

발 간 등 록 번 호

11-B552989-000353-01

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(), 비공개()발간등록번호()

국토교통기술사업화지원 사업 제3차 연도 최종 보고서

R&D / 20TBIP-C144279-03

정확도 90%이상의 가시거리 측정을 위한 1km미만의 저시정용 전방위 입체형 스테레오 영상 시정계 개발 최종보고서

2021. 02. 04.

주관연구기관 / 공간정보기술(주)
공동연구기관 / 아주대학교 산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

‘정확도 90%이상의 가시거리 측정을 위한 1km미만의 저시정용 전방위 입체형 스테레오 영상 시정계 개발’(연구개발 기간 : 2018. 04. 01. ~ 2020. 12. 31.) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2021. 02. 04.

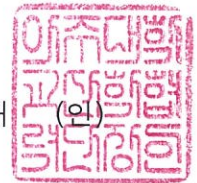
주관연구기관명 : 공간정보기술(주)

(대표자) 박 경 열



공동연구기관명 : 아주대학교 산학협력단

(대표자) 오 영 태



주관연구기관책임자 : 박 기 석

공동연구기관책임자 : 이 철 기

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	20TBIP-C144 279-03	해당 단계 연구 기간	2018.04.01 ~ 2020.12.31	단계구분	3단계/3단계
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화지원사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	정확도 90%이상의 가시거리 측정을 위한 1km미만의 저시정용 전방위 입체형 스테레오 영상 시정계 개발			
연구책임자	박 기 석	해당단계 참여연구원 수	총: 30명 내부: 30명 외부: 명	해당단계 연구비	정부:347,000천원 민간:187,000천원 계:534,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 47명 내부: 47명 외부: 명	총 연구비	정부:840,000천원 민간:517,000천원 계:1,357,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	공간정보기술(주) 아주대학교 산학협력단			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
-------------------------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기 탁 번호		2				2					

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약	보고서 면수
----	--------

요약문

연구의 목적 및 내용	[연구의 목적] 1km미만 저시정용 3차원 영상 시정계 개발 [연구 내용] 1. 적정 장비 선정 및 제작 2. 안정적인 통신방안 마련 3. 다양한 각도 및 줌 변경으로 모니터링 및 가시거리 측정 4. 야간 모니터링 및 가시거리 측정 5. 시스템 고도화 6. 제품 설치 및 공사 7. 교통상황실 모니터링 시스템 연계 8. 가시거리 측정 기술 요구사항 및 활용 전략 수립 9. 가시거리 측정기술 평가 및 검증 10. 가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 및 검증				
연구개발성과	1. 스테레오 비전 기술을 적용한 가시거리 측정 기술 개발 2. 모니터링 시스템과 연계로 CCTV와 시정계가 융합된 제품 개발 3. 1km미만의 저시정용 가시거리 측정시스템 4. 교통신기술 지정(국토교통부고시 제2020-403호)				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	1. 정확한 가시거리 측정으로 안개경보, 속도제한 등 다양한 의사결정의 근거자료로 활용 가능 2. 가시거리에 대응하는 교통안전시설물의 자동 운영에 활용 3. 정확한 도로의 기상정보 제공으로 교통사고 발생 가능성 저하 3. 시정관련 제품의 수입대체 효과와 함께 해외시장에 수출할 수 있는 기반 마련				
국문핵심어 (5개 이내)	시정계	안개	가시거리	스테레오 비전	모니터링
영문핵심어 (5개 이내)	Visibility meter	FOG	Visible distance	Stereo vision	Monitoring

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
가. 사업화 추진 배경	1
나. 사업화 대상기술 요약	1
2. 연구수행내용 및 성과	4
가. 스테레오 비전	4
(1) 연구개발 기술의 정의	4
(2) 스테레오 비전 소개	4
(3) 스테레오 비전 기술의 순서도	4
(4) 스테레오 비전 기술의 세부 절차	5
나. PTZ 기능을 이용한 스테레오 비전 기술 개발	9
(1) 스테레오 비전 기술의 한계	9
(2) 파라미터 정보 분석	9
(3) Zoom 렌즈를 활용하여 Depth-Map 생성	12
(4) Pan/Tilt Driver를 활용하여 촬영범위 확대	12
다. 야간 가시거리 측정	14
(1) 개요	14
(2) IR투광기	14
(3) 야간 가시거리 측정	14
라. 가시거리 측정 알고리즘	15
(1) 오매칭 정보 제거 알고리즘	15
(2) Depth-Map 연속성 자동판독 기술 개발	15
(3) 특징점 매칭 알고리즘 보완	15
(4) 가시거리 측정 알고리즘 개발 전·후 비교	16
(5) 가시거리 측정 정확도 검증	17

마. 운영 자동화	28
(1) 개요	28
(2) 운영 시나리오	28
(3) 운영 결과	31
바. 통합 시스템 개발	32
(1) 개요	32
(2) 시설물 제어 프로그램 개발	32
(3) 가시거리 데이터 연동 인터페이스 개발	34
(4) 통합 시스템 테스트	35
사. 모니터링 시스템 연계	36
(1) 개요	36
(2) 시스템 구성도	36
(3) 영상 송출 시스템	36
(4) 원격 제어 시스템	38
(5) 모니터링 시스템 연계 테스트	40
아. 시제품 제작	41
(1) 적정장비 선정	41
(2) 스테레오 하우징 설계 및 제작	41
(3) 시제품 제작 완료	43
자. 시제품 설치 및 운용	43
(1) 개요	43
(2) 설치 위치 및 지주 선정	43
(3) 시공 절차	44
(4) 시제품 및 광학 시정계 설치	45
(5) 시제품 운용 기간 중 하자 발생 사례	45
(6) 광학 시정계 프로그램 개발	46
(7) 시제품과 광학 시정계 비교	47

차. 가시거리 측정 기술 검증 연구	51
(1) 연구개요	51
(2) 기존 가시거리 측정 기술의 문제점 검토	52
(3) 가시거리 시정계 요구사항 도출	53
(4) 가시거리 측정 기술 평가 계획	54
(5) 가시거리 측정 기술 평가 및 검증	58
(6) 연구결과의 활용방안	64
카. 타 기술과의 비교	65
(1) 타 기술	65
(2) 연구개발 기술과의 비교	69
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	70
가. 목표	70
나. 목표 달성여부	73
(1) 질적 연구성과 목표 및 달성도	73
(2) 양적 연구성과 목표 및 달성도	76
다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)	76
4. 연구개발성과의 활용 계획 등	77
가. 비즈니스 모델	77
(1) 제품 및 서비스 정의	77
(2) 상황 분석	78
(3) 예시	79
(4) 현재 상황	79
(5) 시장 분석	80
(6) 독창성	81
(7) 수익구조	82
나. 사업화 추진	83
(1) 시장진입, 마케팅 및 판매전략	83
(2) 양산 계획 및 방법	83
(3) 안개대응시스템 사업화 계획	84

1. 연구개발과제의 개요

가. 사업화 추진 배경

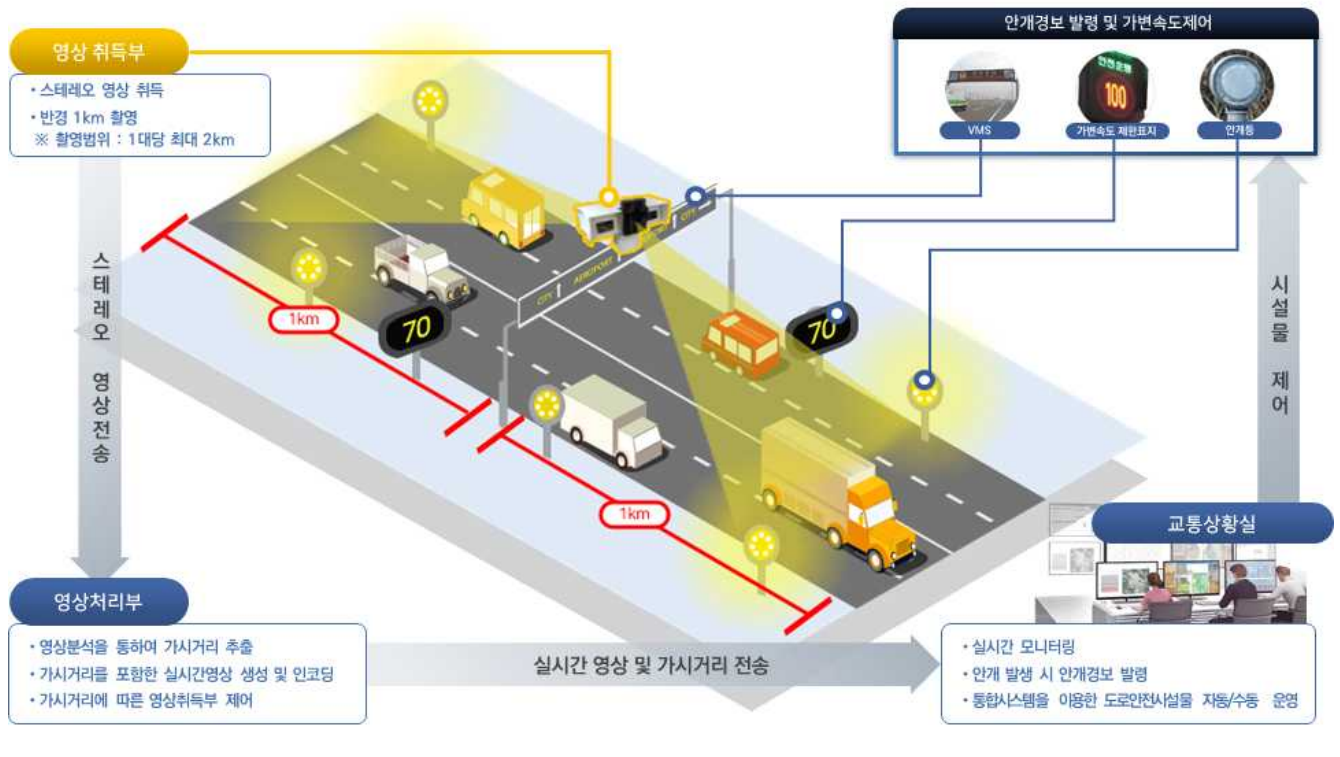
- 부정확한 광학 시정계(기술적 배경)
 - 21개 기상관측소의 관측자료를 분석한 결과, 장비에 의한 측정값과 목측값과의 오차 및 측정 장비 간의 편차가 심각한 수준으로 확인됨(감사원, ‘기상예보 및 지진통보 시스템 운영실태’)
- 이중 비용(경제적 배경)
 - 시정계와 CCTV를 이중으로 설치하기 때문에 공사비, 유지관리비 등 비용이 이중으로 발생
- ‘안개 상습구간 도로교통 안전관리 대책’ / 2015년 / 국토교통부 등 4개 기관 (정책적 배경)
 - 인천 영종대교 다중 추돌사고를 계기로 실시(안개 발생시 가시거리를 측정하는 것에 대한 필요성 강조)

나. 사업화 기술대상 요약

구분	기존 보유기술 또는 이전받은 기술	사업화 기술		
▪ 과제명	해당사6항 없음	정확도 90%이상의 가시거리 측정을 위한 1km미만의 저시정용 전방위 입체형 스테레오 영상 시정계 개발		
▪ 사업화 기술 및 분야		☐ 공공기술 중소기업 이전 및 사업화 ☐ 중소기업 보유기술 및 아이디어 사업화 ☒ 국토교통 안전기술 사업화 ☐ 서비스 R&D 융합기술 사업화		
▪ 사업화 대상이 되는 기술의 지식재산권 * 특허, 실용신안 등 유형 별 기재		1	(특허번호) 제 10-1893368 호	(특허명) 교통 모니터링 카메라를 이용하는 3차원 시정 측정방법 및 시스템
			(권리자) 공간정보기술(주)	
		2	(특허번호) 제 10-2044639 호	(특허명) 스테레오 카메라 정렬 방법 및 장치
	(권리자) 공간정보기술(주)			
▪ 기존 사업화 과제 신청 전 보유(이전)한 기술과 비교하여 성능 개선 등 차별화한 내용		가변 초점거리 렌즈와 Pan/Tilt Driver를 이용하여 전방위에서 정확한 가시거리 측정		

※ 특허 부록 6 ~ 12페이지 참조

○ 사업화 대상 기술의 개념도



○ 국내외 유사기술과 수준 비교

구분	해당기술	광학 시정계	CCTV 영상을 이용한 가시거리 측정
가시거리 측정의 정확도 및 일관성	▪ 목측과 유사한 정확도 ▪ 가까운 거리일수록 정확도 증가	▪ 목측과 비교하여 관측 값의 정확도가 낮음 ▪ 저시정일수록 정확도 저하	▪ 사전에 입력한 거리를 이용하여 가시거리를 추정
측정범위	▪ 반경 1km 모든 영역(Area)에 대한 가시거리 측정 ▪ 고정된 구간이 아닌 전방위 입체 측정	▪ 장비가 설치된 공간상의 한 지점(Point)에 국한하여 가시거리 측정	▪ 카메라가 고정되어 촬영 중인 영역에 국한하여 가시거리 추정
경제성	▪ 개발 제품 1개 설치로 모니터링 및 가시거리 측정 동시 수행 ▪ 설치비 및 유지관리비 등 중복예산 절감	▪ 광학 시정계와 CCTV는 동일한 지점에 각각 설치 및 운영되어 예산 이중 소모	▪ 가시거리 측정용 CCTV와 모니터링용 CCTV를 별도 설치 및 운영이 필요하여 예산 이중 소모

○ 사업화 대상 기술의 우수성에 대한 상세 설명 및 근거

구분		상세내용
품질 (정확도)	광학시정계	▪ 2015년 기준 시정거리 100m 미만 정확도 23.9% ※ 기상예보 및 지진통보 시스템 운영실태 감사보고서(감사원/2017.07)
	개발 제품	▪ 50m 지점 거리 정확도 약 96.6% ▪ 100m 지점 거리 정확도 약 98.0% ※ 거리측정 정확도 자체 테스트 평가 결과(부록 108 ~ 131 페이지 참조)
측정 범위	광학시정계	▪ 센서 송수신부 사이의 대기를 분석하여 가시거리 측정
	개발 제품	▪ 360도 전방위 1km 반경의 전 영역
경제성	기존제품	▪ ‘2015년 무주지사 시정계 설비 구매(설치포함)’공고(’15.12.17) - 시정계 2대 설치 / 39,600,000원 (1대당 19,800,000원) ▪ ‘일반국도 3호선, 43호선 도로감시용 IP카메라 구매(설치포함)’공고(’16.09.05) - 카메라 10대 설치 / 238,764,000원 (1대당 23,876,400원) ▪ 시정계, CCTV 각 1대 설치 비용 : 43,676,400원 ※ 나라장터 사업 공고 참고
	개발제품	▪ 개발제품 예상금액 : 28,000,000원 ▪ 기존제품 대비 36% 절감

2. 연구수행내용 및 성과

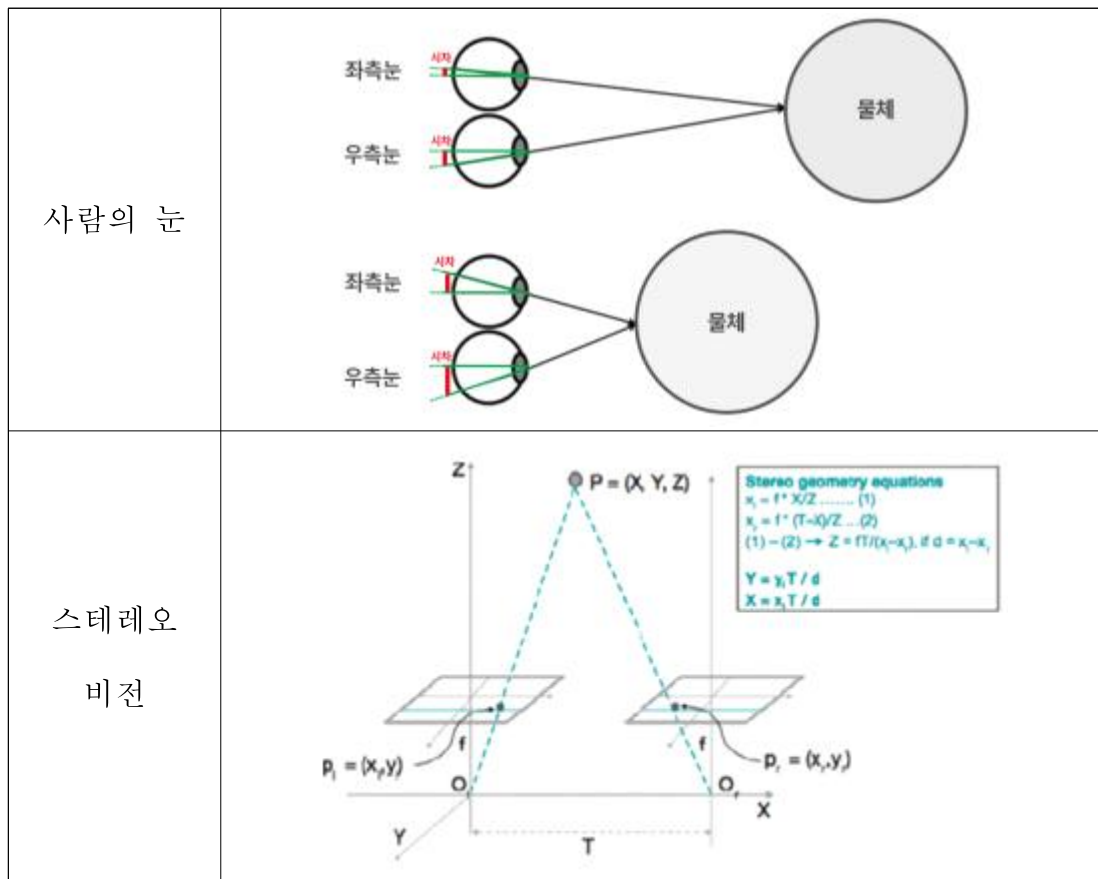
가. 스테레오 비전

(1) 연구개발 기술의 정의

- 스테레오 비전 기술을 이용한 가시거리 측정 시스템

(2) 스테레오 비전 소개

- 스테레오 카메라를 이용하여 얻은 2개의 영상을 가지고 양안시차의 원리를 이용하여 3차원 거리정보를 계산하는 기술

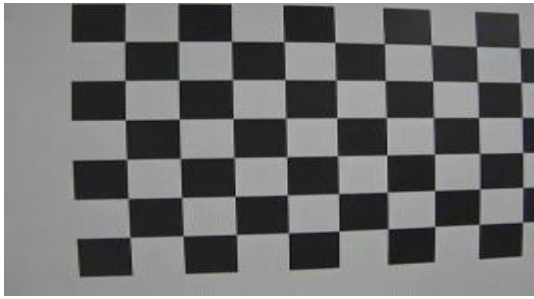
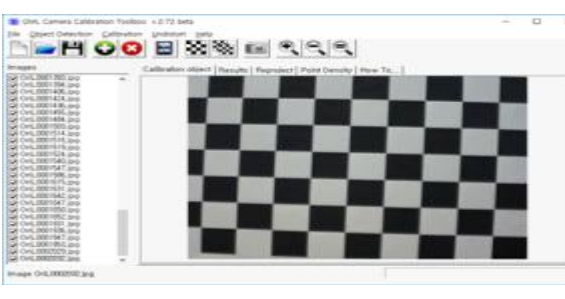


(3) 스테레오 비전 기술의 순서도



(4) 스테레오 비전 기술의 세부 절차

(가) 카메라 내/외부 파라미터 정보 취득

	
체스보드 촬영(10장 이상)	Calibration 프로그램에 촬영 이미지 입력
	• 초점거리 $F_x=1333.3$ $F_y=1337.0$ • 주점위치 $P_x=301.59$, $P_y=263.42$ • 방사방향 왜곡계수 $k_1=-0.302756$ $k_2=0.244546$ • 접선방향 왜곡계수 $p_1=-0.000931$ $p_2=-0.000056$
분석 결과 값 확인	

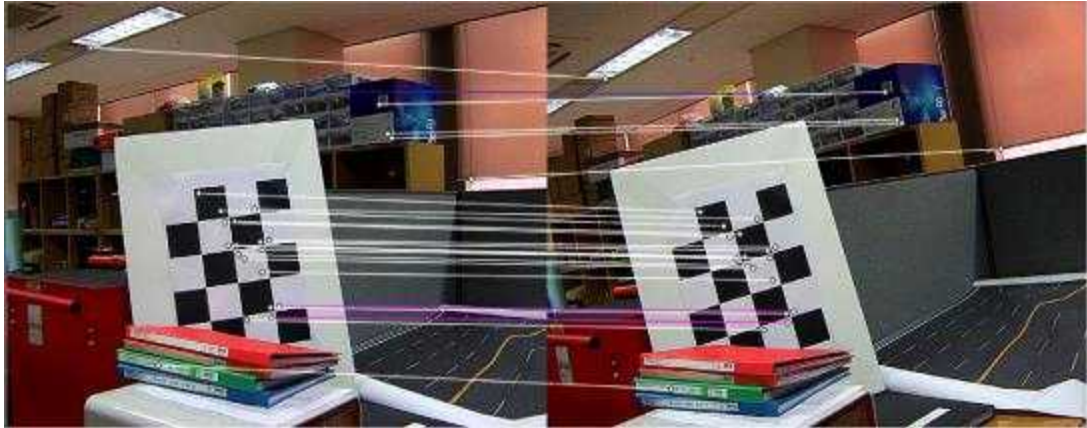
(나) 카메라의 렌즈로 인한 왜곡 보정

	
왜곡 보정 전	왜곡 보정 후

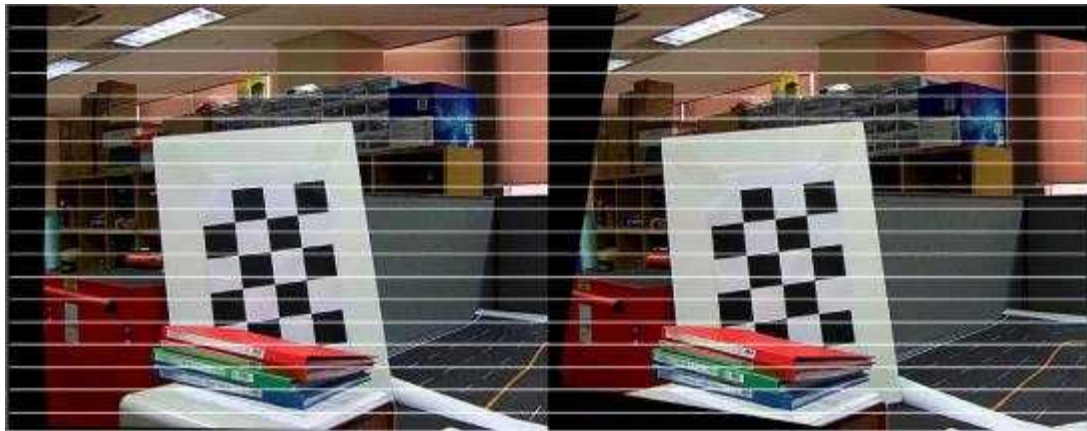
(다) 2대 카메라(Left, Right)로 동일한 피사체 촬영

	
Left 카메라 촬영	Right 카메라 촬영

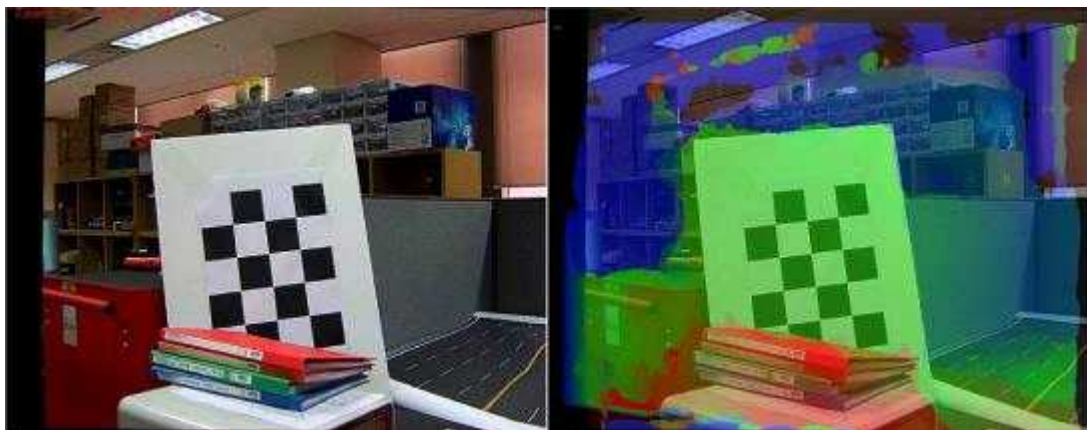
(라) 2대의 카메라에서 취득한 영상의 특징점 매칭



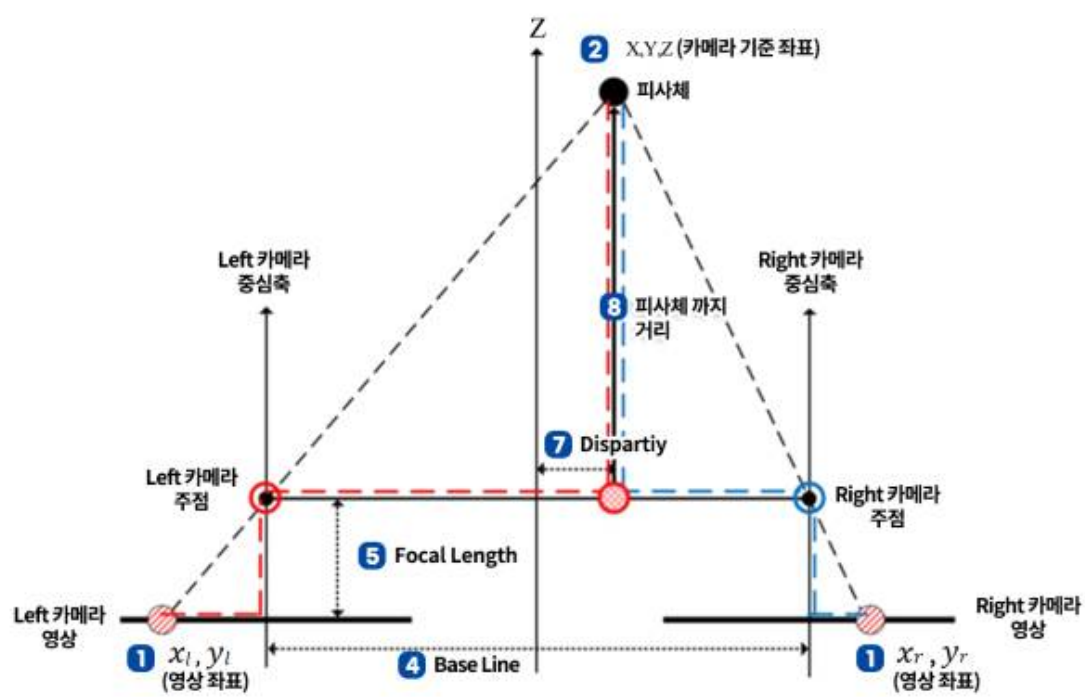
(마) 촬영한 Left, Right 영상을 각각 회전 및 이동하여 y시차 소거(Epipolar Geometry)



