

# 정밀도로지도 내 평면교차로 구조적 특성을 반영한 도로연결허가 금지구간 자동 추출방법론 연구\*

Automatic Detection of the Access-restricted Sections based on Geographic Characteristics of At-grade Intersections in High Definition Maps

이준형 Lee Junhyung\*\*, 신치현 Shin Chi-hyun\*\*\*, 김영진 Kim Youngjin\*\*\*\*,  
강승민 Kang Seungmin\*\*\*\*\*

## Abstract

This study focuses on the algorithm which can automatically detect the access restricted sections based on geographic characteristics of at-grade intersections in high definition maps. Some pre-works such as classification of intersection type, defining the geometrical boundary of intersection and measuring the threshold distance are necessary to detect access restricted section. The high definition map includes the lane, link, stop line and node information which are the base information to determine access-restricted sections. The geometrical boundary of intersection is defined as the cross, diverge and merge conflict area. The acceleration and deceleration lane is vertically separated from the mainline or channelized lane by the traffic island or painted island. The maximum length of the acceleration and deceleration lane is defined as 400m based on the merging and diverging influence area in highway capacity manual. The access-restricted section detection algorithm is designed based on the layer attribute data of a high definition map. The algorithm validation results show a 86.8% accuracy in the 61km long study site. Due to the high definition map error and complicated field conditions, there were some errors in the result. Nevertheless, the high definition map still the most suitable map to detect the access restricted section. The accuracy of this access restricted section detecting algorithm can be improved under the following conditions; Expand the coverage of high definition map, increase the accuracy of high definition map data and introduce a live high definition map.

Keywords: Access-restricted Section, High Definition Map, At-grade Intersection, Intersection Type

\* 본 논문은 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 19SCIP-C146569-02).

\*\* 한국건설기술연구원 미래융합연구본부 연구원(제1저자) | Researcher, Department of Future Technology and Convergence Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology | Primary Author | takion0424@yonsei.ac.kr

\*\*\* 경기대학교 도시교통공학과 교수(교신저자) | Prof., Dept. of Urban and Transportation Engineering, Kyonggi Univ. | Corresponding Author | chshin@kyonggi.ac.kr

\*\*\*\* 한국건설기술연구원 미래융합연구본부 수석연구원, 경기대학교 도시교통공학과 박사과정 | Senior Researcher, Department of Future Technology and Convergence Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology | yjkim73@kict.re.kr

\*\*\*\*\* (주)유엔알텍 본부장, 경기대학교 도시교통공학과 박사과정 | Vice President, Urban and Road Traffic Engineering Corporation | kangsm82@daum.net

## I. 서론

도로의 교통기능은 크게 이동성과 접근성 두 가지로 분류된다. 일반적으로 고속도로와 간선도로는 접근성보다 지역 간 이동성이 강조되고, 집산도로와 국지도로는 이동성보다 접근성을 강조한 도로에 해당한다.

「도로법」 제52조에 따른 도로연결허가는 이와 같이 지역 간 이동성이 강조되어야 하는 고속도로, 자동차 전용도로, 일반국도, 지방도, 4차로 이상의 도로에 다른 도로나 통로, 그 밖의 시설을 연결하는 경우에 도로관리청의 허가를 받게 함으로써 도로의 접근성을 제한하고, 이동성을 보장하고자 하는 법적 제도이다. 이와 같은 도로 연결허가 업무를 위하여 「도로와 다른 시설의 연결에 관한 규칙」(이하 「도로연결규칙」)은 도시지역을 벗어난 읍·면·리 지역에 위치한 일반국도가 지역 간 이동성 기능을 유지할 수 있도록 일반국도에 인접한 토지가 일반국도와 연결되기 위한 조건을 규정하고 있다. 특히 「도로연결규칙」 [별표 4]는 교차로의 도로연결허가 금지구간을 정의하고 있으나, 도로관리청 업무담당자가 연결허가 조건을 판단하기 어려운 경우가 많다. 또한 도로점용허가 및 도로연결허가는 2018년 기준 전국 국토관리사무소 전체 민원 업무의 약 70%를 차지하는 등(국토교통부, 한국건설기술연구원, 한국법제연구원 2019, 1) 업무담당자에게 과도한 업무부담을 주고 있다. 그럼에도 불구하고, 업무담당자의 재량권을 존중하는 도로연결허가 업무의 특성상 민원인은 도로연결허가 여부에 일관성이 부족하다고 느끼는 경우도 있다. 객관적 판단기준의 미비로 도로연결허가 행정의 신뢰성이 저하되거나, 무분별한 도로연결허가가 이루어질 경우, 지역 간 광

역 연결을 담당하는 일반국도의 이동성이 훼손되어 그 기능을 상실할 우려가 있다.

건설인허가시스템<sup>1)</sup>에 따르면 최근 5년(2014~2018년)의 도로점용 신청 13,758건 중 허가는 10,988건, 불허는 2,770건으로 불허 비율이 약 20.1%에 이르며, 허가 신청 시 요구되는 측량 및 연결허가 신청서 작성에는 건당 70~2,000만 원이 소요되는 점을 고려할 때 불필요한 노력과 상당한 수준의 비용 지출이 발생하고 있다.

따라서 공학적 알고리즘에 근거하여 합리적 도로연결허가가 이루어질 수 있고, 민원인이 사전에 손쉽게 도로연결허가 가능 여부를 검토할 수 있다면 사회적 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 국토지리정보원에서 구축·제공하고 있는 정밀도로지도는 도로연결허가 가능구간을 판단하는 데 사용될 수 있는 도로의 다양한 정보를 포함하고 있다. 따라서 본 논문에서는 일반국도변에 위치한 토지를 일반국도와 연결하기 위한 민원인의 시간과 비용 절감 및 업무담당자의 부담 완화, 일관성 있는 행정처리 지원을 위하여 정밀도로지도를 기반으로 평면교차로 도로연결허가 금지구간을 추출하는 방법론에 대하여 연구하고 그 정확도를 검증하였다.

