는 특정 시간 범위 대에 진입 가능성이 있는 차량 대수를 적용한 링크 예상 속도 가중치가 반영되어 링크에 부여된다.

Table 1. Lane count factor(K)

Division	Less than 30km	More than 30km
One round trip a narrow lanes	a	i
A narrow one-way lanes one	b	j
One round trip a wide lanes	c	k
A wide One-way lanes one	d	l
Two lanes each way	e	m
Three lanes each way	f	n
Four lane each way	g	o
More than five each way	h	p

Table 2. Road type factor(S)

Division	Less than 30km		More than 30km	
	Other than the uniform	Uniform	Other than the uniform	Uniform
Intercity highway	a	a	b	b
The city's highway	c	c	d	d
Suburban highway	e	e	f	f
Toll road	g	g	h	h
National road	i		j	
Major local road	k		i	
County road(Gun)	m		n	
County road(Myeon)	o		p	
Other guidance road	q		r	
Access road	s		t	
Enroute ferry	u		v	
Minute road	w		x	

3) 실시간 교통정보 : 현재 단말기에서 송신한 차량속도를 교통정보에 가공 및 적용하여 경로탐색에 반영하는 방법
4) 패턴 교통정보 : 기존 운전자들이 주행한 도로의 지체나 정체 등에 관한 교통정보를 경로탐색에 반영하는 방법(동일 날짜, 동일 시간대의 교통 흐름 정보를 반영하여 예측)
5) 예측 교통정보 : 현재 단말에서 송신한 차량속도 반영과 클라우드에서 각 차량의 경로탐색의 결과로 중첩되는 도로에 대한 차량 혼잡도(도로폭/가까운 미래에 특정 도로에 대한 예상 차량진입대수)를 예측하여 반영하는 방법

2.3 설계에 따른 분석방법

먼저 본 연구에서는 실시간 교통정보, 패턴 교통정보, 본 연구에서 제시한 예측 교통정보 등의 데이터 생성을 실시하고 각 노드와 링크의 가중치에 따라 A* 알고리즘을 적용하여 각각의 교통정보와의 비교를 실시하여 소요시간, 평균 속도 등을 비교하였다.

실시간 교통정보는 CP를 통해 얻어진 교통상황을 분석 및 가공하여 현재 시간 통행속도의 속도패턴을 분석한 후 이를 데이터베이스화한 것을 의미한다.

본 연구를 위하여 실시간 교통정보를 제공하는 다양한 근원지에서 교통정보를 수집하여 활용하는 것에 기반을 두며, 실시간 교통정보를 제공하는 근원지는 경찰청(중앙교통정보센터)과 서울시(도시고속도로 교통관리센터)에서 얻어진 교통정보를 활용하였고 각각의 정보 갱신 주기는 5분, 1분단위로 정보 제공이 이루어지고 있다.

반면에 패턴 교통정보는 실시간 교통정보와 달리 실시간 교통정보를 기초로 특정도로, 특정시간에 통행속도의 속도패턴을 분석한 후 이를 데이터베이스화 한 것이다. 이 패턴 교통정보를 실시간 빠른 길 경로탐색에 사용하면 평일 출퇴근 시간, 휴일 서울 근교에서 빠른 길을 찾는 것이 가능하다.

3. 교통정보 생성 및 탐색결과 비교

3.1 실시간 예측 교통정보 데이터 생성

예측 차량 진입 수는 사용자가 경로탐색을 요청하는 시점에서 실시간으로 서버에 반영되며, 경로의 각 링크마다 진입 예정 시간에 맞게 서버에 동일하게 반영되어 적용된다. Fig. 4에서 출발지점 A부터 도착지점 G까지 차량 1의 경로탐색 결과는 링크 a, b, c, d를 지나가며 a링크 진입은 18:00 ~ 18:29에 차량이 진입 예정이며, b 링크는 18:30 ~ 19:00에 진입 예정이다. 이렇게 진입 예정 링크인 a, b, c, d에 예측 차량 진입 대수 정보인 1이 서버의 각 링크에 반영 된다.