(바) Left, Right 영상의 시차(Disparity)를 계산하여 Depth-Map(깊이지도) 생성



(사) 이미지 상의 측정하고자 하는 지점까지의 거리 측정(카메라에서부터 피사체까지의 거리)



구 분	표기
① 영상 좌표	x, y
② 카메라 기준 좌표	X, Y, Z
③ 이미지 크기	Width, Height
④ 카메라 사이 간격	Base Line
⑤ 카메라 초점거리	Focal Length
⑥ 카메라 화소크기	Pixelsize
⑦ 영상 특정 좌표의 시차	Disparity(x,y)

$$X = \frac{(x - \frac{Width}{2}) \times Baseline}{Disparity(x, y)}, \quad Y = \frac{(y - \frac{Height}{2}) \times Baseline}{Disparity(x, y)},$$

$$Z = \frac{Baseline \times FocalLength}{Disparity(x, y) \times Pixelsize}$$

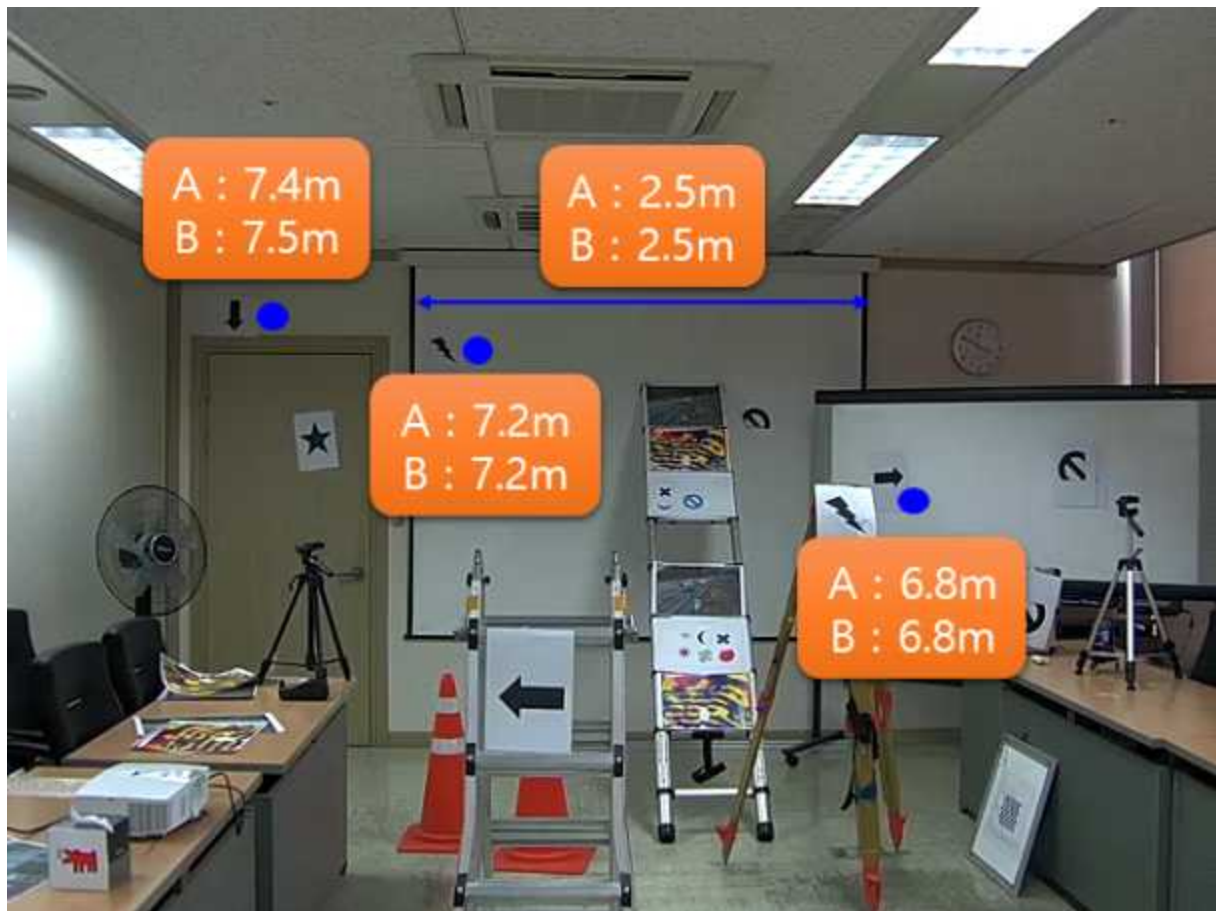
$$\textcircled{8} \text{ 거리} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

(아) 거리측정 검증(실내 테스트)

- 거리측정의 정확도를 검증하기 위하여 레이저 거리측정기와 비교
- Depth-map 생성



- 측정한 거리를 비교한 결과 연구개발 기술과 레이저 거리 측정기의 정확도가 유사함



※ A : 연구개발 기술, B : 레이저 거리측정기

나. PTZ 기능을 이용한 스테레오 비전 기술 개발

(1) 스테레오 비전 기술의 한계

- 기존 스테레오 비전 기술은 고정 초점 렌즈만 활용하여 근거리 또는 원거리 측정만 가능
- 시차의 차이로 인하여 측정 불가능한 거리가 발생하게 되며 원거리일수록 오차가 커짐
- 근거리 및 원거리 모두 측정하고 거리측정의 정확도를 향상시키기 위하여 PTZ 기능 필요
- 스테레오 비전 기술에 PTZ 적용한 사례 없음(국내/외)

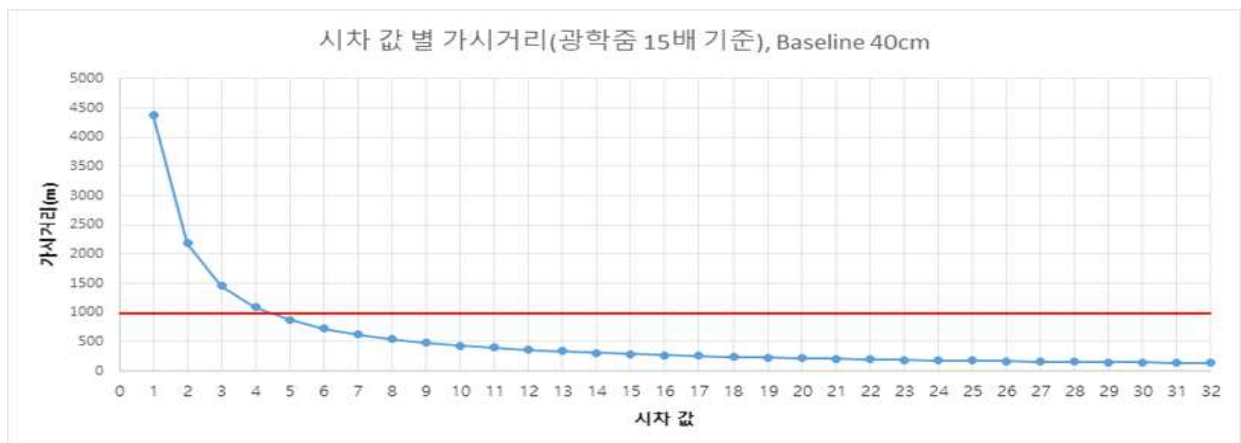
(2) 파라미터 정보 분석

(가) 배율별 초점거리 변화



- 배율별 초점거리는 일정한 비율로 증가
- 8대의 카메라를 분석한 결과 카메라 간의 배율별 초점거리는 동일

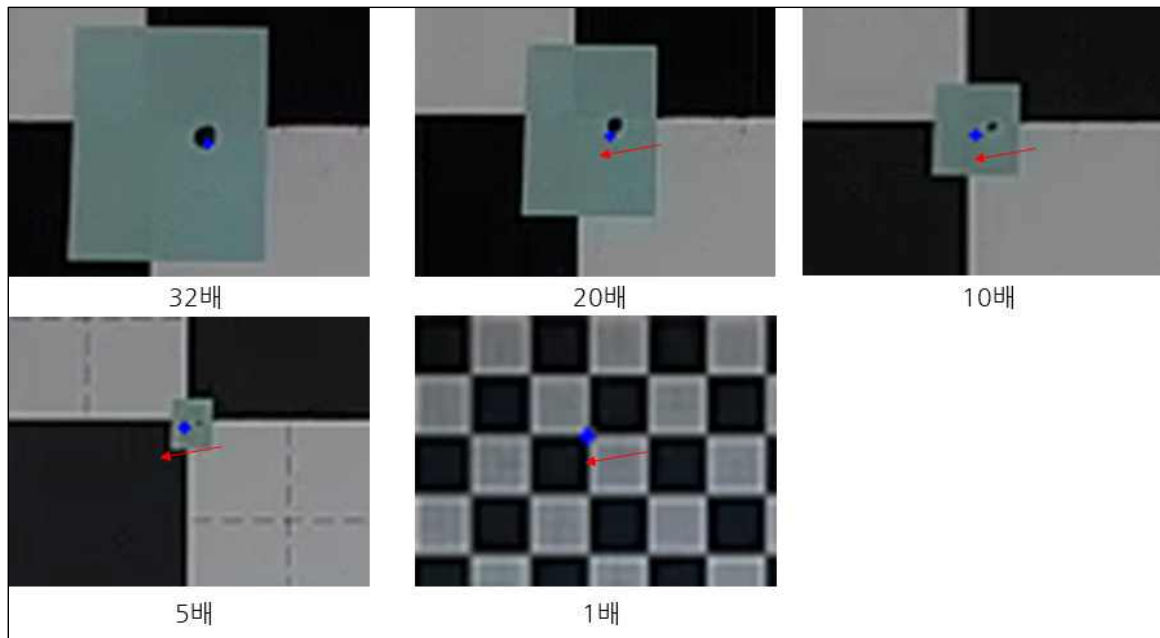
(나) Base-Line(카메라 간격)



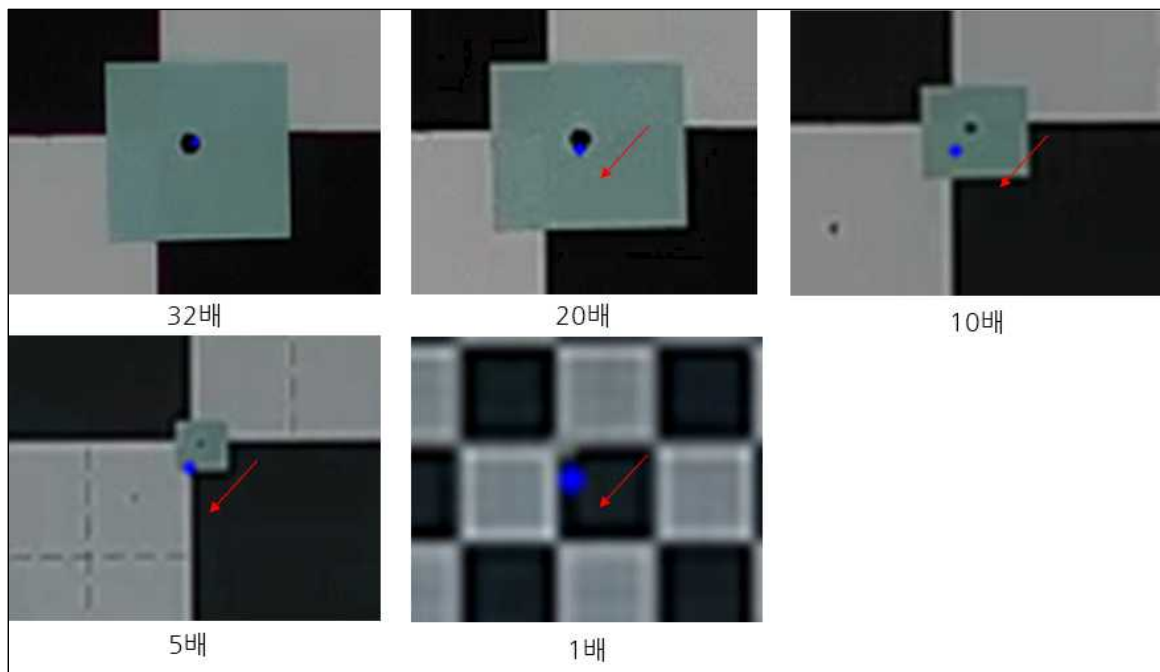
- Base-Line은 최대 측정거리 및 정확도에 많은 영향을 줌
- Base-Line이 좁을수록 바람, 지면의 흔들림 등 외부 환경의 영향을 적게 받아 안정적인 측정 가능
- Base_Line은 줄이고 Zoom 기능을 활용하여 최적의 Base-Line 선정(40cm)

(다) 배율별 주점 변화

- 1번 카메라 주점 변화



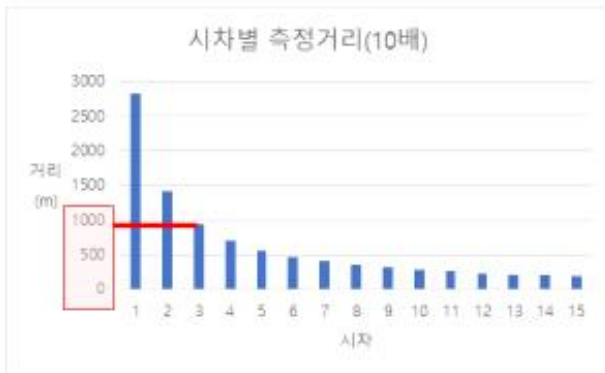
- 2번 카메라 주점 변화



- 원칙적으로는 배율변화와 관계없이 동일한 주점은 고정되어 있어야 함.
- 실제 분석 결과 배율별로 주점의 위치가 변화
- 배율이 높아질수록 주점의 이동거리가 짧아짐
- 카메라 렌즈 굴곡오차가 원인
- 카메라마다 렌즈의 미세한 오차가 있기 때문에 해결 불가능

(라) 초점거리 변화에 따른 측정범위 확대 및 정확도 향상

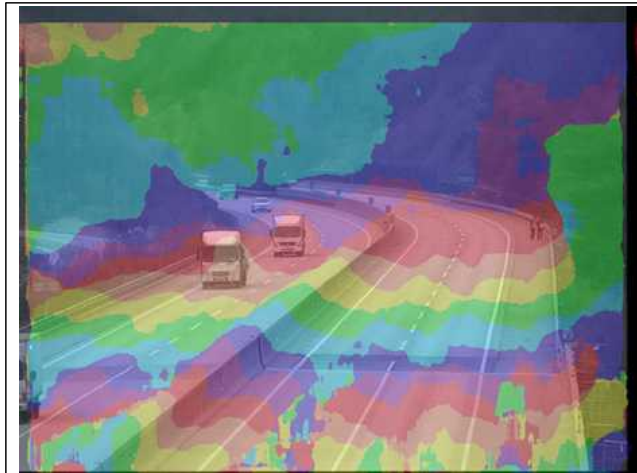
- 세계 최초로 가변초점거리 렌즈 및 Pan/Tilt Driver를 사용하여 Depth-Map 생성
- 가변 초점거리 렌즈로 인하여 근거리/원거리 모두 거리 측정
- Disparity(시차)가 작을수록 오차가 커지는데 배율을 높여 거리 측정 정확도 향상



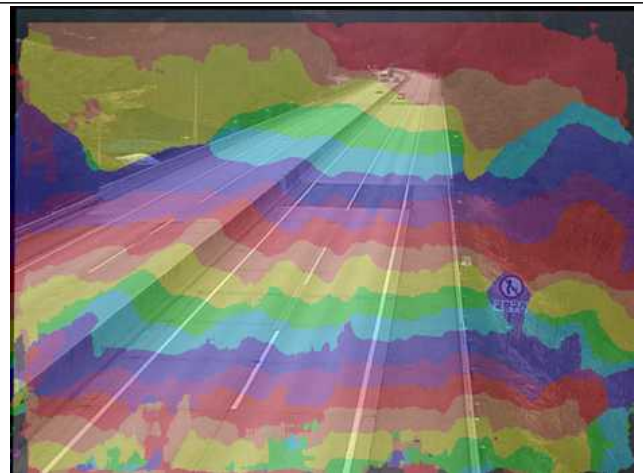
- 1배에서 시차 1일 때 측정 거리는 약 300m이지만 시차 2일 때 측정거리는 약 150m인 것을 확인
- 시차별 측정거리(1배)에서 측정한 거리의 오차는 최대 150m인 것을 확인
- 5배에서 시차 5일 때 300m지점을 측정할 수 있으며 시차 6일 때는 233m 지점을 측정할 수 있어 오차는 최대 약 60m로 1배로 측정했을 때보다 줄어듦

(3) Zoom 렌즈를 활용하여 Depth-Map 생성(세계 최초)

- 기존 스테레오 비전 기술은 고정 초점 렌즈만 활용하여 PTZ 기능 없이 Depth-Map 생성
- Zoom 렌즈를 활용하여 근거리/원거리 모두 측정 가능
- 시차의 차이로 측정 불가능한 지점을 배율을 변화하여 측정



10배 촬영 및 Depth-Map 생성



2배 촬영 및 Depth-Map 생성

(4) Pan/Tilt Driver를 활용하여 촬영범위 확대

- 카메라가 설치된 지점에서 도로 양방향 측정

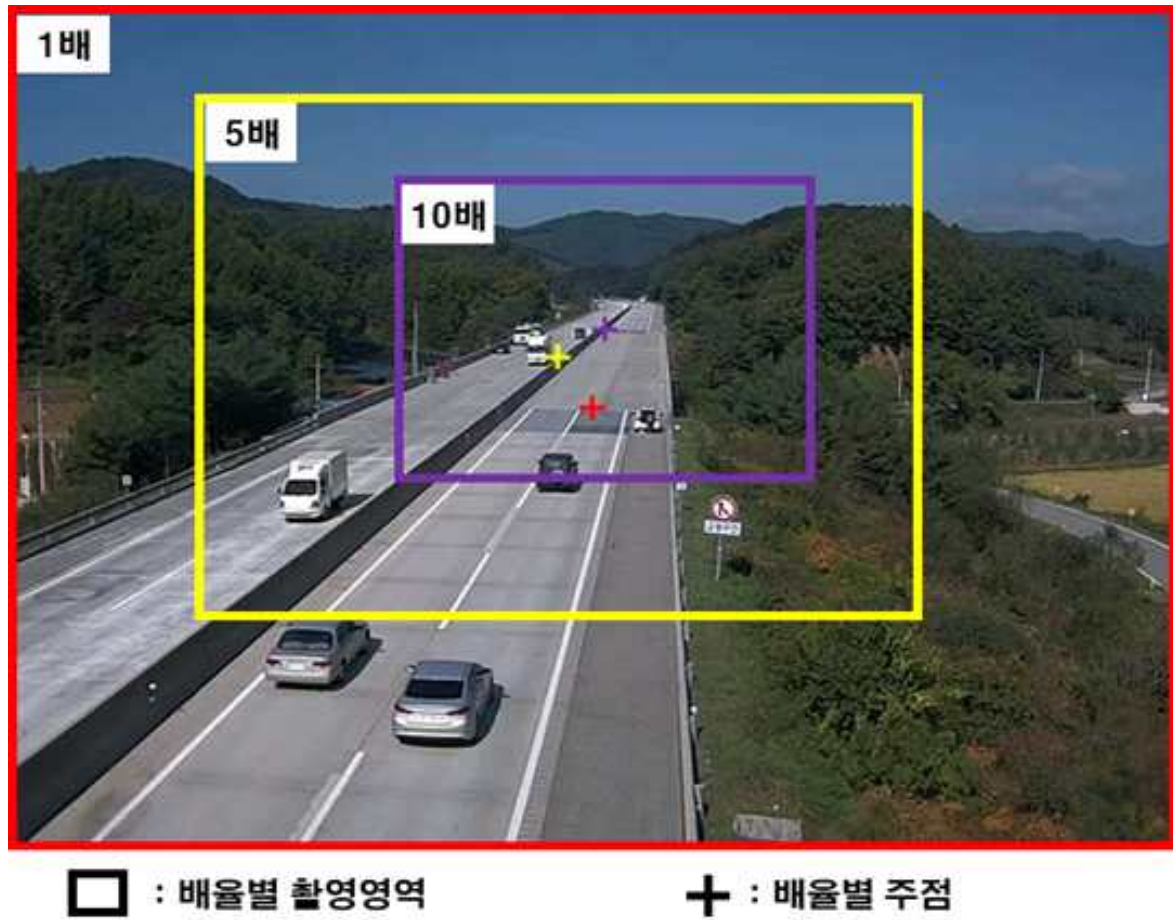


도로 정방향



도로 반대방향

- 배율이 변화함에 따라 촬영 각도 변경 필요



다. 야간 가시거리 측정

(1) 개 요

- 야간일 경우 카메라로 촬영시 피사체의 식별이 어려움
- 일반적으로 카메라에 포함된 IR 조명은 근거리용으로 원거리 촬영 불가능
- 장거리용 IR 투광기를 이용하여 야간 촬영 수행

(2) IR 투광기

- 최대거리 400m 인 장비 선정 및 활용
- IR 투광기에 있는 조도 센서를 활용하여 주간/야간 모드 변환



※ 부록 83 ~ 95 페이지 참조

(3) 야간 가시거리 측정

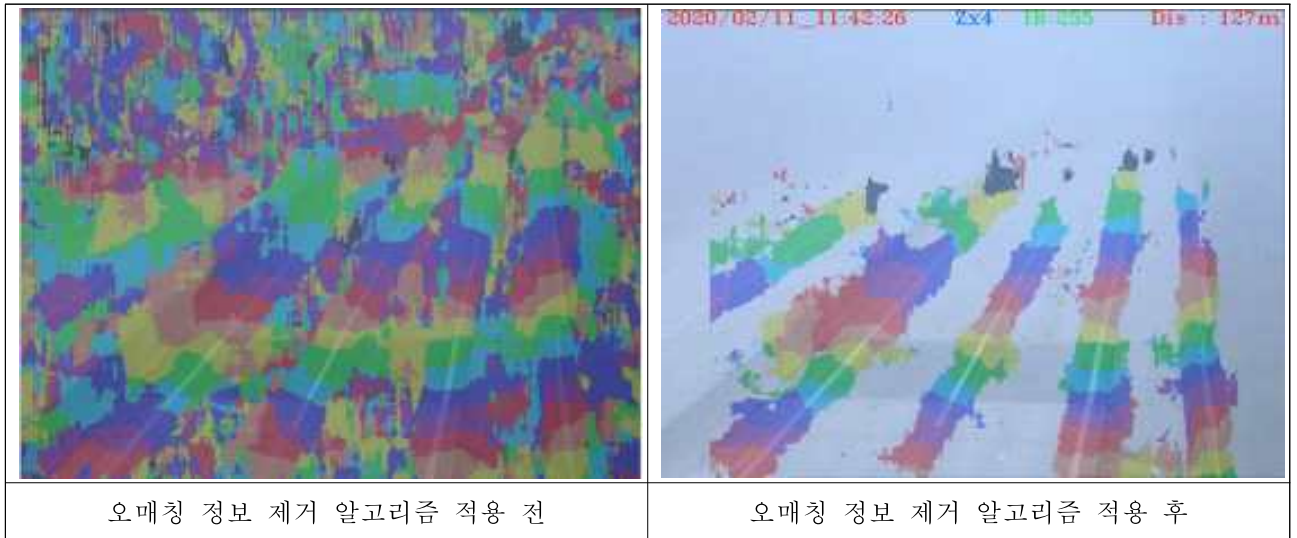
- 영상 시정계의 단점인 야간에서도 가시거리 측정 수행
- 설치 장소 환경에 맞는 IR 투광기 변경 가능



라. 가시거리 측정 알고리즘

(1) 오매칭 정보 제거 알고리즘

- 안개 발생시 Depth-Map에 오매칭 되는 영역 발생
- 정확한 가시거리 측정을 위하여 오매칭 영역 삭제 필요
- 연속으로 생성하는 Depth-Map을 중첩하여 오매칭 정보 제거 기술 개발



(2) Depth-Map 연속성 자동판독 기술 개발

- 오매칭 정보가 제거된 Depth-Map에 Disparity(시차) 분석
- Disparity(시차)의 통계 값을 이용한 연속성 자동 판독
- 판독된 시차를 활용하여 가시거리 값 산출

(3) 특징점 매칭 알고리즘 보완

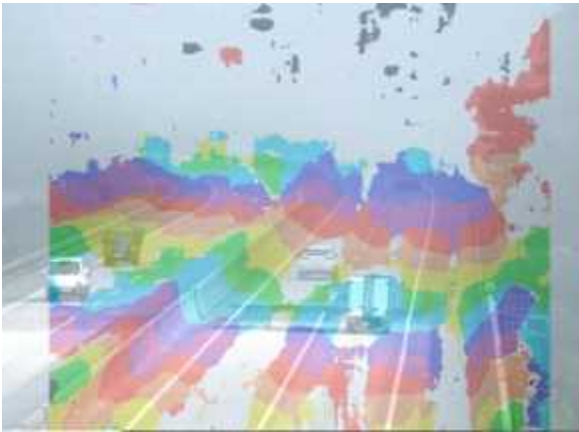
- 특징점 매칭 정확도가 높을수록 Depth-Map의 품질은 향상됨.
- 다양한 특징점 매칭을 테스트한 결과 특징점의 수량이 많은 것보다 특징점의 분포가 고루 퍼져있는 형태가 더욱 효과적인 것을 확인
- 새로운 특징점 매칭 알고리즘을 개발하기보다는 기존에 개발된 알고리즘을 사용하고 매칭된 특징점 중 오매칭 되는 특징점을 제거하는 방식으로 개발
- BF매칭 알고리즘과 FLANN 매칭 알고리즘에서 공통적으로 추출한 특징점만 활용
- 이미지를 144개의 구역으로 나누고 해당 구역내에 있는 특징점들만 비교
- 구역 내의 특징점 Y시차 평균 및 표준편차를 계산하여 평균에 가장 가까운 특징점만 추출하여 사용

(4) 가시거리 측정 알고리즘 개발 전 · 후 비교

(가) 알고리즘 개발 전

- 고정초점 렌즈 카메라를 활용하여 PTZ 기능 없이 가시거리 측정
- 특징점 매칭이 부정확하여 Epipolar Geometry 수행시 이미지가 과도하게 회전
- 안개 발생 영역의 오매칭 정보 존재

(나) 가시거리 측정 알고리즘 개발 전 · 후 비교

알고리즘 개발 전		
	Depth-Map	영상
알고리즘 개발 후		
	Depth-Map	영상

(5) 가시거리 측정 정확도 검증

(가) 검증 개요

- 안개가 발생했을 때 시간/공간/안전성 등의 문제로 인하여 직접적인 거리 측정이 어려움
- 맑음, 구름 많음, 흐림일 때 연구개발 기술로 거리를 측정하여 거리 측정의 정확도를 확보하고 안개가 발생했을 때의 영상을 활용하여 가시거리의 정확도를 판단