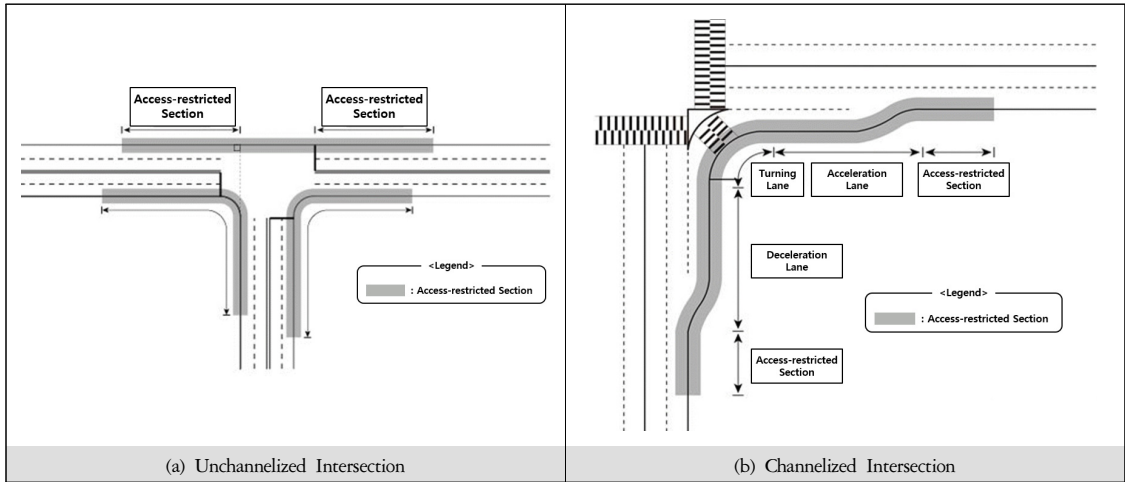
## II. 도로연결허가

### 1. 평면교차로의 도로연결허가 금지구간

「도로연결규칙」 [별표 4]에 따르면 평면교차로의 물리적 영역과 제한거리 내에서 다른 시설의 연결을 금지하고 있으며, 변속차로 설치유무에 따른 교차로 도로연결허가 금지구간은 <Figure 1>과 같다.

1) <http://www.cpermit.go.kr/cap/index.jsp> (2019년 9월 27일 검색).

Figure 1\_ Example of Road Access-restricted Section



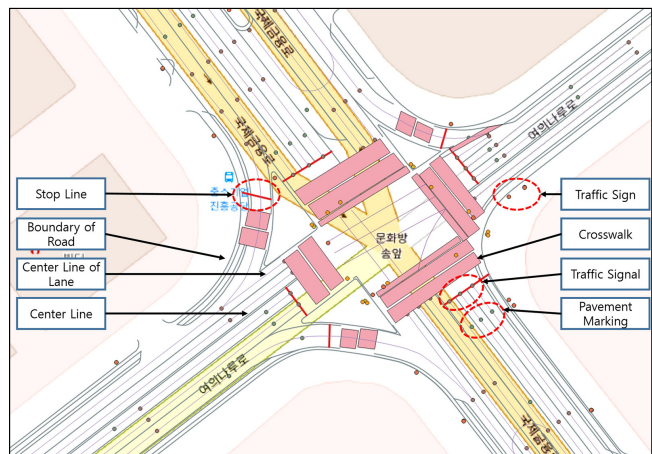
변속차로가 없는 평면교차로에서 제한거리의 길이는 정지시거와 같고, 감속부의 경우 정지선으로부터 산정하며, 가속부의 경우 교차하는 도로의 연장선과 만나는 지점에서부터 산정한다. 변속차로가 설치되었거나 설치예정인 교차로는 변속차로 및 회전차로 전체와 변속차로 테이퍼 시점(감속부) 또는 종점(가속부)으로부터 제한거리 만큼의 연결을 금지한다. 변속차로가 없는 교차로의 제한거리는 설계속도와 지구단위계획 구역 또는 제2단계 집행계획 수립 여부에 따라 상이하하며, 변속차로가 설치되었거나 설치예정인 교차로의 제한거리는 지역에 따라 지구단위계획 구역 또는 제2단계 집행계획 수립구역은 10m, 그 밖의 지역은 20m로 한다. 따라서 도로의 연결허가 금지구간을 도출하기 위해서는 도로 기하구조에 대한 파악이 필요하다. 그러나 실제 도로 기하구조 여건은 <Figure 1>의 예시도처럼 정형화되지 않은 경우가 많아 어려움이 있다. 또한 도류화 여부 등 제반 여건을 고려하지 않고 단순히 교차하는 도로 본선 연장선과의 교점을 탐색할 경우 가속부 제한거리 산정의 기준점이

교차로 내부에 형성되는 등 오류가 발생할 여지가 있어 주의가 필요하다.

## 2. 정밀도로지도

국토교통부 국토지리정보원에서는 2015년 5월 국토교통부, 산업통상자원부, 미래창조과학부(2015)가 합동으로 발표한 '자율주행차 상용화 지원방안'에 따라 고속국도, C-ITS 실증지구 등을 중심으로 <Figure 2>

Figure 2\_ Composition of High Definition Map



와 같이 자율주행에 필요한 규제선(차선, 도로경계선, 정지선, 차로중심선 등), 도로시설물(중앙분리대, 터널, 교량, 지하차도 등), 표지시설(교통안전표지, 노면표시, 신호기 등) 등을 3차원으로 표현한 25cm 이내 오차의 정밀도로지도를 구축 및 배포하고 있다(국토지리정보원 2018). 2019년 현재까지 국토지리정보원에서는 일반국도 1~5구간, 서울시·제주도 C-ITS 실증구간, 일부 고속도로 등 24개 지역 1,729km 연장의 정밀도로지도를 구축하여 배포하고 있다.

정밀도로지도는 본래 자율주행차량의 안전한 주행을 보조하기 위한 목적으로 구축되었으나, 도로의 기하구조, 도로시설물, 표지시설 등에 대한 정밀 정보를 담고 있어 다양한 분야에 대한 응용 연구가 꾸준히 이루어지고 있다. 그 결과 정밀도로지도는 도로대장 전산화(지적 재조사)에 활용가능성이 제시되었고(이병길, 박홍기 2018, 98), 공간정보 뷰어, 로드뷰, 기하구조 분석, 증강현실을 이용한 자산관리 등 도로분야 활용서비스 모델 개발에도 활용되었다(한국도로공사, EGIS 2019). 도로관리 분야에서도 정밀도로지도 구축

