

GPS 정보를 활용한 돌발상황 검지 알고리즘 개발

공용혁* · 김혜진** · 이용주*** · 강신준****

Development of Incident Detection Algorithm using GPS Data

Yong-Hyuk Kong* · Hey-Jin Kim** · Yong-Ju Yi*** · Sin-Jun Kang****

요약

고속도로 및 자동차전용도로와 같은 고속도로에서는 중대형 교통사고, 도로시설물 파손 및 유지/보수작업, 차량 고장 및 정지 등 규칙/불규칙한 상황이 빈번히 발생한다. 이러한 규칙/불규칙적 상황을 즉각적으로 인식하여 운전자들에게 교통 서비스를 제공하는 것이 요구되었으며, 이를 해결하기 위해 신속히 데이터를 수집하고 비정상적인 교통상황을 검지하는 것에 대한 다양한 기법들이 개발되었다. 하지만 인프라에 대한 유지/보수와 검지율, 위치에 대한 정확성 등 개선점이 요구되었다. 본 연구에서는 고속도로내 돌발상황 검지를 위해 기존 연구에 대한 고찰과 자동차 위치정보(GPS, Global Positioning System) 기술, 교통공학 이론적 관점의 연구를 통해 고속도로 돌발상황 정의와 알고리즘 개발로 시스템을 구축하고 테스트베드를 운영하여 돌발상황 알고리즘 검증과 실증에 활용할 수 있는 방안을 제시하였으며, 돌발상황 발생 시 예측 가능한 사고를 줄일 수 있는 2차 사고에 대한 효과와 예측 불가능한 사고의 검지 시간을 줄여 부상자에 대한 골든타임 확보할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Regular or irregular situations such as traffic accidents, damage to road facilities, maintenance or repair work, and vehicle breakdowns occur frequently on highways. It is required to provide traffic services to drivers by promptly recognizing these regular or irregular situations, various techniques have been developed for rapidly collecting data and detecting abnormal traffic conditions to solve the problem. We propose a method that can be used for verification and demonstration of unexpected situation algorithms by establishing a system and developing algorithms for detecting unexpected situations on highways. For the detection of emergencies on expressways, a system was established by defining the expressway contingency and algorithm development, and a test bed was operated to suggest a method that can be used for verification and demonstration of contingency algorithms. In this study, a system was established by defining the unexpected situation and developing an algorithm to detect the unexpected situation on the highway, and a method that can be used verifying and demonstrating unexpected situations. It is expected to secure golden time for the injured by reducing the effectiveness of secondary accidents. Also predictable accidents can be reduced in case of unexpected situations and the detection time of unpredictable accidents.

키워드

Traffic Accident, Contingency Information, Accident Prevention,
Dynamic Traffic Information Providing, Global Positioning System
교통 사고, 돌발 정보, 교통 사고 예방, 동적 교통 정보 제공, GPS

* 아주대학교 교통공학 박사과정(dinohyuk@ajou.ac.kr)

** 제2저자 : 아주대학교 일반대학원 석사과정(heyjin2252@ajou.ac.kr)

*** 제3저자 : 아주대학교 연구 부교수(srjr2001@ajou.ac.kr)

**** 교신저자 : (주)맵퍼스 강신준 박사

• Received : Jul. 14, 2021, Revised : Jul. 31, 2021, Accepted : Aug. 17, 2021

• Corresponding Author : Sin-Jun Kang

Cloud development headquarters. mappers.

Email : sjkang@mappers.kr

• 접수일 : 2021. 07. 14

• 수정완료일 : 2021. 07. 31

• 게재확정일 : 2021. 08. 17

I. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 교통사고 발생률은, '78년 5,114명, '91년 13,429명, '15년 4,621명, '16년 4,292명, '17년 4,191명으로, 10만명당 교통사고 사망자수를 OECD 선진국과 비교하면, 2015년 기준 영국은 2.8명, 일본은 3.8명, 독일은 4.3명이나 한국은 9.31명이다.

우리나라 교통사고 사망자수는 자동차 등록대수 증가 등에도 불구하고 지속적으로 감소하고 있으나, 아직 국민들이 체감하기에 교통사고가 심각하고, 선진국과 비교할 때 여전히 교통안전 수준이 미흡하다.

정부는 교통사고 사망자 감소 등을 위해 국가교통안전 기본계획(국토부 주관)을 5년마다 수립·추진 중이나, 7차 기본계획('12년~'16년)의 교통사고 사망자 수의 목표 달성율이 70% 정도로 달성도가 미흡하다.

정부는 국민생명 지키기 3대 프로젝트(교통안전 종합대책으로 차량소통 중심의 도로통행체계를 사람중심으로 전환)를 통하여 2020년까지 사망자 절반수준으로 감축하는 목표를 제시하고 범정부적으로 대책을 마련하였다. 그러나 고속도로에서 발생하는 사고에 대해 인적자원으로 감지를 진행하고 있어 골든타임 확보에 어려움을 겪고 있다. 이에 고속도로 돌발상황 자동감지 기술을 확보하고자 본 연구를 진행하였다.

본 연구는 전국 단위의 GPS(사용자 위치정보) 데이터 활용으로 돌발상황 감지를 통한 2차사고 예방과 골든타임 확보를 통해 인명피해 최소화를 목적으로 하고 있다.

1.2 연구 방법론

본 연구를 위해 기존 교통공학 및 전자통신 기반의 돌발상황 발생 사고와 관련된 선행연구를 검토하였다. 이를 기반으로 돌발상황 정의 및 알고리즘 개발에 보완점을 도출하였다. 최종적으로 GPS 데이터를 수집/가공하여 고속도로에서 발생하는 돌발상황에 대한 실증 테스트를 진행하여 알고리즘의 정확성, 신뢰성 여부를 제시하였다. 테스트 수행 절차는 SW테스트 방법론 수행 절차에 따라 접근방법 수립, 설계 기법 적용, 테스트 도구 활용, 체계적인 테스트 수행으로 진행하였다.

II. 선행연구 고찰

2.1 국내의 문헌고찰

국내에서 돌발상황이란 교통사고, 고장차량, 낙하물, 도로시설물 파손, 위험물질 유출, 동물 출현 등 교통 소통과 안전에 영향을 주는 제반 사항을 의미하며 공사 및 행사도 돌발상황의 일종으로 취급하는 것이 보편적이다.

