

기업연계형 캡스톤 디자인 교과목 과제 수행 결과보고서

과제 유형	■ 기업연계기반				
과제명	객체 중심 신뢰 점수를 통한 도심 자율주행 위험 예측 시스템				
팀명	-				
수강 교과목명	캡스톤디자인1		교과목 학수번호	DCCS451	
교과목 담당교수	소 속	과학기술대학 컴퓨터융합소프트웨어 학과	성 명	서민석	
	E - mail	mins@korea.ac.kr	교내전화	044-860-1379	
지도교수	소 속	과학기술대학 컴퓨터융합소프트웨어 학과	성 명	조민호	
	E - mail	minhojo@korea.ac.kr	교내전화	-	
산업체 참여 인력(PM)	소 속	(주)지오투정보기술	성 명	오길환	
	E - mail	ghoh@geotwo.com			
산업체 역할 (자문내용)	기업 연계형 캡스톤 디자인의 주제 선정 및 타임 테이블에 대한 자문				
구분	성명	학과	학년	학번	E - mail
참여 학생	박준서	컴퓨터융합소프트웨어 학과	4	2020207641	lunarcats@korea.ac.kr

위와 같이 규정에 의해 과제를 완료하였음을 결과보고서로 제출합니다.

2025. 11. 21.

지도교수: 조민호 (인 또는 서명)

대표학생: 박준서 (인 또는 서명)

고려대학교 세종 SW중심대학사업단 귀하

작품과제명	객체 중심 신뢰 점수를 통한 도심 자율주행 위험 예측 시스템
과제 개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 선정 배경 <ul style="list-style-type: none"> - 도심 자율주행 환경은 다수의 차량이 좁은 공간에서 상호작용하기 때문에 급정거·급가속·진로 변경과 같은 예측하기 어려운 행동이 빈번하게 발생함 - 자율주행 시스템에서는 몇 초 이내의 짧은 관찰만으로도 주변 객체의 위험도를 빠르게 판단함 - 기존 위험도 평가 방식은 충돌 지표, 장기 추적, 지도·신호·차로 구조 등 외부 문맥에 크게 의존하고 계산 비용도 높아 즉각적인 대응에 한계 ○ 과제의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 단순한 동적 상태 정보만을 이용해 위험을 조기에 식별할 수 있는 경량 접근 방식이 필요함 - 짧은 시계열 정보를 기반으로 객체의 위험도를 정량화할 수 있는 '객체 중심 신뢰 점수(Object-centric Trust Score)'
과제 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 분석 및 지표 설계 <p>Waymo Open Motion Dataset의 시나리오 데이터를 기반으로 객체의 위치·속도·헤딩 정보를 분석하였다.</p> <p>도심 환경에서 위험 행동을 반영할 수 있는 핵심 시계열 지표(Δ속도, Δ가속도, Yaw Rate 변화량, 속도 평균, 진행 방향 변화율, 중심선 이탈도)를 선정 및 가공</p> - 위험도 산출 모델 설계 <p>객체 행동 지표를 입력으로 받아 위험도를 추정하는 경량 모델 구조를 기획하였다. 특히 단조 제약(Monotonic Constraints)을 적용한 LightGBM 기반 Raw Score 산출 구조를 설계하여, 위험 신호가 증가하면 모델 출력도 증가하도록 물리적 일관성을 확보</p> - 신뢰 구간 분류 체계 정의 <p>산출된 신뢰 점수를 바탕으로 객체를 High / Medium / Low 세 구간으로 분류하는 기준을 수립하였다.</p> <p>도심 환경에서의 실질적인 위험도 분포를 고려해 보수적인 임계값 설정 원칙을 마련함</p> ○ 과제 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 경량 위험도 평가 구조 <p>지도·차선·환경 문맥에 의존하지 않고, 짧은 시계열 동적 지표만으로 위험도를 산출할 수 있는 구조를 기획함</p>

	<p>실시간성을 요구하는 자율주행 시스템과의 높은 적합성을 가짐</p> <ul style="list-style-type: none"> - 도심 자율주행 환경을 고려한 실제적인 지표 구성 <p>시속 변화, 헤딩 변화, 중심선 이탈도 등 실제 도심 주행에서 자주 발생하는 위험 요인을</p> <p>정량 지표 형태로 재구성하여 적용 가능성을 높임</p>
<p>결과물의 활용방안 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 시스템의 위험 객체 탐지 보조 모듈 <p>설계한 신뢰 점수 산출 구조를 자율주행 차량의 위험 객체 선별 단계에 참고 지표로 활용하여, 복잡한 환경에서 우선적으로 대응해야 할 객체를 선별하는 데 도움</p> <ul style="list-style-type: none"> - 경량 위험도 평가 알고리즘 연구용 베이스라인 <p>지도·차선 정보 없이도 동적 상태만으로 위험도를 산출하는 구조이므로, 학부 연구·졸업 프로젝트·연구실 선행연구에서 경량 위험도 모델의 기초자료로 활용 가능</p> ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간성·안정성을 고려한 자율주행 위험 평가 방법론 제안 <p>지도나 복잡한 예측 모델에 의존하지 않고도 짧은 관찰로 위험도를 정량화할 수 있어 실제 시스템 적용 가능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 도심 자율주행 연구의 기반 데이터·지표 체계 마련 <p>Δv, Δa, yaw 변화 등 위험 행동을 반영하는 지표 세트를 정립함으로써 후속 연구의 공통된 기준으로 활용</p>

