

항만용 자율협력주행 동적지도(LDM) 및 관제용 위치인식 설계 방안 연구

† 김길태

† 토달소프트뱅크 이사

요약 : 항만용 자율주행 야드트럭 운행 환경은 무신호교차로 주행, 낮은 GPS정확도, 악천후상황주행, 이송 컨테이너 위치변경등과 같이 일반 도로의 센서기반의 자율주행차량 운행과 다르게 매우 복잡하다. 이를 위해서는 항만내 특성을 반영한 실시간 위치, 속도 등에 대한 정확한 인식이 중요한 요소이다. 이를 위해서 센서융합과 V2X기반의 복합적인 항만용 실시간 로컬 동적지도 (Local Dynamic Map) 생성 및 V2X기반의 협력측위를 통하여 기존의 독립적인 자율주행차량의 위치 인식보다 더 개선된 고정밀 위치 인식 정보추출이 필요하다. 본 연구에서는 복합적인 항만용 동적지도 생성관리시스템의 설계 방안 및 협력측위 기술 적용 방안을 제시하고 이를 활용한 항만 구역내 자율주행차량 및 모든 화물 이송장비들의 실시간 위치 인식뿐만 아니라 이동체의 사전 충돌예측 및 비상정지 안전 제어 가능한 V2X 기반의 인텔리전스 한 3차원 관제시스템 설계 방안을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 자율주행야드트럭, 로컬 동적 지도(Local dynamic map), 협력 측위, 위치인식, 관제시스템, 항만운영시스템

1. 서론

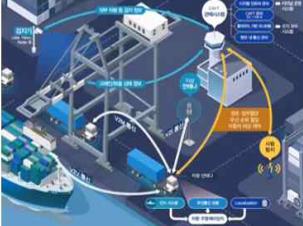
항만용 자율주행 야드트럭 도입의 필요성
 스마트 해상물류 체계 구축 전략
 스마트 항만도입 및 항만의 자동화에 필수

항만 자율주행 환경 및 특수성
 항만의 야드트럭 밀집된 혼잡운행환경
 무신호 교차로 주행,
 낮은 GPS정확도,
 악천후 상황주행,
 컨테이너 이송을 위한 정차
 일반 도로 자율주행 운행환경과 다름.

항만내 특성 반영한 복합적인 동적지도(LDM) 구축 필요
 V2X통신 기반과 센서 융합 -> 항만용 복합 동적지도 LDM + TOS 연계 맵 정보

항만 관제용 3차원 자율주행차량용 고정밀 위치인식 시스템 필요
 협력측위 : 센서융합 + GPS + V2X통신 이용 위치추정 + LDM

전반부 발표내용 : 항만용 자율주행차량용 도입 기술적 특징 및 현황 조사
 후반부 발표내용 : 동적 동적지도(LDM) 및 관제용 위치인식시스템 구축 설계 방안



3. 항만구역내 자율주행의 대표 핵심기술

1) 위치인식(Localization) : 차량 절대위치 및 자세를 인식하는 기술
 - 절대위치인식 : GPS같은 GNS 기반
 - 상대위치인식 : 차량센서(휠센서, 엔코더, 가속도센서, 자이로)+관성측정장치 DR추측항법

2) 환경인식(Environment Perception) : 센서로 획득된 정보로 장애물, 지형, 차선, 객체 분류/추출
 - 사람과 차량과 같은 이동객체의 정보추출 -> 객체분류, 객체 추종 기술이 중요한 부분
 - 카메라 : 영상처리는 빛의 변화에 강인성문제/과도한 연산문제로 실외환경 제한적임.
 - 라이다 : 실외환경에 강인한 성능과 정확한 거리정보를 제공(Point Cloud 정보)

항만 환경 야드 주행 방향
 야드내 컨테이너 객체 인식 정밀도 : 융합인식화





2. 본론

1. 항만용 자율주행 야드트럭 탑재 센서
 라이다/레이더/초음파
 영상카메라/ Depth 카메라/IR카메라
 관성센서/GPS/V2X
 OBU(On Board Unit)내 연결

2. 항만 환경적 특성 자율주행시 장애요소
 운영시스템 문제
 환경인식문제
 위치인식문제
 경로생성 및 주행판단 문제

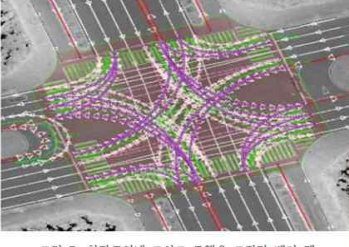
그림 3 항만용 자율주행시 차량 인식을 위한 센서 구성안

3. 항만구역내 자율주행의 대표 핵심기술 : 항만 맵 빌딩

3) 항만 맵 빌딩(Map Building) : 차량 센싱 정보 + 위치인식 정보 융합=>지도생성기술
 - SLAM : 환경인식기반이 실시간 맵 빌딩을 통한 위치인식
 - GPS문제점 극복하고자 맵 빌딩을 통한 위치인식+위치보정 연구 활발
 - 지도 : 항만환경을 기하학적으로 표현한 격자지도, 워상 지도, 시맨틱 지도 사용
 - 생성된 지도 활용 : 위치인식, 객체 추종, 경로 및 주행계획에 사용됨