돌발상황을 도로상에서 불규칙하게 일어나는 사건으로 정의한 연구[1]에서는 자동 돌발상황 감지 시스템의 경우 돌발상황 유형과 교통상황을 고려한 복잡한 돌발상황 대응방안을 시행하고 있으며, 수동으로 돌발상황을 관리하는 경우는 돌발상황을 단순하게 구분하여 운영하고 있다고 기술하였다..

돌발상황 감지모형과 효과성을 살펴본 연구[2]에서는 다양한 감지 모형들이 고속도로 및 간선도로를 대상으로 교통관리시스템에 도입, 구현, 운영되고 있지만 기대에 미치지 못하고 있으며, 그 원인으로 국내 고유의 돌발감지 모형 및 연구 미흡과 돌발상황에 대한 개념의 정의가 부족하기 때문이라고 언급하였다.

감지기를 이용한 돌발상황 감지 알고리즘을 검토한 연구[3]에서는 반복적인 혼잡과 비반복적인 돌발상황 교통류의 특성을 분석하여 이에 따른 교통류 영역을 구체적으로 구분해 돌발상황 감지 알고리즘의 개선을 위한 기초이론 확립에 대해 언급한 바 있다.

비반복적이고 예측 불가능한 교통사고 중 터널 구간을 언급한 연구[4]에서는 터널 구간의 경우 돌발상황 발생 시 우회할 수 있는 도로가 없어 2차, 3차 사고를 유발할 수 있음을 강조하며, 영상 감지방법을 제시하였다.

자동감지 알고리즘 감지율을 분석한 연구[5]에서는 자동감지 방식은 비반복적 정체를 조기 파악하여 교통혼잡을 줄이는데 목적이 있음을 기술하면서 자동감지의 원리에 따라 자료의 차이가 존재하여 변수 값 차이가 발생해 낮은 감지율과 높은 오보율이 문제가 되고 있어 자동감지 알고리즘 개선의 필요성을 언급하였다.

확률 신경망 자동감지모델 개선에 따른 효과를 살펴본 연구[6]에서는 돌발상황을 비반복적 혼잡이라고 정의하며 교통사고, 차량고장, 장애물, 도로정비 등 유형 구분의 세부적 사항과 발생 빈도의 정확성이 높지 않으면 조기발견이 어렵다고 언급한 바 있다.

교통정보 데이터를 기반으로 돌발상황을 감지하는 연구[7]에서는 비반복적 교통혼잡을 줄이는데 자동감지모

델을 적용하였고 병렬 가능한 프레임 워크를 제안하여 기존 통계적 방법으로는 처리하기 어려운 방대한 데이터 소스를 처리하기 위해 평상시 교통정보와 돌발상황시 교통정보에 대한 패턴 데이터 분석으로 돌발상황 감지를 기술 하였다.

루프 검출기에서 수집된 데이터를 분석한 연구[8,9,10]은 도로용량의 현저한 감소와 교통체증, 교통량, 밀도, 속도, 대기행렬을 사용하여 정상적 교통흐름 여부를 판단하고 이상징후를 예측하였다.

2.2 시사점

도로상에서 발생하는 돌발상황은 매우 복잡한 다양성을 가지고 있다. 돌발상황의 특성상 단속류(신호가 있는 국도, 지방도 등)와 연속류(고속도로, 자동차전용도로 등)에 따라 돌발상황 발생 요소의 차이가 존재한다. 돌발상황 발생 요소의 차이는 돌발상황 정의에도 영향을 미칠 수 있으며, 이는 곧 교통정보의 관점에서 어떠한 환경과 조건상에서 돌발상황이라고 말할 수 있는지를 판단하는 기준이 된다.

돌발상황의 판단 기준은 각각 연구 및 적용사례마다 주관적인 관점에서 접근하여 다양한 특색을 보이고 있어, 돌발상황을 명확히 정의하기에 어려운 점이 많다. 하지만 이러한 과정에서도 교통정보 관점에서 돌발상황에 대한 공통적인 요소와 개별적인 요소로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 이를 기초로 하여 고속도로에 대한 돌발상황 정의를 구현하고자 한다.

돌발상황은 예측 불가능한 비반복적 요소를 가지고 있는 교통상황에서 발생하는 공통점이 있다. 즉, 예측 가능한 요소를 가지고 있는 교통상황은 사전 관리/감독을 통해 사고예방과 신속한 교통상황 완화를 가져올 수 있다. 본 연구에서는 돌발상황 중 비반복적 요소를 가지고 있는 돌발을 유발 시킬 수 있는 유형, 즉, 돌발유형을 구분하여 돌발상황이 어떠한 유형에서 발생하는지 분석하여 감지 알고리즘 개발에 있어 감지율 향상에 효과가 있음을 기대한다.

III. 돌발상황 알고리즘 정의 및 개발

3.1 개념 및 정의

본 절에서는 본 연구의 6가지 돌발상황 감지 알고리즘 개념과 용어에 대해 정의하기로 한다.

돌발상황 첫 번째 유형인 ‘정차’는 GPS 수신이 원활한 지역에서 차량의 주행속도가 3km/h ~ 7.5km/h 이하, 평균 5km/h 이하인 대상을 선별하는 것으로, 1~3초 간격의 GPS Data를 서버에서 송신 받아 주기적으로 차량의 속도를 점검(Check)하여 5km/h 이상의 차량은 정상 주행으로 간주하고 다시 주기적 속도 점검을 시행한다. 주기적 속도 점검 시 5km/h 이하의 차량이 확인되면 대상 차량을 정차 가능 차량으로 분류하여 모니터링을 시행하고, 해당 조건을 1분 이상 지속 시 정차 차량으로 간주한다. 이는 고속도로 본선을 대상으로 하기 때문에 휴게소, 졸음쉼터, 안전구역, 고속도로와 인접한 국도, 지방도에 위치한 차량은 조건에서 제외한다.

돌발상황 두 번째 유형은 ‘급정거’로써 GPS 수신이 원활한 지역에서 해당 노선의 실시간 교통정보를 활용하여 평균 주행속도와 속도 변화 폭을 통해 급정거 점검을 시행한다. 차량의 속도변화는 날씨의 영향을 많이 받기 때문에 맑은 날, 비오는 날, 눈오는 날로 구분할 필요성이 있다. 하지만 맑은 날 속도 변화의 최소정지거리가 가장 짧기 때문에 평균적인 속도 변화를 적용하여 감지를 하여도 무방하다. 이를 기반으로 하면 고속도로를 50km/h 이상으로 주행하던 차량이 1초 이내에 20km/h 이상의 속도 변화가 확인된다면 급정거로 감지된다. 또한 급정거 역시 휴게소, 졸음쉼터, 안전구역, 고속도로와 인접한 국도, 지방도에 위치한 차량은 조건에서 제외한다.