과제 참여 내용(역할)

수행 방법

프로젝트 기획, 모델 선정, 포스터 작성

객체 중심 신뢰 점수를 통한 도심 자율주행 위험 예측 시스템

지도교수 : 조민호 교수님

2020270641 박준서

선정 배경

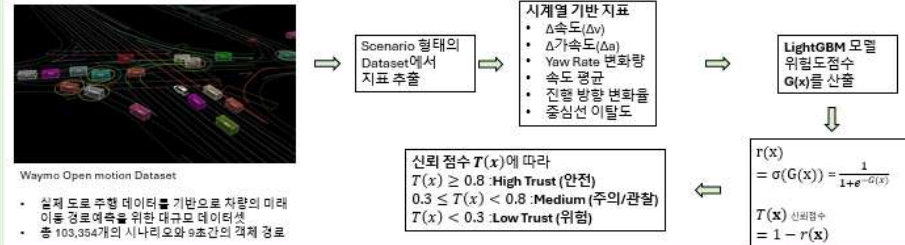
도심 혼잡 환경의 복잡성

- 다수의 차량과 보행자가 좁은 공간에서 상호작용하며, 급정거, 급가속, 진로 변경 등 예측하기 어려운 행동이 자주 발생함
- 기존 위험도 판단 방식의 한계
 - 충돌 지표, 장기 관찰, 지도, 신호, 차로 구조 등 외부 문맥에 크게 의존하여, 계산 비용이 크고 즉각적인 대응이 어려움
 - 짧은 관찰로도 가능한 경량 평가 필요
 - 실제 자율주행 시스템에서는 몇 초 이내의 짧은 관찰만으로도 위험 객체를 빠르게 걸러내는, 가벼운 지표 체계가 요구됨

목적

- 짧은 시계열 신호만으로도 위험 객체를 식별할 수 있는 객체 중심 '신뢰 점수'를 정의함
- 위치, 속도, 헤딩 등 객체의 기본적인 동적 신호만으로 계산 가능한 경량 지표 체계를 구축함
- 도심 환경에서 위험 객체를 조기에 식별하여 자율주행차의 보수적인 경로 선택 및 안전성 향상에 기여함

구현



구현 단계

- Waymo 시나리오 데이터에서 객체의 위치, 속도, 헤딩 정보를 추출함
- Δv , Δa , yaw 변화량, 진행 방향 변화율, 중심선 이탈도 등 시계열 기반 지표들을 계산함
- 계산된 지표 벡터를 단조 제약이 적용된 LightGBM 모델에 입력하여 Raw Score $G(x)$ 를 산출함
- $G(x)$ 는 시그모이드 함수를 통해 위험도 확률 $r(x)$ 로 변환되고, 신뢰 점수는 $T(x) = 1 - r(x)$ 로 정의됨
- 산출된 신뢰 점수를 High / Medium / Low로 분류하여 객체의 안전한 정도를 평가함

$$G(x) = g_{\Delta v}(f_{\Delta v}) + g_{\Delta a}(f_{\Delta a}) + g_{yaw}(f_{yaw_var}) + g_{speed}(f_{speed_mean}) + g_{head}(f_{heading}) + g_{lane}(f_{laneoffset})$$

$$r(x) = \sigma(G(x)) = \frac{1}{1 + e^{-G(x)}}$$

$$T(x) = 1 - r(x)$$

사용 모델

- LightGBM

시계열 기반 지표처럼 사전 계산된 특징 벡터를 효율적으로 처리하며, 단조 제약을 통해 물리적으로 일관된 위험도 증가 방향을 보장할 수 있어 LightGBM를 채택함

기대효과

- 위험 행동을 보일 가능성이 높은 객체를 조기에 탐지하여 사고 가능성을 효과적으로 낮춤
- 신뢰 점수 기반의 위험 분류로 자율주행 시스템의 의사결정 정확도를 높여 전체 주행 안전성을 향상함

추후 계획

다양한 주행 시나리오를 활용해 신뢰 점수의 안정성과 신뢰성을 추가 검증할 예정임
다른 모델(XGBoost, RandomForest)과 비교하여 최적의 신뢰점수 산출 구조를 탐색함

결과물