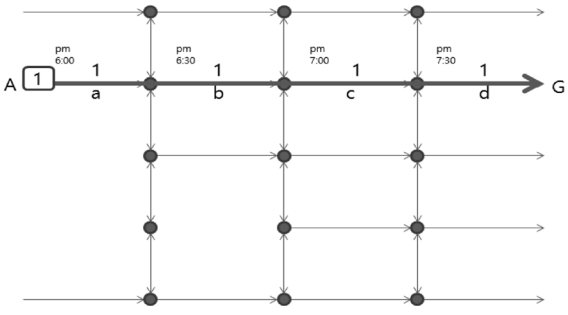


Fig. 4. Real predictive TI(1 request)

Fig. 5는 출발지 A와 출발지 B에서 차량 1, 차량 2가 동시에 경로탐색 요청이 들어온 상황이다. A지점에서 요청한 경로탐색 결과와 예측 차량 진입 대수는 Fig. 4와 동일하다. B지점에서 요청한 경로탐색 결과는 첫 번째 링크인 링크 e를 제외하고 링크 b부터 18:30정도에 차량 1과 같은 경로의 링크 b, c, d를 이동하여 도착지까지 주행하게 된다. 즉 A지점에서 출발한 차량 1과 B지점에서 출발한 차량 2는 대부분 동일한 경로를 가지게 될 확률이 높다. 진입 예정 링크인 b, c, d에 예측 차량 진입 대수 정보는 2가 되어 서버에 반영된다.

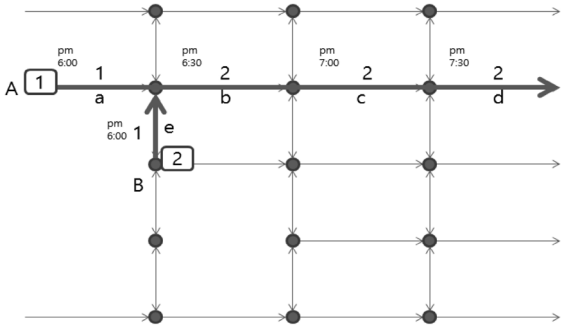


Fig. 5. Real predictive TI(2 request)

Fig. 6은 A, B, C 지역에서의 각 100대의 차량이 경로탐색을 요청한 상황이다. 링크 c와 링크 d는 300대의 차량이 동일한 도로위에 있게 되며, 편도 3차선의 도로위에 이 차량들이 모두 주행 중이라면 정체되어 거의 움직이지 않을 것이다.

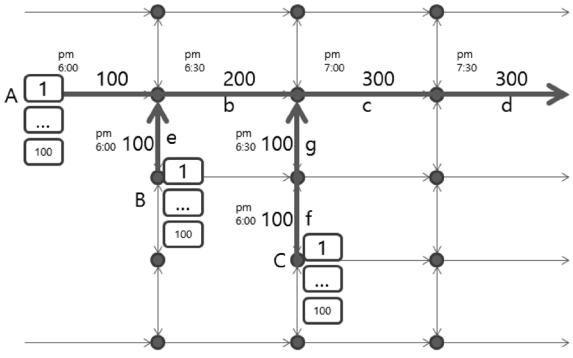


Fig. 6. Real predictive TI(multi request)

Fig. 7은 실시간 예측 교통정보의 가중치를 경로탐색에 적용하여 Fig. 6의 상황에 대한 예상 테스트 결과를 나타낸다.

B, C지점에서 요청한 경로탐색 결과는 기존과 다른 대안 경로의 결과를 반영해준다. 기존 C지역에서 경로탐색결과는 링크 f, g, c, d였으나, 실시간 예측 교통정보 가중치를 반영한 C지역에서의 경로탐색 결과는 링크 l, m, n, d가 될 것이다. 링크 d가 A지역에서 경로탐색을 요청한 결과와 링크 중첩되어 200대의 차량이 진입이 되어 일부 정체가 예상되지만, 다른 대안 경로로 회피하는 것 보다 시간 및 거리에서 발생되는 가중치 비용 합산이 최소 값으로 결정되어 일부 중첩구간이 발생되도록 될 것이다.