(나) 검증 방법

- 연구개발 기술의 거리 측정 정확도를 판단하기 위하여 성능검사를 받은 측량장비(토탈스테이션)와 거리 측정 값 비교 실시
- 안개가 발생했을 때의 영상과 측량 장비(토탈스테이션)와 비교를 위해 촬영한 영상을 비교하여 가시거리의 정확도 판단

(다) 검증 절차

- ① 일정한 간격으로 토탈스테이션을 활용하여 거리 측정
(50m, 100m, 150m, 200m, 300m, 400m, 500m, 600m, 700m)
- ② 토탈스테이션으로 측정한 지점을 시제품으로 촬영
- ③ 촬영한 영상을 분석하여 토탈스테이션으로 측정한 지점까지의 거리를 측정
- ④ 토탈스테이션으로 측정한 거리와 시제품으로 측정한 거리 비교
- ⑤ 3회 반복 실시(각각 다른 날)

(라) 검증 수행 일정

- 1회차 : '19. 06. 05 수요일 15시 / 맑음
- 2회차 : '19. 07. 05 금요일 14시 / 구름많음
- 3회차 : '19. 07. 12 금요일 14시 / 흐림

(마) 검증 수행 장소

- 행정구역 : 강원도 홍천군 동면 방랑리
- 위치 : 중앙고속도로 춘천방면 355.5 지점



(바) 측량장비 검증

- 모델명(제조사) : GPT-7502(Topcon)
- 기기번호 : 7X1117

[별지 제88호서식]

측량기기 성능검사서					
회 사 명	공간정보기술(주)		사업자등록번호	2298118153	
등록번호(측량업)			등록기관(측량업)		
대 표 자	박경열		생 년 월 일		
주 소	경기도 성남시 분당구 판교로 228번길 15 3601(판교세븐벤처밸 리1)		전 화 번 호	—	
측 량 기 기 명	규 격	기기번호	제 조 회 사 명	검 사 결 과	
				등급	검 사 유효기간
토탈스테이션	GPT-7502	7X1117	TOPCON	각도부:1	2018-08-14 ~ 2021-08-13
				거리부:2	
특기사항	검사필증 일련번호 : 1831120 23012				
「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제92조 및 같은 법 시행규칙 제103조 제1항에 따라 측량기기 성능검사서를 발급합니다.					
2018년 08월 13일					
신영측기㈜ (인)					
붙임: 성능검사 결과서					



(사) 거리측정 정확도 검증 수행

- 토탈스테이션 설치 및 측량



토탈 스테이션 설치

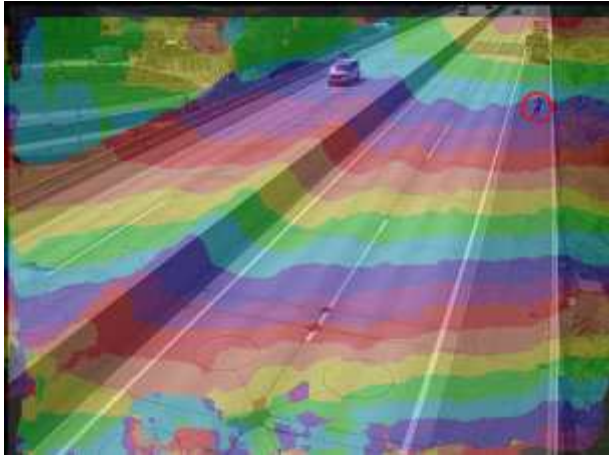
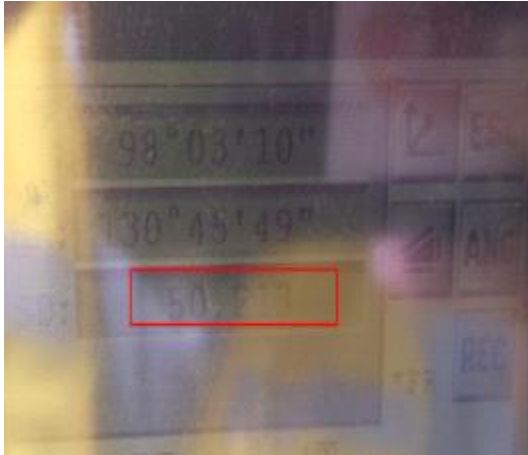


토탈 스테이션 측량



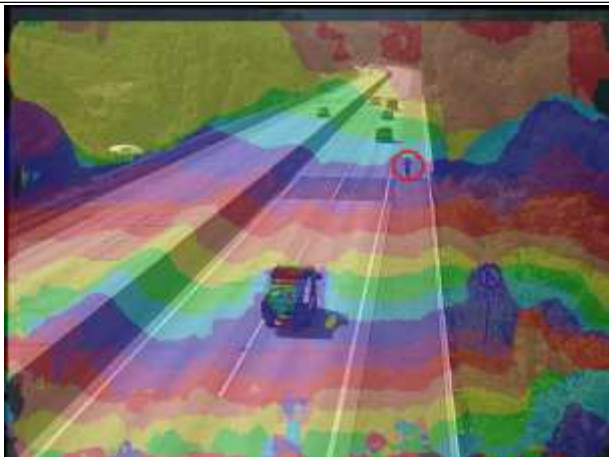
토탈 스테이션 모델명

- 50m 지점

	
개발기술(1배)	토탈스테이션

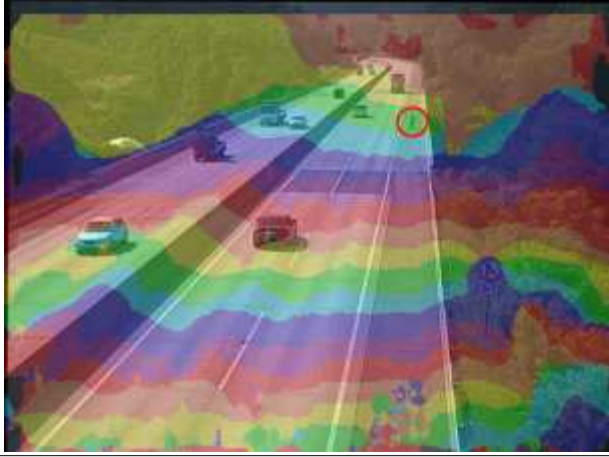
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
733	557	117	6	52.007m	50.213m	3.5%

- 100m 지점

	
개발기술(2배)	토탈스테이션

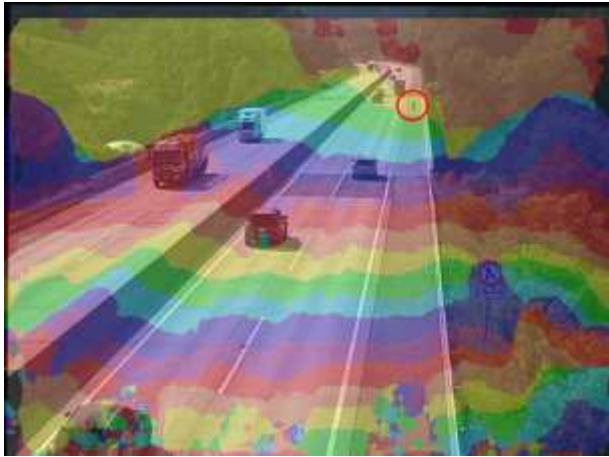
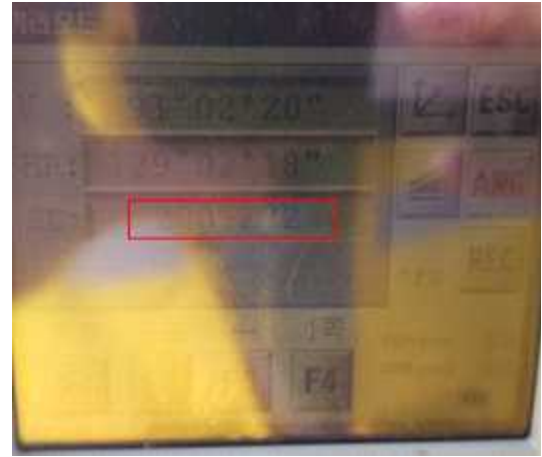
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
1466	435	181	6	98.112m	100.557m	2.4%

- 150m 지점

	
개발기술(2배)	토탈스테이션

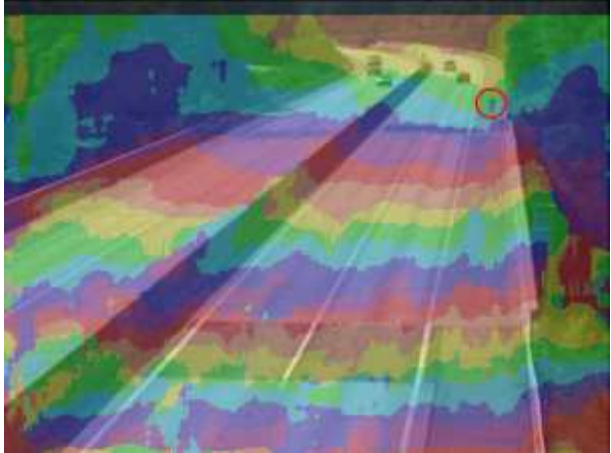
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
1466	425	133	4	147.365m	150.302m	2.0%

- 200m 지점

	
개발기술(2배)	토탈스테이션

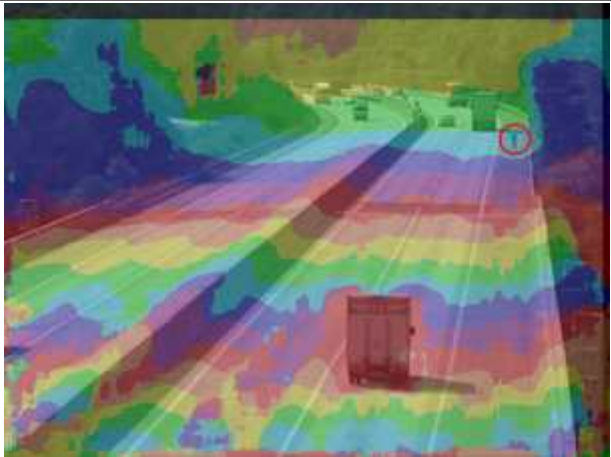
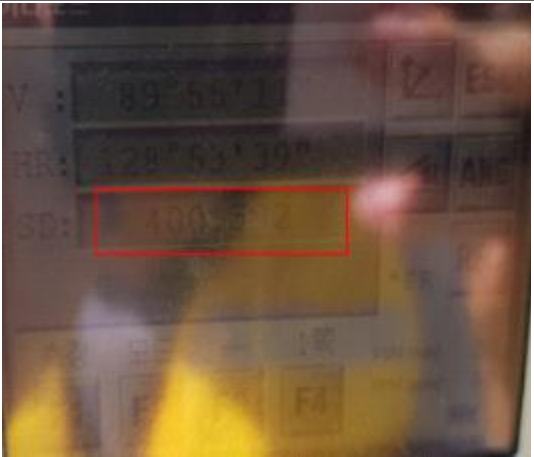
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
1466	426	111	3	196.730m	200.272m	1.8%

- 300m 지점

	
개발기술(4배)	토탈스테이션

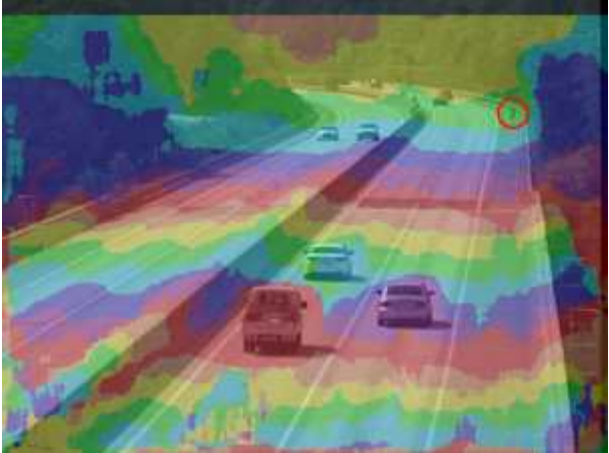
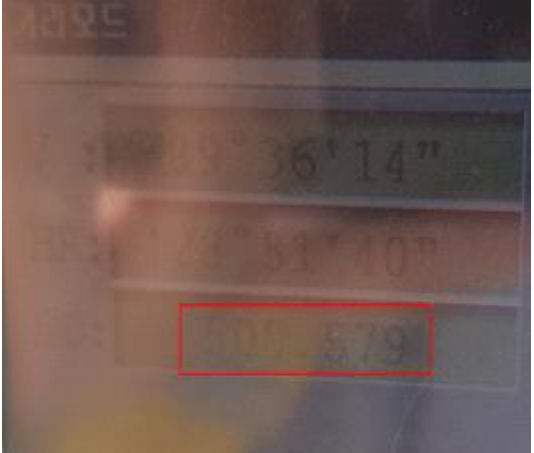
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
2932	514	110	4	294.129m	300.752m	2.2%

- 400m 지점

	
개발기술(7배)	토탈스테이션

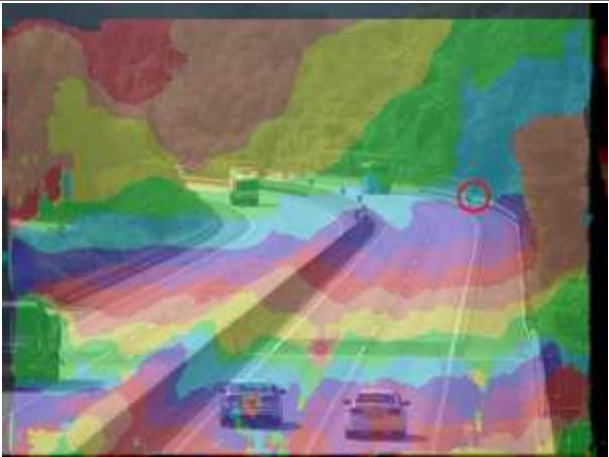
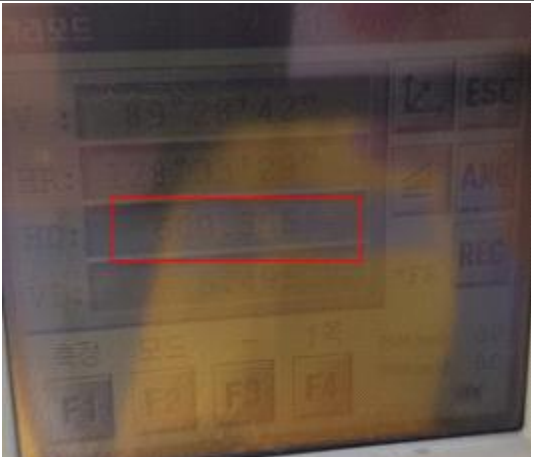
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
5131	539	152	5	410.914m	400.392m	2.6%

- 500m 지점

	
개발기술(7배)	토탈스테이션

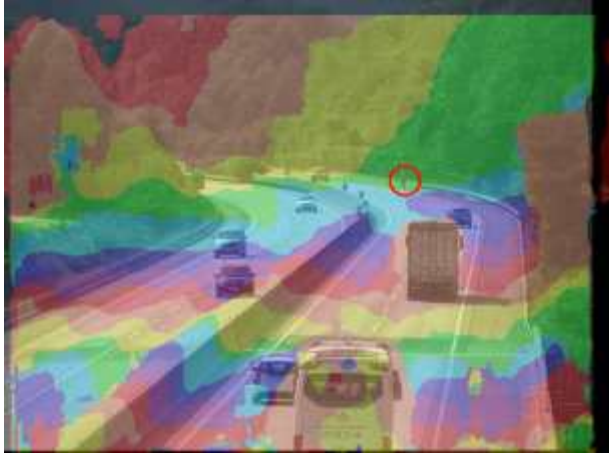
초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
5131	540	126	4	513.698m	500.579m	2.6%

- 600m 지점

	
개발기술(10배)	토탈스테이션

초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
7330	495	210	5	586.572m	600.355m	2.3%

- 700m 지점

	
개발기술(10배)	토탈스테이션

초점거리	x좌표	y좌표	시차	개발기술로 측정한 거리	토탈스테이션 거리	오차율
7330	430	198	4	733.095m	700.134m	4.7%

(아) 거리측정 정확도 검증 결과

- 검증된 측량장비(토탈스테이션)으로 측정한 거리를 기준으로 연구개발 기술의 오차율 확인
- 오차율이 최소 1.5% / 최대 4.7% / 평균 2.57%로 정확한 거리 가능
- 1 ~ 3회차의 오차율 편차가 적어 날씨의 영향이 없는 것으로 확인

거 리	1회차 오차율 (맑음)	2회차 오차율 (구름많음)	3회차 오차율 (흐림)	평균 오차율
50m	3.5%	3.6%	3.1%	3.40%
100m	2.4%	1.7%	1.9%	2.00%
150m	2.0%	1.7%	1.7%	1.80%
200m	1.8%	1.6%	1.5%	1.63%
300m	2.2%	2.1%	1.8%	2.03%
400m	2.6%	2.7%	2.7%	2.67%
500m	2.6%	2.6%	2.8%	2.67%
600m	2.3%	2.2%	2.3%	2.27%
700m	4.7%	4.7%	4.7%	4.70%
평 균	2.68%	2.54%	2.5%	2.57%

※ 부록 108 ~ 131페이지 참조

(자) 기상상태별 가시거리 측정 정확도 검증

① 맑은 날씨일 경우 가시거리 측정

- 왼쪽 / 오른쪽 영상 : 맑은 날씨의 영상 / 맑은 날씨의 영상으로 가시거리 측정



② 안개 발생시 가시거리 측정(가시거리 147m)

- 가시거리 147m 일 때 실거리 150m지점과 비교
- ① 영상에서 식별 가능한 가장 먼 지점과 ③ 영상의 150m 지점이 유사함



③ 안개 발생시 가시거리 측정(가시거리 549m)

- 가시거리 549m 일 때 실거리 500m지점과 비교
- ① 영상에서 식별 가능한 가장 먼 지점과 ③ 영상의 500m 지점을 비교한 결과 500m지점보다 먼 지점까지 식별이 가능함.



④ 강설 시 가시거리 측정

- 눈으로 인한 가시거리 297m 일 때 실거리 300m지점과 비교
- ① 영상에서 식별 가능한 가장 먼 지점과 ③ 영상의 300m 지점이 유사함.
- 눈으로 인한 가시거리가 떨어졌을 때 연구개발 기술 활용 가능



⑤ 강우 시 가시거리 측정

- 왼쪽 / 오른쪽 이미지 : 강우 영상 / 강우 이미지로 생성한 Depth-Map 영상
- 비로 인하여 가시거리에는 영향이 없으며 연구개발 기술로 가시거리 측정 가능



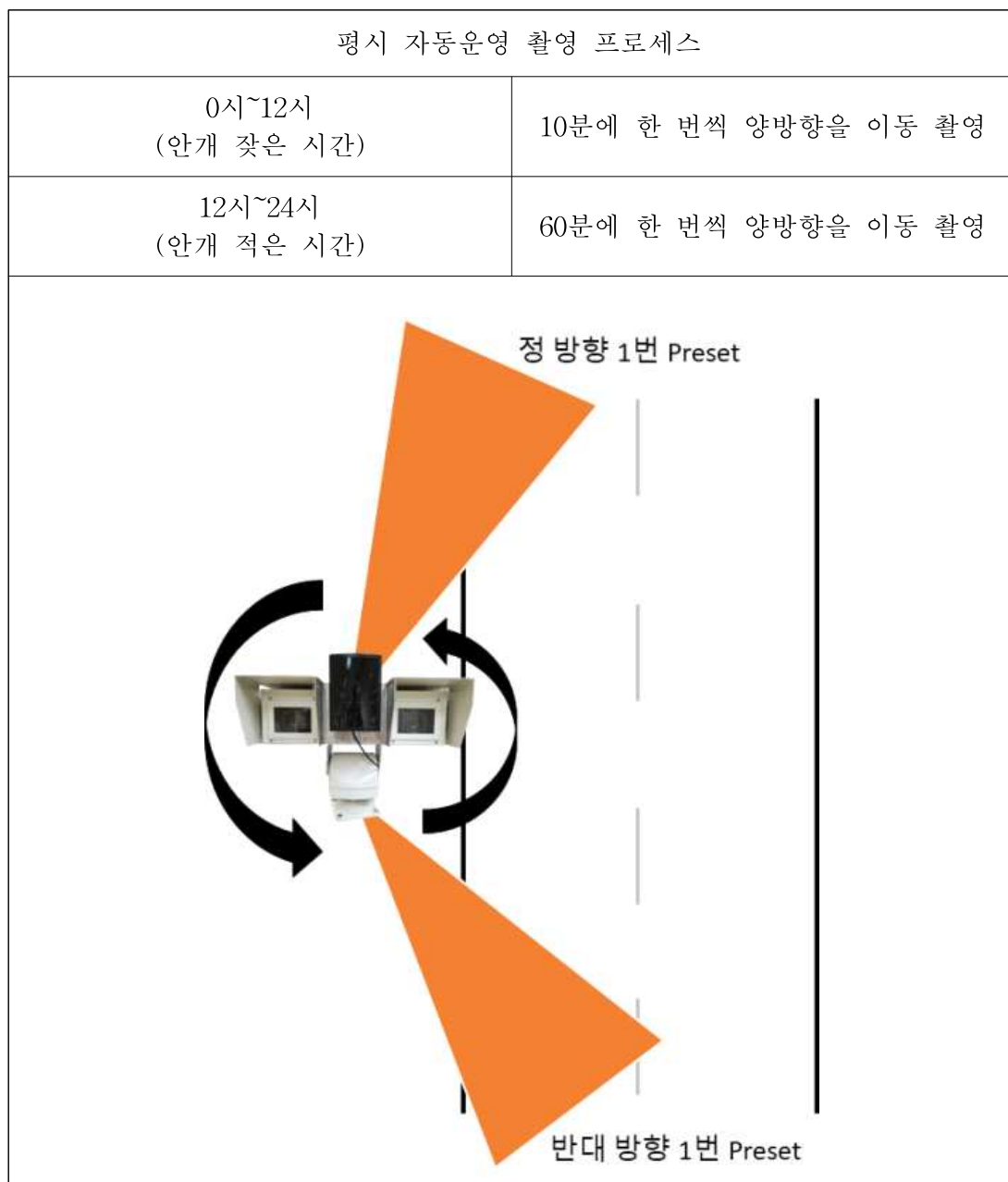
마. 운영 자동화

(1) 개요

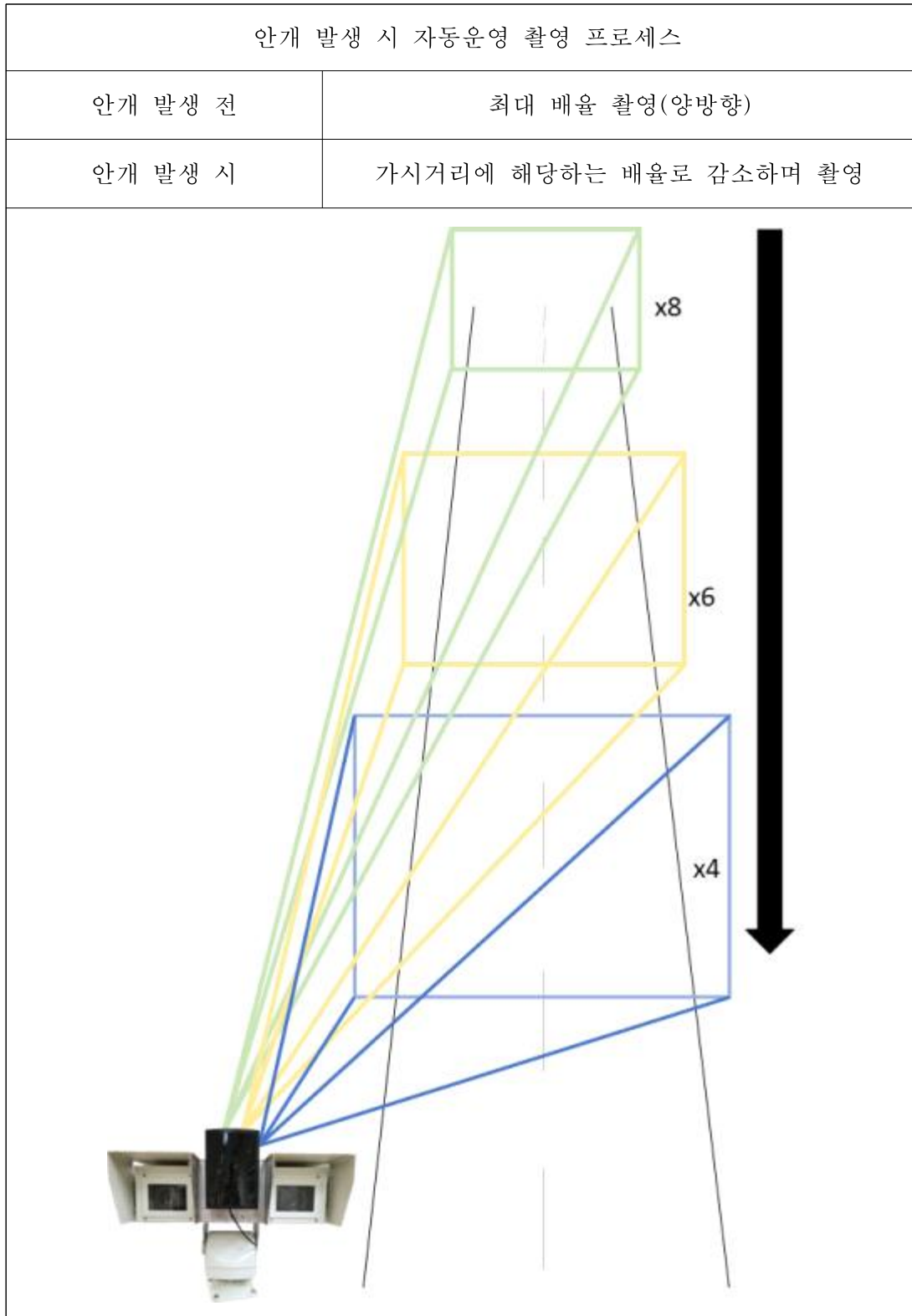
- Preset 기능으로 광학 줌, 촬영 위치 등의 파라미터 정보를 미리 설정한 후 기상 상황에 맞게 자동 운영
- 배울별 Epipolar Geometry를 자동 수행하기 위한 Matrix 생성 및 사용
- IR투광기와 연동하여 주간/야간모드 자동 전환

