

# 방위각을 이용한 개별 차량의 주행방향 결정

정규수

한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부

## The Determination of Each Vehicle Directions Using Azimuth

Kyusoo Chong

Department of Future & Smart Construction Research, Korea Institute of Civil Engineering  
and Building Technology

**요약** 교통정보 제공을 위한 차량의 속도 등 교통데이터의 수집은 지점검지, 도로구간 검지 기반의 수집 기술을 이용하고 있으나 최근 운행기록장치, 커넥티드카 등 위치 기반의 정밀한 개별 차량 정보 수집이 용이해지고 있다. 이러한 개별 차량 정보를 이용한 정확하고 정밀한 교통정보 제공을 위해서는 노선별 데이터의 분리 정확도를 함께 높일 필요가 있다. 하지만 개별 차량의 위치좌표를 포함한 속도, 방위각, 가속도 등으로만 구성되어 있는 DTG 데이터는 교통정보 분석에서 기본적으로 활용되는 노선정보와 방향정보를 알 수가 없다. 본 연구에서는 DTG 데이터의 활용을 위해 개별차량의 일정한 구간에서의 대표 방향 설정과 방향별 방위각 범위의 설정을 통한 개별 차량의 노선별 주행방향을 결정하고자 하였다. 그 결과 기존 맵매칭 방법 대비 9.52%의 개선 효과가 나타났다.

**Abstract** Collection technology based on point and road segment detections is used to collect traffic data such as vehicle speed to provide traffic information. Therefore, it is necessary to increase the separation accuracy of data for each route to provide accurate and precise traffic information using such individual vehicle information. However, DTG data, which consists only of speed, azimuth, and acceleration, including position coordinates of individual vehicles, cannot know the route and direction information. But, the route and direction information is needed in the traffic information analysis. Therefore, this study determined the driving directions of each vehicle for the utilization of DTG data. This determination was carried out by setting the representative direction in a unit segment and setting the azimuth range for each direction. As a result, there was an improvement of 9.52% compared to the existing map matching method.

**Keywords** : Azimuth, Vehicle Directions, DTG, Traffic Information, Map Matching

## 1. 서론

### 1.1 연구개요

교통정보 제공을 위한 차량의 속도 등 교통데이터의 수집은 공공의 주도로 VDS, CCTV와 같은 지점검지, AVI, Beacon과 같은 비교적 짧은 도로구간 검지 기반의 수집 기술을 이용하고 있다. 교통정보 제공을 위한 지도

는 노드, 링크로 구성된 교통지도를 이용하고 있으며, 최근 국토교통부에서 구축 중인 정밀도로를 기반으로 할 수 있다. 정밀도로지도는 도로의 3차원 선형, 안전시설물, 부대시설 등의 속성으로 구성되며 오차범위 20cm 이내에서 식별할 수 있도록 기존 지도 대비 10이상의 정확도를 제공한다. 이러한 지도 기반의 정확하고 정밀한 교통정보 제공을 위해서는 현재의 교통정보 수집 기술과

\*Corresponding Author : Kyusoo Chong(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology.)  
email: ksc@kict.re.kr

Received November 16, 2021

Accepted January 7, 2022

Revised December 14, 2021

Published January 31, 2022

개별 차량의 실시간 데이터 활용이 필수적일 것이다. 개별 차량의 실시간 데이터는 민간 수집 데이터 외에 운행 기록분석시스템(eTAS)의 차량 운행정보를 활용할 수 있다.

교통안전법 제55조, 동법 시행령 제45조에 따라 디지털 운행기록계(DTG; Digital Tacho Graph) 장치는 한국에서 교통사고 줄이기 운동의 일환으로 모든 사업용 차량에 의무 장착하도록 법제화 되어 있다. 하지만 이러한 DTG 데이터는 개별 차량의 위치좌표를 포함한 속도, 방위각, 가속도 등으로만 구성되어 있어 교통정보 분석에서 기본적으로 활용되는 노선정보와 방향정보를 알 수가 없다.

위치기반의 개별 차량 정보는 DTG 뿐만 아니라, 자율주행차량, 공유차량 등 향후 활용 가능한 많은 데이터가 생성되고 있으며, 교통정보에 활용하기 위한 개별 차량의 방향성 자동 결정은 반드시 필요한 연구분야라 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 DTG 데이터의 활용을 위해 고속도로를 대상으로 주행노선 정보와 노선별 주행 방향을 결정하고자 하였다.