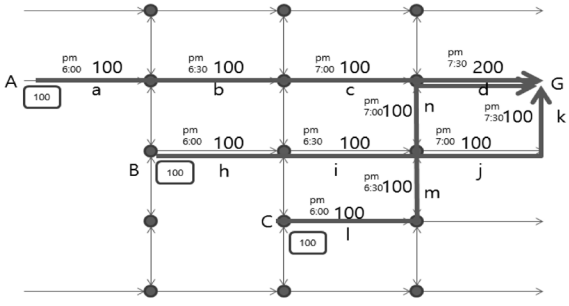


Fig. 7. Route search by real predictive TI

3.2 빠른 길 탐색에 적용

Table 3은 지금까지의 과정을 통해 얻어진 실시간 예측 교통정보이다. Table 3에는 예시로 일반도로 한 지점, 고속도로 한 지점을 표시 했으며 α는 현재 시간을 나타낸다. α(현재시간)값을 사용하는 이유는 현재 주행을 하고 있는 운전자의 경로 정보를 분석하여 만들어지는 데이터이기 때문에 현재시간부터 가까운 미래일수록 정확한 교통정보가 만들어지게 된다. 속도는 패턴 교통정보와 같이 Link를 진입해서 진출하는 동안의 평균 속도 값이며, 이 값을 이용하여 실시간 빠른 길 탐색 시 링크에 속도에 해당하는 만큼 가중치를 부여하여 빠른 길 탐색에 적용하게 된다.

Table 3. Real predictive traffic information

Link	Time(Minute)	Speed
Link 1 (General road)	α	28km/h
	α+5	26km/h
	α+10	25km/h
	α+15	28km/h
	α+20	32km/h
Link 2 (Highway)	α	68km/h
	α+5	70km/h
	α+10	72km/h
	α+15	70km/h
	α+20	71km/h

Fig. 8은 Hyundai MnSoft의 Mappy with Daum 내비게이션의 경로탐색을 요청하기 위해 교통정보 반영비율을 정하는 부분이며 반영비율이 높을수록 교통정보를 많이 반영하여 경로를 탐색하게 된다. 패턴 교통정보의 경우 신뢰성이 떨어지기 때문에 거리나 도로종별 가중치에 비해 낮은 가중치를 적용하여 경로탐색을 하지만 실시간 예측 교통정보는 클라우드를 이용하는 경로탐색을 이용하는 운전자가 많아질수록 정확한 예측이 가능하게 되며 반영비율을 높여서 정확한 경로탐색 요청이 가능하게 된다.

```
    // 교통정보 반영 비율|
    if ( g_RPOption.route_type == RORT_TRAFFIC
            || g_RPOption.route_type == RORT_PREDICT
            || g_RPOption.route_type == RORT_ECO )
    {
        if ( g_RPOption.route_type == RORT_TRAFFIC )
            TRAFFIC_RATIO = g_nTrafficRatio;
        else if ( g_RPOption.route_type == RORT_ECO )
            TRAFFIC_RATIO = g_nEcoTrafficRatio;
#ifdef _PREDICT_DB_RP
        else //if ( g_RPOption.route_type == RORT_PREDICT )
        {
#ifdef _RP_TUNE
            if ( MULTI_ROUTE_TUNE_MODE )
            {
                TRAFFIC_RATIO = g_RouteTuneFactor.nPredictTrafficRatio;
                g_nPredictAppTpegTimeCost = g_RouteTuneFactor.nPredictTpegTime;
            }
            else
#endif
            {
                TRAFFIC_RATIO = g_nPredictTrafficRatio;
                g_nPredictAppTpegTimeCost = PREDICTRP_TPEGAPPTIME_COST;
            }
```

Fig. 8. Route search source code

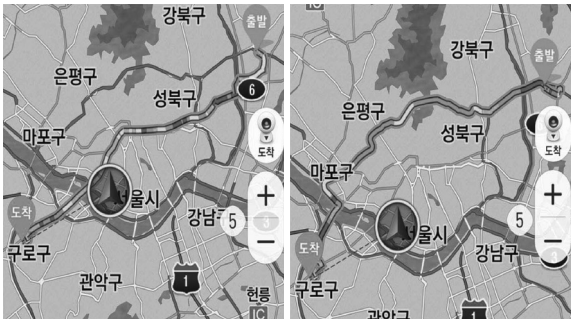
이러한 결과로 만들어진 예측 교통정보 또는 실시간 교통정보 데이터를 이용하여 노드·링크 가중치를 적용하여 앞에서 언급한 A* 알고리즘을 이용한 최단경로 탐색을 수행하게 된다.