(2) 운영 시나리오

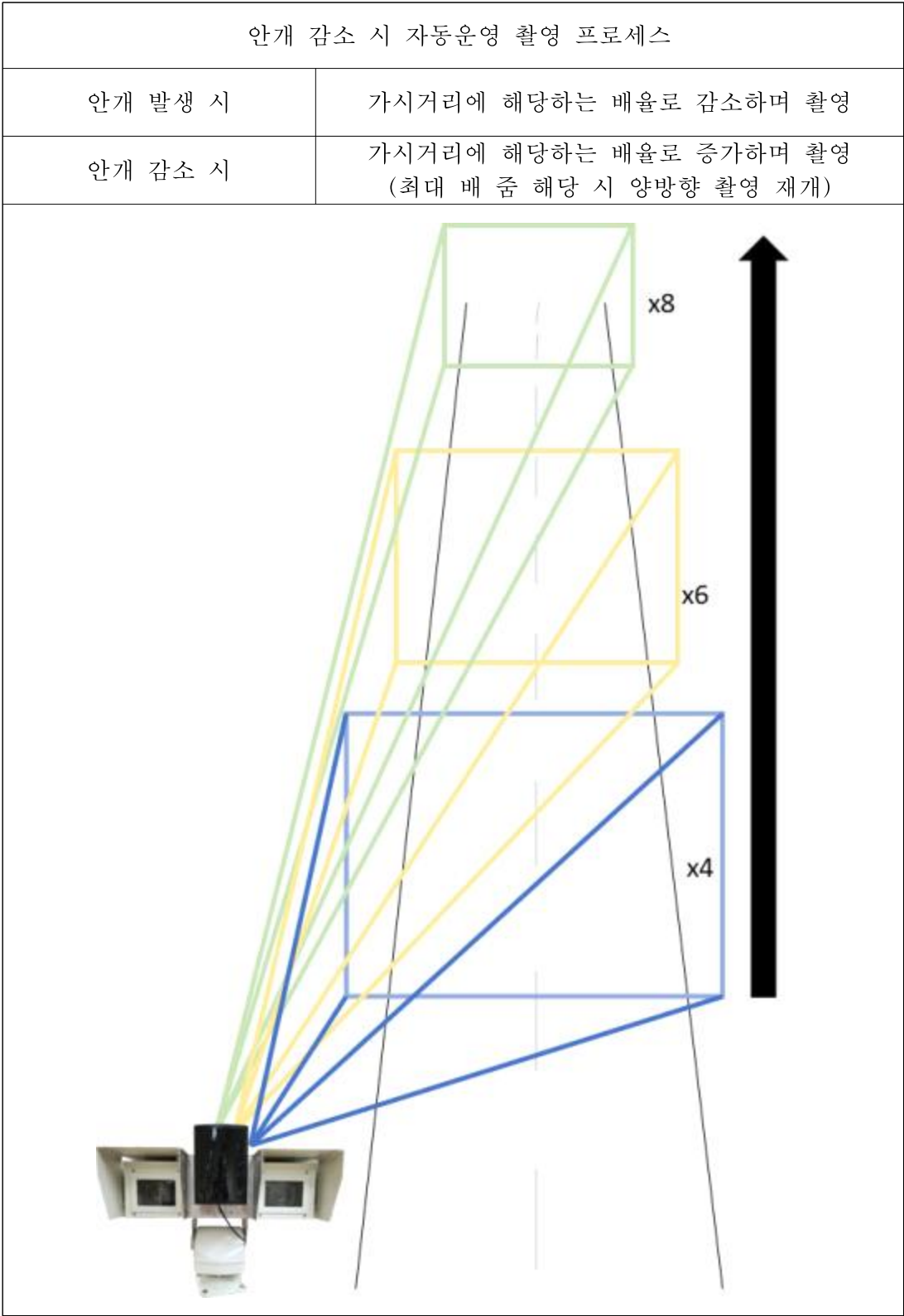
(가) 평시



(나) 안개 발생시

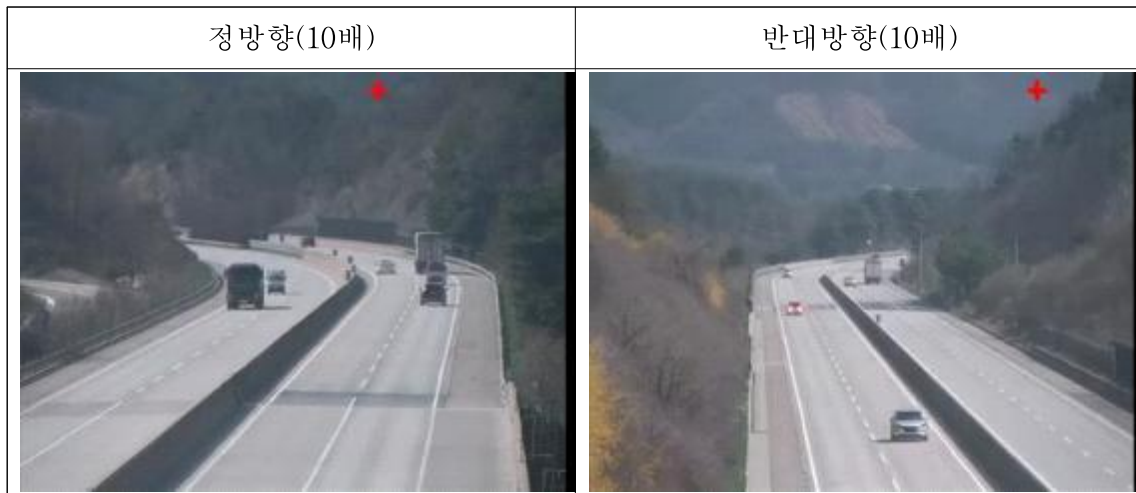


(다) 안개 소산시



(3) 운영 결과

(가) 평시 자동 운영(점점 짙어짐)



(나) 안개 발생시 자동 운영(점점 짙어짐)



(다) 안개 소산시 자동 운영(점점 옅어짐)



바. 통합 시스템 개발

(1) 개요

- 안개상습구간 “도로교통안전 종합대책(국토교통부 등 관계부처 합동)”에 의거 안개 발생 시 가시거리를 계측하고 상황을 인지하여 도로안전시설물을 안개경보 단계에 맞게 운영 중임
- 도로안전시설물의 경우 가시거리 정보와 연동이 자동 이루어지지 않기 때문에 관계자에 의해 수동으로 운용되고 있음 (2020년 도로공사 기준)
- 본 기술에서 산출된 가시거리 데이터를 기반으로 도로안전시설물을 제어 할 수 있는 환경 구축 필요성 제기
- 가변형 속도제한표지, 지향성 스피커, VMS, 안개등 총 4가지 도로안전시설물을 제어할 수 있는 시스템 개발
- 시설물과 통신을 위하여 Data Link Layer 프로토콜과 Application Layer프로토콜 활용

(2) 시설물 제어 프로그램 개발

(가) 개 요

- Ptthton 3.6 으로 개발
- Windows, Linux, MacOS에서 운영 가능
- MySQL 5.7으로 시설물 현황, 이력 등 DB관리

(나) 시스템 메인화면



(다) 도로안전시설물

명칭	역할	아이콘
시정계	가시거리 산출 영상 시정계	
안개예고 표지	안개 상습구간 초입에 설치된 안개 예고 표지	
지향성 스피커	운전자에게 안개경보를 음성으로 전달	
가변속도제한 표지	운전자에게 제한속도를 시각적으로 전달 (10km 단위로 표시)	
소형 VMS	소형 전광판으로, 일반적으로 안개주의 문구 노출	
안개등	안개 발생 시 측면 가이드라인에 대한 알림 기능	

(3) 가시거리 데이터 연동 인터페이스 개발

(가) 개요

- 한국도로공사에서 운영중인 안개경보에 맞게 자동 운영 기능 개발
- 가시거리 정도에 따라 4단계로 구분하여 안개경보 발령

(나) 안개경보 단계별 도로안전시설물 운영 방안

구 분	평시	1단계(관심)	2단계(주의)	3단계(경계)	4단계(심각)
가시거리	400m이상	251m ~ 400m	101m ~ 250m	51m ~ 100m	50m 이하
VMS	안개찾은구간	안전운행	속도준수 70	속도준수 50	속도준수 30
안개등 / 가변속도제한 표지	소등 / 100km/h	점등 / 100km/h	점등 / 70km/h	점멸 / 50km/h	점멸 / 30km/h
지향성 스피커	미작동	미작동	작동		

(다) 시스템 제어 프로그램 구현 화면

- 자동 운영 선택시 가시거리에 맞는 안개경보 단계로 도로안전시설물 자동 운영



(4) 통합 시스템 테스트

(가) 개 요

- 한국도로공사 홍천지사에서 운영중인 시설물을 대상으로 테스트 수행
- 홍천지사 상황실에서 시설물 제어 명령 후 실제 시설물 위치로 이동하여 동작여부 확인(수동/자동)

(나) 시설물 동작 확인

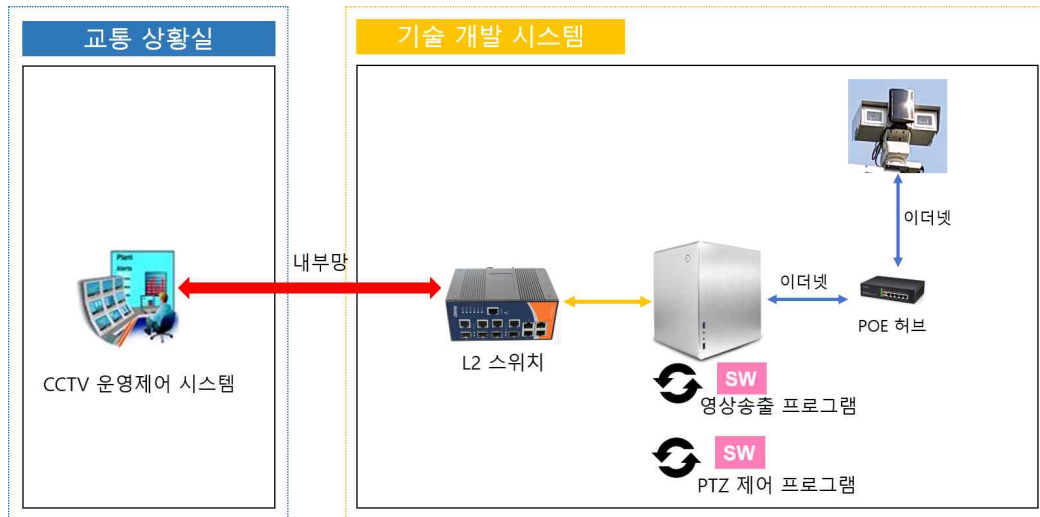


사. 모니터링 시스템 연계

(1) 개요

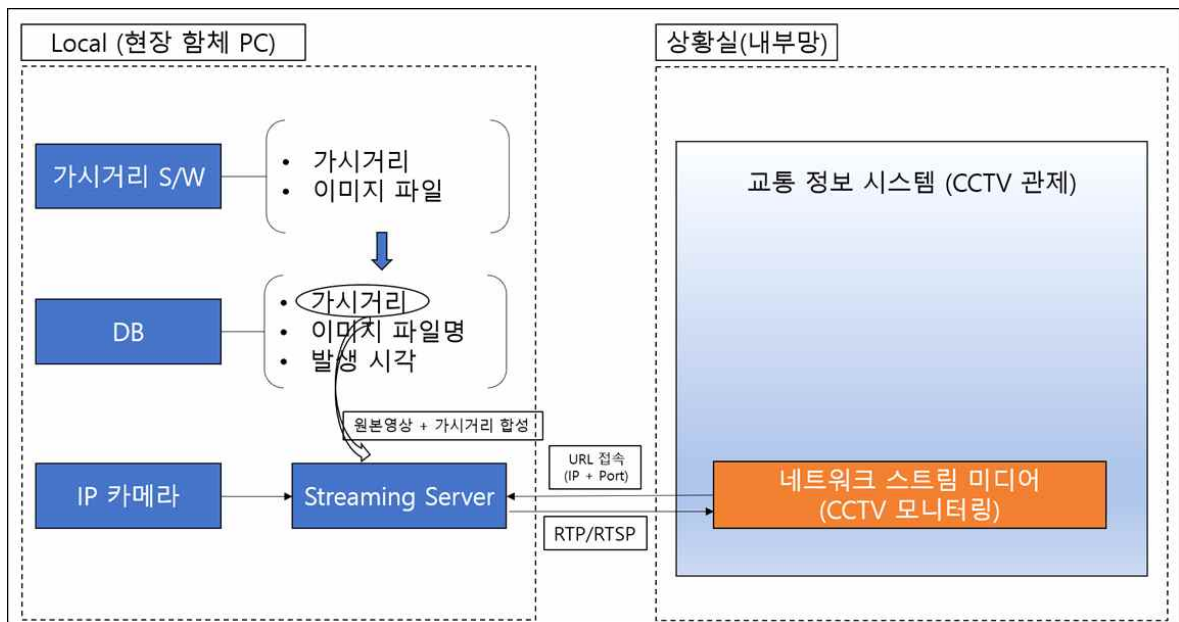
- 카메라의 실시간 영상과 가시거리 측정 시스템에서 산출한 가시거리 정보를 스트리밍으로 송출
- 교통 상황실에서 카메라 및 Pan/Tilt Driver 제어 기능 제공

(2) 시스템 구성도



(3) 영상 송출 시스템

- 현장 PC가 네트워크 카메라의 실시간 영상을 서비스하는 스트리밍 서버 역할



(가) 수행 절차

- 네트워크 카메라 1개 프레임 수신
- 수신한 1개 프레임을 디코딩
- 디코딩한 영상에 가시거리 값(텍스트) 합성
- 합성한 프레임을 인코딩
- 인코딩한 프레임을 RTSP 서버를 통해 송출

(나) 영상 변환

- 영상 인코딩과 디코딩을 위하여 FFmpeg 라이브러리 활용
- H.264 - MPEG-4 AVC 코덱 사용
- Baseline(저전력, 저해상도, 낮은 딜레이) 프로파일 사용

(다) 스트리밍 서버 구현

- 표준 RTP/RTCP/RTSP 멀티미디어 스트리밍의 구축 베이스로 LIVE555라이브러리 활용

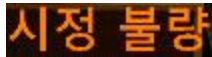
(라) 다채널 출력

- 3개의 채널을 출력(HD, DI, CIF)

채널	화질	해상도	세션 네임	스트리밍 URL
CH0	HD	1280x720	video1	rtsp://인코더IP/video1
CH1	D1	640x480	video1s	rtsp://인코더IP/video1s
CH2	CIF	320x240	video1ss	rtsp://인코더IP/video1ss

(마) 시정상태 알림

- 가시거리 정도에 따라서 안개경보별 알람기능 제공

단계	가시거리 구간	가시거리 표기	등급 표기
0	400m 초과	400m 이상	없음
1	251m ~ 400m	현재 가시거리	 Level. 1
2	101m ~ 250m	현재 가시거리	 Level. 2
3	51m ~ 100m	현재 가시거리	 Level. 3
4	50m 이하	현재 가시거리	 Level. 4

(바) 실시간 영상 및 가시거리 정보 송출 테스트

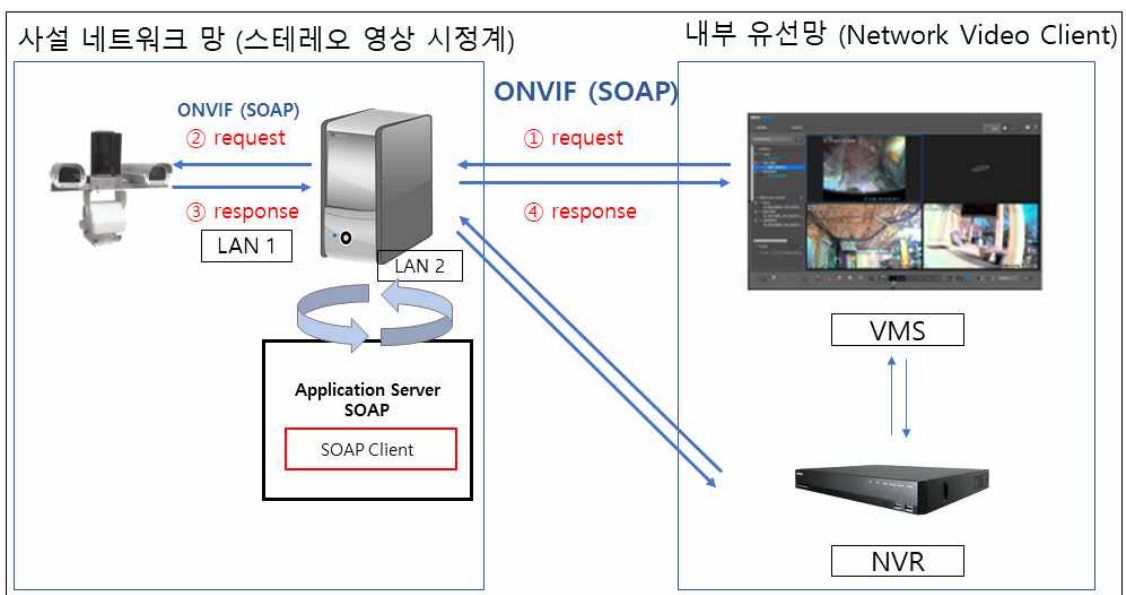
- 실시간 영상 및 가시거리 정보가 정상적으로 송출되는지 확인하기 위하여 1분당 1회 저장하여 확인
- 분당 1회 저장된 이미지 확인 결과 정상 작동하는 것을 확인

pk_no	distance	image_name	c_time	location_id
46	102	2019-08-16 17-40-44.jpg	2019-08-16 17:40:44	2
47	102	2019-08-16 17-41-44.jpg	2019-08-16 17:41:44	2
48	392	2019-08-16 17-42-44.jpg	2019-08-16 17:42:44	2
49	392	2019-08-16 17-43-44.jpg	2019-08-16 17:43:44	2
50	392	2019-08-16 17-44-44.jpg	2019-08-16 17:44:44	2
51	392	2019-08-16 17-45-44.jpg	2019-08-16 17:45:44	2
52	392	2019-08-16 17-46-44.jpg	2019-08-16 17:46:44	2
53	392	2019-08-16 17-47-44.jpg	2019-08-16 17:47:44	2
54	392	2019-08-16 17-48-44.jpg	2019-08-16 17:48:44	2

(4) 원격 제어 시스템

(가) 수행 절차

- 상황실에서 카메라 원격 제어 명령 요청
- 현장 PC에서 상황실로 전달받은 요청을 카메라 및 Pan/Tilt Driver로 전달
- 카메라 및 Pan/Tilt Driver가 현장 PC로 응답 메시지 전달
- 현장 PC가 전달받은 응답 메시지를 상황실로 전달



- 국제표준 ONVIF 프로토콜 사용

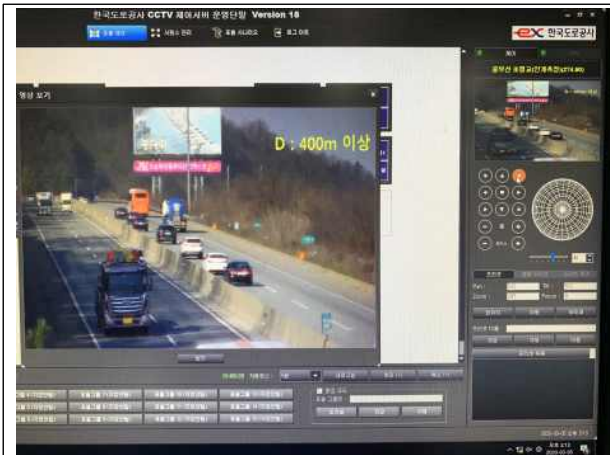
- (다) 원격제어 테스트

- | 기능 구분 | 교통센터 요청(Call) | 현장 응답(Response) | 결과
(10회
평균) |
|----------|--|--|-------------------|
| 카메라 줌 제어 | PTZ() start, panSpeed: 0 tiltSpeed: 0 zoomSpeed: 1 | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | 100% |
| | PTZ() success | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() Stop success | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() start, panSpeed: 0 tiltSpeed: 0 zoomSpeed: 1 | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() success | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() Stop success | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() start, panSpeed: 0 tiltSpeed: 0 zoomSpeed: 1 | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() success | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() Stop success | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() start, panSpeed: 0 tiltSpeed: 0 zoomSpeed: 1 | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() success | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() Stop success | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() start, panSpeed: 0 tiltSpeed: 0 zoomSpeed: 1 | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() success | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() Stop success | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() start, panSpeed: 0 tiltSpeed: 0 zoomSpeed: 1 | [PTZBindingService::Stop] called | |
| | PTZ() success | [PTZBindingService::ContinuousMove] called | |
| | PTZ() Stop success | [PTZBindingService::Stop] called | |

- [illegible]

(5) 모니터링 시스템 연계 테스트

- 한국 도로공사 진천지사에서 테스트 수행
- 실시간 영상 및 가시거리 정보 표출 여부 확인
- 시설물 원격제어 가능여부 확인



PTZ 제어 전(가시거리 400m이상)



PTZ 제어 후(가시거리 400m이상)

아. 시제품 제작

(1) 적정장비 선정

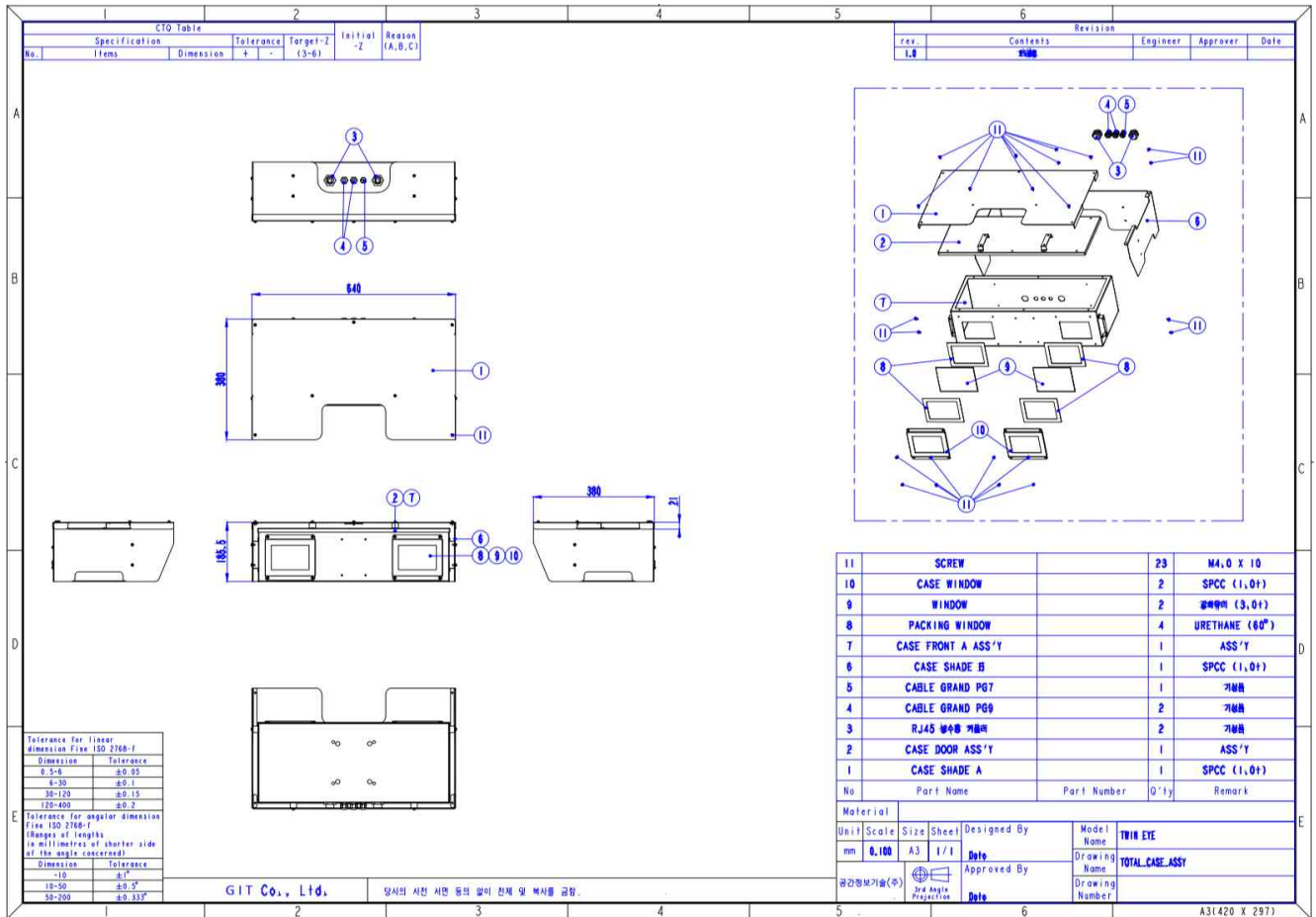
항목	세부규격		단위	수량	모델명	비 고
카메라	촬상소자	1/2.8" 2.4M CMOS	EA	2	XNZ-6320	
	Zoom	32배				
	초점거리	4.44 ~ 142.6mm				
	압축	H.264, MJPEG				
Pan/Tilt Driver	적정하중	30kg	EA	1	V361	
	방진, 방수	IP66				
IR 투광기	최대거리	500m	EA	1	PI-3000S	
	방사각	25°				
	방진, 방수	IP67				
가시거리 측정 및 제어 PC	CPU	Intel Core i5	EA	1	미니슈트 i5	
	Memory	8GB				
	IOS	Win 10				

(2) 스테레오 하우징 설계 및 제작

(가) 개 요

- Pan/Tilt Driver 위에 가시거리 측정을 위한 카메라 2대, 야간 촬영을 위한 IR 투광기 설치 필요
- 카메라의 정밀 정렬과 고정 가능한 내부 브라켓 필요
- 흔들림에 의한 영향을 최소화하기 위한 일체형 하우징 필요
- 장비 간의 결합이 용이하게 제작 필요
- 내부 배선 작업에 용이하게 제작 필요
- 기상 악조건에서도 안정적인 운영 가능

(나) 하우징 설계 도면



※ 부록 40 ~ 52페이지 참조

(다) 하우징 제작



(3) 시제품 제작 완료



자. 시제품 설치 및 운용

(1) 개요

- 시제품 운용 안전성 테스트 및 가시거리 측정의 정확도 검증을 위한 시제품 설치 및 운용
- 시제품과 광학 시정계의 가시거리 측정값 비교 검증
- 테스트베드 : 스마트 자율협력주행 테스트베드(중부내륙 고속도로 / 여주)
- 광학 시정계(JSFS_100) : 후방산란식, 현천 및 시정 관측, (주)정상라이다 제품

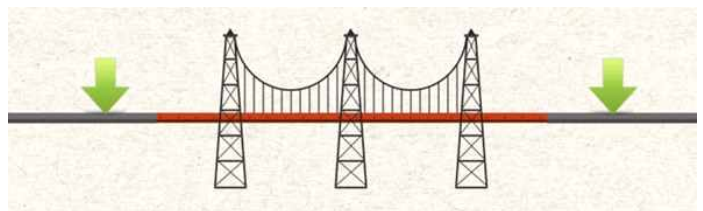
(2) 설치 위치 및 지주 선정

(가) 설치 위치 선정

- 직선거리 400m 이상 시야 확보가 되는 지점
- 교량인 경우 시점 및 종점에 설치하는 것을 권장(교량 위 설치하는 권장하지 않음)



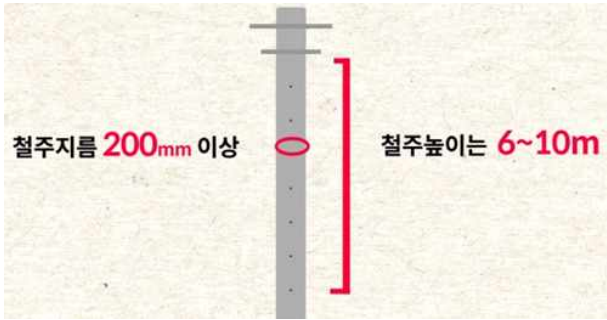
직선거리 400m 이상 시야 확보



교량인 경우 시점 및 종점에 설치

(나) 설치 지주 선정

- 타 시설물이 설치 된 지주 설치 가능
- 지주 신규 설치 시 Ø200 이상, 타 시설물이 설치된 지주에 설치 시 Ø250 이상 필요
- 설치 높이는 6 ~ 10m 권장
- 크로스암 활용 시 길이 1m 이내, 대각선 지지대 사용 필수

 철주지름 200mm 이상 철주높이는 6~10m	 크로스암 길이 1m 이내 대각선 지지대 사용
지름 및 높이	크로스암 활용

(3) 시공 절차

- 시제품 설치는 약 16H 소요
- 초기 환경 설정 및 시험 단계는 원격으로 수행 가능



(4) 시제품 및 광학 시정계 설치



(5) 시제품 운용 기간 중 하자 발생 사례

- 시제품의 문제로 인한 하자발생 사례 없음.