돌발상황 세 번째 유형은 ‘역주행’이며 GPS 수신이 원활한 지역에서 GPS Data가 진행 경로(표준노드링크, Network Data) 방향의 속성과 동일 여부를 점검한다. 즉, 진행 할 수 없는 방향으로 GPS Data가 수집되고 있다면 역주행으로 규정한다. 고속도로 진입 후 대부분의 도로 방향 속성은 일반통행과 같은 성격을 보이기 때문에 감지가 가능하다. 간혹 경로 변경이 가능한 구간이 존재하여 이를 역주행으로 감지하기에 적절치 않은 상황이 발생한다. 이에 대한 도로 조건을 고려하여 추가적 Data 구축 및 알고리즘 구축이 필요하다.

돌발상황 네 번째 유형인 ‘전면차단’은 GPS 수신이 원활한 지역에서 사전에 공지, 계획에 의한 차단이 아닌, 갑작스러운 차단이 발생했을 경우 차단 가능으로 규정한다. 전면차단 발생 특징인 해당 노선상 다수의 차량에서 정차, 급정거, 역주행 등 비정상적 교통흐름 패턴을 보인다면 전면차단 가능성이 높다. 즉, 실시간 교통정보(GPS Data, VDS 등)를 활용하여 갑작스러운 속도변화(속도감

소)가 존재하거나, 속도 Data가 발생하지 않을 때, 인근 고속도로 접속부에 대한 교통 혼잡이 매우 심할 때 해당 구간에 전면차단 발생 가능성이 매우 높다. 하지만 전면 차단에 대한 검지가 발생되어도 차량의 움직임이 검지되는 상황이 존재하기 때문에 완전한 전면차단, 전면차단 가능여부로 구분하여야 한다.

돌발상황 다섯 번째 유형은 ‘저속주행’이며 GPS 수신이 원활한 지역에서 해당 노선의 평균 주행 속도보다 현저하게 낮은 속도로 일정시간 이상 주행하는 경우를 검지한다. 고속도로의 경우 도로교통법상 최저 속도가 50km/h 정해진 바, 실시간 교통정보를 활용한 속도가 70km/h 이상인 조건에서 검지를 판단한다. 기준 속도를 70km/h로 정한 것은 급정거에 따른 속도 변화차가 20km/h에 적용되기 때문이다.

마지막으로 돌발상황 여섯 번째 유형인 ‘터널돌발’은 터널 진입부, 진출부, 터널내에서 GPS 수신이 원활하지 않거나 불가하기 때문에 다른 검지 알고리즘 적용을 응용하여 돌발상황 여부를 판단한다. 첫 번째 검지 방안은 차량이 터널을 진입하였으나 진출하지 않은 경우이며, 두 번째는 터널마다 통과해야하는 일정 시간을 초과 시, 세 번째는 다수의 차량에서 터널 최저 통과시간대를 유지하는 경우이다.

위 세 가지 검지 방안 중 다수의 차량에서 터널 최저 통과시간대를 유지하는 것은 GPS Data를 수신하지 못하는 차량이 터널내 사고로 인해 존재한다면 이에 영향을 받은 다수의 차량에게 속도 저하의 원인이 될 수 있기 때문이다. 터널의 돌발상황 검지를 위해 가장 중요한 Data는 터널 위치, 연장이며 이를 기반으로 실시간 교통정보를 활용한 속도 적용 시 해당 터널을 정상적으로 통과했을 때 시간에 대한 값을 주기적으로 변화 적용해주어야 한다. 예로써, 교통량이 많은 주간 시간대는 속도저하로 통과시간이 길며, 교통량이 적은 야간 시간대는 통과시간이 짧을 것으로 터널별, 시간대별 통과시간을 산출 적용해야 한다.

3.2 돌발상황 알고리즘 개발

본 절에서는 돌발상황 알고리즘 정의를 기반으로 실제 시스템 적용을 위한 알고리즘 개발 내용을 기술하였다.

먼저 돌발상황 유형 첫 번째 ‘정차’의 검지 판단 요소 및 조건을 다음과 같이 제시한다.

1분 이상 5km/h 이하의 주행 상태 유지는 저속주행검

지 대상이므로 정차는 차량이 멈춰있을 때 대상으로 한다. 따라서 저속주행과의 구분과 함께 정차 상태를 3분 이상 움직임이 없는 상태를 기준으로 한다.

- 속도 5km/h 이하인 경우 180초 이상 아래의 조건을 만족
 - 평균속도 3km/h 이하
 - 이동거리 25m 이하
- 필터 조건
 - 고속도로가 아닌 경우
 - 톨게이트, 휴게소, 졸음쉼터, 버스정류장, 터널인 경우

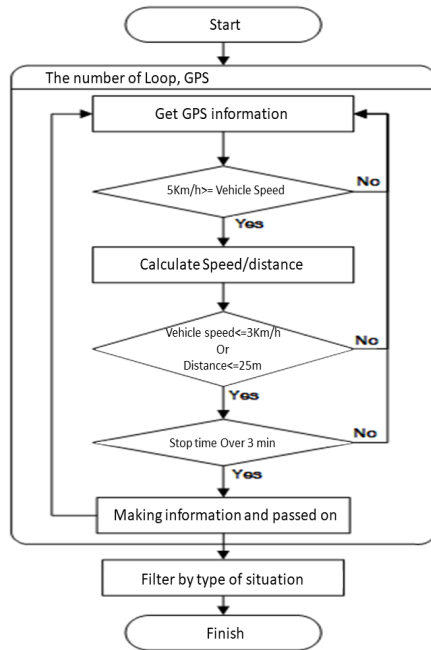


그림 1. 정차 알고리즘 검지 절차
Fig. 1 Stop algorithm detector flow

돌발상황 유형 두 번째 ‘급정거’의 검지 판단 요소 및 조건을 다음과 같이 제시한다.