3.3 실시간 빠른 길 탐색 결과 비교

실제 과거의 패턴 데이터는 상습정체 구간인 종료, 강남 등에서는 출퇴근 시간대에 극심한 차량 정체가 이루어 졌다. 이에 본 연구에서는 정체가 발생하기 30분 전의 시간대부터 경로탐색 시 해당 구간의 도로 링크에 실시간 예측 교통정보 데이터를 반영하여 30분 후인 실제 상습 정체가 도출되었던 도로에 대해 회피되는 경로탐색 결과를 도출하는 것을 목적으로 분석하였다.

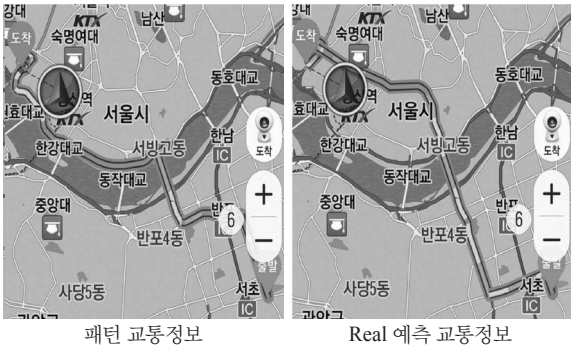
이러한 결과는 교통 혼잡도에 대한 분산 효과를 도출할 수 있으며, 전체적인 교통 흐름을 관리하는 용도로 실시간 예측 교통정보를 활용할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

Fig. 9는 평일 출근시간인 08:00에 출발지를 서울 봉화산,



패턴 교통정보 Real 예측 교통정보

Fig. 9. Route comparison



패턴 교통정보 Real 예측 교통정보

Fig. 10. Route comparison

목적지를 서울 구로역으로 경로탐색 비교 화면이다. 패턴 교통정보가 적용된 경로탐색은 정체구간인 종로, 광화문, 미아를 통해서 목적지인 구로역까지 경로를 안내하고 있고, 실시간 예측 교통정보가 적용된 경로탐색은 내부순환, 상암월드컵 경기장으로 우회해서 목적지까지 안내해주고 있다.

Table 4의 주행 테스트 결과에서 실시간 예측 교통정보를 적용한 내부순환을 우회하는 경로가 2분 빨리 목적지에 도착 했고 패턴 교통정보를 이용한 경로는 최초 예측소요시간이 9분의 오차가 발생했으나 실시간 예측 교통정보는 3분의 오차로 오차가 감소하였다.

Fig. 10은 평일 출근시간인 08:00에 출발지를 양재역, 목적지를 마포역으로 경로탐색 비교 화면이다. 패턴 교통정보가 적용된 경로탐색은 강변북로를 따라 목적지인 마포역까지 경로를 안내하고 있으나 실시간 예측 교통정보가 적용된 경로탐색은 서울역, 남산을 우회해서 목적지까지 안내해주고 있다. Table 4의 주행 테스트 결과에 실시간 예측 교통정보를 적용한 서울역, 남산을 우회하는 경로가 3분 일찍 목적지에 도착 했고 패턴 교통정보를 이용한 경로는 최초 예측소요시간이 11분의 오차가 발생했으나 실시간 예측 교통정보는 2분의 오차가 발생하였다.

Table 4는 앞에서 언급한 주말을 제외한 평일 20일간 출퇴근 시간에 주행 테스트 결과에 대한 평균 결과이며 패턴

Table 4. Drive result comparison

Section	Departure time	Traffic data	Prediction run-time	Actual running run-time	Route rebrowsing number	Note (Via section)
Yangjae station - Mapo station	08:00	Historical	31 Min	42 Min	1	Gangbyeon expressway
		Real	41 Min	39 Min	0	Samgakji
	18:00	Historical	48 Min	45 Min	3	Hannamdaegyo
		Real	41 Min	42 Min	1	Dongjakdaegyo
Bonghwasan station - Guro station	08:00	Historical	92 Min	83 Min	5	Jongno
		Real	78 Min	81 Min	2	Inner ring road
	18:00	Historical	79 Min	88 Min	2	Mapodaegyo
		Real	75 Min	79 Min	2	Hangangdaegyo

교통정보를 사용한 경로보다 실시간 예측 교통정보를 사용한 경로를 이용했을 때 도착 예정시간에 있어 5분 정도의 차이로 나타났다. 또한, 실제 주행 중 경로 변경에 의한 경로 재탐색이 발생하는 횟수가 패턴 교통정보를 이용했을 때보다 적었으며, 이는 실시간 예측 교통정보가 과거의 패턴 데이터보다 실시간 교통정보와 유사하다는 의미로 해석이 가능하다.