구 분		하자발생 사례	빈도
기상 악조건	폭우	X	
	폭설	X	
	태풍	X	
	폭염	X	
	한파	X	
장비	카메라 고장	X	
	Pan/Tilt Driver 고장	X	
	IR 투광기 고장	X	
	가시거리 측정용 PC 고장	X	
외부환경	파손	X	
	메인 전원 공급 중단	O	2회
	네트워크 통신 오류	O	3회
	전원 및 통신 케이블 절단	X	

※ 메인 전원 공급 중단 : UP를 활용하여 하자에 대한 대비 예정

※ 네트워크 통신 오류 : 자가 진단 및 복구 시스템을 개발하여 도입 예정

(6) 광학 시정계 프로그램 개발

(가) 통신방식

- RS-232 시리얼 통신

(나) 통신 메시지 포맷

- RS-232 시리얼 통신

필드 데이터	장비 이름	공백	장비ID	기상상태	1분 평균 시정거리	10분 평균 시정거리	현재 온도	현재 습도	CR/L F
필드 정보	-	-	1~255	00~73 (현천코드)	거리M	거리M	온도C	습도%	개행 문자
길이	1~10Byte	1Byte	3Byte	2Byte	6Byte	6Byte	5Byte	5Byte	2Byte

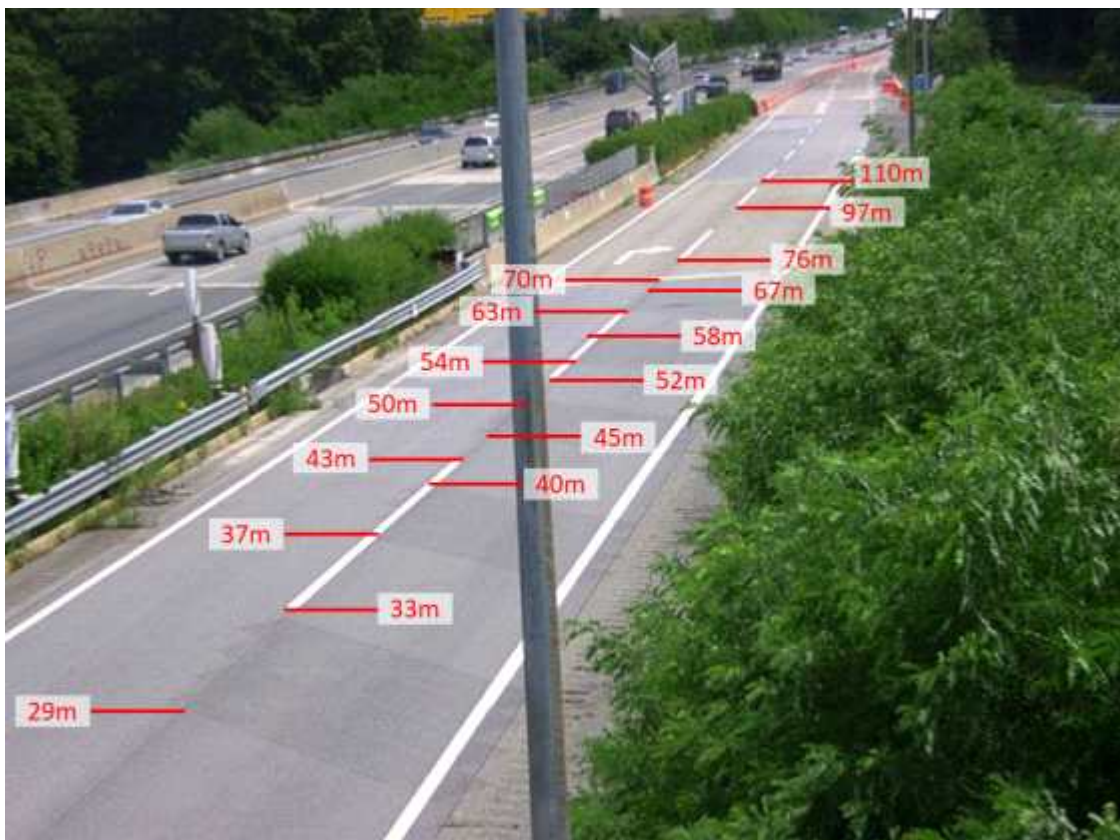
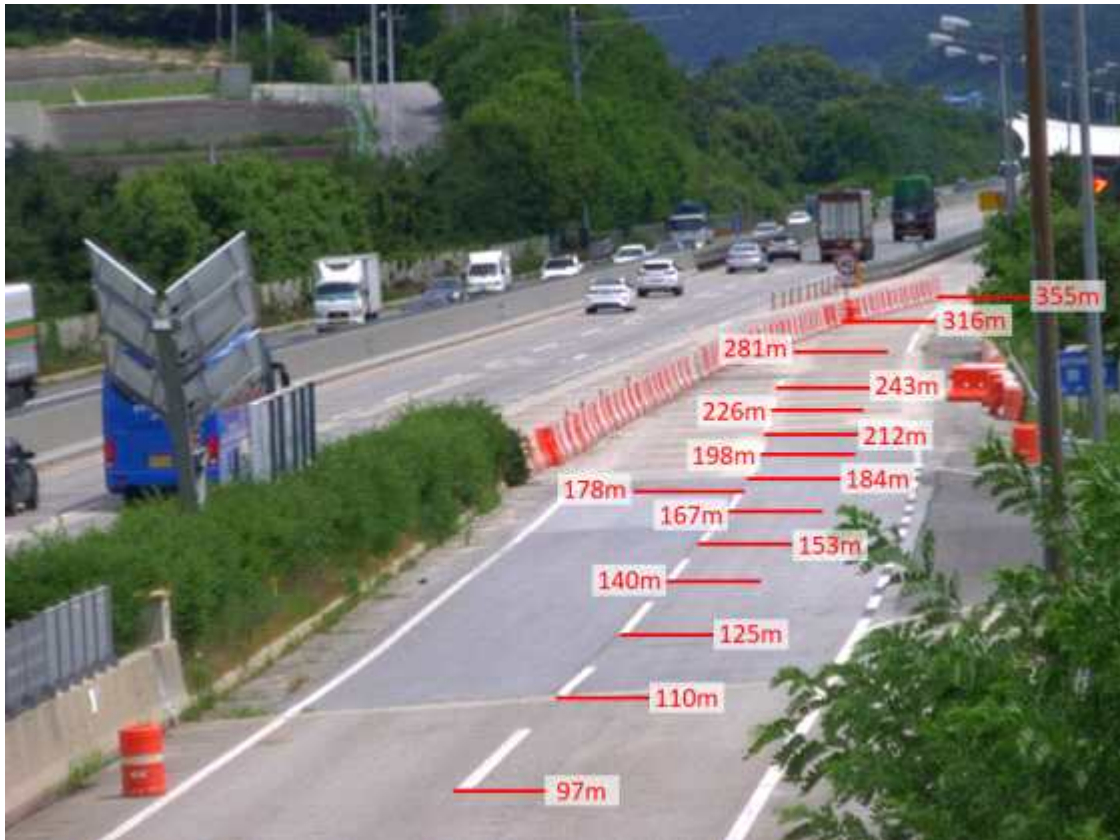
모델 번호	현천 코드	1분 평균	10분 평균	온도	습도
PWS-001	05	00180M	00185M	27.4C	29.3%
PWS-001	05	00184M	00185M	27.4C	29.3%
PWS-001	05	00184M	00189M	27.5C	29.2%
PWS-001	05	00181M	00182M	27.5C	29.3%
PWS-001	05	00184M	00187M	27.5C	29.2%
PWS-001	05	00185M	00186M	27.5C	29.2%
PWS-001	05	00186M	00184M	27.5C	29.1%
PWS-001	05	00188M	00183M	27.6C	29.1%
PWS-001	05	00183M	00180M	27.6C	29.6%
PWS-001	05	00180M	00180M	27.6C	29.2%
PWS-001	05	00186M	00182M	27.6C	29.4%
PWS-001	05	00187M	00183M	27.6C	29.5%
PWS-001	05	00181M	00189M	27.6C	29.2%
PWS-001	05	00065M	00155M	27.6C	29.2%
PWS-001	63	00050M	00150M	27.7C	29.2%
PWS-001	63	00055M	00150M	27.7C	28.9%
PWS-001	63	00059M	00154M	27.7C	29.0%
PWS-001	63	00155M	00155M	27.7C	28.9%
PWS-001	63	00174M	00151M	27.7C	28.8%
PWS-001	63	00177M	00153M	27.7C	28.8%

(다) 광학 시정계 DB 구축

테이블 ID		visibility_sensor_info		테이블명		visibility_sensor_info	
컬럼ID	컬럼명	타입(길이)	NULL	PK	FK	COMMENTS	
1	NO	INT	NO	○		Primary Key	
2	weater_code	INT	NO			현천코드	
3	visibility_one	INT	NO			1분 평균 가시거리	
4	visibility_ten	INT	NO			10분 평균 가시거리	
5	temperature	decimal(4,1)	NO			온도	
6	humidity	decimal(4,1)	NO			습도	
7	c_time	DATETIME	NO			측정 당시 시간	

(7) 시제품과 광학 시정계 비교

(가) 레이저 거리측정기를 이용한 실제 거리 측정

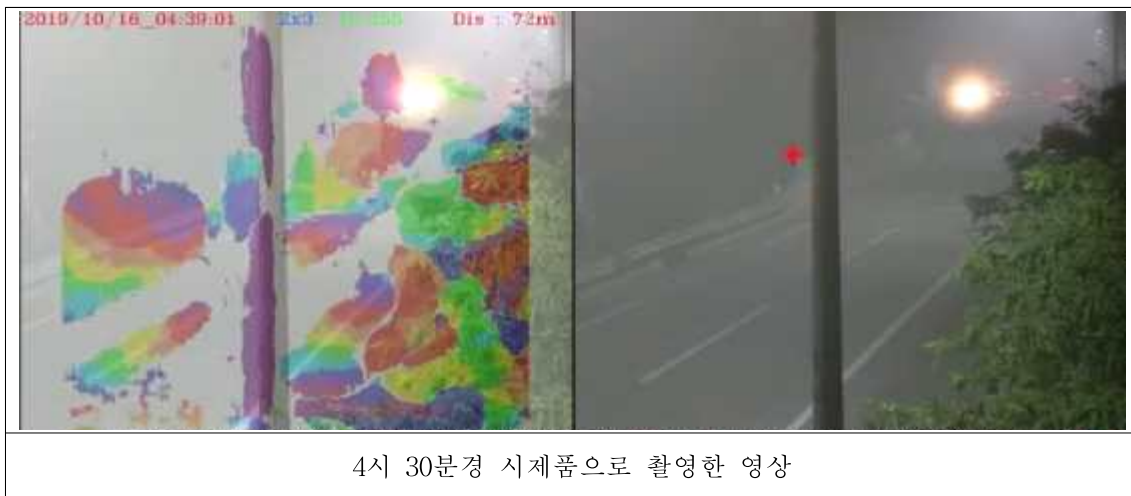


(나) 2019년 10월 16일

- 광학 시정계가 측정한 가시거리 그래프(x축 : 시간 / y축 : 가시거리)

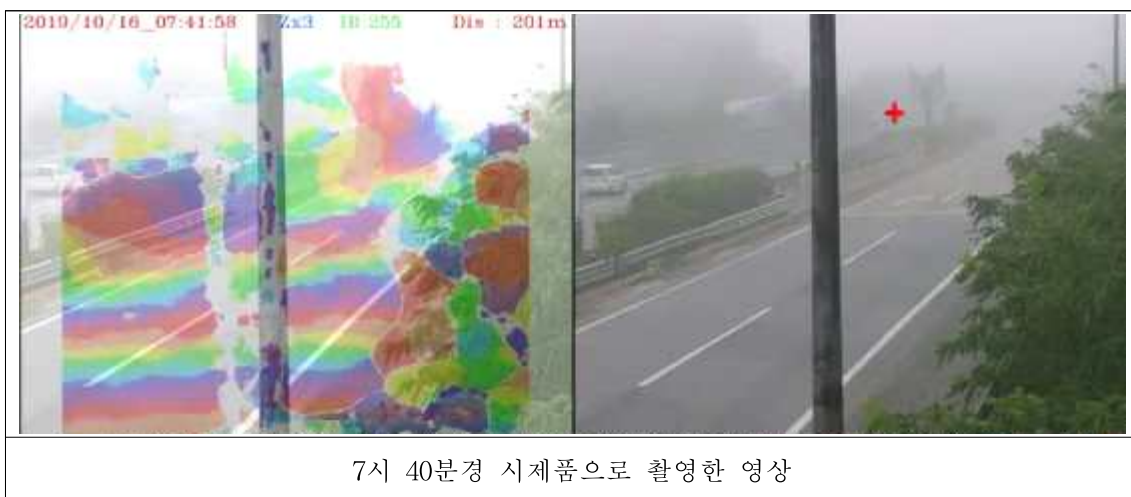


① 4시 30분 비교(광학 시정계 238m / 시제품 72m)



4시 30분경 시제품으로 촬영한 영상

② 7시 40분 비교(광학 시정계 409m / 시제품 201m)



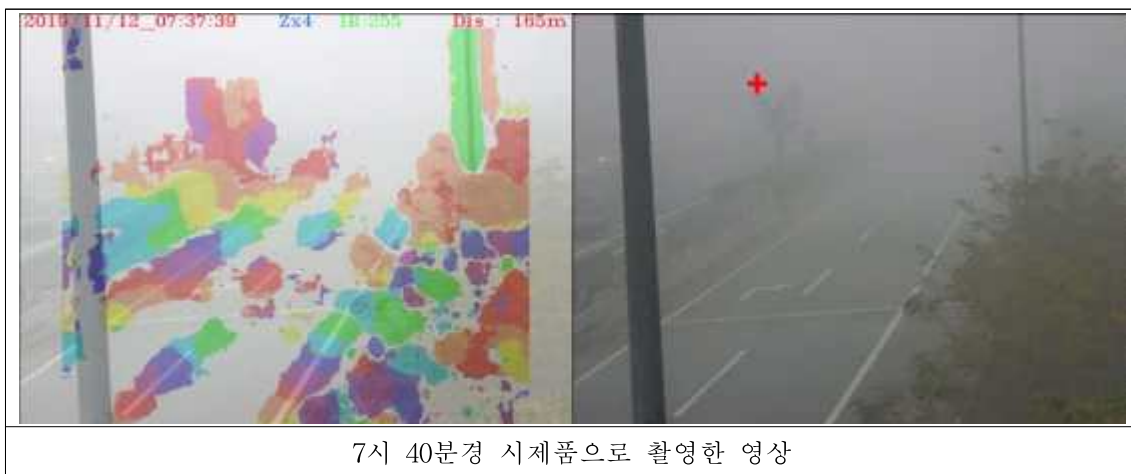
7시 40분경 시제품으로 촬영한 영상

(다) 2019년 11월 12일

- 광학 시정계가 측정한 가시거리 그래프(x축 : 시간 / y축 : 가시거리)

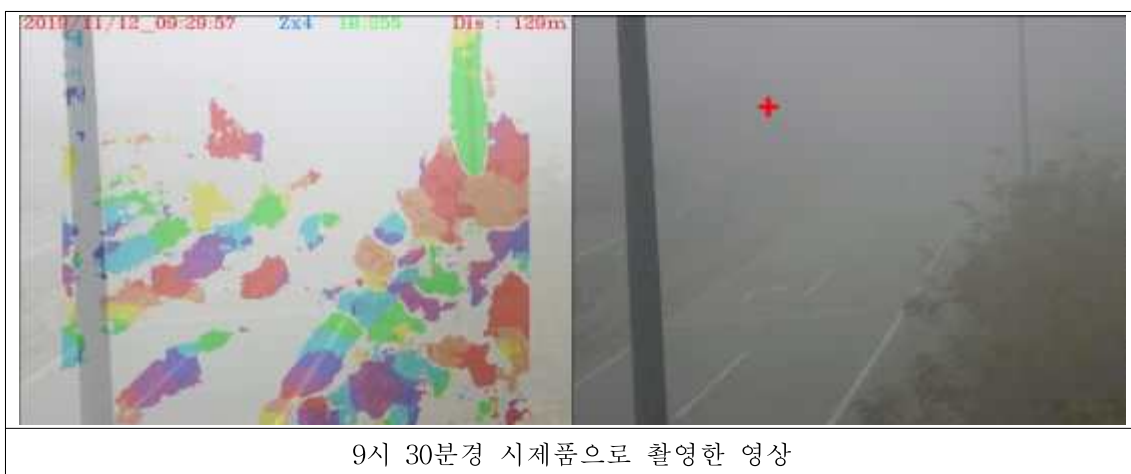


① 7시 40분 비교(광학 시정계 373m / 시제품 165m)



7시 40분경 시제품으로 촬영한 영상

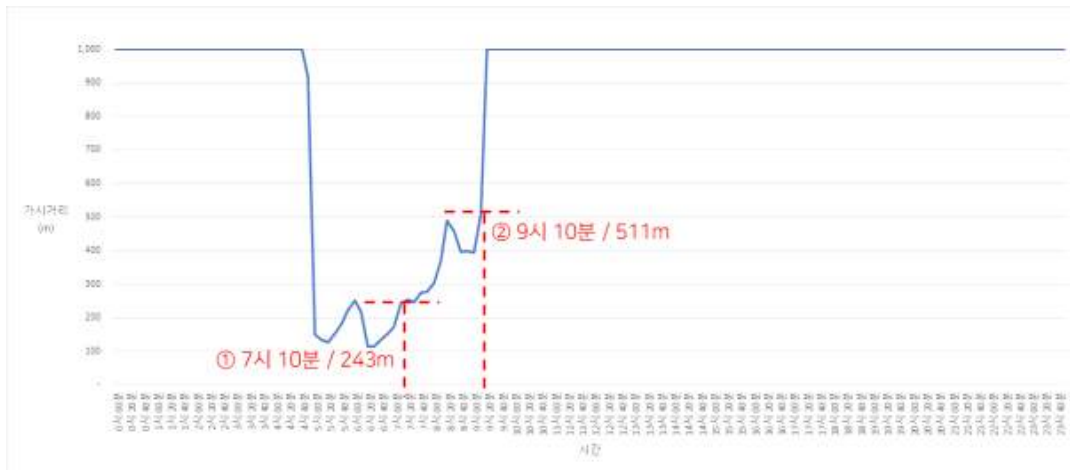
② 9시 30분 비교(광학 시정계 285m / 시제품 129m)



9시 30분경 시제품으로 촬영한 영상

(라) 2019년 12월 04일

- 광학 시정계가 측정한 가시거리 그래프(x축 : 시간 / y축 : 가시거리)

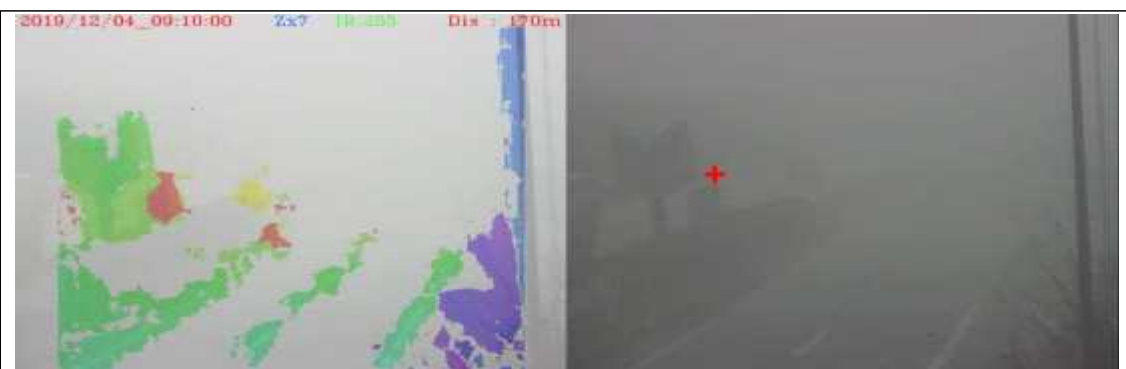


① 7시 10분 비교(광학시정계 243m / 시제품 74m)



7시 10분경 시제품으로 촬영한 영상

② 9시 10분 비교(광학시정계 511m / 시제품 170m)



9시 10분경 시제품으로 촬영한 영상

(마) 테스트 결과

- 광학 시정계에서 측정한 가시거리와 실제 가시거리는 차이가 있는 것으로 확인
- 감사원에서 발표한 광학 시정계의 정확도에 문제가 있다는 것을 자체 증명
- 광학시정계보다 연구개발 기술이 가시거리 측정의 정확도가 높은 것을 확인

차. 가시거리 측정 기술 검증 연구

(1) 연구개요

(가) 연구의 배경

- 2015년 2월 14일 오전 9시경 국내 최다 추돌사고로 기록에 남은 106중 추돌사고가 영종대교에서 발생하였음
- 본 사고의 원인은 짙은 안개로 밝혀지며 많은 운전자와 도로운영관계자들에게 안개에 대한 경각심을 일깨운 중요한 사건으로 기억됨
- 사고의 후속조치로, 정부에서는 안개 관련 사고대책이 시행되고 있으나 안전시설물의 한계로 관련 사고가 지속적으로 발생되고 있음
- 이에 따라 정부에서는 안개 관련 사고 안전대책을 수립하기 위해 다양한 사업을 추진 중에 있음

2008년 2월	“안개관측망 구축 기본계획”을 수립을 통한 안개관측망 구축사업을 추진
2010년 3월	“자동기상관측장비 첨단화 기본계획”을 수립을 통한 목측요소(시정·현천)관측 자동화 사업과 안개관측망 구축 2단계 사업을 추진
2011년 1월	「자동기상관측장비의 표준규격」 제7조 [별표 1] 를 개정하여 시정현천계 관측센서의 측정범위, 정확도 등의 항목에 대한 표준규격 개정

- 그러나, 다양한 안전대책 관련 정책에 대한 표준규격을 정하면서도 이에 대한 검정방법을 마련하지 않고 표준규격 만족 여부를 검증하지 않고 있어, 장비별 관측값의 편차가 크고, 시정거리의 일관성이 낮은 것으로 나타남
- 이러한 결과로, 2009년 안개특보 시범운영을 시작한 이후 현재까지 정식 시행을 하지 못하는 형편임
- 따라서, 보다 정확한 가시거리 측정기기 개발과 더불어 가시거리 측정기술에 대한 요구사항 정립과 활용 고도화 전략수립이 필요한 상황임

(나) 연구의 목적

- 현재 정부에서 시정계에 대한 표준규격은 개정되어있으나 이를 검증하는 방안에 대한 기준이 전무한 상황임
- 따라서, 본 연구는 정확도 90% 이상의 가시거리 측정을 위한 1km미만의 저시정용 전방위 입체형 스테레오 영상 시정계개발 진행 과정에서의 시정계 요구사항과 활용전략에 대한 연구를 진행하고자 함

(2) 기존 가시거리 측정 기술의 문제점 검토

(가) 안개 상습구간 교통 안전관리 문제점

☐ 기관별 대비 기준 상이

- 안개 잦은 구간일지라도 관리기관의 위험성에 대한 인식부족이나 재정여건에 따라 안전관리가 소홀해질 수 있는 상황
- 안개사고 대비를 도로 관리 기관의 자율적인 판단에 따라 실시하여 안전시설 설치 기준 및 관리 기준이 상이

☐ 안개시 정보전달 어려움

- 짙은 안개가 발생한 경우에 가시거리 불량으로 CCTV를 활용한 시각적인 상황 파악이 어려워 모니터링의 실효성이 낮음
- 전광판을 통해 제공하는 감속권고 및 전방의 사고정보도 시야가 차단되어 운전자까지 전달되지 않는 상황이 발생하고 있음

☐ 사전대비 및 초동대응 미흡

- 안개를 제외한 다른 재난 발생시에는 인력과 장비를 사전에 현장배치하고 재난방송 등도 실시하고 있지만, 안개사고가 발생한 경우 대부분 일반적 교통사고 수준으로 대처하고 있는 상황임
- 경찰서 및 기상청 등 유관기관간 실시간 상황전파 등 대응체계가 미흡하고 안개대비 태세 점검이나 훈련 등도 현재 미실시되고 있는 상황

☐ 속도 및 통행 제한 등 법·제도 미비

- 위험상황이 발생하더라도 도로관리자에게 통행제한 권한이 없어 경찰 협의를 거쳐야 하므로 신속한 조치가 불가능한 상황임
- 극심한 안개에도 감속규정이 세분화되지 않아 현행 시정거리 100m이하 50% 감속 규정이 오히려 과속운전을 유도할 우려가 있음

(나) 기존 기술 및 구축 시스템의 한계

☐ 돌발정보에 대한 기존 기술 및 구축 시스템의 한계

- 스마트폰으로 제보하고 제공받기 때문에 운전 중 제보의 어려움
- 고속도로에 한정하여 기상서비스를 제공
- 돌발정보에 대해 통합·관리하는 주체가 없어 신속한 제공이 어려운 실정

☐ 안개에 의한 가시거리 측정의 한계

- 시정계의 경우 고정된 상태로 측정
- 지역 전반적인 가시거리를 측정하지 못하고 특정 도로 부분에 한해서 측정
- 회전이나 이동기능이 추가되어도 야간에 가로등이 비추는 도로를 제외하면 측정이 불가능하기 때문에 사실상 고정된 채로 측정하는 것과 같음

□ 기상관측장비의 검정 및 표준규격등과 관련된 기준 미비

- 기상청은 기상관측장비에 대한 검정방법을 마련하지 않고 표준규격 만족 여부를 검증하지 않고 있음
- 기상청의 시정거리 관측결과와 통계자료를 비교·검토한 결과 장비별로 관측 값의 편차가 크고 관측 결과의 일관성이 낮은 것으로 나타남