그림 7 항만구역내 교차로 주행용 고정밀 벡터 맵



† 교신저자 : 정희원, gtkim@tsb.co.kr

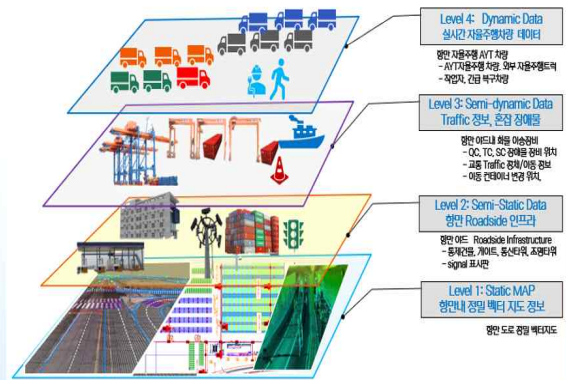
3. 항만구역내 자율주행의 대표 핵심기술 : 주행경로 계획/경로추종

- 4) 주행경로 계획(Path Planning) : A*, Hybrid A*, D*, D* Lite
 - 시작위치~목표위치 최적의 글로벌 경로계획으로 경로를 탐색하는 기술
 - 글로벌 경로계획 : 절대위치 기반 지도상에서 경로계획 기술
 - 로컬 경로계획 : 차량위치 기반, 로컬지도상에서 경로계획 기술 : A* 알고리즘 계층
- 5) 주행경로 추종(Path Following) : Pure Pursuit, Vector Pursuit, Stanley Method
 - 차량의 자세 고려한 기하학적 경로 추종 기술

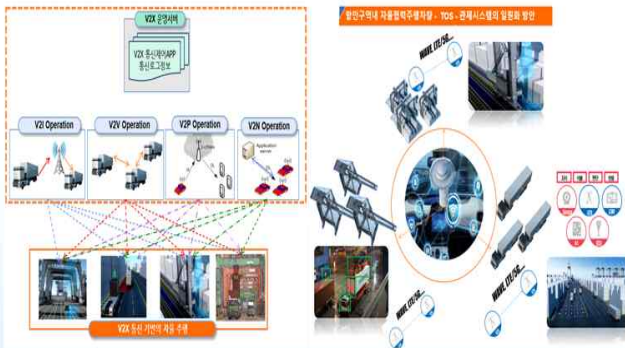


7. 항만TOS 연계 V2X기반 자율주행차량 실시간 동적 지도(LDM)구축 설계

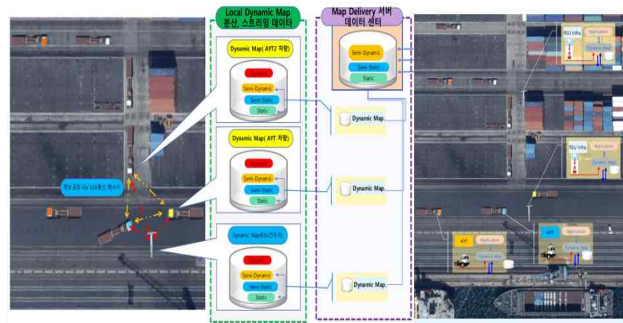
- 항만구역내 자율주행에 필요한 4계층 레이어 LDM 설계



4. V2X 통신 (Vehicle to Everything : 차량과 차량,사물, 인프라,사람간 통신)
항만 구역내 자율주행AYT의 주요 작업에서 운영되어지는 V2X 통신



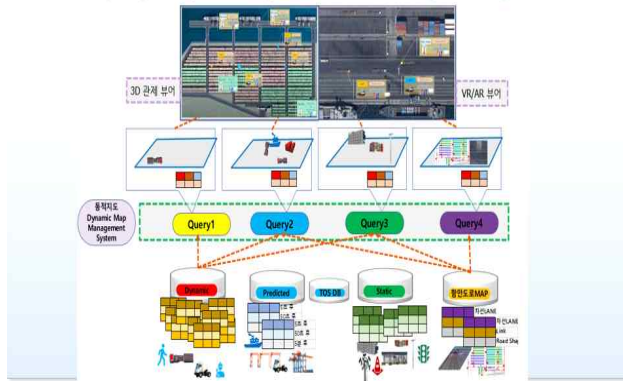
7. 항만TOS 연계 V2X기반 자율주행차량 실시간 동적 지도(LDM)구축 설계
- 항만내 자율주행 차량/RSU 인프라 동적지도 ↔ Map 데이터 서버센터 정보 처리 흐름



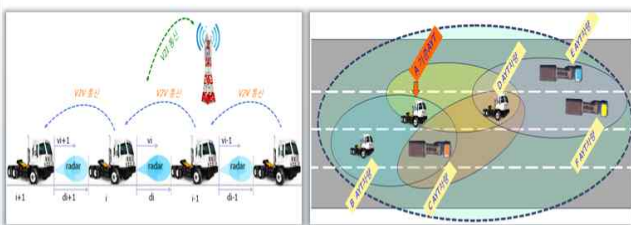
5. 자율주행차량-V2X통신-관제시스템-항만운영TOS 연계 전체 시스템 구성



동적지도 + TOS 연계한 실시간 3D 관제 위치인식/충돌예측/비상정지 V2X제어
- 자율주행 이동객체 동적지도 이용 실시간 위치 인식 → 충돌예측가능 3D시물레이션



6. 항만용 AYT 협력 측위 : V2I 삼변 측량, V2V통신 기반 협력측위
- 자율주행차량의 복수의 센서, 여러 개의 관측자가 측정된 정보를 상호간 교환
-> 보다 더 정확한 위치정보를 획득하는 기술
- 단일차량의 센서 측위 정보 제한, 오차 한계 문제
- 최근 V2X통신을 이용한 차량과 차량과 인프라 간의 협력 측위로 정확한 위치정보 생성



감사의 글

본 연구는 해양수산부의 항만 내 자율협력주행 도입을 위한 인프라 구축 방안 연구의 일환으로 수행하였음.