3.4 실시간 교통정보와 실시간 예측 교통정보 비교

실시간 예측 교통정보의 정확도를 검증하기 위해 특정 시간 같은 도로에서 실시간 교통정보, 패턴 교통정보, 실시간 예측 교통정보를 비교 하였다. 실시간 교통 정보는 서울특별시 교통정보센터(www.topis.seout.go.kr)에서 제공하는 서울특별시 교통정보 및 ITS 국가교통정보센터(www.its.go.kr)에서 제공하는 전국 주요 도로 교통정보를 사용 했으며 패턴 교통정보는 Hyundai Mnsoft에서 과거의 실시간 교통정보 데이터를 수집 및 가공하여 실시간 빠른 길 탐색에서 미래 교통정보를 예측할 때 사용되어지는 패턴 교통정보를 사용했다.

Table 5는 2015년 2월 한 달 동안 주말 오전 시간대(11:00)의 실시간 교통정보, 패턴 교통정보, 실시간 예측 교통정보의 평균 속도를 비교한 자료이며, Table 6은 2015년 2월 한 달 동안 평일 출퇴근 시간대(08:00/18:00)의 평균 속도를 비교한 자료이다.

실시간 예측 교통정보는 각 테스트 지점을 기반으로 도착 예정 1시간 전으로 예측되는 출발지에서 경로탐색을 하여 각 지점에서 20대의 차량이 출발한다는 가정으로 미래 교통량을 파악하여 예측된 교통정보이다.

위 결과로 실시간 예측 교통정보가 패턴 교통정보에 비해 실시간 교통정보에 더 근접하다는 것을 알 수 있으며, 특히 교통체증이 심한 상황에서 더욱 실시간에 근접한 교통정보 예측이 가능했다. 결과적으로 실시간 예측 교통정보는 클라우드 경로탐색을 이용하는 운전자가 많아질수록 더욱 실시간에 가까운 교통정보 데이터를 만드는 것이 가능하게 된다.

Table 5. Weekend traffic information

Section	Realtime traffic data	Historical traffic data	Real predictive traffic
Gangnam Station - Baengbaeng Sageori	8km/h	11km/h	9km/h
Nagwon Arcade - Cheonggye 2-ga	9km/h	12km/h	10km/h
Chungjeongno Sageori - Mapo Station	32km/h	35km/h	30km/h
Hannam IC - Yangjae IC	50km/h	68km/h	55km/h

Table 6. Commute traffic information

Section		Realtime traffic data	Historical traffic data	Real predictive traffic
Gangnam station - Baengbaeng Sageori	Attendance	5km/h	11km/h	9km/h
	Leave work	6km/h	10km/h	7km/h
Nagwon Arcade - Cheonggye 2-ga	Attendance	6km/h	12km/h	10km/h
	Leave work	5km/h	9km/h	9km/h
Chungjeongno Sageori - Mapo station	Attendance	24km/h	18km/h	28km/h
	Leave work	28km/h	20km/h	28km/h
Hannam IC - Yangjae IC	Attendance	32km/h	25km/h	28km/h
	Leave work	25km/h	24km/h	20km/h

4. 결 론

본 연구는 기존 실시간 빠른 길 탐색에서 사용되는 패턴 교통정보 데이터가 실제 다양한 교통 상황에 대한 예측 및 반영에 대한 이슈를 해결하기 위한 방안으로 과거의 데이터가 아닌 실시간 클라우드 경로 탐색 데이터를 이용하여 만드는 교통정보인 실시간 예측 교통정보 설계 및 적용 방법을 제시하였다.

실시간 예측 교통 정보의 검증은 양재에서 마포를 경로 탐색하여 예측 교통정보를 반영하였으며, 기존 3km/h - 15km/h의 오차율이 발생하던 도로의 속도 가중치를 1km/h - 5km/h의 오차율로 개선된 결과를 도출하였다. 또한, 실제 주행으로 실시간 반영에 대한 결과 검증 시, 기존 경로보다 최대 약 9분, 평균 약 3분 일찍 도착하였다.