(3) 가시거리 시정계 요구사항 도출

- 본 연구에서는 가시거리 측정 기술에 대한 요구사항을 정보제공, 모니터링, 가시거리 정확도 등으로 구분하여 요구사항을 도출함

요구사항		내 용
정보전달		· 영상시정계에서 산출한 가시거리 데이터를 교통 상황실로 정보 전송 가능하도록 기기 연계체계 구축 필요
모니터링		· 모니터링 영상 송출 시스템 개발 · PTZ 원격 제어 시스템 개발
가시거리 정확도	거리 측정 정확도 향상	· 가변 초점 렌즈와 PTZ 활용방안 검토 · 거리 산출 영향 요인 최적화 방안 제시
	영상 품질 향상	· 카메라 정렬이 쉬운 H/W 정렬 장치 개발
	야간 측정의 문제점 해결	· IR 투광기 연동 방안 제시
	알고리즘의 고도화	· 오차 요소 제거 · 통계 활용

(4) 가시거리 측정 기술 평가 계획

(가) Test-Bed 정의 및 구축 목적

□ 정의

- Test-Bed는 각종 ITS 관련 사업의 개발 기술에 대한 시험검증을 실행하기 위해 실제 도로 환경과 유사하게 구축된 시험공간을 의미함

□ 목적

- Test-Bed를 통해 현장 적용 및 검증을 통해 연구 성과물의 완성도를 확보함
- 개발된 가시거리 측정기기 발전을 위한 기틀 마련이 주 목적임



(나) Test-Bed 기능 정립

□ 연구 성과에 대한 객관적인 검증

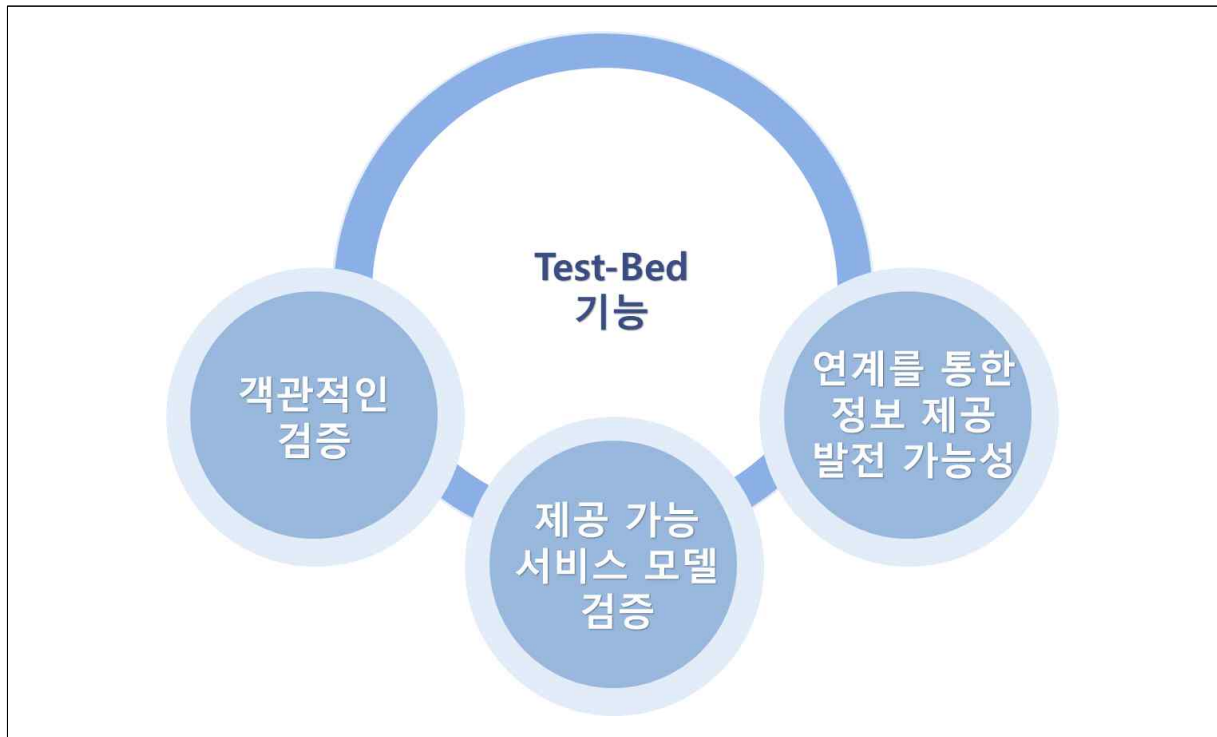
- 연구 성과물인 가시거리 측정기기의 실제 구현 환경인 Test-Bed에 적용하여 목표 성능에 대한 검증
- 통합운영과정에서 발생하는 상호 운용성(중복·호환) 문제를 조기 도출 및 해소함으로써 실제 기술사업화 단계에서 문제점 최소화 도모

□ 성과물 적용을 통해 제공 가능한 서비스 검증

- 성과물 기반의 독자적인 시범 서비스 구현을 통해 가시거리 측정기기의 서비스 구현 가능성 검증
- 다양한 상황에 대한 시나리오별 검증을 통해 사용자 맞춤형 통합 서비스 구현 및 검증 추진

□ 기존 정보 시스템과의 연계를 통한 정보 제공 발전 가능성 검토

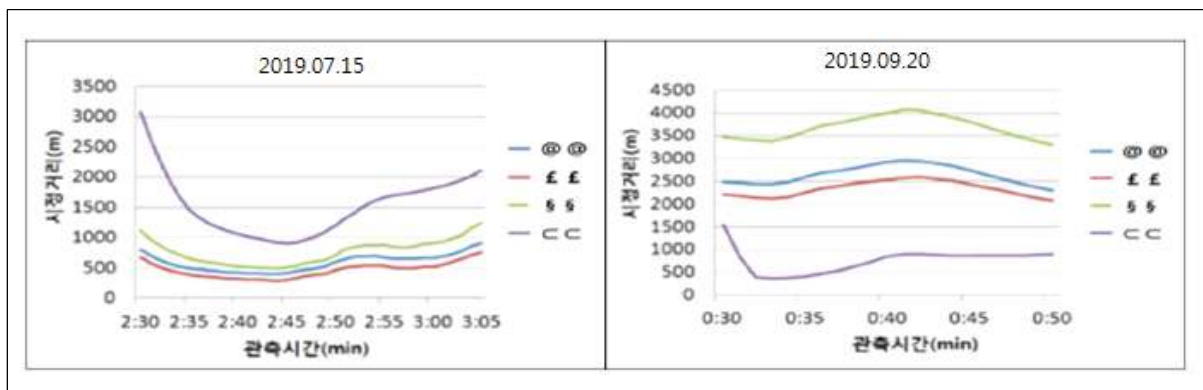
- 상용화 가능성이 높은 연구 성과물의 성능 평가를 통해 본 연구의 성과물인 가시거리 측정기기의 활용 극대화 도모
- 기존 정보 시스템(ITS관련)과의 연계를 통해 운전자 안전을 고도화



(다) 가시거리 측정 기기 평가 Test-Bed 설계 조건

□ 기후 요소

- 시야의 방해가 없는 맑은 날의 가시거리 측정을 통해 해당지역의 기준 가시거리를 기반으로 데이터를 수집·분석 필요
- 눈, 비, 안개, 먼지 등 시야의 방해가 있는 날의 가시거리 측정을 통해 해당지역의 날씨에 의한 가시거리에 대한 정보를 제공해야 함



□ 환경적 요소

- 날씨 외에 해당지역의 환경 및 구조(식생, 급커브 구간, 언덕 후 내리막 구간)에 의한 시야 방해 및 가림이 생길 경우 가시거리 측정구간에 대한 기기위치 보완을 추진하여 가시거리에 대한 정보수집이 제대로 전송되는지 확인필요
- 주간뿐만 아니라 야간에도 가시거리의 정보 제공이 필수적임으로 다양한 환경적 요소 확인검토가 필요함

□ 시스템 요소

- 설치된 기기를 활용, 가시거리를 측정하여 가시관련 정보를 수집·통합하고 분석하여 관련기관에 정보가 제대로 전달되는지 검증·확인 필요
- 제공받은 정보를 해당지역에 전달하고 인지시킬 수 있어야 함
- 안전거리 및 적정속도에 대한 기준이 기반이 되어야 함(VMS표출 등)

□ 장비 요소

- 해당지역의 전반적인 구조 및 상황을 확인시킬 수 있어야함
- 가시거리에 영향을 줄 수 있는 먼지나 안개 등의 농도를 측정 할 시정계 등의 장비가 배치되어야 함
- 야간에도 가시거리를 측정할 수 있도록 적외선카메라 등이 필요함
- 기기안전 및 주행차량의 안전을 위한 안전장비가 필수적임
- 가시거리가 기준 이하일 경우를 대비해 안개등을 비롯한 관련 장비가 설치되어야 함
- 차량 유무를 판단할 수 있는 차량 검지기가 필요

(라) Test-Bed 운영 실험

- 본 Test-Bed의 실험은 개발한 시제품의 운용 점검 및 가시거리 산출 정확도 검증을 위한 실험으로 외부 도로 환경에서의 내구성 검증, 안전성 점검, 광학시정계와 영상시정계와의 가시거리 데이터 비교를 통한 가시거리 산출 정확도를 검증하였음
- Test-Bed의 실험 결과를 바탕으로 시제품 보완점 파악 및 가시거리 측정 정확도 신뢰성 평가 기준방안을 수립

□ 전제사항

- 광학시정계와 동시 설치 및 운용이 가능한 환경
- 안개 발생 빈도가 높은 지역
- 통신망이 연결된 외부에서 모니터링 및 제어가 가능한 환경

□ 설치 장소 선정

- 설치장소 : 자율협력주행 테스트베드 여주 258.05K 지점 (멀티폴 #8)
- 선정이유 : 안개가 자주 발생하는 지역이며 한국도로공사 교통센터와 내부 통신망이 별도로 구축되어 있어 접근 및 제어가 용이한 지역임. 또한 중부내륙 고속도로 바로 옆에 구축되어 있어 실제 도로환경과 매우 유사하며 일반 차량 이용이 제한적으로 기기 설치시 안전성 및 유지보수 측면에서 매우 용이함

□ 실험 절차



<그림 2-4> 시험 절차

□ 실험 결과

- 저시정 상황에서 광학시정계의 현천정보 데이터는 부정확함으로 참값의 기준으로 삼을 수 없음
- 단 시정의 변화(안개 농도의 변화)에 따른 두 데이터의 추세를 비교하였을 때 유사한 경향을 가지고 있다고 할 수 있음
- 영상시정계의 거리 및 가시거리 정확도 검증결과 실제 측정한 타겟점과의 거리 비교 시 거리 정확도는 90% 이상 충족하는 것으로 분석되었음
- 향후 목측과 대비하여 가시거리 측정 정확도를 검증하기 위해 공신력 있는 기관에 의뢰하여 가시거리 측정 기술의 신뢰성 평가를 수행

(5) 가시거리 측정 기술 평가 및 검증

(가) 가시거리 측정 기술 검증절차 정립

- ‘정확도 90%이상의 가시거리 측정을 위한 1KM미만의 저시정용 전방위 입체형 스테레오 영상 시정계’의 효과확보를 위해 공신력 있는 기관에 의뢰하여 검증을 추진함
- 검증기관 : 한국산업기술시험원(KTL)
- 성공적인 시험을 위해 본 시험 담당자와 지속적인 협의를 통해 시험절차에 대한 방법 및 내용을 정립함
- 협의 내용

- 시제품과 목측 관측자의 거리확인 시점 / 위치 / 관측자 표본 수 등
- 관측자의 기준 선정(연령, 시력, 신장 등)
- 시험장소에 대한 환경 검토(안개 방식, 조도, 전고, 전장 등)
- 본 제품 및 비교 대상 타 방식 시정계와의 비교 시험 내용
- 시험장소에 대한 검토 및 인증시험 순서 정립
- CoVID-19로 인한 시험 일정계획을 위해 수시 연락을 통해 시험일정 수립 진행

(나) 시험환경 선정

- 시제품에 대한 테스트 조건·범위에 충족하는 시험장소 검토를 추진
- 검토 결과, 건설기술연구원 「연천 SOC실증센터」 기상재현도로 시험장이 본 시험절차와 부합하여 본 시험장소로 선정함



(다) 가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 공인인증시험

□ 시험 일정

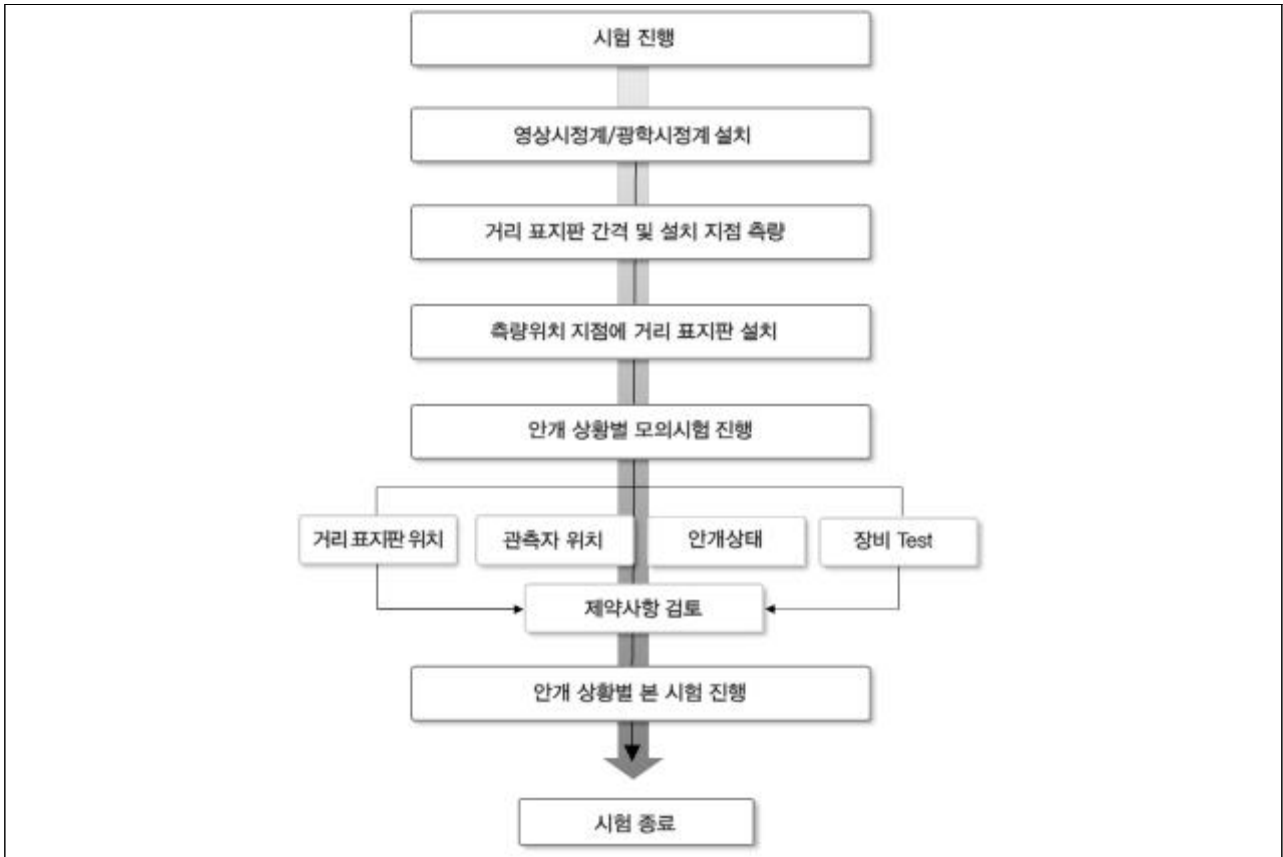
- 1회차(환경 적합성 시험) : 2020년 5월 20일 수요일 (13시 ~ 17시)
- 2회차(사전 테스트) : 2020년 09월 22일 화요일 (13시 ~ 17시)
- 3회차(인증시험) : 2020년 09월 23일 수요일 (13시 ~ 17시)

□ 시험 방법

- 시정 상태별 목적의 가시거리 비교를 통한 본 시제품 검증 추진
- 시험 절차는 다음과 같이 정립함
 - 테스트할 시제품 설치 기준 위치를 선정
 - 시제품 및 광학시정계 설치
 - 거리 표지판의 설치 지점을 측량기기로 측량
 - 직접 제작한 거리 표지판을 측량점을 기준으로 설치
: 0m, 10m, 15m, 20m, ... 50m, 55m, 60m ... 80m
 - 안개 재현시 시제품에서 산출되는 가시거리를 측정
 - 안개 재현시 동일 시점에서 광학시정계의 시정거리값을 측정
 - 안개 재현시 관측자는 영상시정계와 동일 선상에 위치한 상태에서 진행요원의 안내에 따라 거리 표지판 판독 유·무를 관측하여 판독거리 측정
 - 인증시험 당일날 2회 반복하여 목적과 시제품 그리고 광학시정계에서 산출하는 가시거리 값을 비교함

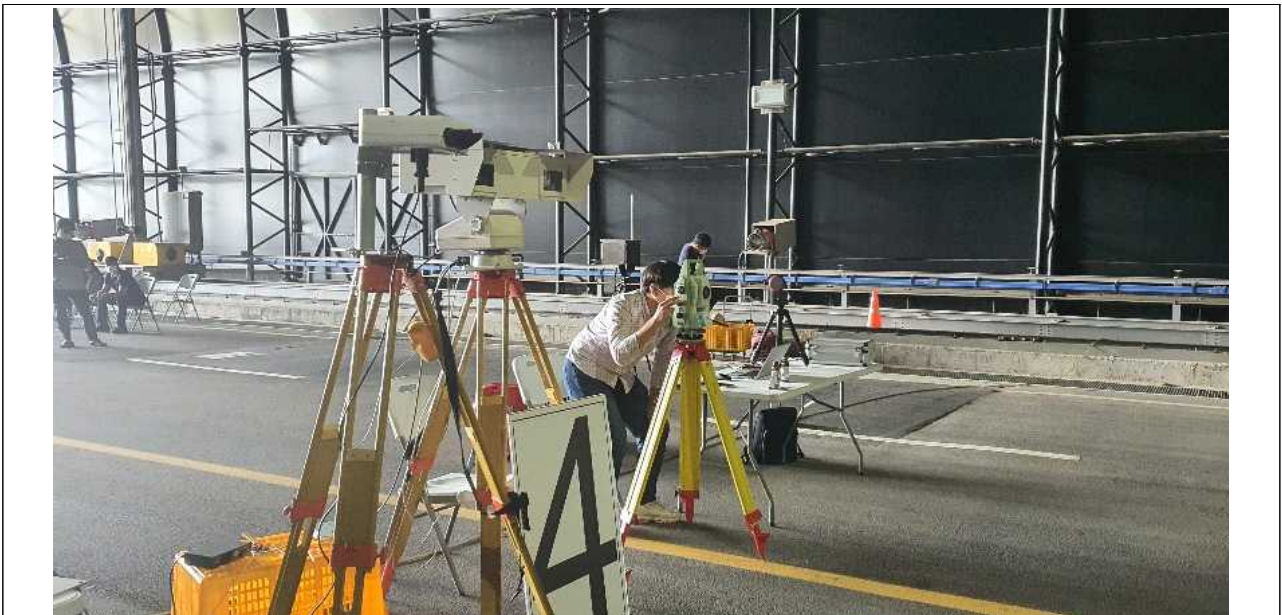
□ 시험 절차 및 방법

- 본 실험의 방법은 안개 발생 장치의 안개 분사량을 조절하여 임의의 시정 상태를 만든 후 목적으로 관측된 판독거리와 영상시정계에서 측정한 가시거리를 비교
- 관측자는 영상시정계와 동일 선상에 위치한 상태에서 진행요원의 안내에 따라 거리 표지판 판독 유·무를 관측하여 판독거리를 기록하였음



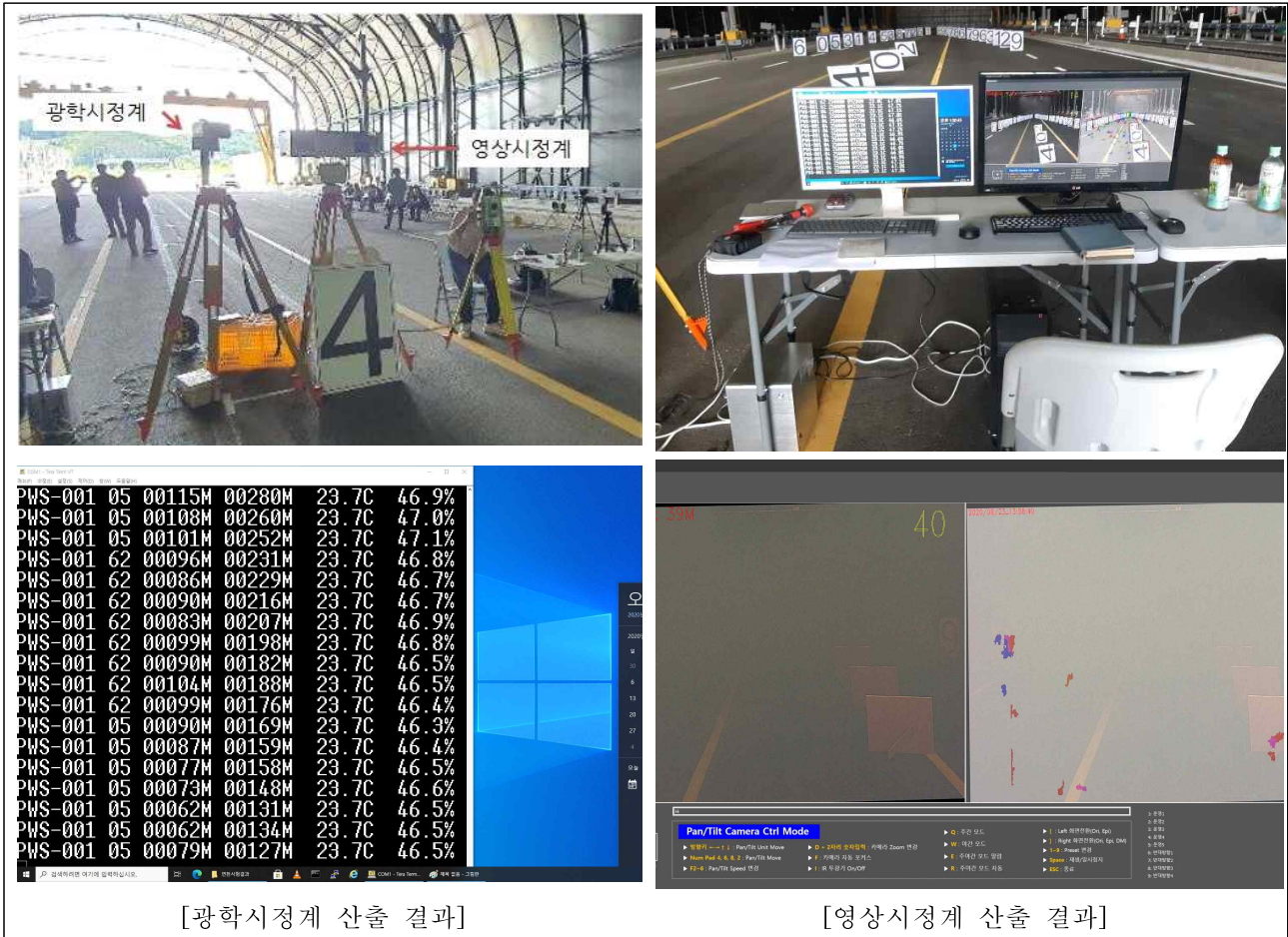
□ 거리 표지판 설치지점 측량

- 토탈스테이션을 활용하여 거리 표지판 간격 및 설치지점 측량
 - 거리 표지판은 관측자가 관측거리를 판단할 수 있도록 중앙차선 기점 좌/우 종방향으로 설치지점을 측량함



□ 시정계 설치

- 본 시제품인 영상시정계와 타 시정계 비교 검토를 위해 광학시정계를 설치함
- 반복적인 안개 테스트를 지속적으로 진행시켜 시정계의 거리 튜닝작업을 수행



□ 거리 표지판 설치

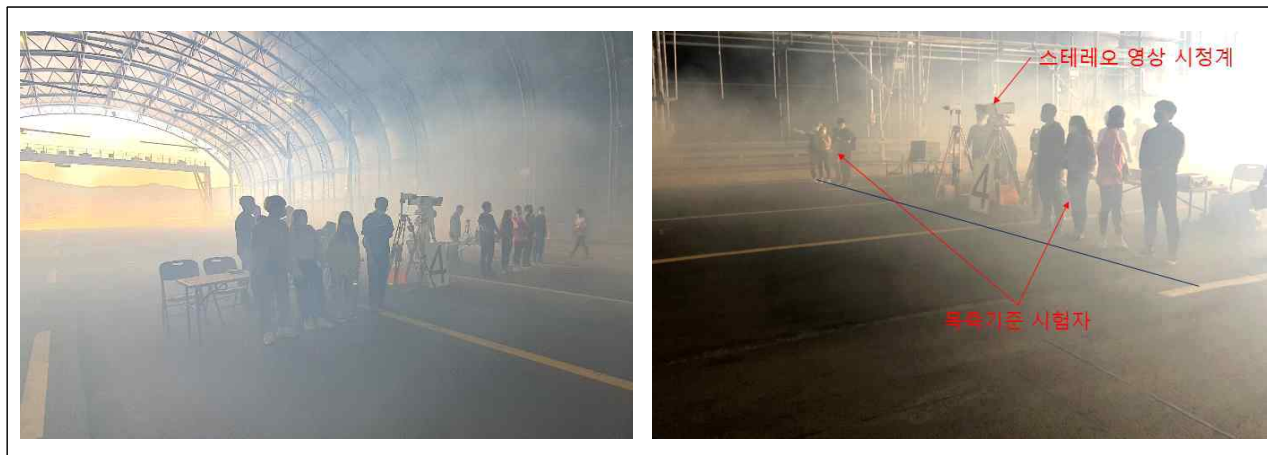
- 거리 표지판 설치는 인증기관인 한국산업기술시험원 본 시험 담당자와 다양한 의견조율을 통해 설치지점 및 표지판간의 구간거리를 정립함
 - 1차 : 50m 간격으로 총 200m에 표지판 총4개 설치
 - 2차 : 30m거리까지 표지판 1개 설치 후 5m 간격으로 표지판 설치
 - 3차 : 30m거리까지 표지판 1개 설치 후 5m 간격으로 좌/우로 표지판 설치
 - 4차 : 30m거리까지 표지판 1개 설치 후 4m 간격으로 좌/우로 표지판 설치

- 시정계 전방 30m ~ 80m 사이에 거리표지판을 2m 간격으로 설치 하였으며, 교정된 토탈 스테이션과 줄자를 이용하여 그 거리를 측정 및 조정 후 거리표지판 설치