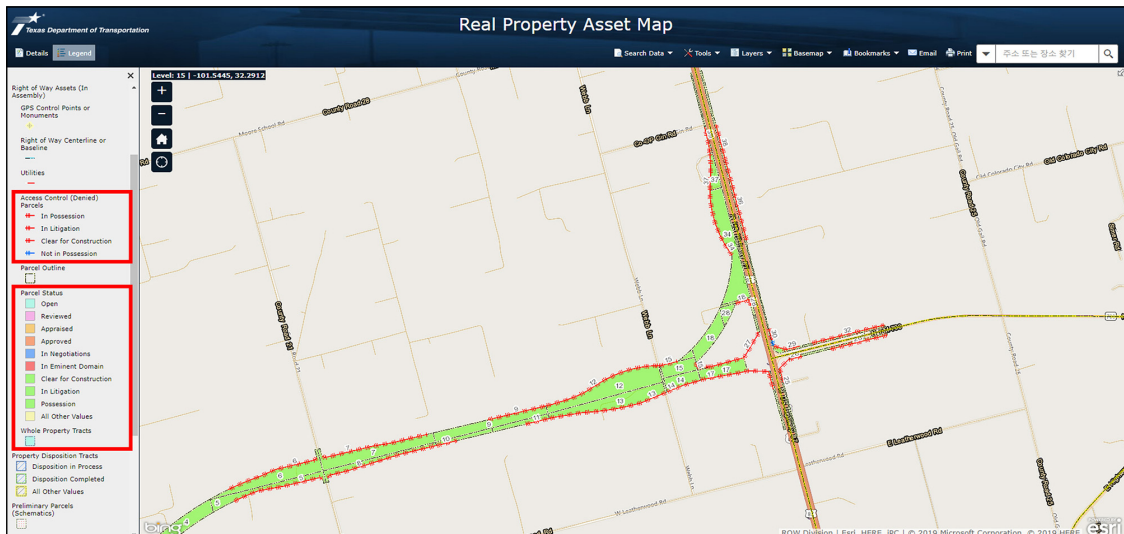
및 갱신(연 3회) 시 생성되는 MMS(Mobile Mapping System) 측량정보를 도로점용, 도로표지, 도로포장, 절개지 관리 등에 활용할 방안을 꾸준히 탐색하고 있다(신성필 2019). 이 같은 최근의 도로정밀지도 활용방안 탐색 추세 속에서 본 논문은 정밀도로지도가 기존의 타 지도보다 높은 정밀도와 각종 시설물 정보를 포함하고 있는 점을 이용하여 평면교차로의 도로연결허가 금지구간을 추출하는 데 활용하였다.

### 3. 도로연결허가 가능 구간 정보화 사례

미국 텍사스 교통부는 지난 2016년 <Figure 3>과 같이 웹 기반 ArcGIS를 이용하여 Real Property Asset Map(이하 RPAM)을 구축하고 도로점용 및 연결허가 정보를 민간에 제공하고 있다. RPAM은 각종 연결허가 자료를 데이터베이스화하여, 도로점용 필지의 위치와 개발 상태 등에 관한 정보를 제공한다.

RPAM 구축 이후 텍사스 도로점용국은 기존 종이 자료로 관리해 온 연결허가 정보 관리비용의 25%,

Figure 3\_ Texas DOT Right of Way Information Service



Source: [https://maps.dot.state.tx.us/AGO\\_Template/TxDOT\\_Viewer/](https://maps.dot.state.tx.us/AGO_Template/TxDOT_Viewer/) (accessed August 21, 2019).

기술검토 비용의 50%를 절감한 것으로 평가된다 (Texas Department of Transportation 2016a). RPAM에 관련 자료를 업로드하기 위하여 모든 신규 도로점용·연결허가는 텍사스 교통부의 규정에 따라 디지털 형태의 ArcGIS양식으로 제출이 의무화되었다(Texas Department of Transportation 2016b). 텍사스 교통부 규정에 따르면 모든 제출자료는 Auto CAD의 dgn파일을 ArcGIS의 gdb파일로 변환하여 제출하여야 하며, 텍사스 교통부의 가이드라인과 양식을 준수한 파일 이름, 좌표체계, GIS자료 특성, 현재의 연결허가 현황, 주요 기준점, 연결허가 요청 지점, 연결요청 도로 중심선 등의 필드를 포함하고 있어야 한다. 텍사스 교통부 이외에 캘리포니아, 미네소타 등 미국 여러 주정부에서는 유사한 정보시스템이 운영되고 있다.

### III. 정밀도로지도 기반의 도로연결허가 금지 구간 알고리즘

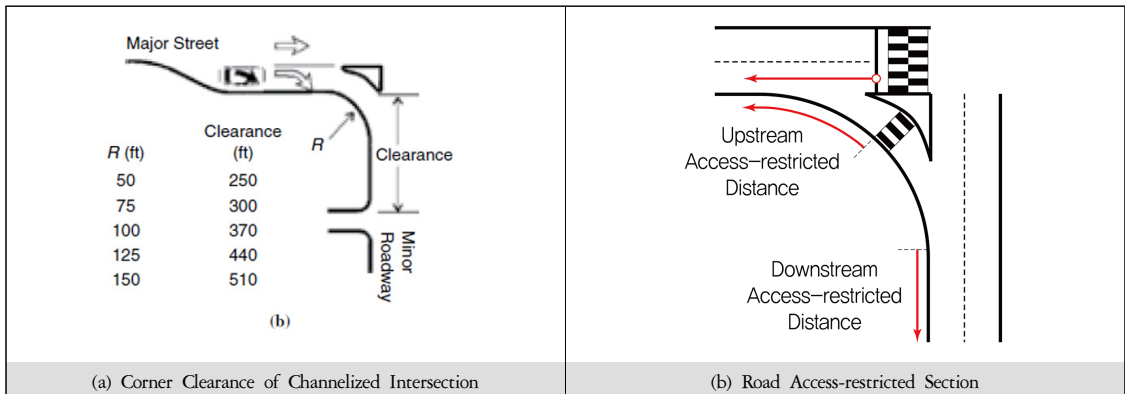
#### 1. 도로연결 제한거리 산정의 기준점 도출

「도로연결규칙」의 평면교차로 도로연결허가 금지구간 산정은 크게 변속차로가 있는 교차로와 변속차로

가 없는 교차로로 분류된다. 「도로연결규칙」 [별표 4]에서 교차로 연결금지 구간을 도로가 교차하는 물리적 영역과 제한거리로 규정하고 있으며, 이는 교차로를 통과하는 차량과 점용지 진출입 차량 간 엇갈림 상충에 의한 사고위험을 줄이기 위해 진출입로를 교차로부터 일정거리 이상 이격시키고자 하는 데에 그 목적이 있다. 제한거리는 교차로의 물리적 영역의 경계를 기준으로 산정되므로 교차로의 다양한 형태를 고려한 교차로의 물리적 영역의 경계를 판단하는 기준설정이 중요하다.