## 1.2 선행연구

개별 차량의 위치 정보를 이용한 맵매칭은 일반적으로 지점과 지점을 연결하는 Point-to-point 알고리즘, 지점과 선을 연결하는 Point-to-curve 알고리즘, 선과 선을 매칭하는 Curve-to-curve 방식이 있다. Point-to-point 방식은 쉽고 빠르나 오류에 민감하고, Point/curve-to-curve 방식은 도로 네트워크에서 가장 가까운 GNSS 좌표와 버퍼 계산하는 방식으로 가장 일반적이다[1,2]. 이러한 기본적인 맵매칭 방법은 개별 차량의 위치데이터를 이용해 가까운 선에 매칭하기 때문에 GNSS 오차가 발생할 경우 반대 방향으로 해석될 가능성이 매우 높다. 또한, cruve-to-curve 방식은 이동 경로를 추적할 수 있어 상하행 방향을 구분할 수 있으나 일정 시간의 개별 차량 데이터일 경우 적용할 수 없다.

그 외 토폴로지 분석을 기반으로 한 맵 매칭 알고리즘 [3], 연료 소모량 추정용DTG 데이터 분석[4], 비지체 상황에서 트럭 속도 예측연구에서 주행방향 결정[5] 연구에서는 차량간 연결된 위상을 기반으로 결정하기 때문에 위 기본 맵매칭 방법 대비 위치 오차를 줄일 수 있지만 많은 공간 처리 시간이 소요된다. 또한, 개별 차량의 시계열 데이터가 필요하므로, 일정 시간의 위치 데이터인 경우 상하행선을 구분할 수 없다.

차량의 상하행 결정 방법이 적용된 비지체 상황에서의 트럭 속도 예측 연구[6]에서는 60m의 일정한 그리드를

미리 생성하여 주변 그리드로 확대하면서 도로의 방향을 일치시키는 방법으로 차량의 주행방향을 결정하였는데, 일정 크기의 그리드 내에서 도로의 곡선부가 발생할 시 적용이 어려우며, 다른 사례와 같이 많은 공간 처리 시간이 소요된다.

기존 연구 사례에서는 모두 개별 위치좌표의 공간분석이 필요하여 DTG 데이터와 간은 빅데이터의 분석은 처리속도가 길어질 수 있다는 문제가 있다. 또한, 개별 차량을 추적할 필요가 있어 현재 위치 기반으로 방향 추출이 불가능하고 개인정보 수집의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구는 개별 차량의 이동 경로의 추적 과정이 없이 노선 전체의 방향성을 이용하여 상하행선을 분리한다는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다.

## 2. 연구 방법론

본 연구는 고속도로와 같은 일정한 방향성을 가지며 연속적인 경우를 대상으로 한다. 주행노선의 결정을 위해 표준노드링크 지도를 기반으로 노선당 3.5m의 검색 버퍼를 정하여 범위 내에 포함되는 데이터에 노선번호를 부여하고, 노선 방향성 결정을 최대한 짧은 구간에 적용하기 위해 전체 노선을 분할된 공간으로 나누어 주기 위해 지오헤시[7]를 기반으로 한 그리드 분할(2.8×3.5km) 후 각 셀 내에서 방향을 결정하고자 한다. 노선의 결정 후 방향별 데이터 분리를 위한 과정은 다음 절 부터 설명한다.

### 2.1 개념

Fig. 1은 동서방향 노선인 영동고속도로 일부 구간에 대한 선형으로, 시점을 A 종점을 B라고 할 때, 상하행 방향을 나타내며, 시종점을 연결하면 하나의 방향으로 나타낼 수 있다. 주행하는 차량의 방향은 Fig. 2에서 실선으로 나타낸 것이며 전체 방향은 점선으로 나타낸 것이다. 이와 같이 동서 등 일정 방향의 노선이라 할지라도 남북 등 다른 방향으로 개설된 구간이 포함되어 상하행선의 구분이 어렵다.

이와 같은 개념을 기본으로 하여 Fig. 3의 점으로 나타낸 것이 주행하는 개별 차량의 위치좌표 및 방위각을 이용한다고 할 때 경위도 방향 각각 최대점과 최소점을 찾는 방법이다. 이 점들 간의 거리를 Fig. 4와 같이 계산할 수 있으며 거리가 더 먼 점을 최원점으로 선정할 수 있다.