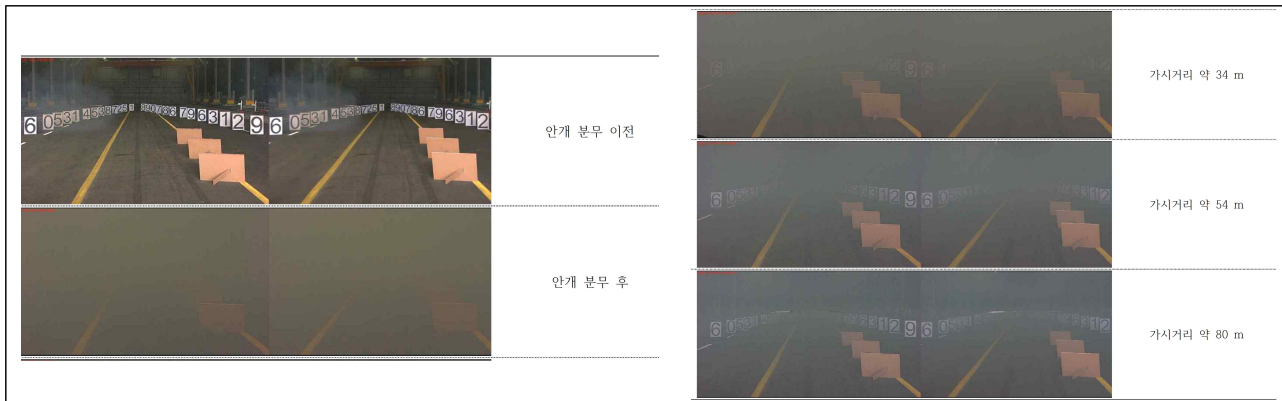
□ 관측자 위치 선정

- 관측자는 일반인 10명이 참여하였으며 20~50대, 남성/여성 교정시력 0.7 이상의 관측자가 참여하였음
- 관측자는 영상시정계와 동일 선상에 위치하도록 위치선정



□ 가시거리 측정 정확도 측정

- 시험자 10명과 개발된 스테레오 영상 시정계를 동일 선상에 배치하고, 가장 가까운 타겟(9번)이 보이지 않을 때까지 안개를 분무 후 안개가 조금씩 사라짐에 따라, 시험자들이 보이는 시점과 영상 시정계에서 지시되는 거리값과 시점을 기록하였음
- 이 과정은 3회 반복 수행되었으며, 시험자들의 위치를 이동시켜, 시차로 인한 문제를 최소화 함



□ 실험 측정 결과

- 3회차 걸쳐 가시거리 측정 정확도 시험 결과 목적 대비 96.2%의 정확도를 산출됨

시험횟수	타겟	거리표지판 명목값[m]	시험자들의 평균가시거리[m]	스테레오 영상 시정계지시값[m]	편차[m]	정확도
1회	2	34	32.0	30	-2.0	93.8%
	6	46	51.2	46	-5.2	89.8%
	8	62	64.0	62	1.7	96.9%
	0	70	72.3	74	0.0	97.6%
	1	80	80.0	80	-2.0	100.0%
2회	2	34	32.0	30	-2.0	93.8%
	6	46	52.0	50	-2.0	96.2%
	8	62	64.0	60	-4.0	93.8%
	0	70	72.4	74	1.6	97.8%
	1	80	80.0	80	0.0	100.0%
3회	2	34	32.0	30	-2.0	93.8%
	6	46	52.0	48	-4.0	92.3%
	8	62	64.0	64	0.0	100.0%
	0	70	72.4	74	1.6	97.8%
	1	80	80.0	80	0.0	100.0%
평 균						96.2%

(6) 연구결과의 활용방안

(가) AI 영상기반 교통량 측정 기술 보완

- 기존 교통량 측정 방식은 현장에 인력을 파견하는 수동 계수 방식, 노면에 코일을 매장하여 측정하는 루프센서 방식, CCTV 영상 모니터링 방식으로 교통량을 측정함
- 기존 교통량 측정 방식은 정확도가 낮고 막대한 인력과 관리비용, 집계 결과를 분석하는데 소요되는 시간이 많이 필요한 상황으로 교통량 정보를 수집하고 활용하는데 제한적임. 이러한 기술적 문제를 보다 경제적이며 효과적인 교통량 측정 도입 방법이 필요한 상황임
- 이에, 본 기기에 딥러닝 및 영상분석 기술 기반의 교통량 측정 기술을 보완한다면 실시간 교통수집정보(차선별, 차종별) 분석 및 도로법규에 저촉되는 다양한 위반사항(차선 위반, 버스전용차로 위반, 정원초과)들의 분석이 가능할 것으로 판단됨
- 또한 지역별로 차종의 흐름을 정밀하게 분석 할 수 있어, 트럭이나 화물차량이 많이 통행하는 지역의 노면파손 관리를 효과적으로 수행이 가능할 것으로 판단됨
- AI 영상기반 교통량 측정 기술을 적용함으로써 향후 도로 상황에 대한 정확한 데이터 수집과 빅데이터를 활용한 실제적인 교통 정책 수립 등 교통 정책의 효율성 및 유지·관리에 큰 도움이 될 것으로 기대됨

(나) 안개보정기능(Defog) 기술 보완

- 기존의 영상 CCTV는 짙은 안개 발생시 가시거리 확인 불량으로 시각적인 상황 파악이 제한적으로 도로상에 발생한 사고·고장 차량에 대한 초동대응이 미흡한 실정임
- 본 기기에 짙은 안개시에도 선명한 객체 식별이 가능한 안개보정기능(Defog) 알고리즘 소프트웨어를 추가하여 도로에서 발생한 사고차량 및 고장차량의 정보를 정확하고 빠르게 파악이 가능할 것으로 판단됨
- 본 기기를 통해 습득한 교통상황 정보를 실시간으로 교통관제기관과 연계를 통하여 사고·고장 차량이 있다는 것을 후속 차량에게 실시간으로 알려주어 2차 사고 방지 및 신속한 초동대응에 이바지할 수 있을 것으로 기대됨

(다) 산불감지 시스템 기술 도입

- 본 기기에 영상 기반 산불감지 시스템 기술을 도입하여 연기·화재 등과 같은 이상 징후 발견시 지능형 영상분석 알고리즘을 통해 실시간으로 재난 이벤트 정보를 분석하여 신속·정확한 상황 파악과 대응이 가능 할 것으로 판단됨
- 또한 발생한 재난 이벤트 상황을 교통정보센터, 소방서, 소방방재청, 산림청, 경찰서 등 유관기관에 실시간으로 정보를 전달하여 해당 구간의 속도 제한 및 통행 제한 등 재난 상황에 맞는 대응체계를 갖추어 화재 사고로 인한 2차 사고 및 인명피해, 사회·경제적 손실을 미연에 방지할 수 있을 것으로 기대됨

카. 타 기술과의 비교

(1) 타 기술

구분	기술명	개발자 (개발년도)	기술내용	공법의 원리, 특징 및 기능
①	광학 시정계		가시거리 측정	레이저 송수신 센서로 산란정도를 측정하여 가시거리 측정
②	영상 인식 및 이미지 학습방법에 의한 안개 감지 시스템에 관한 연구 (논문)	김용식 (2013년)	영상으로 시정상태 구분	영상 대비를 이용하여 시정상태를 3단계(양호, 보통, 불량)으로 나누어 측정
③	고속도로 CCTV를 이용한 광역시정정보시스템 구축과 활용방안에 대한 연구(논문)	이광, 김봉근 (2013년)	가시거리 측정	영상 하단, 중단, 상단 영역에 대한 기준선을 지정하고 기 기준선의 실측한 거리를 입력하여 가시거리 측정
④	CCTV 영상을 이용한 안개감지 시스템 및 그 방법(특허)	장진환, 김병화 (2013년)	안개 발생여부 판단	영상에 웨이블릿 패킷 알고리즘을 적용하여 특정 벡터를 추출하고 그 벡터의 분산값을 계산하여 안개 발생여부를 판단
⑤	영상 이미지의 지리정보 및 패턴인식 기술을 이용한 시정거리 측정 장치 및 그 측정 방법 (특허)	김경원 (2015년)	가시거리 측정	이미지의 색상코드(RGB) 값을 비교하여 가장 멀리 보이는 물체를 인식하여 가시거리 측정

① 광학 시정계

- 반사율 시정계는 센서 사이에 레이저의 산란정도를 파악하여 가시거리 측정
- 광투과율 시정계는 발광부와 수광부의 간격을 멀리하여 발광부에서 수광부까지 도달하는 광량을 파악하여 가시거리 측정
- 시정계가 설치된 특정 지점(Point)에서 가시거리를 측정하여 주변 영역(Space)까지 적용
- 가시거리가 100m이하일 때 시정계의 정확도는 43.6%으로 관측 값의 신뢰도가 낮음
- 시정계의 국제표준 미존재
- 광학 시정계는 특정 지점(Point)의 가시거리를 측정하므로 도로 구간에 대하여 적용하기 어려움



반사율 시정계



광투과율 시정계

② ‘영상 인식 및 이미지의 학습방법에 의한 안개 감지 시스템에 관한 연구’논문

- 2013년 / 김용식
- CCTV로 촬영한 이미지의 영상대비를 이용하여 안개 감지
- 가시거리 측정 방식이 아닌 시정상태를 3단계로 구분



(a) 시정 : 양호

- 도로, 차량 등의 경계가 비교적 뚜렷하게 나타나고 있어 대비가 강함



(b) 시정 : 보통

- 지평선과 도로의 경계가 모호하게 나타나고 있어 대비가 조금 약함

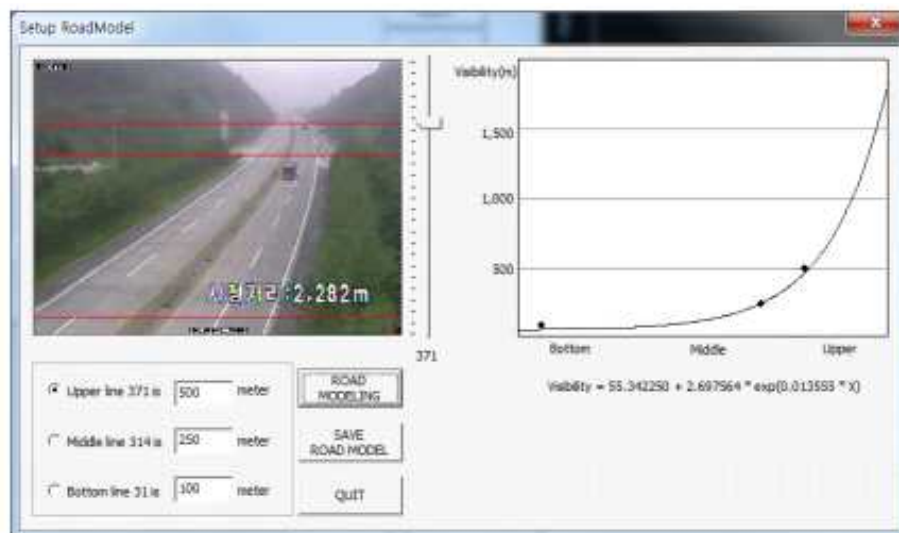


(c) 시정 : 불량

- 안개로 도로의 지면 일부가 전혀 보이지 않으며, 대비가 매우 약함

③ ‘고속도로 CCTV를 이용한 광역시정정보시스템 구축과 활용방안에 대한 연구’논문

- 2013년 / 이광, 김봉근
- CCTV로 도로를 촬영하여 차량의 이동영역을 추출하여 움직임을 확인할 수 있는 최대거리를 측정
- 영상 하단, 중단, 상단 영역에 기준선을 지정하고 그 기준선의 실측한 거리를 사전에 입력해야 하는 단점이 존재



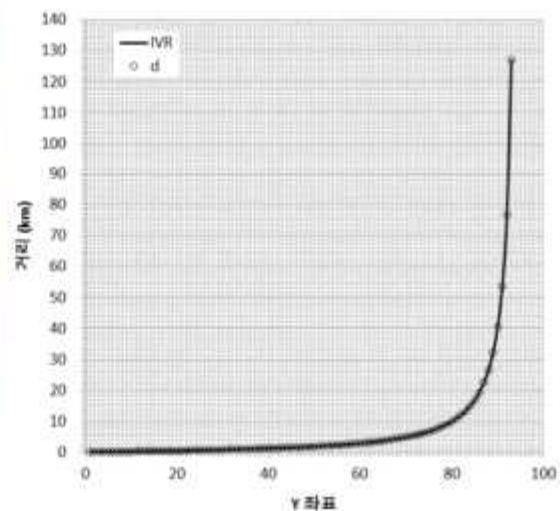
④ ‘CCTV 영상을 이용한 안개검지 시스템 및 그 방법’ 특허

- 2013년 / 장진환, 김병화
- 영상에 웨이블릿 패킷 알고리즘을 적용하여 특정 백터를 추출
- 추출한 백터의 분산 값을 계산하고 임계값보다 작을 경우 안개가 낀 것으로 판단
- 가시거리에 대한 계산이 아닌 안개 발생여부를 판단
- 임계 값은 안개가 발생하지 않는 영상을 기준으로 선정



⑤ ‘영상 이미지의 지리정보 및 패턴인식 기술을 이용한 시정거리 측정 장치 및 그 측정 방법’특허

- 2015년 / 김경원
- 이미지 패턴 인식방식을 사용하여 분석
- 이미지의 색상코드(RGB) 값을 비교하여 가장 멀리보이는 물체를 인식하여 가시거리 측정
- 원거리용 가시거리 측정 방식
- 야간에 촬영한 이미지로 분석 불가능
- 강한 햇빛, 흐린 날씨 등 환경적인 요인에 의하여 큰 오차 발생



(2) 연구개발 기술과의 비교

구 분	관련 논문, 특허 보고서		연구개발 기술
가시거리 측정 방식	①	센서 사이에 레이저 산란정도를 측정하여 특정 지점(Point)에서의 가시거리 산출	카메라를 기준으로 반경 1km(Area)의 가시거리 측정
	②	영상 대비의 정도를 분석하여 시정상태를 구분(3단계)	시정 상태를 구분하는 것이 아닌 가시거리 값을 수치화하여 정보 제공
	③	사전에 임의의 라인 3개를 만들고 라인의 실제 거리를 사전에 입력하여 가시거리 측정	실제거리를 사전에 입력하지 않고 가시거리 측정(수치화)
	④	이미지를 분석하여 임계 값과 비교하여 안개발생여부 판단	안개 발생여부 뿐만 아니라 목측과 유사한 수준의 가시거리 측정
	⑤	이미지 패턴분석으로 가장 멀리 보이는 물체를 인식하여 가시거리 측정(원거리용)	설치된 장소를 기준으로 반경 1km (근거리)의 가시거리를 측정 (도로환경에 적합)
정 확 도	①	가시거리가 짧을수록 정확도 저하	가시거리가 짧을수록 정확도 향상
	②	안개의 정도를 3단계로 구분하여 정확도가 낮음	목측 수준의 정확한 가시거리 측정
	③	사전에 입력한 거리를 이용하여 가시거리를 추정하는 것으로 정확도가 낮음	측량장비 대비 평균 오차율 2.57%으로 거리측정 정확도 확보
	④	임계 값의 신뢰도에 따라 정확도가 큰 영향을 미침	날씨, 계절 등 환경변화에 영향을 받지 않음
	⑤	원거리의 가시거리 측정용으로써 날 씨, 계절 등에 환경적인 요인에 의하여 큰 오차 발생	

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		성과점검기준						양적 성과
					질적 성과지표		목표치	측정방법	검증방법	가중치	
주관	A	적정 장비 선정 및 제작	A-1	Pan/Tilt Driver	①	Pan/Tilt Driver 필요 기능 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	보고서 : 1건
					②	Pan/Tilt Driver 시장조사					
					③	Pan/Tilt Driver 적정모델 선정					
			A-2	IP Camera	①	IP Camera 필요 기능 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	보고서 : 1건
					②	IP Camera 시장조사					
					③	IP Camera 적정모델 선정					
			A-3	IR 투광기	①	IR 투광기 필요 기능 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	보고서 : 1건
					②	IR 투광기 시장조사					
					③	IR 투광기 적정모델 선정					
			A-4	하우징 제작	①	하우징 필요 기능 분석	분석 및 설계 보고서	수행	보고서	2.1	보고서 : 1건 시제품 : 4대
					②	하우징 설계					
					③	하우징 제작	HW제작	제작	실물		
			A-5	시제품 제어 및 가시거리 산출용 PC	①	PC 필요 스펙 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	보고서 : 1건
					②	PC 시장조사					
					③	PC 적정모델 선정					
	B	안정적인 통신방안 마련	B-1	통신방안 모색	①	통신방안 조사	분석 결과 보고서	수행	보고서	0.3	보고서 : 1건
					②	통신방안 적용	통신상태 유지 3주 이상	실외 테스트	데이터		
	C	고정형이 아닌 다양한 각도 및 줌 변경으로 모니터링 및 가시거리 측정	C-1	Pan/Tilt Driver 연동	①	Pan/Tilt Driver 연동	모의 테스트 결과 95% 이상	실내 테스트	기능 테스트 10회 평균	0.1	보고서 : 2건
					①	주점 변화 분석	분석 결과 보고서	실내 테스트	보고서		
			C-2	Zoom 변경	②	초점거리 변화 분석					
					③	초점 변화 분석					
					④	적정 Baseline 선정					
					⑤	Zoom In으로 가시거리 산출 및 검증	테스트 결과 보고서	실외 테스트	보고서		

주관	D	야간 모니터링 및 가시거리 측정	D-1	IR 투광기 연동	①	IR 투광기 연동	모의 테스트 결과 95% 이상	수행	기능 테스트 10회 평균	0.2	보고서 : 2건
					②	적정 방사각 선정	비교 검토 및 성과 보고서	수행	보고서		
			D-2	야간 Depth-Map 생성	①	야간 Depth-Map 생성	데이터	수행	데이터	0.1	
					D-3	야간 가시거리 산출	①	가시거리 산출 및 검증	테스트 결과 보고서		
	E	시스템 고도화	E-1	촬영영상 저장			①	촬영영상 저장	결과 95% 이상	수행	데이터
					E-2	가시거리 추출 알고리즘 개선	①	가시거리 추출 알고리즘 개선	모의 테스트 결과 90% 이상	실외테스트 (이전 기술과 비교)	기능 테스트 10회 평균
			②	가시거리 추출 테스트							
			E-3	Preset	①	Preset별 Camera, Pan/Tilt Driver 자동 제어	모의 테스트 결과 95% 이상	실내테스트	기능 테스트 10회 평균	0.2	
					②	Preset별 Epipolar Geomerty 변경					
					③	Preset별 초점 변경					
			E-4	Depth-Map 품질 개선	①	물리적 카메라 정렬	모의 테스트 결과 95% 이상	실외테스트 (이전 기술과 비교)	기능 테스트 10회 평균	0.3	
					②	적정 파라미터 값 선정					
					③	Epipolar Geomerty 방식 변경					
			E-5	가시거리 산출 시스템의 고도화	①	가시거리 산출 시스템의 고도화	보고서	수행	보고서	3.1	
					②	비즈니스 모델 수립	보고서	수행	보고서		
			E-6	통합 시스템 개발	①	외부 환경 연동 통합 시스템 개발 (가시거리 데이터 연동, 외부 시설물 제어)	테스트 결과 보고서	실외테스트	보고서	1.4	
	F	제품 설치 및 공사			F-1	시제품 설치 및 공사	①	시제품 설치 및 운용	보고서	수행	보고서
			F-2	시정계&거리목 설치 및 운용	①	시정계&거리목 설치 및 운용	보고서	수행	보고서	0.7	보고서 : 1건
	G	교통상황실 모니터링 시스템과의 연계로 도로 모니터링 기능 제공	G-1	모니터링 시스템 연계	①	모니터링 시스템 연계	실시간 촬영영상 무중단 제공 1주 이상	실내테스트	24시간 주기 연결상태 확인	2.2	SW : 1건 신규인력 고용 : 2명
					②	카메라 원격 제어 기능	모의 테스트 결과 80% 이상	실내테스트	기능 테스트 10회 평균		
공동	H	가시거리 측정 기술 요구사항 및 활용전략 수립	H-1	가시거리 측정 기술 분석 및 요구사항분석	①	가시거리 측정기술 및 요구사항 분석	측정 기술 요구사항 보고서	요구사항 보고서 확인	요구사항 보고서 제출	0.7	
					H-2	가시거리 수집정보 활용전략	②	수집정보 활용 전략 개발	수집정보 활용 전략 보고서	수집정보 활용 전략 보고서 확인	

공동	H	가시거리 측정 기술 요구사항 및 활용전략 수립	H-3	전문가 자문단 운영 추진	①	전문가 의견수렴 및 반영	측정기술 요구사항 및 수집정보 활용전략 보완	측정기술 요구사항 및 수집정보 활용전략 보완서 확인	측정기술 요구사항 및 수집정보 활용전략 보완서 제출	0.7	보고서 : 1건
	I	가시거리 측정 기술 평가 및 검증	I-1	가시거리 측정 기술 검증	①	기존 가시거리 측정 기술 검증 및 평가	가시거리 측정 기술 검증보고서	가시거리 측정 기술 검증보고서 확인수행	가시거리 측정 기술 검증보고서 제출	1.8	보고서 : 1건 인력양성 : 1명
	J	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 및 검증	J-1	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 보완 및 검증	①	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 방법 개발 · 보완 및 검증	보고서	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가서 확인	보고서	23	보고서 : 1건 인력양성 : 1명 공인인증 시험성적서 : 1건
					②	시제품 검증을 위해 Test-Bed에 서 실험 및 공인인증시험 진행	가시거리 측정 정확도 90% 이상	2일 (실험 및 인증시험)	시험성적서		
계										20	특허 출원 : 1건 특허 등록 : 1건 보고서 : 18건 시제품 : 4대 SW : 1건 GS 인증 : 1건 신규인력 고용 : 4명 인력양성 : 2명 사업화 매출액 : 5천만원 공인인증 시험성적서 : 1건

나. 목표 달성여부

(1) 질적 연구성과 목표 및 달성도

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		질적 목표 및 성과					달성도 (%)
					질적 성과지표	목표치	측정방법	검증방법	가중치	
주관	A	적정 장비 선택 및 제작	A-1	Pan/Tilt Driver	① Pan/Tilt Driver 필요 기능 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	100
					② Pan/Tilt Driver 시장조사					
					③ Pan/Tilt Driver 적정모델 선정					
			A-2	IP Camera	① IP Camera 필요 기능 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	100
					② IP Camera 시장조사					
					③ IP Camera 적정모델 선정					
			A-3	IR 투광기	① IR 투광기 필요 기능 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	100
					② IR 투광기 시장조사					
					③ IR 투광기 적정모델 선정					
			A-4	하우징 제작	① 하우징 필요 기능 분석	분석 및 설계 보고서	수행	보고서	2.1	100
					② 하우징 설계					
					③ 하우징 제작	HW제작	제작	실물		
			A-5	시제품 제어 및 가시거리 산출용 PC	① PC 필요 스펙 분석	결과 보고서	수행	보고서	0.2	100
					② PC 시장조사					
					③ PC 적정모델 선정					
	B	안정적인 통신방안 마련	B-1	통신방안 모색	① 통신방안 조사	분석 결과 보고서	수행	보고서	0.3	100
					② 통신방안 적용	통신상태 유지 3주 이상	실외 테스트	데이터		
	C	고정형이 아닌 다양한 각도 및 줌 변경으로 모니터링 및 가시거리 측정	C-1	Pan/Tilt Driver 연동	① Pan/Tilt Driver 연동	모의 테스트 결과 95% 이상	실내 테스트	기능 테스트 10회 평균	0.1	100
					② 주점 변화 분석	분석 결과 보고서	실내 테스트	보고서	0.5	100
			C-2	Zoom 변경	③ 초점거리 변화 분석					
					④ 초점 변화 분석					
					⑤ 적정 Baseline 선정					
					Zoom In으로 가시거리 산출 및 검증	테스트 결과 보고서	실외 테스트	보고서		

주관	D	야간 모니터링 및 가시거리 측정	D-1	IR 투광기 연동	①	IR 투광기 연동	모의 테스트 결과 95% 이상	수행	기능 테스트 10회 평균	0.2	100
					②	적정 방사각 선정	비교 검토 및 성과 보고서	수행	보고서		
			D-2	야간 Depth-Map 생성	①	야간 Depth-Map 생성	데이터	수행	데이터	0.1	100
			D-3	야간 가시거리 산출	①	가시거리 산출 및 검증	테스트 결과 보고서	실외테스트 (이전 기술과 비교)	보고서	0.3	100
	E	시스템 고도화	E-1	촬영영상 저장	①	촬영영상 저장	결과 95% 이상	수행	데이터	0.1	100
			E-2	가시거리 추출 알고리즘 개선	①	가시거리 추출 알고리즘 개선	모의 테스트 결과 90% 이상	실외테스트 (이전 기술과 비교)	기능 테스트 10회 평균	1.1	100
					②	가시거리 추출 테스트					
			E-3	Preset	①	Preset별 Camera, Pan/Tilt Driver 자동 제어	모의 테스트 결과 95% 이상	실내테스트	기능 테스트 10회 평균	0.2	100
					②	Preset별 Epipolar Geomerty 변경					
					③	Preset별 초점 변경					
			E-4	Depth-Map 품질 개선	①	물리적 카메라 정렬	모의 테스트 결과 95% 이상	실외테스트 (이전 기술과 비교)	기능 테스트 10회 평균	0.3	100
					②	적정 파라미터 값 선정					
					③	Epipolar Geomerty 방식 변경					
			E-5	가시거리 산출 시스템의 고도화	①	가시거리 산출 시스템의 고도화	보고서	수행	보고서	3.1	100
					②	비즈니스 모델 수립	보고서	수행	보고서		
			E-6	통합 시스템 개발	①	외부 환경 연동 통합 시스템 개발 (가시거리 데이터 연동, 외부 시설물 제어)	테스트 결과 보고서	실외테스트	보고서	1.4	100
	F	제품 설치 및 공사	F-1	시제품 설치 및 공사	①	시제품 설치 및 운용	보고서	수행	보고서	0.3	100
			F-2	시정계&거리목 설치 및 운용	①	시정계&거리목 설치 및 운용	보고서	수행	보고서	0.7	100
	G	교통상황실 모니터링 시스템과의 연계로 도로 모니터링 기능 제공	G-1	모니터링 시스템 연계	①	모니터링 시스템 연계	실시간 촬영영상 무중단 제공 1주 이상	실내테스트	24시간 주기 연결상태 확인	2.2	100
					②	메라 원격 제어 기능	모의 테스트 결과 80% 이상	실내테스트	기능 테스트 10회 평균		
공동	H	가시거리 측정 기술 요구사항 및 활용전략 수립	H-1	가시거리 측정 기술 분석 및 요구사항분석	①	가시거리 측정기술 및 요구사항 분석	측정 기술 요구사항 보고서	요구사항 보고서 확인	요구사항 보고서 제출	0.7	100
			H-2	가시거리 수집정보 활용전략	②	수집정보 활용 전략 개발	수집정보 활용 전략 보고서	수집정보 활용 전략 보고서 확인	수집정보 활용 전략 보고서 제출	0.7	100

공동	H	가시거리 측정 기술 요구사항 및 활용전략 수립	H-3	전문가 자문단 운영 추진	①	전문가 의견수렴 및 반영	측정기술 요구사항 및 수집정보 활용전략 보완	측정기술 요구사항 및 수집정보 활용전략 보완서 확인	측정기술 요구사항 및 수집정보 활용전략 보완서 제출	0.7	100
	I	가시거리 측정 기술 평가 및 검증	I-1	가시거리 측정 기술 검증	①	기존 가시거리 측정 기술 검증 및 평가	가시거리 측정 기술 검증보고서	가시거리 측정 기술 검증보고서 확인수행	가시거리 측정 기술 검증보고서 제출	1.8	100
	J	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 및 검증	J-1	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 보완 및 검증	①	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가 방법 개발 · 보완 및 검증	보고서	가시거리 측정 기술 신뢰성 평가서 확인	보고서	2.3	100
					②	시제품 검증을 위해 Test-Bed에 서 실험 및 공인인증시험 진행	가시거리 측정 정확도 90% 이상	2일 (실험 및 인증시험)	시험성적서		
계										20	100