- 2초 동안 40km/h 이상 속도가 감소한 경우
- 60초 동안 아래 조건을 만족하면 급정거 판단
 - 평균속도 5m/h 이하
 - 이동거리 10m 이하

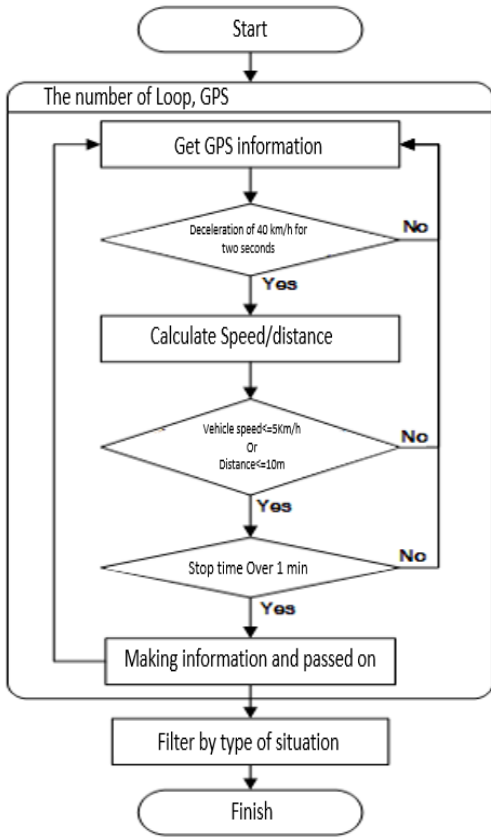


그림 2. 급정거 알고리즘 감지 절차
Fig. 2 Sudden stop algorithm detector flow

돌발상황 유형 세 번째 ‘역주행’의 감지 판단 요소 및 조건을 다음과 같이 제시한다.

- GPS 궤적 기준의 도로 정상 주행 확인
- 역주행 가능성이 확인되고 50m 이상 주행 한 경우 역주행 여부 확인
 - 정상 주행도로와 역주행 도로의 연결성 정보 없고
 - 역주행도로를 역방향으로 맵매칭 하여 연결성 확보 된 경우
- 필터 조건
 - 고속도로가 아닌 경우
 - 톨게이트, 휴게소, 졸음쉼터인 경우

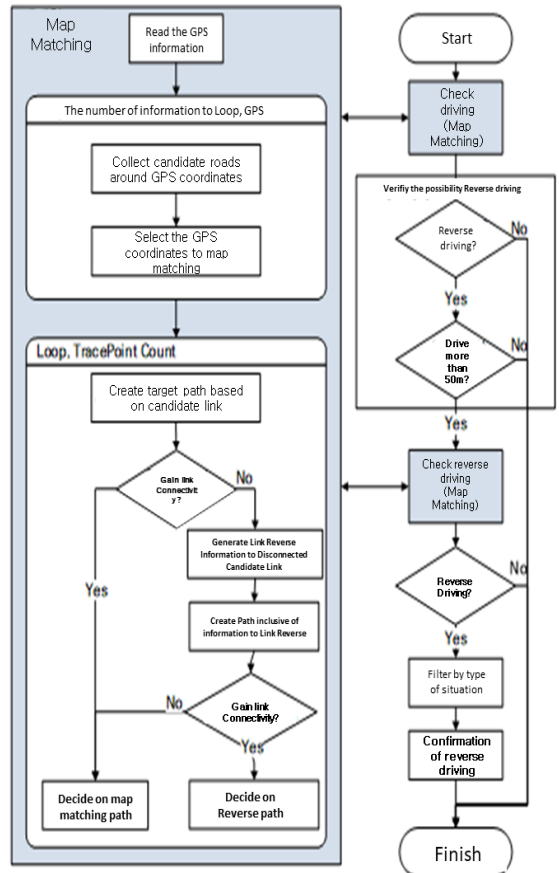


그림 3. 역주행 알고리즘 감지 절차
Fig. 3 wrong way algorithm detector flow

돌발상황 유형 네 번째 ‘전면차단’의 감지 판단 요소 및 조건을 다음과 같이 제시한다.

- 10분내에 정차, 급정거 돌발 감지 내용 수집 후 동일 고속도로 및 사용자별 수집 정보 분류 중 아래조건 만족 시 전면차단 판단
 - 5km 이내에 3건 이상의 돌발 내용 존재
 - 발생 도로의 소통정보가 3km/h 이하의 저속으로 변화

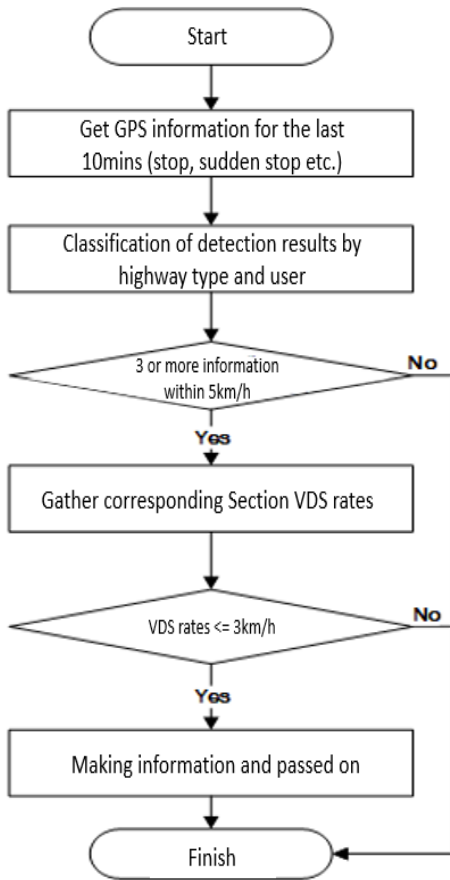


그림 4. 전면차단 알고리즘 검지 절차
Fig. 4 Block off wrong way Algorithm Detector Flow

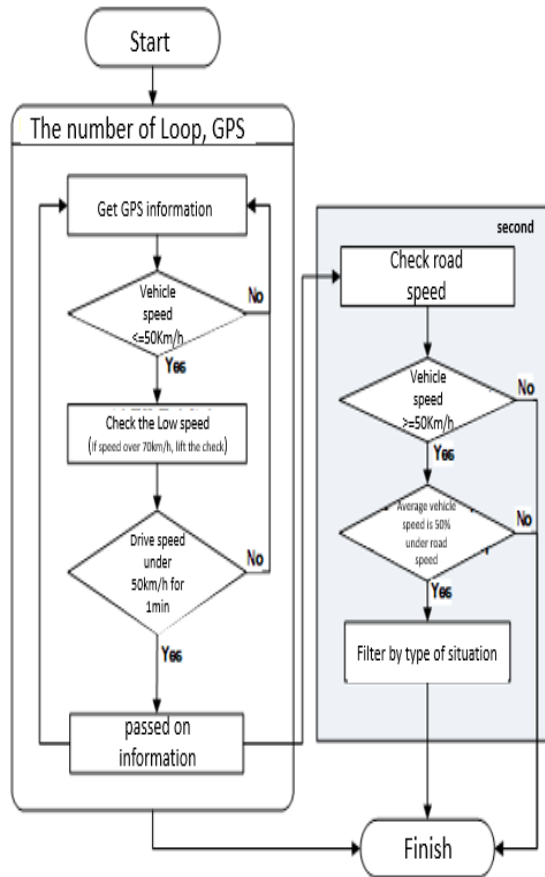


그림 5. 저속주행 알고리즘 검지 절차
Fig. 5 Drive of low speed Algorithm Detector Flow

돌발상황 유형 다섯 번째 ‘저속주행’의 검지 판단 요소 및 조건을 다음과 같이 제시한다.