「도로연결규칙」에서의 물리적 교차로 범위는 교차로 내 회전차량 간 교차·분류·합류상충이 발생하지 않는 범위를 표현하고자 하고 있다. 따라서 일반적인 교차로의 물리적 영역은 감속부의 정지선으로부터 가속부의 차로 시작점까지임을 직관적으로 알 수 있다. 그러나 우회전 차로가 도류화된 교차로의 경우 Williams, Stover, Dixon and Demosthenes(2014, 381)에서 제시하는 바와 같이 곡선반경의 크기에 따라 Corner Clearance의 길이가 변화하게 된다(<Figure 4>의 (a) 참조). 곡선반경이 증가할수록 회전차량이 보다 빠른 속도로 회전을 할 수 있으며, 그에 따라 정지거리도 증가하게 되어, 차량이 회전을 마친 지점으로부터 진출입로까

Figure 4 \_ Corner Clearance and Geometrical Boundary of Channelized Intersection



Source: Williams, Stover, Dixon and Demosthenes 2014, 381.

Figure 5\_Geometrical Boundary of Intersection

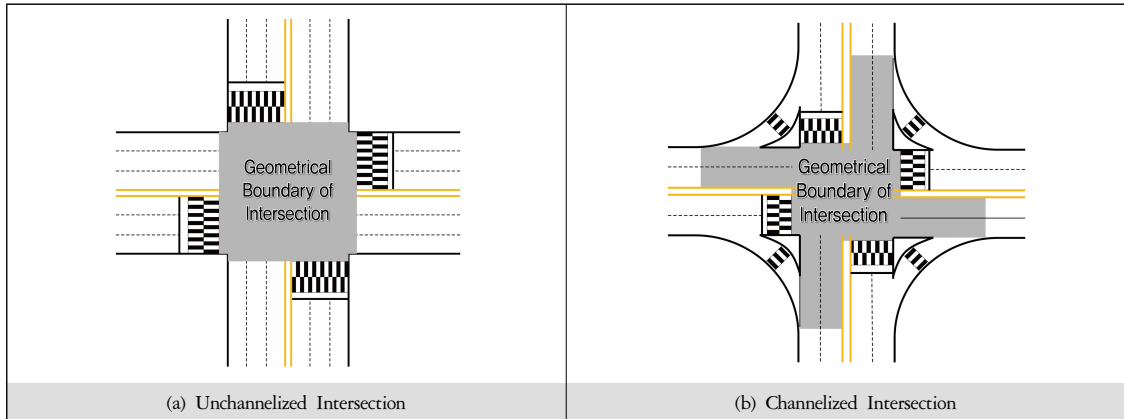


Table 1\_Geometrical Boundary of each Intersection Type

Boundary Position		① Both Acceleration and Deceleration Lanes	② Acceleration Lane Only	③ Deceleration Lane Only	④ No Acceleration and Deceleration Lanes
Deceleration Lane	Channelized	End of the Taper	Backside Spot between Mainline Stop Line and Channelized Stop Line	End of the Taper	Backside Spot between Mainline Stop Line and Channelized Stop Line
	Unchannelized		Mainline Stop Line		Mainline Stop Line
Acceleration Lane	Channelized	End of the Taper	End of the Taper	Merging Node of Channelized Lane	Merging Node of Channelized Lane
	Unchannelized			Signalized Intersection Node	Signalized Intersection Node

지의 거리(제한거리)도 증가함을 알 수 있다(<Figure 4>의 (a) 참조). 즉, 도류화 차로를 이용하는 회전차량과 본선 차량 간 상충이 발생하는 지점까지 교차로의 물리적 범위가 확장된다. 따라서 변속차로의 설치 없이 우회전 차로가 도류화된 경우 <Figure 4>의 (b)와 같이 교차로의 물리적 범위의 확장과 제한거리 산정 기준점의 수정이 필요하다.

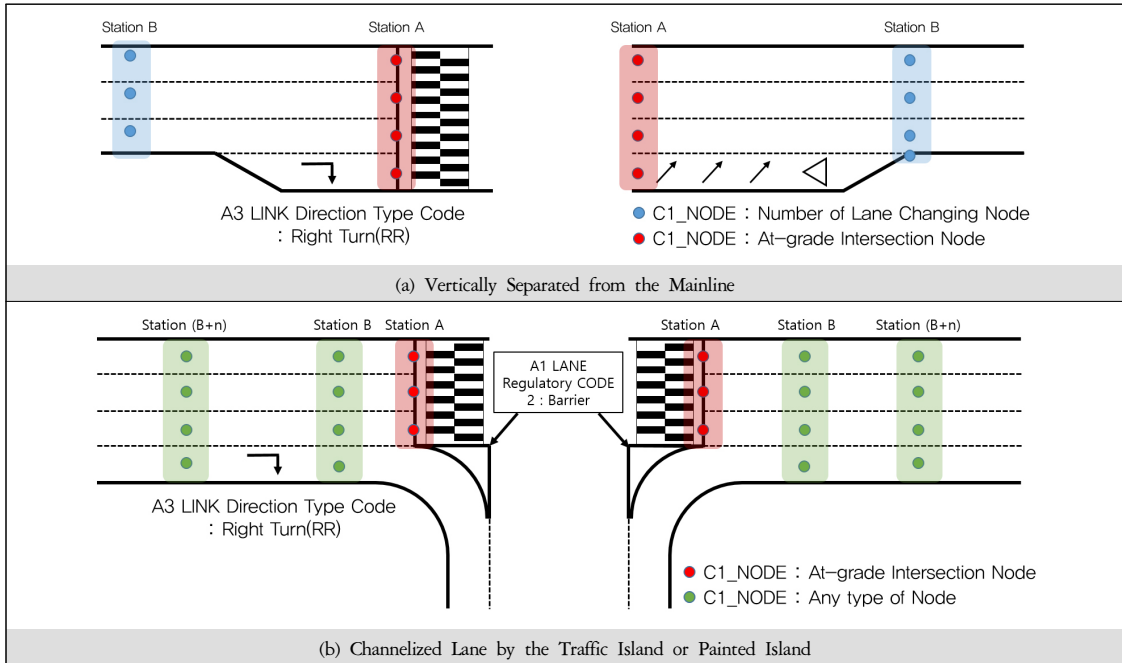
교차로 도류화 여부에 따른 물리적 교차로 범위는 <Figure 5>와 같이 나타낼 수 있으며, 물리적 교차로의 범위와 그 제한거리 내 연결허가를 금지하는 기준점은 교차로 감·가속부의 도류화 여부에 따라 <Table 1>과 같이 4개 교차로 유형별로 분류할 수 있다. <Table 1>의 연결허가 기준점을 정밀도로지도 기반

으로 추출하고, 도로연결허가 금지구간을 정밀도로지도에서 표출하기 위하여 다음 절에서는 변속차로와 도류화를 정의하고 분류방법론을 제시하였다.