(2) 양적 성과 목표 및 달성도

구분		목표	달성도(%)	비고
특허 출원	국내	1	1(100%)	
	국외			
	계	1	1(100%)	
특허 등록	국내	1	2(200%)	
	국외			
	계	1	2(200%)	
인력 양성	학사	2		
	석사		1	
	박사		1	
	계	2	2(100%)	
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문		18	24(133%)
	연구시설·장비			
	기술요약정보			
	생명자원	생명정보		
		생물자원		
		신품종		
	소프트웨어		1	2(200%)
기타	화학물			
	시제품		4	4(100%)
	시작품			시제품 4대 제작
	공인 인증		2	3(150%)
	성과홍보			GS 인증 : 1건 공인 인증시험 : 1건 교통신기술 인증 : 1건
	정책제안			
	신규인력 고용		4	5(125%)
	현장적용			
	자문회의			
	사업화		1건 /0.5억 이상	1건 /0.5억 이상(100%)
	매출액 : 67,760,000원 (VAT 포함)			
	현장시범구축			
	계측관리기준			
	간이평가모델			
	설계서			
	시방서			
	결과서			

다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 해당사항 없음

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

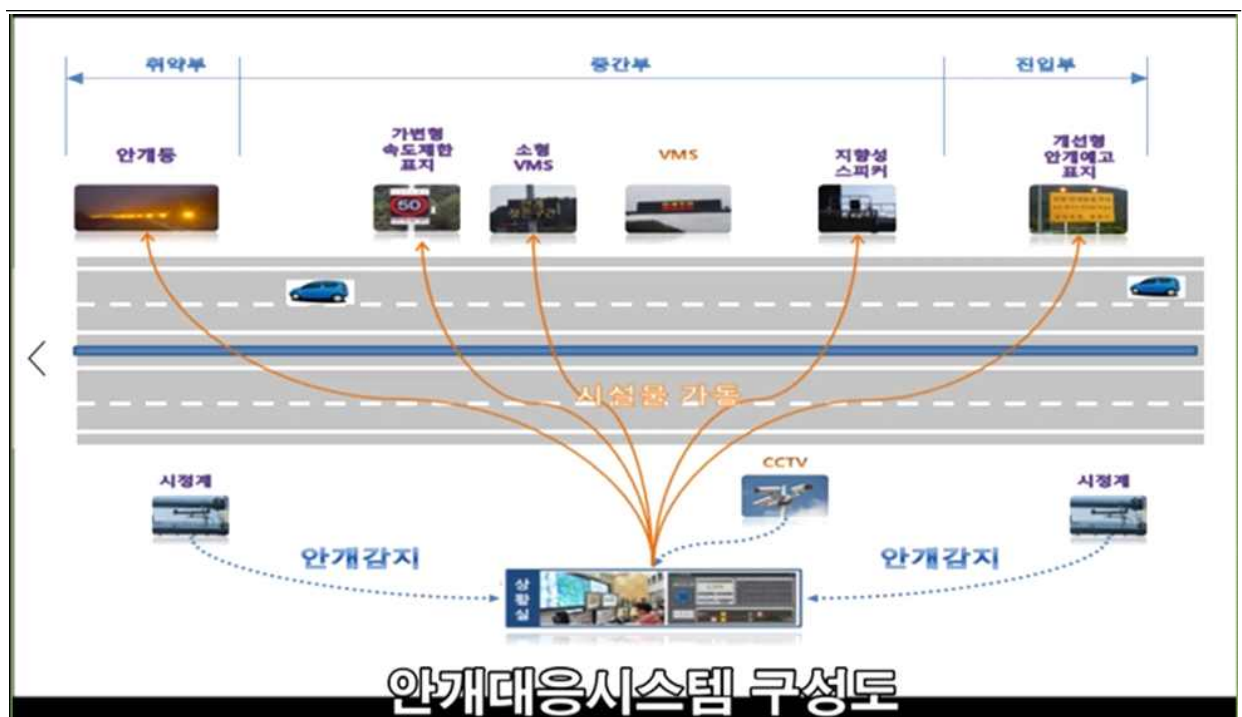
가. 비즈니스 모델

(1) 제품 및 서비스 정의

본 제품은 안개에 의한 대형교통사고를 예방하기 위하여 스테레오비전 기술을 이용하여 가시거리를 측정하고 도로이용자 및 도로관리기관을 대상으로 해당 정보를 실시간으로 제공한다. 본 제품은 사람의 눈으로 직접 관측한 가시거리와 동등한 수준의 정보를 취득할 수 있을 뿐 아니라 기존의 CCTV의 기본 기능인 교통모니터링의 기능을 동시에 수행할 수 있는 솔루션을 제공한다.

본 제품은 한 장소에 설치된 두 대의 CCTV(스테레오방식)로부터 동영상을 취득하고 취득한 영상을 분석하고 재구성하여 사용자에게 전달할 수 있다. 그 결과 도로이용자(운전자)는 가시 거리에 맞는 안전한 운전을 할 수 있게 되고, 도로관리기관은 교통사고예방을 위한 시기적절한 조치를 취할 수 있을 것이다.

또한, 안개가 자주 발생하는 지역에서는 사전에 설치된 교통안전시설물을 본 제품에 의해 측정된 가시거리 정보에 대응하여 원격에서 자동/수동으로 운용할 수 있도록 추가적인 솔루션을 구성할 수 있다.



(2) 상황 분석

도로교통공단의 교통사고 통계에 따르면 안개 낀 날의 교통사고 치사율은 다른 기상조건에 비해 2~4배 높은 것으로 나타났다. 또한, 과거의 사례에서 보듯이 안개에 의한 교통사고는 대부분 대형화로 나타나는 것을 알 수 있다.

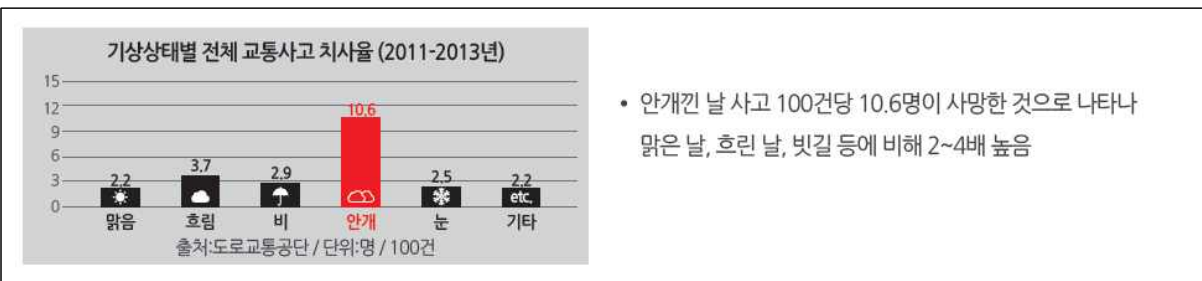
안개에 의한 교통사고를 예방하기 위해서는 시정에 맞게 차량의 운행속도를 감속하여야 하지만, 대부분의 안개가 잦은 곳 조차도 시정측정장비가 설치되어 있지 않아서 문제점으로 지적되고 있고, 이에 따라 정부에서는 관련부처 통합으로 안개 발생 지역에 대한 조사 및 시정계 설치를 추진하고 있으나, 정작 감사원의 감사자료에 의하면 기존에 사용하고 있는 광학시정계는 목측값과의 불일치 및 장비간의 편차로 인한 심각한 문제가 제기되고 있는 실정이다.

안개에 의한 대형교통사고를 예방하기 위한 시발점인 가시거리의 측정은 정확하여야 하고, 도로이용자(운전자)가 실제 육안으로 판단하는 것과 동등한 수준의 관측정보가 요구된다.

본 제품은 이러한 요구조건에 초점을 맞추어 개발되었고, 독자적인 스테레오 비전기술을 이용하여 운전자에게 최적의 정보를 제공할 수 있게 됨에 따라 도로이용자 및 관리기관의 안개대응 정책에 중요한 역할을 하게 될 것이다.

□ 주요 안개 사고 사례

- 2006년 10월 서해안선 서해대교 29중 추돌사고(사망 12명, 부상 46명)
- 2009년 12월 17번 국도(충북 진천) 40중 추돌사고(부상 20명)
- 2010년 11월 96번 지방도(충북 창원) 35중 추돌사고(부상 12명)
- 2011년 11월 제주시 29중 추돌사고(부상 15명)
- 2011년 12월 천안-논산간 고속도로 90중 추돌사고(부상 34명)
- 2015년 02월 인천국제공항고속도로 영종대교 106중 추돌사고(사망 2명, 부상 65명)



(3) 예시

본 제품은 전국의 도로관리기관에 판매할 것이며, 그 타깃 집단은 본 제품의 정확성을 경험할 것이다. 이러한 과정을 통해서 도로관리기관은 안개에 의한 사고의 위험에 처했을 때 어떻게 대처해야 할지 판단하고 행동하게 된다. 본 제품의 정확성 경험을 통해 도로이용자는 가시거리 저하에 따른 가이드라인을 따르게 될 것이며, 사고의 위험으로부터 보호받게 될 것이다.

본 제품에 추가되는 시스템으로서 안전한 교통을 위해 설치된 각종 교통안전시설물을 가시거리와 연동하여 원격으로 운영하는 솔루션을 제공한다. 이 제품으로 인해 안개로 인한 교통사고의 상당 부분을 예방하여 사상자를 줄이고 직접적인 재산손실 및 사회간접비용을 절감할 수 있을 것이다.

□ 영종대교 기상상태별 속도 제한

속도 제한 표시					폐 쇄
	관심	주의	경계	심각	
강우	평상시	노면젖음	호우경보	호우(태풍)피해 발생(예상시)	
강설	평상시	2cm미만	2cm이상	-	10cm이상
강풍	평상시	14~20m/s	20~25m/s	-	25m/s이상
안개	평상시	250m이하	100m이하	50m이하	10m이하

(4) 현재 상황

최근 스테레오비전 기술은 로봇, 검사장비, 무인자동차 등의 분야에서 사용되고 있고, 기술의 완성도에서 대단한 발전을 이루었다. 안개에 의한 교통사고 예방을 위해 시정측정장비의 확대 설치가 중요한 이슈가 되면서 우리는 스테레오비전 기술을 시정측정에 적용하고자 시도하였고, 결과적으로 안개 상황에서 사람이 두 눈으로 판단한 원근 정보와 동등한 수준의 가시거리 정보를 영상장치를 이용하여 측정할 수 있게 되었다.

안전에 대한 사회의 관심은 지속적으로 증가하고 있다. 경찰청은 ‘안개 상습구간 도로교통 안전 관리 대책’의 일환으로 강우, 강설, 강무 등과 같은 기상악화 상황에서의 교통사고를 줄이기 위해 시정에 따른 최고속도 제한을 법제화하였고, 최고속도 제한을 위한 가변형 속도 표지판 설치를 위해 표지판규격을 제정하여 시행하고 있으나, 정작 최고속도를 제한하는 근거가 되는 시정측정장비에 대한 대책은 마련하지 못하고 있다. 이러한 시기에 본 제품이 기존의 시정계의 문제점을 해결한 유일한 대체 제품임을 증명한다면 정부 및 도로관리기관은 비용을 지불할 것이고 제품은 성공할 것이다.

□ 안개 상습구간 도로교통 안전관리 대책('15. 3 / 도로국 첨단도로환경과)

○ 주요 내용 :

- ① 안개 취약구간 지정
- ② 기존 CCTV 및 목측을 최대한 활용하고 주요 지점에는 시정계를 추가설치
- ③ 시정거리가 10m 미만인 경우 긴급통행제한 방안 검토

※ 도로교통법 시행규칙 제 19조 2항

비·안개·눈 등으로 인한 악천후 시에는 제1항에 불구하고 다음 각 호의 기준에 의하여 감속운행하여야 한다. 다만, 경찰청장 또는 지방경찰청장이 별표 6 I. 제1호타목에 따른 가변형 속도제한표지로 최고속도를 정한 경우에는 이에 따라야 하며, 가변형 속도제한표지로 정한 최고속도와 그 밖의 안전표지로 정한 최고속도가 다를 때에는 가변형 속도제한표지에 따라야 한다.

1. 최고속도의 100분의 20을 줄인 속도로 운행하여야 하는 경우

가. 비가 내려 노면이 젖어있는 경우

나. 눈이 20밀리미터 미만 쌓인 경우

2. 최고속도의 100분의 50을 줄인 속도로 운행하여야 하는 경우

가. 폭우·폭설·안개 등으로 가시거리가 100미터 이내인 경우

나. 노면이 얼어 붙은 경우

다. 눈이 20밀리미터 이상 쌓인 경우

(5) 시장 분석

우리나라는 도로체계에 의해 도로관리기관이 정해져 있다. 전국의 고속도로를 관리하는 한국도로공사, 국도를 관리하는 5개의 지방국토관리청, 지방도 및 시군도를 관리하는 지방자치단체가 우리의 주요 고객이다.

본 제품은 이와 같은 도로관리기관에게 판매하고, 도로관리기관은 교통사고예방을 위해 본 제품에서 생산되는 정보를 이용할 것이다.

전국적으로 수 많은 안개상습구간이 지정되어 있고 현재 추가 조사가 진행중에 있으나, 시정계가 설치된 곳은 거의 없고 대부분이 신규로 설치해야 하는 상태이다. 국내 시장으로만 보면 시장의 규모가 대형이라고 볼 수는 없으나 해외 시장도 국내 시장과 유사한 상황이어서 전 세계를 대상으로 보면 대형 시장이 준비되어 있는 상황이다.

□ 시정계 설치 현황 및 계획

○ 설치 현황 : 291대(2016년 기준 / 사업비 47억원)

구분	안개관측망 구축 사업			연도별 자동기상관측장비 첨단화 사업 (안개관측망 구축 2단계 병행)							계
	1차 (2009.6)	2차 (2010.2)	3차 (2010.11)	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	
설치 대수	25	25	26	29	30	25	22	56	23	30	291

○ 설치 계획 : 2025년까지 585대 구매 예정

※ 시정계 구매를 기상청에서 한국기상산업진흥원으로 위임하여 진행 중(2010년부터)

(6) 독창성

기존의 시정계는 육안관측에 의한 가시거리와는 구분되는 개념이다. 시정거리는 대기의 혼탁 정도를 거리 개념으로 표현한 것으로, 광학시정계는 특정한 광속을 발산하는 투광기가 대기중에 있는 먼지 등에 의해 산란되고 최초 광속의 5%로 감소되는 지점까지의 거리로 정의 되며, 광학시정거리로 표현된다. 이러한 광학시정거리는 목적에 의한 가시거리와는 일치하지 않는 것이 당연하다.

우리의 제품은 교통사고 예방을 위해 운전자의 입장에서 관측을 하고, 운전자가 판단하는 것과 같은 동질의 가시거리를 산출함으로써, 운전자가 측정된 시정정보를 기반으로 안전운전을 할 수 있도록 유도하는 목적으로 개발되었다.

본 개발 제품의 성능은 공인인증기관으로부터 받은 인증 및 국토교통부의 교통신기술 지정(제 48호)으로 입증되었고 이러한 우수성이 시장에 널리 알려지면 안전한 도로에 대한 도로이용자의 요구에 의해 자연스럽게 수요층이 확대될 것이다.

(7) 수익구조

본 제품은 도로관리기관에 직접 판매하거나 시공회사에게 판매하여 수익을 창출할 수 있다. 제품의 종류는 시정측정및모니터링시스템(이하 ‘영상시정시스템’), 원격제어및관리시스템(이하 ‘시설관리시스템’)으로 구분되며, 영상시정시스템의 예상 판매가격은 약 2천만원이고 시설관리시스템의 예상 판매가격은 6백만원이다. 부가적으로 제품을 직접 설치하는 경우 설치 비용에 대한 수익도 예상할 수 있다.

향후 시정연동형 교통안전시설물(안개대응 시선유도등, 가변속도제한표지판, 소형가변정보표지판 등)의 개발은 더 큰 사업모델이 될 수 있다.

현재 고속도로상에 안개가 발생하는 경우 한국도로공사의 고속도로순찰요원이 해당지역에 직접 출동하여 가시거리를 육안관측하는 방식으로 운영되고 있고, 그 외 도로에서는 일부 도로에 국한하여 시정계에서 측정된 자료에 의존하는 상황이다.

시장조사 결과 본 제품의 성공 여부를 결정하는 것은 도로관리기관 담당자들의 시정계 자체에 대한 부정적 인식을 해결하는 것으로 귀결된다. 이를 위해 우리는 본 사업과정에서 취득한 신기술 인증, 정확성 인증을 위한 공인시험기관의 인증과정 등을 적극 홍보하고 시범설치를 우선적으로 추진할 것이며, 시정계는 부정확하다는 인식을 하나씩 해결하는 과정에서 수익구조는 확장될 것이다.

구분	영상시정시스템	시설물 관리시스템	설치 및 유지보수	기타
도로교통부문	√	√	√	교통안전시설물
해상교통(연안)	√	x	√	Defog 기능
항공교통(공항)	√	x	√	Defog 기능

나. 사업화 추진

(1) 시장진입, 마케팅 및 판매전략

(가) 국내 계획

- 기존의 수요제품과 신제품의 특성 시험을 비교하여 공동 시험을 통해 판로를 개척
- 제품의 성능과 품질이 시정계보다 우위를 점할 수 있어 기존 시장에 쉽게 진입 가능 예상
- 장점을 홍보하고 신제품의 우수성을 입증하여 국내 딜러 및 유통망을 구성하거나 기존의 거래 영업망을 활용
- 국제 도로교통 박람회 참석(격년단위 진행중)
- 조달청의 우수 조달 물품 및 혁신 시제품 인증을 받아 제품의 신뢰성 확보
 - 조달청으로부터 제품의 신뢰성을 인정받아 한국도로공사 및 지방국토관리청에 판로 개척
 - 전국 안개 잦은 구간 및 안개 취약 구간을 중심으로 판매 전략 수립
- 개발 제품 전용 홍보 페이지를 제작하여 누구나 쉽게 제품의 정보를 습득할 수 있도록 할 예정

(나) 해외 계획

- 국내 시장에 대한 입지 및 실적 구축을 통한 해외 판로 개척
- 각종 해외박람회를 통한 지속적인 홍보와 마케팅 추진 예정
- 도입 니즈가 큰 국가들(북유럽) 대상으로 플랫폼 제안
- 해외시장의 경우 직접 수출 및 바이어를 통하여 고객의 요구에 부합하는 제품을 공급하도록 인터넷이나 전시회 등을 통해 홍보하고 직접 국외시장의 현지를 방문하여 개척하거나 전시회 참가 및 개최를 통해 해외 바이어와 연결을 시도
- 해외시장 발굴을 위한 정보수집 활동 계획
 - 구글에 키워드 검색 광고 등록을 통해 해외에서도 제품을 쉽게 검색 가능
 - 기존 해외시장에 기존 제품의 한계성을 고취 시키고 제품을 소개하여 더 많은 분야의 비즈니스 확장

(2) 양산 계획 및 방법

- 주관기관(공간정보기술(주))이 보유한 공장을 활용하여 양산 계획
- ISO9001 규격에 따른 품질인증 확보
- 검사 절차에 있어서 확실한 품질 확보를 위한 시스템 구축
- 판매된 제품에 문제 발생 시 사후관리 규정을 통해 신속한 대처를 위한 시스템 구축
- 부품선정 및 구매시스템 확보 : 최대의 성능 및 가격 경쟁력을 얻기 위한 최소 수량의 부품 선정
- 생산공정을 고려한 개발 : 조립이 가능하도록 모듈화하여 선정
- A/S를 고려한 개발 : 각 모듈의 분리 및 교체가 용이도록 설계

(3) 안개대응시스템(도로안전시설물 관리시스템과 연계) 사업화 계획

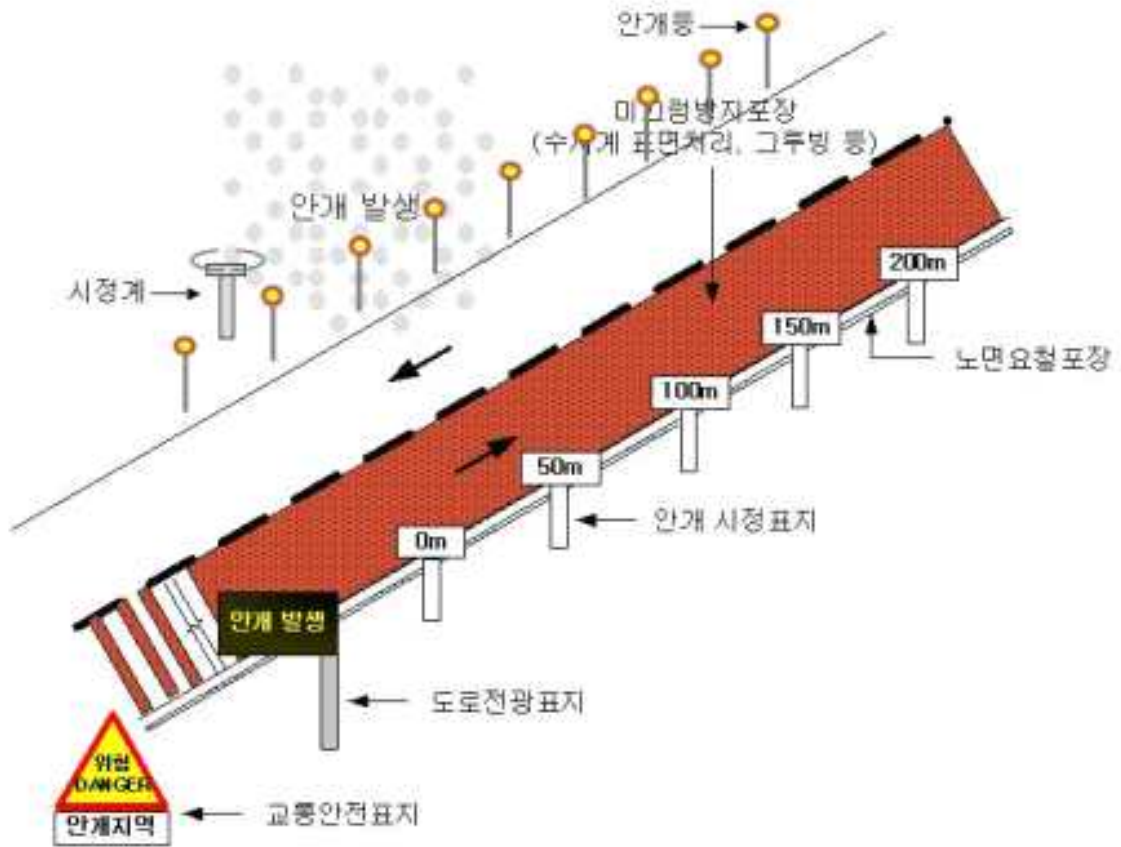
(가) 안개 잦은 도로 및 교량 현황

구 분	도로				교량			
	계	고속국도	일반국도	지자체 관리도로	계	고속국도	일반국도	지자체 관리도로
개소	329	49	121	159	385	207	83	95
연장(km)	1,573.6	586.1	497.8	489.7	173.5	65.9	44.8	62.9

※ 출처 : ‘안개 상습구간 도로교통 안전관리 대책’ / 2015 / 국토교통부

(나) 안개 관련 도로안전시설물 시장 규모

- 안개 지역에 설치되는 도로안전 시설물
 - 시정계
 - 안개등
 - 안개시정표지
 - 도로전광표지



※ 출처 : ‘도로안전시설 설치 및 관리 지침’ / 국토교통부

○ 시정계

- 안개구간 내 1대 이상 설치
- 안개는 시간에 따른 농도변화가 크고 위치에 따라서도 농도변화가 크기 때문에 설치위치 선정시 안개가 상대적으로 짙은 곳에 설치
 - ※ 출처 : ‘도로안전시설 설치 및 관리 지침’ / 국토교통부
- 시정계는 특정 지점에서의 가시거리를 측정하기 때문에 도로환경에 적합하지 않음.
- 본 연구개발 기술은 반경 1km에 대한 가시거리 측정이 가능하므로 모든 안개 짙은 도로에 설치 시 약 870대 필요 ($((1,573.6\text{km} + 173.5\text{km}) \div 2\text{km/대}) = 873.55\text{대}$)

○ 안개등

- 안개등은 시선유도시설과 같이 노측과 중앙분리대에 설치
 - ※ 출처 : ‘도로안전시설 설치 및 관리 지침’ / 국토교통부
- 안개등은 일반적으로 20m간격으로 도로 양방향 모두 설치
- 안개 짙은 구간 및 교량에 설치시 약 174,700대 필요
($((1,573.6\text{km} + 173.5\text{km}) \div 0.02\text{km/대} \times 2\text{대(양방향)}) = 174,700\text{대}$)

○ 도로전광표지

- 도로전광표지는 안개로 인한 급격한 시정의 감소 및 이로 인한 사고위험 등의 예고를 위하여 안개 지역의 진입 전에 설치하여 운전자에게 주의를 주는 역할
- 필요에 따라 안개지역의 구간 내에 도로전광표지를 추가 설치할 수 있음.
- 안개 가시거리에 따라 제한속도를 경찰청과 협의하여 표출할 수 있음.
 - ※ 출처 : ‘도로안전시설 설치 및 관리 지침’ / 국토교통부
- 일반적으로 약 2km간격으로 도로 양방향 모두 설치
- 안개 짙은 구간 및 교량에 설치시 약 1,747대 필요
($((1,573.6\text{km} + 173.5\text{km}) \div 2\text{km/대} \times 2\text{대(양방향)}) = 1,747\text{대}$)

(다) 사업화 계획

- 영상 시정계(연구개발 기술), 안개등, 도로전광표지, 통합 시스템(도로시설물 제어)를 한 개의 패키지로 구성
- 안개등 및 도로전광표지는 제작 전문업체와 MOU계약을 통하여 안개대응관련 통합 패키지의 시장 진입 예정
- 향후 안개등 및 도로전광표지도 자체 기술개발을 통하여 하나의 일원화된 솔루션을 한국 도로공사, 지방국토관리청을 대상으로 홍보 수행 예정

(4) 향후 계획

- ‘연구결과의 활용방안’에서 제시한 연구개발 기술은 가시거리 측정 이외에도 교통량 측정, 안개보정(Defog), 산불감지 등에 확장되어 활용할 수 있음.
- 가시거리 측정 이외에 다른 목적으로 활용하기 위해서는 추가 연구개발을 위한 시간과 예산 필요
- 본 연구과제 목적에 부합하는 ‘도로 환경에서의 안개’에 중점을 두고 지속적으로 사업화 진행
- 수요처에서의 의견들을 수집하여 향후 시스템 고도화의 방향 마련 예정

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.