- GPS 속도 정보가 50km/h 이하인 경우
- 50km/h 이하로 60초 이상 주행(70km/h 이상 제외) 구간이 아래 조건을 만족하면 저속주행 판단
 - 소통속도가 50km/h 이상 이고
 - 저속주행 구간 평균 속도가 소통속도 대비 50% 이하 속도 유지
- 필터 조건
 - 고속도로가 아닌 경우
 - 톨게이트, 휴게소, 졸음쉼터, 버스정류장, 터널, IC/JC 2km 주변

돌발상황 유형 여섯 번째 ‘터널돌발’의 검지 판단 요소 및 조건을 다음과 같이 제시한다.

- 터널에 진입 후 진출하지 않는 경우를 대상으로 한다.
- 터널 진입 후 통과 예상시간 내에 진출하지 못하는 경우 터널돌발 판단
 - 통과예상시간 : 소통속도와 터널 길이 대비 통과 가능 시간의 2배 (최소시간 1분)
- 고려사항
 - 연속된 터널이 존재할 경우 포함하여 터널 길이 계산
 - 터널 진출 여부 판단 시간은 GPS 전송 주기

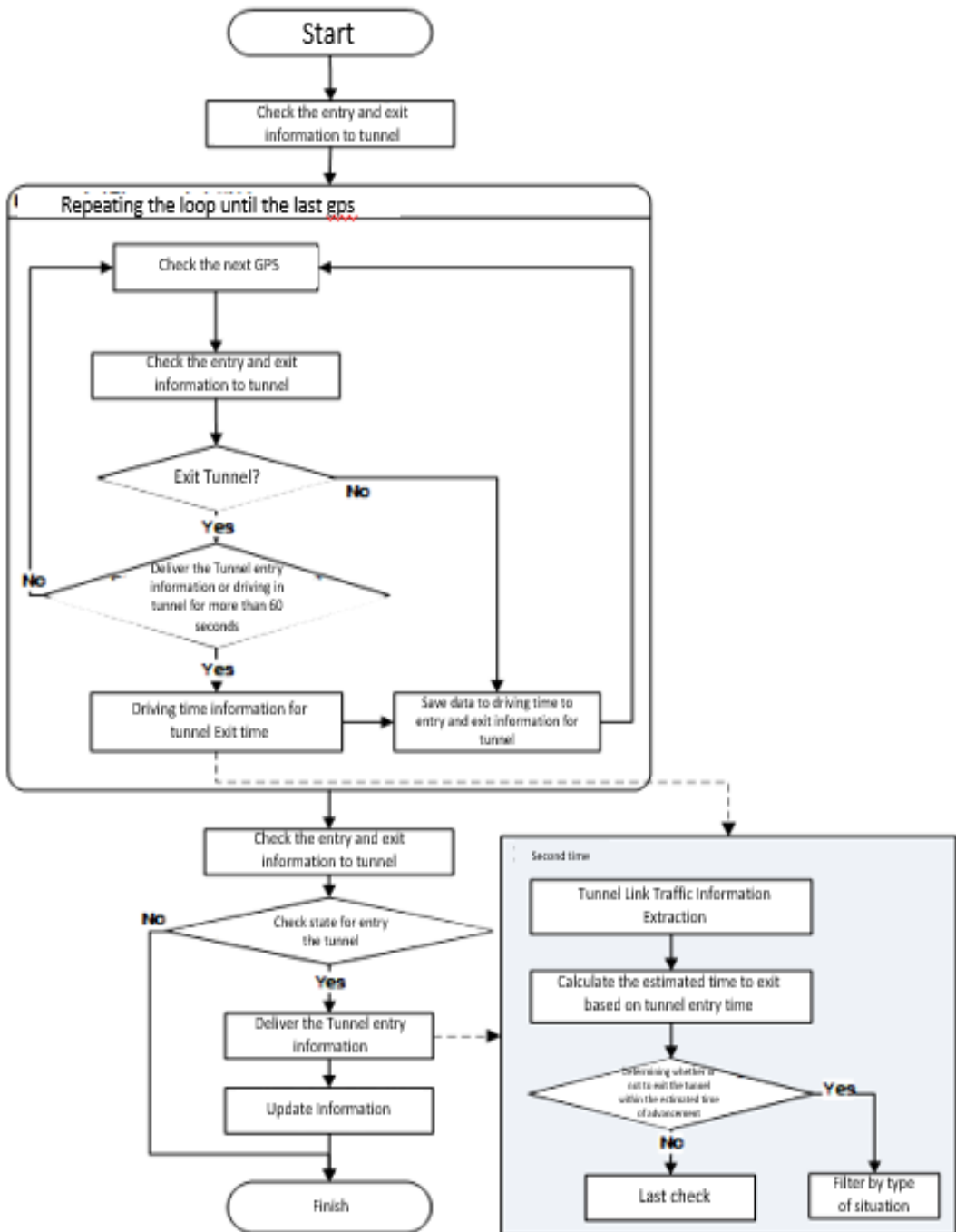


그림 6. 터널돌발 알고리즘 감지 절차
Fig. 6 Tunnel Algorithm Detector Flow

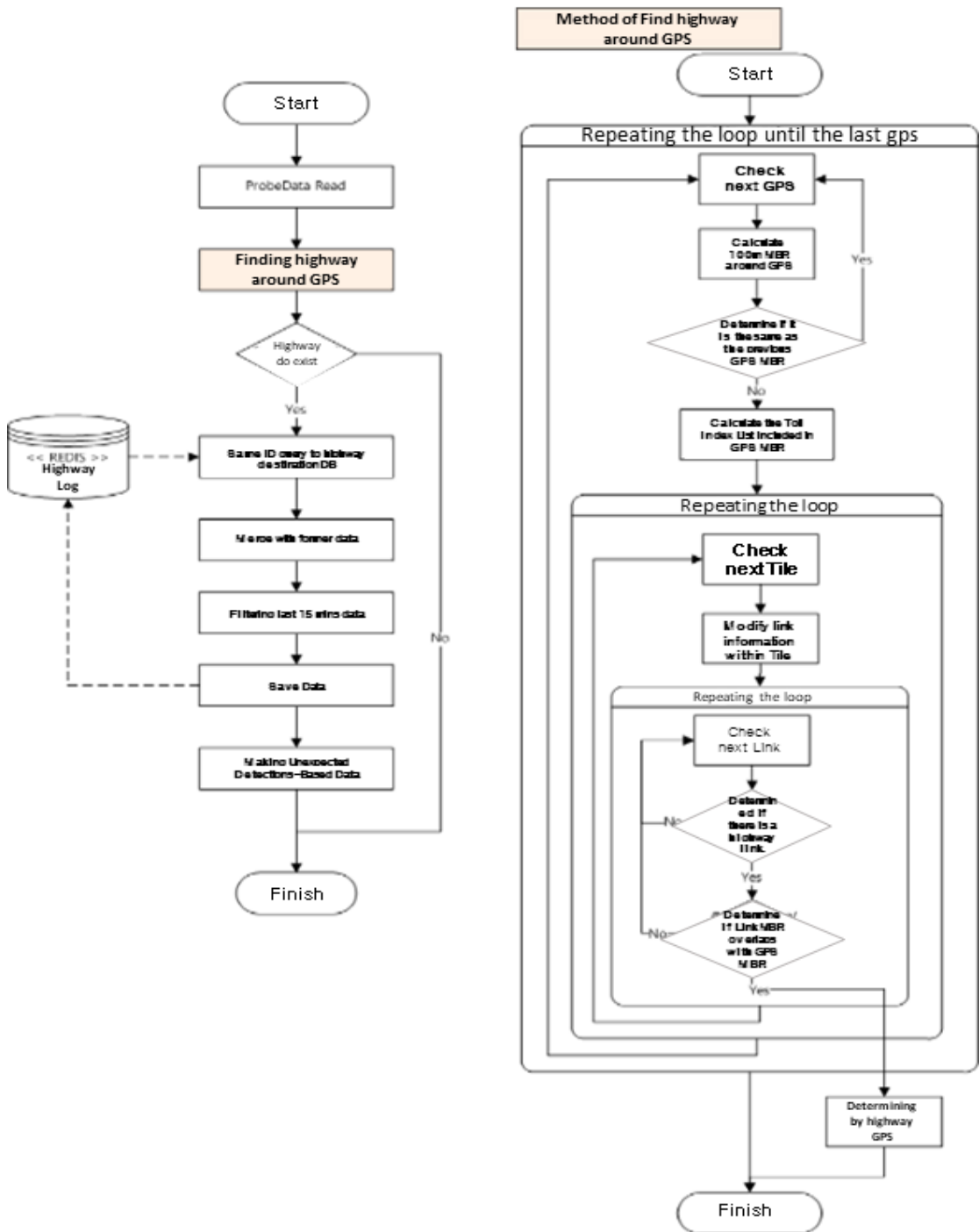


그림 7. 돌발검지 대상 GPS선별 순서도
 Fig. 7 Unexpected GPS Selection Flow

3.3 돌발상황 감지 시스템 개발

기반데이터 생성서버는 KAFKA서버로 부터 사용자 주행 GPS 정보를 전달받아 동일 사용자의 이전의 수집된 GPS 정보와 병합하여 돌발 감지 대상인 고속도로 주행 로그를 돌발감지 대상 GPS선별 절차에 따라 진행하고, GPS의 상세 정보(주행속도, 각도, 시간 등)의 변화와 맵 매칭 로직을 이용하여 주행 도로정보를 추출하여 돌발 감지 대상 후보를 선별 후 돌발 감지에 필요한 기반 데이터를 추출 및 생성한다. 