## 2. 변속차로의 정의와 정밀도로지도 기반의 분류 알고리즘

「도로연결규칙」 제2조(정의) 제1호에 따르면 변속차로란 자동차를 가속하거나 감속하기 위하여 설치하는 차로이다. 구체적으로 「도로연결규칙」 제7조 제1항은 접속되는 도로부분을 수직으로 잘라낸 부분에 변속차로의 도로포장을 하도록 한다. 또한 제10조 제1호와 제12조 제2호에 따르면 변속차로는 분리대를

Figure 6\_Acceleration and Deceleration Lane Types



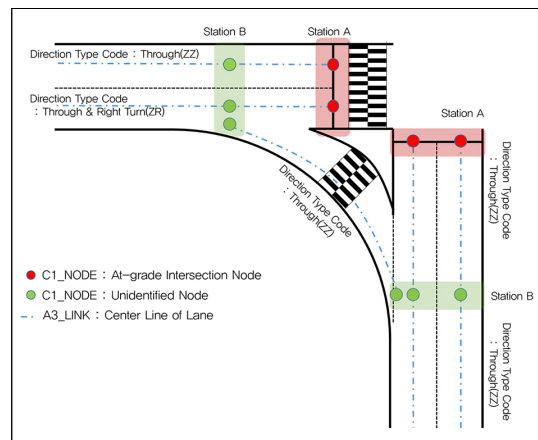
설치하거나, 분리대가 설치되지 않은 경우 안전지대 표시를 하도록 규정하고 있다. 따라서 교차로 연결금지 위한 변속차로는 <Figure 6>의 (a)와 같이 본선에서 수직으로 잘라낸 형태이거나 <Figure 6>의 (b)와 같이 교차로 인근에 분리대(도류화된 교통섬 등) 또는 안전지대가 설치된 유형으로 정의할 수 있다. 다만, 변속차로 길이가 매우 긴 경우 국토해양부(2013)에서 연결로 접속부 영향권을 400m로 설정한 것을 감안하여 변속차로의 길이가 400m를 초과하는 경우 일반차로로 간주하였다.

### 3. 교차로 도류화의 정의와 정밀도로지도 기반의 분류 알고리즘

변속차로가 설치된 경우 도류화 유무와 무관하게 변속차로와 테이퍼 끝점으로부터의 제한거리를 이용하여 도로연결허가 금지구간을 판단할 수 있다. 그러나

<Figure 7>과 같이 변속차로 설치 없이 도류화가 이루어진 경우, 연결허가 기준점을 탐색해야 한다. 이 경우는 변속차로가 매우 짧은 도류화 교차로와 유사하며, 본선에 분류 또는 합류하는 도류화 차로가 존재

Figure 7\_High Definition Map Architecture of the Channelized Intersection without Acceleration or Deceleration Lane



해야 한다. 분리대 또는 안전지대 형태로 변속차로가 설치된 경우 도류화가 이루어져 있으므로 이와 유사하게 분선에 분류·합류하는 노드점을 탐색하고 변속차로의 길이를 산정하여 도류화 여부와 변속차로 유무를 판단하였다.

#### 4. 도로연결허가 금지구간 도출

정밀도로지도 기반으로 도로연결허가 금지구간을 도출하기 위해서는 A3\_LINK와 C1\_NODE 레이어가 필요하다. 우선 교차로의 위치와 감속부, 가속부를 분류하기 위하여 <Figure 8>과 같이 노드 타입이 신호교차로에 해당하는 1값을 가지고, 해당 노드를 시종점 노드로 가지는 링크가 속한 부분을 가속부 또는 감속부로 분류하였다.

<Figure 8>의 분류 방법론에 의해 해당 지역이 교차로 감속부 또는 가속부로 판단되었다면, <Figure 9>와 같이 C1\_NODE 레이어를 활용하여 변속차로 설치여부, 변속차로 유형, 도류화 여부를 판단한다. 평면교차로의 노드 개수와 상하류부 노드 개수가 같

고, 해당 평면교차로 노드로부터 반경 400m 이내에 바깥차로가 증가하는 차로수 변화 노드가 존재하는 경우 수직으로 잘려진 형태의 변속차로로 판단할 수 있다. 평면교차로 노드 개수보다 상하류부 교차로 노드 개수가 1개 많을 경우 해당 교차로는 도류화되었다고 판단할 수 있다. 이 때 평면교차로 노드부터 상하류 1개 노드만 개수 변화가 있을 경우 변속차로 설치 없이 도류화된 교차로에 해당하며, 그렇지 않은 경우 상하류 노드를 반복적으로 탐색하여 변속차로의 종점 노드를 탐색한다.

이와 같이 일반차로와 변속차로, 변속차로가 설치되지 않은 도류화 형태를 분류한 뒤 A1\_LANE(규제선) 레이어에 도로연결허가 금지구간을 표출해야 한다. 변속차로가 아닌 일반차로는 C1\_NODE Node Type 1(평면교차로)인 지점을 기준으로 해당 도로의 설계 속도에 따른 연결 제한거리만큼의 버퍼를 생성하여 A1\_LANE 레이어와의 교점을 탐색하였다. 변속차로가 설치된 경우 변속차로와 회전차로 내 모든 연결을 금지하고 변속차로 테이퍼 종점으로부터 10m(지구단위계획 구역 또는 제2단계 집행계획 수립구역) 또는

Figure 8 \_ Acceleration and Deceleration Classification Algorithm Based on High Definition Map