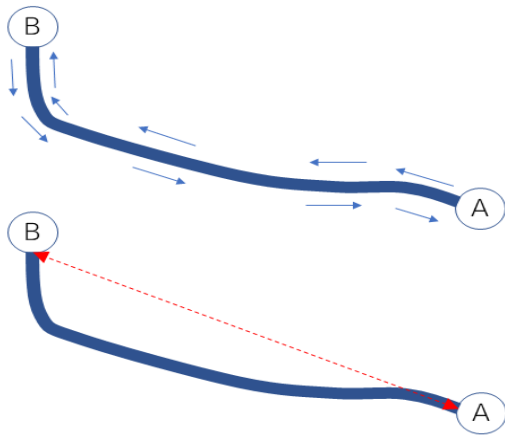


Fig. 1. Vehicle directions of segments bound on highway

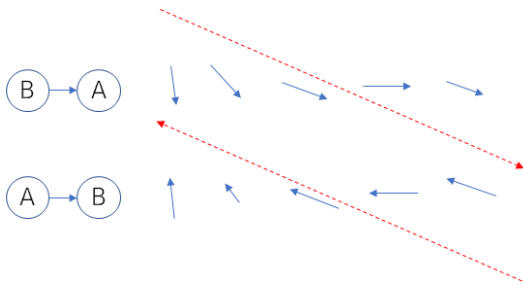


Fig. 2. Each segment directions and whole directionality

## 2.2 상하행선 분리 방법론

먼저, Fig. 3과 같이 일정 구간 내에 개별 차량이 분포되어 있을 때, 각 점들의 좌표를 기준으로 경도, 위도 방향 각각의 최대값과 최소값을 검색한다. 각각의 최대, 최소 좌표를 기준으로 경위도 방향 각 점들의 거리를 Eq. (1)과 같이 계산한다.

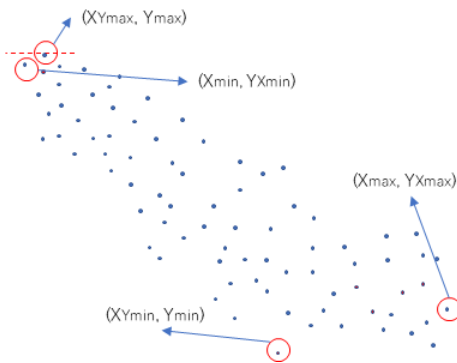


Fig. 3. Classify of directions step 1/4

$$\max(|X_{\max} - X_{\min}|, |Y_{\max} - Y_{\min}|) \quad (1)$$

최대값이  $|X_{\max} - X_{\min}|$  일 때, 노선은 경도방향이 며 X 좌표 값을 기준으로 최원점 좌표를 정한다. 이를 도식화 한 것은 Fig. 4와 같다.

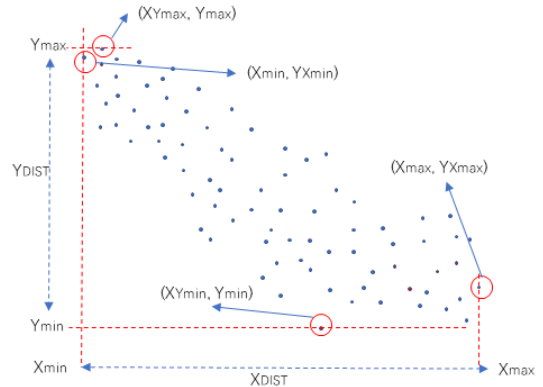


Fig. 4. Classify of directions step 2/4

최원점을 이용하여 정복 기준으로 Fig. 5 및 Eq. (2)와 같이 방위각을 구한다.

$$\theta_x = \cos^{-1} \left[ \frac{(Y_{X_{\max}} - Y_{X_{\min}})}{\sqrt{(Y_{X_{\max}} - Y_{X_{\min}})^2 + (X_{\max} - X_{\min})^2}} \right] \quad (2)$$

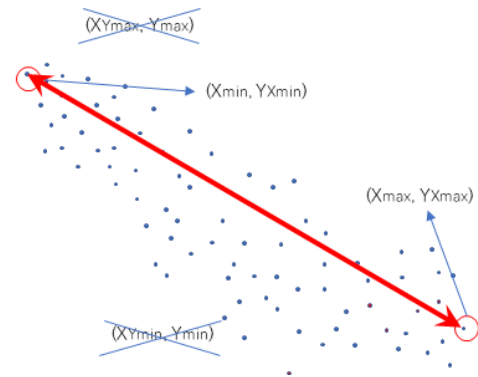


Fig. 5. Classify of directions step 3/4

이때, 방위각이 Eq. (3)을 만족하면 상행 즉, 동에서 서쪽 방향, Eq. (4)를 만족하면 하행 즉, 서에서 동쪽방향으로 결정한다. 도로의 대표 방향에 따른 개별 차량의 방향 결정 방법을 도식화 한 것은 Fig. 6과 같다.