생성된 돌발감지 기반 정보는 DB에 저장함과 동시에 KAFKA서버를 이용하여 돌발 감지 서버로 전달된다.

돌발감지 서버는 KAFKA서버로부터 전달받은 돌발 감지기반정보의 돌발감지 알고리즘에 따라 돌발 발생 여부를 판단한다. 판단된 돌발정보는 유형에 따라 시설물 필터(휴게소, 졸음쉼터, 버스정류장, 톨게이트) 및 중복데이터 제거 후 최종 돌발 이벤트 정보를 추출하여 최종 결과 DB에 저장한다.

IV. 돌발상황 감지 알고리즘 적용 테스트

본 연구의 GPS 정보를 활용한 고속도로 돌발상황 감지에 대한 실증도로 테스트는 돌발상황감지시스템의 성능테스트 방법 및 테스트 절차와 현장 성능에 대한 시험 방법을 정의하며, 성능 테스트를 크게 테스트 준비, 테스트 진행, 테스트 평가로 구분하여 테스트 과정 동안의 역할과 관련된 요구사항을 정의한다. 또한 실제운영을 위한 시스템의 적합성 및 성능을 테스트하는 것으로 테스트 도로상에 실제 시스템과 유사한 시스템 환경을 조성하여 이를 테스트하기 위한 방법에 관한 제반 내용을 포함하고 있다.

전반적인 성능 테스트에 있어 통일된 테스트 규격을 정의함으로써 동일 또는 유사한 시스템의 성능을 확인할 수 있도록 한다. 다만, 테스트 여건 및 환경에 따라 테스트 항목/조건/횟수가 변경 될 수 있다.

실증도로 테스트는 감지 대상인 6개(정차, 급정거, 역주행, 저속주행, 터널돌발, 전면차단) 돌발상황을 사용자의 GPS 정보와 소통정보를 기반으로 정상적인 감지의 가능 여부 및 감지 소요 시간의 적절성을 확인하여 돌발 상황 알고리즘 검증은 목적으로 한다.