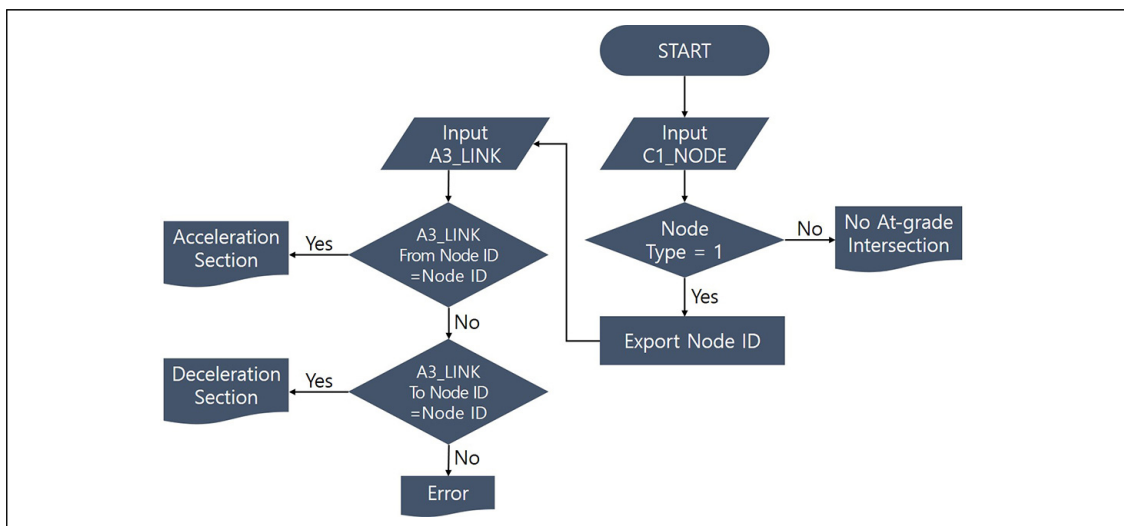
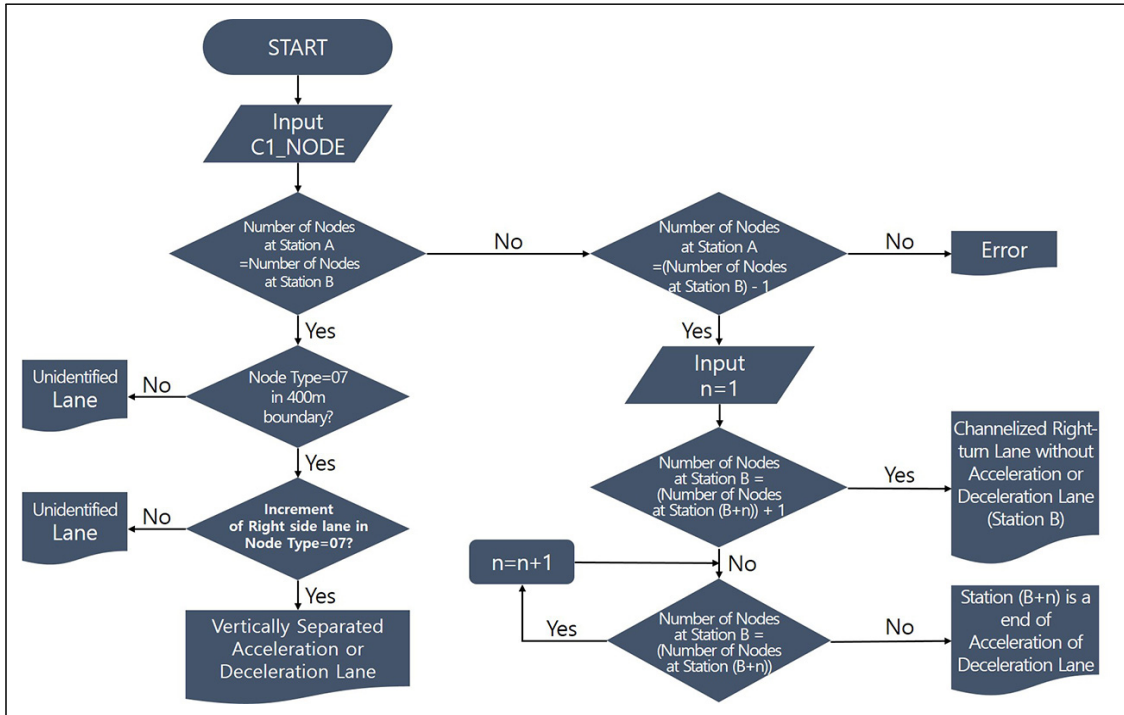


Figure 9\_Channelized Lane or Speed-change Lane Classification Algorithm based on High Definition Map



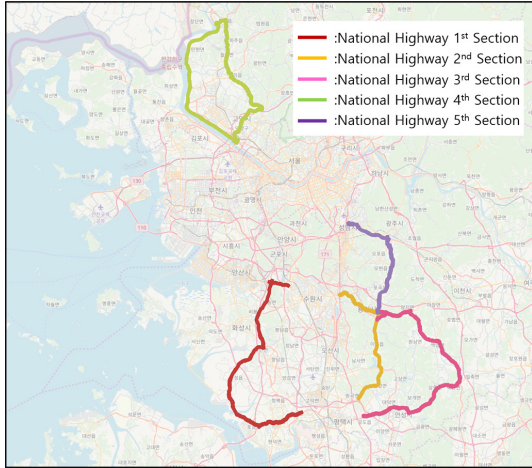
20m(그 밖의 지역)를 도로연결허가 금지구간으로 설정하였다. 변속차로 테이퍼 종점은 C1\_NODE Node Type 7(도로 차로수 변화) 또는 <Figure 9>에서 제시한 바와 같이 B지점 노드수와 (B+n)지점 노드수 간 변화가 발생하였을 때 (B+n-1)지점의 노드가 테이퍼 끝점에 해당한다(<Figure 6>의 (b) 참조). 변속차로가 설치되지 않은 도류화 교차로는 감속부일 경우 도류화차로와 본선 차로의 정지선(A2\_STOP 레이어)을 모두 검토하여 후방을 기준으로 A2\_STOP 레이어와 A1\_LANE 레이어의 교점을 탐색하고 해당지점으로부터 설계속도에 따른 제한거리를 도로연결허가 금지구간으로 설정하였다. 가속부의 경우는 <Figure 7>의 B지점 노드부터 설계속도에 따른 제한거리의 연결을 금지하였다. 산출된 도로연결허가 금지구간들은 A1\_LANE 레이어 Lane Code 07 길 가장자리 구역선에 시각화 표출하였다.