$$\theta_X - 90 < AZIM < \theta_X + 90 \quad (3)$$

$$\theta_X + 90 < AZIM \text{ or } AZIM < \theta_X - 90 \quad (4)$$

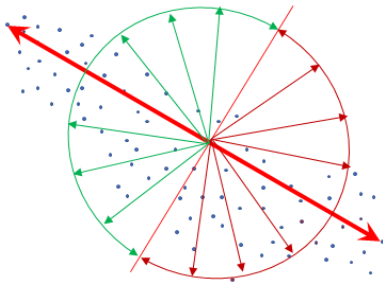


Fig. 6. Classify of directions step 4/4

위에 반대로 위도방향으로 긴 노선 즉, 남북방향의 노선일 경우는 Eq. (5)를 이용하여 방위각을 계산한다.

$$\theta_Y = \sin^{-1} \left[ \frac{(X_{Ymax} - X_{Ymin})}{\sqrt{(X_{Ymax} - X_{Ymin})^2 + (Y_{max} - Y_{min})^2}} \right] \quad (5)$$

이때, 방위각이 Eq. (6)을 만족하면 상행 즉, 남에서 북쪽 방향, Eq. (7)을 만족하면 하행 즉, 북에서 남쪽방향으로 결정한다.

$$\theta_Y - 90 < AZIM < \theta_Y + 90 \quad (6)$$

$$\theta_Y + 90 < AZIM \text{ or } AZIM < \theta_Y - 90 \quad (7)$$

Where,

$X_{max}, X_{min}$  = Max/Min of longitude

$\theta_X, \theta_Y$  = Normal north angle

$Y_{Xmax}, Y_{Xmin}$  = Latitude when max/min of longitude

$Y_{max}, Y_{min}$  = Max/Min of latitude

$X_{Ymax}, X_{Ymin}$  = Longitude when max/min of latitude

$AZIM$  = Azimuth of vehicle

### 3. 분석

#### 3.1 데이터

본 연구에 활용한 DTG 데이터는 개별 차량정보를 암호화 한 화물차 데이터로, 고속도로 상에 상시 분포하며 택시, 버스 등과 같이 특정 통행 패턴이 발생하지 않는다. 다만, 다차로인 경우 우측 차로를 주로 이용하는 특성이 있으나 추월 등 전체 차로를 대부분의 노선에서 이용하기 때문에 연구 대상으로 적합하다고 할 수 있다. 범위는 2018년 4월 한달간, 약 223억개, 3.13TB 중 ITS

국가교통정보센터 표준 노드링크 자료인 영동고속도로 링크와 매칭을 통한 오전 9시30분부터 35분까지 5분 데이터만 활용하였다. 또한, 방향 분리의 비교를 위해 국토정보플랫폼의 도로정밀지도를 활용하였다.

#### 3.2 적용 및 검증

Fig. 7에서 Fig. 9는 영동고속도로 군포IC부터 마성IC 부근까지의 결과를 나타내며 각 그림의 위쪽은 구간 전체, 확대 부분은 개별 차량의 위치를 알 수 있게 약 100m 구간으로 확대한 것이다. Fig. 7은 방향 분리가 되지 않은 전체 DTG 데이터이며, 정밀도로지도와 위치 오차가 일정하게 나타났다. 이는 개별 차량의 낮은 GPS 정확도의 영향이라 할 수 있다. 이때 상하행선에 따라 양쪽으로 모여져, 군집된 것으로 보여진다. 하지만, Fig. 8의 상행방향 분리 결과에서 보면 대부분의 차량 위치는 상행방향 즉 노선의 아래쪽에 위치하고 있으나 하행방향 즉 노선의 위쪽에 위치한 것이 어느 정도 나타났다. 이는 마찬가지로, 개별 차량의 GPS 오차에 의해 발생한 것으로 알 수 있으며, 개별 차량의 방위각을 이용한 방향 분리가 적합함을 알 수 있다.