4.1 돌발상황 감지 알고리즘 테스트정의

표 1. 돌발상황 감지 알고리즘 용어 정의
Table 1. Unexpected Detector Algorithm Terminology

Term	Definition
contingency	An event that occurs randomly on a highway and refers to an event on a scale that temporarily reduces road capacity by affecting traffic flow and safety. Situations that may cause or cause a traffic accident due to unpredictable occurrences in the driving space such as 'stop', 'abrupt stop', 'reverse driving', 'low speed driving', 'front blocking', 'tunnel breakout', etc.
navigation APP	An operating system that automatically detects unexpected situations through speed information algorithm analysis and provides information to the operator with the navigation SW developed and provided by the navigation company.
event	Each individual event constituting an abrupt situation means 'moving object' and 'stationary vehicle' in the case of an event in which a vehicle stops after impacting a wild animal (elk, etc.)
valid event	Events that exist until a time that can be identified with the naked eye <ul style="list-style-type: none"> ▶ (Stop) A low speed and hold state similar to a stop <ul style="list-style-type: none"> - Speed less than 5 km/h or stand still - Keep the average speed below 3 km/h and hold it for more than 180 seconds ▶ (Quick stop) Rapid deceleration and deceleration state maintained <ul style="list-style-type: none"> - Decelerate speed over 40km/h within 2 seconds - After deceleration, the average speed for 60 seconds is maintained at 5 km/h or less. ▶ (Reverse driving) Driving in the opposite direction to the specified vehicle traffic direction on the road <ul style="list-style-type: none"> - Changed the driving direction to the reverse of the GPS trajectory - A state in which the GPS trajectory is in the opposite direction of the road with a reverse driving shape. ▶ (Low speed driving) A state of driving for a certain period of time at a significantly lower speed than the average driving speed of the driving road. <ul style="list-style-type: none"> - Less than 50% of drivable speed (minimum speed 50km/h at maximum speed 100km/h) ▶ (Front block) Unpredictable road blockage, not road blockage by prior planning <ul style="list-style-type: none"> - When a large amount of abrupt information occurs in the IC and IC area ▶ (Tunnel abrupt) Entering the tunnel and not exiting the tunnel <ul style="list-style-type: none"> - In case the tunnel does not pass within the appropriate time after calculating the speed, time, and tunnel extension
contingency detection	When an actual event occurs, the system detects it as an event.
Accurate confirmation	Of the validated events, the system correctly identified the contingency type.
wrong check	When it is not a valid event but the system detects

	it as a valid event
check other types	When the event detected by the system is detected as a different type than the actual event (ex. when a stopped vehicle is detected as a sudden stop vehicle)
other types of detection rate	The ratio of the number of detections of other types of events to the total number of detections of events. That is, the ratio of the event log-based other type of event detection index to the total system event detection index.
detection rate	The ratio of the number of events detected by the system to the number of actual events
false detection rate	The ratio of false positives to the total number of event detections. That is, the ratio of the number of events that the system detects as events that are not actual events based on the event log to the total event detection index.
detection time	The time taken from the actual event occurrence until the system detects it normally
test road	A road with a closed environment where general vehicles do not operate provided for the basic performance evaluation
GPS	Global Positioning System
VDS	Visual Display System
KAFKA	Data Forwarding Server

4.2 돌발상황 검지 알고리즘 테스트 절차

실증도로 테스트는 지능형 교통시스템 표준 “돌발상황 검지 시스템 규격 표준” 성능시험방법에 준하여 시행한다. (그림 8)

4.3 돌발상황 검지 알고리즘 테스트 결과

본 연구의 실증도로 테스트는 돌발상황 6개 항목 급정거, 정차, 역주행, 전면차단, 저속주행, 터널돌발에 대한 검지 알고리즘 개발에 따른 검지 정확도 평가를 위해 수행하였다. 테스트 장소는 여주시험도로(역주행, 저속주행), 장성시험도로(급정거, 정차, 전면차단), 터널방재시험장(터널돌발)에서 진행하였다.

돌발상황 6개 항목에 대한 평가 기준은 항목별 모수가 200개 이상이며, 정검지율 90%이상, 오검지율 10%미만, 다른 유형 검지율 15%미만을 만족시켜야 한다. 테스트 결과는 급정거(96%), 정차(100%), 역주행(100%), 저속주행(100%), 터널돌발(96%)로 최상급의 평가등급 수준이며, 전면차단(94%)은 상급 수준으로 평가기준을 모두 만족한다. 돌발상황 6개 항목에 대한 종합적 검지결과는 정검지율 97.7%로 최상급 평가로 나타났다.

V. 결론

본 연구는 내비게이션 사용자로부터 수집된 GPS Log Data의 수집/가공/분석을 기반으로 고속도로에서 발생하는 다양한 돌발상황에 대해 정확한 위치, 신속한 검지로 2차 사고피해를 줄이고자 시작되었다. 기존 돌발상황 관련 연구에서는 VDS, CCTV 등 도로 기반시설을 통해 수집된 정보로 검지 알고리즘 연구/개발을 하였으나, 매우 다양한 교통 환경적 요소, 교통정보 부족 및 누락, 인적자원의 한계로 인해 실제 서비스 수준의 검지 정확도가 확보되지 못하였다. 또한 GPS Log Data로 연구한 대상은 Data 생성에 있어 자체적인 Probe Car를 통해 수집되어 적용 범위가 작고, 검지 정확도의 신뢰성을 얻지 못하였다.

본 연구는 기존 돌발상황 검지 연구/사례를 토대로 도로상 운전자에게 서비스 할 수 있도록 돌발상황을 제정의 하고, 내비게이션 사용자로부터 수집된 빅데이터(GPS Log Data)를 기반으로 6개 돌발상황 유형을 선별하여 알고리즘을 개발하였다.

돌발상황 알고리즘 정의 및 개발 후 수차례에 걸친 실증 테스트를 통해 6개 유형 각 항목에 대한 개선을 진행하여 검지에 대한 정확도 및 신뢰성을 높이고자 하였다. 다만 지형·지물의 위치상 고질적으로 발생하는 GPS 위치 오차(뒹 현상)와 데이터 전송 시간차 등의 문제의 한계를 해결하지 못하였다.

마지막으로 본 연구가 고속도로에서 발생하는 예측 불가능한 사고에 있어 정확한 위치 파악, 신속한 검지를 통해 생명을 구할 수 있는 골든타임 확보에 기여할 수 있기를 기대하는 바이다.