#### IV. 정밀도로지도 기반의 도로연결허가 금지구간 알고리즘 검증

##### 1. 검증대상 지역 선정

2019년 현재 정밀도로지도는 <Figure 10>, <Table 2>와 같이 총 5개 구간, 185km 연장의 일반국도에 구축되어 있다(국토지리정보원 2018, 4-5). 5개 구간 중 다양한 교차로 유형이 존재하며, 수원, 화성, 평택 등의 지역을 지나는 국도42호선, 국도39호선, 국도77호선, 국도38호선 등을 포함한 국도1구간 61km를 대상으로 정밀도로지도 기반의 평면교차로 도로연결허가 금지구간 산정 알고리즘의 검증을 수행하였다. 알고리즘의 검증은 도로정밀지도 데이터에 도로연결허가 금지구간 산정 알고리즘을 적용하여 도출된 도로연결허가 금지구간과 실제 현장 여건상의 도로연결허

**Figure 10\_ National Highway High Definition Map Construction Status**



**Table 2\_ National Highway High Definition Map Construction Details**

Name	Site	Length
National Highway 1st Section	National Highway #42-#39-#77-#38 (Suwon, Hwaseong)	61km
National Highway 2nd Section	National Highway #42-#45 (Giheung, Yong-in)	40km
National Highway 3rd Section	National Highway #42-#17-#38 (Yong-in, Anseong)	65km
National Highway 4th Section	National Highway #37-#1-#39-#77 (Paju, Ilsan)	85km
National Highway 5th Section	National Highway #3-#45 (Gwangju, Yong-in, Seongnam)	34km

Source: Korea National Geographic Information Institute 2018, 4-5.

가 금지구간의 일대일 비교로 수행되었다.

## 2. 알고리즘 검증 결과

평면교차로의 도로연결허가 금지구간은 도류화 여부, 변속차로 설치 여부, 가속부와 감속부에 따라 총 8개 유형으로 분류될 수 있다. 정밀도로지도 일반국도 1구간을 이용하여 본 논문의 도로연결허가 금지구간

**Table 3\_ Algorithm Verification Result**

Channelized	Speed Change Lane	Deceleration or Acceleration	Accuracy
Yes	Yes	Acceleration	18/29=62.1%
Yes	Yes	Deceleration	18/25=72.0%
Yes	No	Acceleration	3/4=75.0%
Yes	No	Deceleration	3/3=100.0%
No	Yes	Acceleration	12/12=100.0%
No	Yes	Deceleration	18/18=100.0%
No	No	Acceleration	40/45=88.9%
No	No	Deceleration	46/46=100.0%
Total			158/182=86.8%

산정 알고리즘을 검증한 결과는 <Table 3>과 같다. 경기도 화성시 우정읍 한각리 죽말교차로부터 경기도 평택시 오성면 속성리 속성삼거리까지 47개 평면교차로, 182개 접근로의 도로연결허가 금지구간을 검토한 결과 평균 86.8%의 정확도를 나타냈다.

대부분의 오류는 도류화된 접근로의 도로연결허가 금지구간 산정에서 발생하였다. 도류화된 접근로의 오류는 정밀도로지도의 구축상의 문제로 파악된다. 도류화된 교차로는 본선과 분리된 회전차로와 분리대가 설치되어야 한다. 실제 현장은 이와 같이 본선과 분리된 회전차로와 분리대가 설치되어 있지만, 정밀도로지도상에는 비도류 교차로로 구축된 경우가 존재한다. 이 경우 본 논문의 도로연결허가 금지구간 알고리즘은 도류화 교차로를 비도류화 교차로로 분류하여 도로연결허가 금지구간의 정확도가 감소하였다. 비도류화 비변속 감속차로에서도 일부 도로연결허가 금지구간을 잘못 산정하였으나, 인접 교차로와의 이격거리가 충분하지 않아 도로연결허가 금지구간이 중첩되는 등의 문제가 발생하는 것으로 나타났다. 이와 같은 문제는 추후 알고리즘 보안을 통해 해소가 필요할 것으로 판단된다. 도류화된 비변속차로와 도류화되지 않은 변속차로는 검증대상 사례가

적어 향후 넓은 범위를 대상으로 추가 검증이 요구된다.

### 3. 도로연결허가 금지구간 추출 정확도 향상을 위한 제언

정밀도로지도는 도로연결허가 업무가 아닌 자율주행 차량의 주행을 위하여 구축되었기 때문에 지도의 구축 목적이 상이하여 변속차로나 도류화차로 등을 별도 분류하지 않은 점, 제한적인 구축범위로 인하여 정밀도로지도가 구축된 국도 이외에 교차로에서 교차하는 도로에 대한 정보가 없는 점 등이 한계점으로 나타난다.

또한 본 논문에서 확인된 바에 따르면, 정밀도로지도 데이터 명세서상 수집되어야 하는 항목이 실제 정밀도로지도에서 누락되어 공란으로 제공되는 등, 전반적 지도 데이터 구축의 신뢰성 향상이 요구된다. 현장의 도로형상에 따라 정상적으로 구축된 정밀도로지도도 도로연결허가 목적으로 사용되기 위해서는 본래 도로의 형상과 사유지 진출입을 위하여 연결 허가를 받은 진출입로를 구분하여 이력을 관리하는 것이 필요하다.

정확한 도로연결허가 금지구간 산정을 위해서는 도로연결 허가대장을 검토하여, 연결 허가를 통해 본래의 도로본선 형태와 다르게 진출입로가 형성된 지역을 구분해서 관리하고, 이를 도로연결허가 금지구간 산정에 고려해야 한다. 이와 같이 정밀도로지도 누락 데이터 보완 및 도로연결허가 대장과의 비교 등을 통하여 보다 신뢰성 높은 도로연결허가 금지구간 산정이 가능할 것으로 기대된다.

## V. 결론

본 논문에서는 정밀도로지도를 활용하여 「도로법」 제 52조에 따른 도로연결허가 금지구간을 추출하는 방법론을 연구하였다. 도로연결허가 금지구간을 정의하기 위하여 교차로의 물리적 범위, 변속차로, 도류화의 정의를 명확히 하고, 정밀도로지도를 기반으로 해당 정의를 만족하는 구간을 추출하였다. 도로연결허가 금지구간 알고리즘의 정확도를 검증하기 위하여 국도 1구간을 검증대상 지역으로 선정하였다. 검증결과 알고리즘의 정확도가 86.8%로 비교적 우수한 것으로 판단된다. 정밀도로지도의 구축오류와 일부 현장여건(복잡한 기하구조 및 인접교차로 이격거리 불충분 등)으로 인하여 약 13.2%에 대하여 도로연결허가 금지구간 산정에 실패하였으나, 그럼에도 불구하고 정밀도로지도는 다양한 도로 및 시설물 속성정보와 연결허가에 필요한 정밀한 위치정보를 포함하고 있어서 타 지도데이터보다 도로연결허가 금지구간 추출에 적합한 것으로 판단된다.