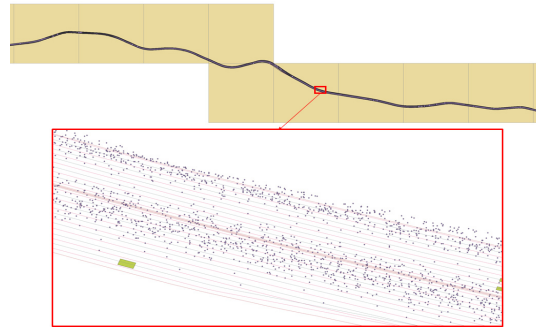


Fig. 7. The result of both direction in grid distribution

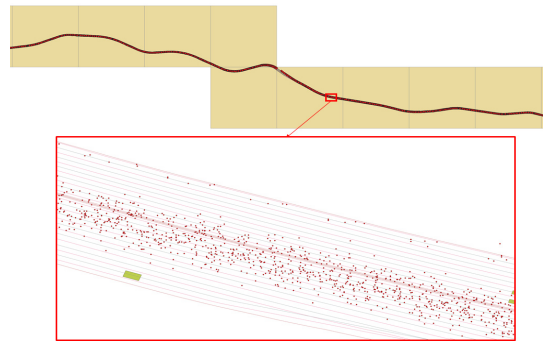


Fig. 8. The result of extract eastbound direction

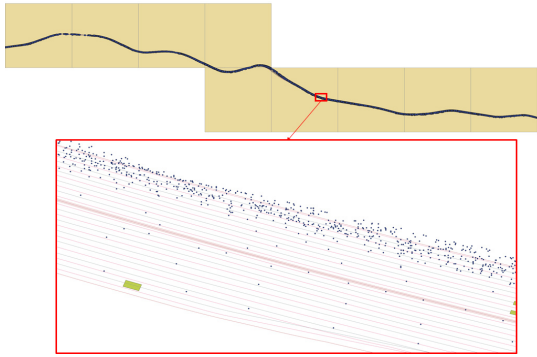


Fig. 9. The result of extract down direction

본 연구 결과로 분리된 상하행선에 대해 방향별 데이터 수와 평균 등 통계치는 Table 2와 같이 상하행 각각 표준편차가 12.11, 10.28로 평균 방위각 115.46, 302.48을 기준으로 일정한 방향으로 진행함을 알 수 있다.

Fig. 7의 결과는 9개 셀에 대한 것으로, 확대 구간을 포함한 1개 셀(그리드 코드 2120221)의 개별 차량 데이터의 분석 결과 Table 1과 같이, 상행 14,944개, 하행 19,402개로 분리되었다. 같은 셀 내 개별 차량 데이터에 대해 기존 맵매칭 결과는 상행의 경우 1,423개가 적은

13,521개로 9.2% 개선된 것으로 나타났다. Fig. 10의 상단 그림은 영동고속도로 상행 일부 구간에 대해 기준 point-to-curve 맵매칭 결과이며 하단은 본 연구 결과와 비교하면 GNSS 위치 오차에 따라 상하행 분류에 오류가 발생한 것을 볼 수 있어, 본 연구결과의 유효성을 알 수 있다.

Table 2. The data summary of results

Spec.	Direction	
	Down	Up
Data num	19,401	14,943
Mean	302.483	115.464
Median	306	120
Std. deviation	10.275	12.1144
Minimum	251	61
Maximum	349	154
Range	98	93
Minority	254	87
Majority	306	127
Variety	97	83

Table 1. The result of direction classification

Num.	SPEED	AZIM	TIME	LON	LAT	CH_GRID	Direction
1	83	282	180427093428	127.0624	37.29638	2120221	Down
2	82	282	180427093429	127.0622	37.29642	2120221	Down
3	83	281	180427093430	127.0619	37.29647	2120221	Down
4	82	281	180427093431	127.0617	37.29651	2120221	Down
5	82	282	180427093432	127.0614	37.29656	2120221	Down
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
19398	15	308	180405093454	127.0406	37.30544	2120221	Down
19399	15	307	180405093454	127.0406	37.30541	2120221	Down
19400	15	308	180405093455	127.0406	37.30544	2120221	Down
19401	15	302	180405093456	127.0405	37.30546	2120221	Down
19402	14	305	180405093457	127.0405	37.30548	2120221	Down
1	89	122	180412093210	127.0413	37.30472	2120221	Up
2	89	122	180412093211	127.0415	37.30460	2120221	Up
3	90	122	180412093212	127.0415	37.30460	2120221	Up
4	90	122	180412093213	127.042	37.30436	2120221	Up
5	90	122	180412093214	127.0422	37.30425	2120221	Up
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
14940	77	103	180424093345	127.0614	37.29626	2120221	Up
14941	77	102	180424093346	127.0616	37.29622	2120221	Up
14942	77	101	180424093347	127.0619	37.29618	2120221	Up
14943	77	103	180424093348	127.0621	37.29613	2120221	Up
14944	78	102	180424093349	127.0624	37.29608	2120221	Up