교통 혼잡도가 빈번한 출퇴근 시간대에 실제 상습 정체 구간이 발생한 도로를 기반으로 경로탐색을 요청했을 때 혼잡도가 심한 도로 링크를 회피하는 경로 탐색 결과를 도출 하였으며, 실제 주행 시, 기존 경로보다 보다 정확한 도착 예정 시간과 빠른 도착 시간을 반영하는 결과를 도출하였다.

그러나 실시간 예측 교통정보는 클라우드를 이용한 길 탐색을 이용하는 운전자들의 경로를 분석하여 생성하기 때문에 길 탐색을 사용하는 운전자의 숫자가 적으면 정확하지 않는 실시간 예측 교통정보가 생성 될 수 있다.

본 연구에서는 경로탐색을 이용하는 운전자들의 수를 특정 숫자로 예상하여 연구에 적용하였기 때문에 비록 긍정적인 결과를 도출하였지만 차량 수, 주행경로, 분석시간대, 주행회수 등 향후 다양한 사례와 경우의 수 등을 설정하여 보다 심도있는 연구가 필요할 것이다.

결과적으로 실시간 예측 교통정보를 이용한 경로탐색은 많은 운전자들에 의해 실시간으로 정보가 수집 및 업데이트가 가능한 실시간 예측 교통정보를 통해 빠르고 운전자가 적은 도로로 안내하는 것이 가능하며 더 넓게는 교통 흐름의 제어를 통한 교통체증에 의한 각종 사회적 비용이 감소할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2014학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원을 받아 작성된 논문임.

References

Chol, B., Kang, H., Lee, S., and Han, S. (2009), A study for traffic forecasting using traffic statistic information, *The Korean Journal of Applied Statistics,* Vol. 22, No. 6, pp. 1177-1190.(in Korean with English abstract)

Choi, J. and Yang, Y. (2008), An efficient filtering technique of GPS traffic data using historical data, *Journal of Korea Spatial Information System Society,* Vol. 10, No. 3, pp.55-65.(in Korean with English abstract)

Han, G., Kim, I., and Kim, H.(2003), Effects of predictive transportation information on traffic pattern, *Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems,* Vol. 2003, No.1, pp. 142-147.(in Korean with English abstract)

Hwang, J., Kang, H., and Choi, H. (2012), A method for extracting vehicle speed using aerial images, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography,* Vol. 30, No. 1, pp, 11-19.(in Korean with English abstract)

Kim, D., Jeong, Y., and Min, S. (2012), A study on building the platform and development of algorithm for collecting real-time traffic data, *Proceedings of 31th Korea Institute Information and Communication Engineering Congress,* 25-26 May, Pusan, Korea, Vol. 31. No. 1, pp. 535-538.

Lee, C. (2003), Route travel time stabilization by real time traffic information improvement, *Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems,* Vol. 2, No. 1, pp. 101-108.(in Korean with English abstract)

Lee, G. (2011), *A Study on the Connecting Methods of Traffic Information using OPEN-API,* Master's thesis, Ajou University, Gyeonggi-do, Korea, 56p.(in Korean with English abstract)

Lee, G. and Nam, D. (2012), Open architecture of transportation information dissemination using open API, *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication,* Vol. 12, No. 1, pp. 109-114.(in Korean with English abstract)

Oh, M. and Park, S.(2013), A weighted based pre-perform A* algorithm for efficient heuristics computation processing, *Journal of Korea Game Society,* Vol. 13, No. 6, pp. 43-52. (in Korean with English abstract)

Park, Y., Jeong, Y., and Min S.(2012), A study on development of verification system for real-time traffic data using TPEG data and GPS device, *Proceedings of 31th Korea Institute Information and Communication Engineering Congress,*

25-26 May, Pusan, Korea, Vol. 31. No. 1, pp. 547-549.(in Korean with English abstract)

Ryu, Y.(2013), Development of a shortest path searching algorithm using minimum expected weights, *Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems,* Vol. 12, No. 5, pp. 36-45.(in Korean with English abstract)

Wang, J. and Kim, D. (2013), Development of destination arrival time prediction system for bus that applied smart-phone based real-time traffic information, *Journal of the Korea Society of Digital Industry and Information Management,* Vol. 9, No. 4, pp. 127-134.(in Korean with English abstract)

Yoo, Y. and Jo, M. (2006), The system for predicting the traffic flow with the real-time traffic information, *International Journal of Maritime Information and Communication Sciences,* Vol. 10, No. 7, pp. 1312-1318.(in Korean with English abstract)