현재 정밀도로지도의 11개 레이어들은 도로연결허가 금지구간 정보를 포함하고 있지 않다. 그러나 추후 정밀도로지도가 자율주행 차량 이외에 도로 유지관리 등에도 널리 사용되기 위해서는 본 논문의 알고리즘을 바탕으로 도로연결허가 금지구간을 자동으로 추출하고 정보를 제공하는 것이 필요할 것이다. 정밀도로지도의 구축 범위가 확대되어 교차도로에 대한 정보 확인이 가능해지고, 전반적인 정밀도로지도 구축 신뢰성 향상, Live High Definition Map 도입을 통한 업데이트 주기 단축 등이 이루어진다면 도로연결허가 금지구간 산정의 정확도를 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌 •••••

1. 건설인허가시스템. <http://www.cpermit.go.kr/cap/index.jsp> (2019년 9월 27일 검색).  
Construction Permit System. <http://www.cpermit.go.kr/cap/index.jsp> (accessed September 27, 2019).
2. 국토교통부, 산업통상자원부, 미래창조과학부. 2015. 자율주행차 상용화 지원방안, 5월 6일. 보도자료.  
Ministry of Land·Infrastructure and Transport, Ministry of Trade·Industry and Energy and Ministry of Science·ICT & Future Planning. 2015. Autonomous vehicle commercialization supporting plan, May 6. Press release.
3. 국토교통부, 한국건설기술연구원, 한국법제연구원. 2019. 도로점용 업무개선 방안. 내부자료.  
Ministry of Land·Infrastructure and Transport, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology and Korea Legislation Research Institute. 2019. Improvement plan for the road occupation Work. Unpublished manuscript.
4. 국토지리정보원. 2018. 정밀도로지도 안내. 수원: 국토지리정보원.  
Korea National Geographic Information Institute. 2018. *High Definition Map Manual*. Suwon: Korea National Geographic Information Institute.
5. 국토해양부. 2013. 도로용량편람. 세종: 국토해양부  
Ministry of Land·Infrastructure and Transport. 2013. *Highway Capacity Manual*. Sejong: Ministry of Land·Infrastructure and Transport.
6. 도로법. 2018. 법률 제15997호(12월 18일 일부개정). 제52조, 제1항·제3-5항.  
Road Act. 2018. Act No.15997(Partial Amendment, December 18).
7. 도로와 다른 시설의 연결에 관한 규칙. 2014. 국토교통부령 제159호(12월 29일 일부개정). 제2조 제1호, 제6조 제3호, 제7조 제1항, 제10조 제1호, 제12조 제2호.  
The Connection Regulations between Road and Other Facilities. 2014. Regulation No.159(Partial Amendment, December 29).
8. 신성필. 2019. 도로대장&정밀도로지도 구축. 고양: 한국건설기술연구원 도로관리통합센터. 내부자료.  
Shin Sungpil. 2019. *Highway Management System and High Definition Map*. Goyang: Integrated Road Management Research Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. raw data.
9. 이병길, 박홍기. 2018. 지적재조사 사업을 위한 정밀도로지도의 활용성 검토. 한국지적정보학회지 20권, 1호: 97-108.  
Lee Byoungkil and Park Honggi. 2018. Review of high definition road map utilization for cadastral resurvey project. *Journal of The Korean Cadastre Information Association* 20, no.1: 97-108.
10. 한국도로공사, EGIS. 2019. 정밀도로지도 활용 서비스 모델 개발(2차) 사업추진현황 및 계획. 내부자료.  
Korea Expressway Corporation and EGIS. 2019. *Development of High Definition Map Application Service Model(2nd Year) Current Status and Action Plan*. Unpublished manuscript.
11. Real Property Asset Map. [https://maps.dot.state.tx.us/AGO\\_Template/TxDOT\\_Viewer](https://maps.dot.state.tx.us/AGO_Template/TxDOT_Viewer) (accessed August 21, 2019).
12. Texas Department of Transportation. 2016a. New Requirements for Right of Way Mapping. <http://ftp.dot.state.tx.us/pub/txdot-info/row/arcgis/memo-050316.pdf> (accessed August 21, 2019).
13. \_\_\_\_\_. 2016b. Texas Department of Transportation Submission Standards: For Right of Way (ROW) Mapping Data in the ArcGIS Format. <http://ftp.dot.state.tx.us/pub/txdot-info/row/arcgis/submission-standards.pdf> (accessed August 21, 2019).
14. Williams, K., Stover, V., Dixon, K. and Demosthenes, P. 2014. *Access Management Manual*. 2nd Ed. Washington, D.C.: Transportation Research Board.

- 
- 논문 접수일: 2019. 10. 10.
  - 심사 시작일: 2019. 10. 17.
  - 심사 완료일: 2019. 11. 22.

---

## 요약

주제어: 도로연결허가, 정밀도로지도, 평면교차로, 교차로 유형

본 논문은 정밀도로지도 내 평면교차로의 구조적 특성을 이용하여 도로연결허가 금지구간을 자동으로 추출할 수 있는 방법론에 대하여 연구하고 그 정확도를 검증하였다. 평면교차로의 도로연결허가 금지구간을 추출하기 위해서는 교차로의 유형을 분류하고, 물리적 교차로 범위와 그 제한거리를 결정해야 한다. 정밀도로지도는 이를 위한 규제선, 차로중심선, 정지선, 노드 등의 정보를 보유하고 있어 도로연결허가 금지구간 산정에 활용될 수 있다. 물리적 교차로 범위는 교차로 회전차량 간 교차·분류·합류 상충이 발생하는 범위로 정의하였다. 변속차로는 본선에서 수직으로 잘라진 형태이거나 분리대 또는 안전지대가 설치된 형태로서 최대 길이는 분류부·합류부 영향권 거리를 고려하여 400m로 설정하였다. 정

밀도로지도에 포함된 레이어 속성정보를 이용하여 도로연결허가 금지구간 추출 알고리즘을 설계하고, 국도1구간 총 61km를 대상으로 검증을 수행한 결과 86.8%의 정확도를 나타냈다. 대부분의 오류는 정밀도로지도의 일부 구축 오류와 현장 여건으로 인하여 발생하였으나, 그럼에도 불구하고 타 지도 데이터보다 도로연결허가 금지구간 추출에 적합한 것으로 판단된다. 향후 정밀도로지도의 구축범위가 확대되어 교차도로에 대한 정보를 확인할 수 있고, 전반적인 정밀도로지도 구축 신뢰성 향상, Live HD맵 도입을 통한 업데이트 주기 단축 등이 이루어진다면 도로연결허가 금지구간 산정의 정확도를 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