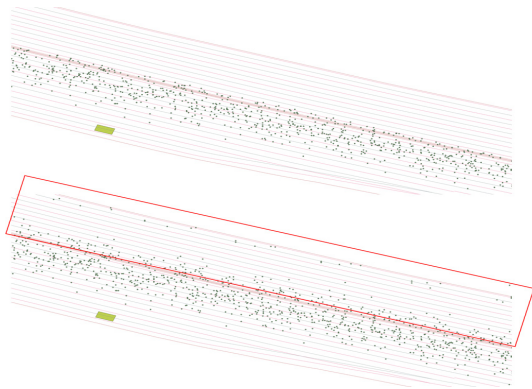


Fig. 10. Compare with map matching

#### 4. 결론

현장 자료를 반영한 교통정보 서비스를 위해 활용이 가능한 DTG 데이터는 개별 차량의 위치좌표를 포함한 속도, 방위각, 가속도 등으로만 구성되어 있어 교통정보 분석에서 기본적으로 활용되는 노선정보와 방향정보를 알 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 DTG 데이터의 활용을 위해 고속도로를 대상으로 주행노선 정보와 노선별 주행방향을 결정하고자 하였다.

화물차 DTG 자료를 이용하였으며, 지오해시 기반의 그리드 기법에 따른 구간 분할을 기본으로 하여, 단위 구간 내 대표 방향을 계산하고 그 방위각을 이용한 범위를 설정하여 상하행 주행방향을 분리하였다. 9개 셀에 대해 적용한 결과, 1개 셀(그리드 코드 2120221)의 개별 차량은 상행 14,944개, 하행 19,402개로 분리되고, 같은 셀 내 개별 차량 데이터에 대해 기존 맵매칭 결과는 상행의 경우 1,423개가 적은 13,521개로 9.2% 개선된 것으로 나타났다.

본 연구는 고속도로와 같이 일정한 방향성을 가지며, 연속류인 도로를 대상으로 하여, 도심지와 같이 단속유이면서 도로의 방향이 직교되는 경우에 적용하기는 한계가 있다. 따라서, 향후 단속류 교차로를 세분한 방향성의 설정과 도심지 다수의 자료를 확보할 수 있는 택시 DTG 자료를 사용한다면 적용 범위를 확장할 수 있을 것으로 기대된다.

#### References

- [1] K. Chong, "A Study on Map Mapping of Individual Vehicle Big Data Based on Space", *The journal of the Korea institute of intelligent transportation systems*, Vol.20, No.5, pp75-82Oct. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.5.75>
- [2] D. Bernstein and A. Kornhauser, "An Introduction to Map Matching for Personal Navigation Assistants", *Technical report, New Jersey TIDE Center*, 1996.
- [3] C. E. White, D. Bernstein and A. L. Kornhauser, "Some Map Matching Algorithms for Personal Navigation Assistants", *Transportation Research Part C: 8*, pp91-108, 2000.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0968-090X\(00\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0968-090X(00)00026-7)
- [4] M. A. Quddus, W. Y. Ochieng, L. Zhao and R. B. Noland, "Current Map-matching Algorithms for Transport Applications: State-of-the Art and Future Research Directions", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol.15, Issue 5, pp312-328, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2007.05.002>
- [5] W. Cho, "Big Data-Based Fuel Consumption Estimation Model using Actual On-road DTG Data and Spatial Data", *Kukmin university, Dissertation*, pp35-37, 2016.
- [6] J. Zhao, Y. Gao, Z. Yang, J. Li, Y. Feng and Z. Qin, "Truck Traffic Speed Prediction Under Non-Recurrent Congestion: Based on Optimized Deep Learning Algorithms and GPS Data," in *IEEE Access*, Vol. 7, pp.9116-9127, 2019.
- [7] Wikipedia, Geohash, Available From: <https://en.wikipedia.org/wiki/Geohash> (accessed Nov. 01, 2021)

정 규 수(Kyusoo Chong)

[정회원]



- 2021년 8월 : 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 (도시계획학박사)
- 2001년 1월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 연구위원

<관심분야>

교통정보, 공간정보