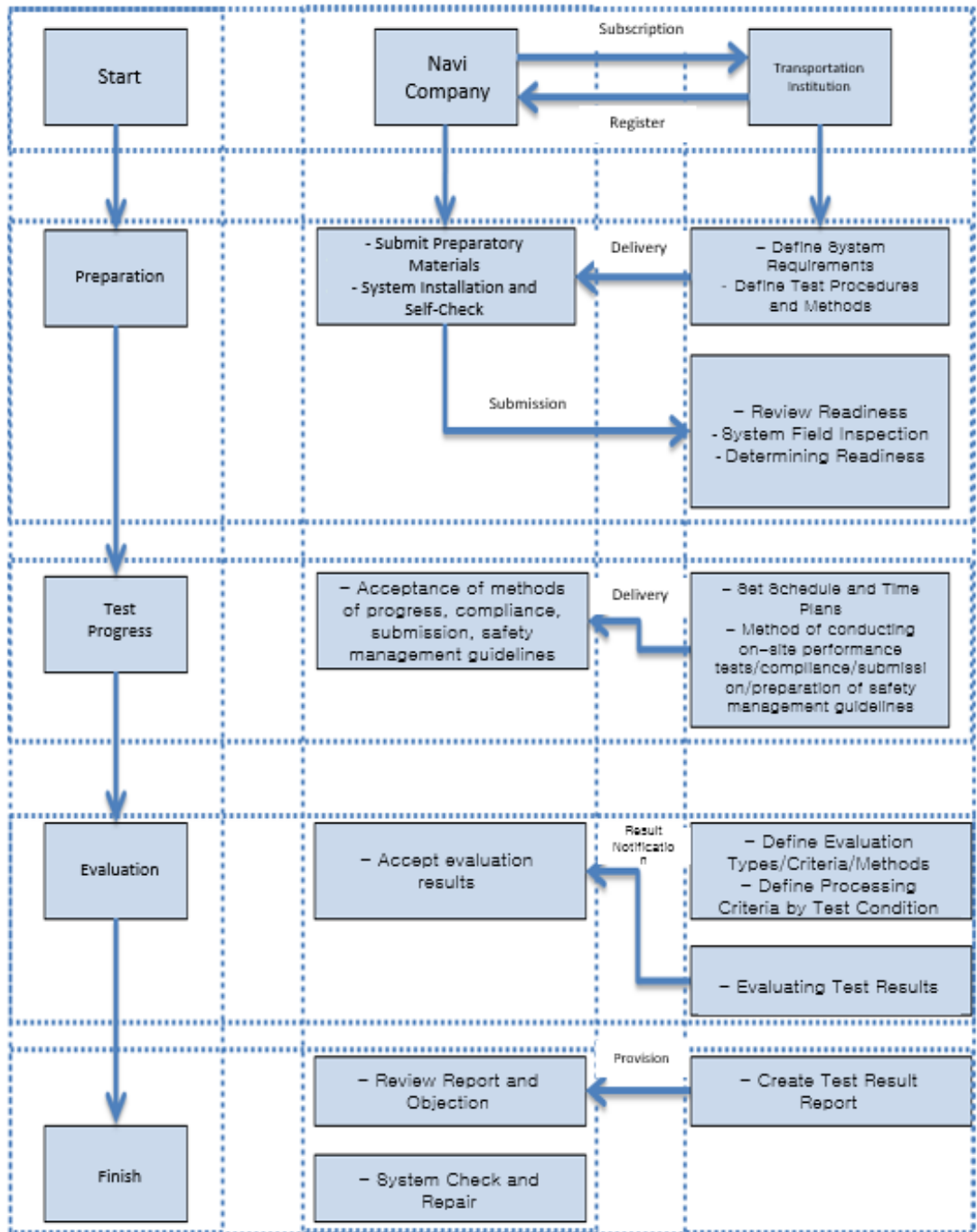


그림 8. 실증도로 테스트 절차
Fig. 8 Road Test Flow

References

- [1] C. Kwon, "Development of Automatic Incident Detection Model for Highway Using Machine Learning," Master's Thesis, Ajou University, 2019.
- [2] Y. Kim, "Development of a Modified McMaster Incident Detection Algorithm by State Moving Distance Technique." Master's Thesis, Ajou University, 2008.
- [3] S. Kim, "A Study on the Classification of Traffic Flow Areas for Detecting Sudden Situations." of *Korean Society of Transportation*, vol. 24, no. 3, 2006, pp. 39-50.
- [4] S. Han, "Introduction of Algorithms for Detecting Sudden Situations in Tunnels." of *Korean Society of Transportation*, vol. 6, no. 3, 2009, pp. 141-149.
- [5] J. Choi, "Development of an automatic detection algorithm for continuous flow abrupt situations using a simple arithmetic." Master's Thesis, *Kyonggi University*, 2011.
- [6] X. Jin, R. Cheu, and D. Srinivasan, "Development and adaptation of constructive probabilistic neural network in freeway incident detection." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 10, no. 5, 2001, pp.1173-1187.
- [7] P. Chakraborty, C. Hegde, A. sharma, "Data-driven parallelizable traffic incident detection using spatio-temporally denoised robust thresholds." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 105, 2019, pp. 81-99.
- [8] F. Yuan and R. Cheu, "Incident detection using support vector machines." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 11, no. 3, 2003, pp. 309-328.
- [9] Y. Asakura, T. Kusakabe, X. Nguyen, and T. Ushiki, "Incident detection methods using probe vehicles with on-board GPS equipment." *Transportation Research Part C*, vol. 81, 2017, pp.330-341
- [10] Q. Liu, E. Chung, and L. Zhai, "Fusing moving average model and stationary wavelet decomposition for automatic incident detection: case study of Tokyo Expressway." *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 1, no. 6, 2014, pp.404-414

저자 소개



공용혁(Yong-Hyuk Kong)

2005년 아주대학교 일반대학원 교통공학과 졸업(공학석사)

2019년 아주대학교 일반대학원 교통공학과 졸업(공학박사수료)

2017년~현재 아주대학교 TOD기반지속가능도시교통연구센터 연구원

※ 관심분야 : C-ITS, ICT, GIS, LBS, 자율주행



김혜진(Hey-Jin Kim)

2021년 아주대학교 교통시스템공학과(학사)

2021년~현재 아주대학교 일반대학원 교통공학과 석사과정 이수중

※ 관심분야 : 교통계획, 교통정책, ITS, GIS



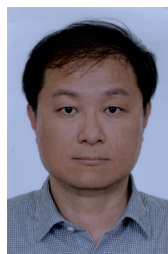
이용주(Yong-Ju Yi)

2011년 아주대학교 일반대학원 교통공학 졸업(공학석사)

2016년 아주대학교 일반대학원 교통공학 졸업(공학박사)

2016년~현재 아주대학교 교통공학과 연구 부교수

※ 관심분야 : ITS통신시스템, ICT, C-ITS, BMS



강신준(Sin-Jun Kang)

1994년 연세대학교 일반대학원 전기공학과(공학석사)

1999년 연세대학교 일반대학원 전기컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2007년~현재 (주)맵퍼스 클라우드개발본부 본부장, 이사

※ 관심분야 : 분산처리, 교통정보, LBS