



얼굴인식을 이용한 지능형 감시 시스템

Intelligent Surveillance System by using Face Recognition

National Institute for Mathematical Sciences
Eui Chul Lee

연구소개



- Eye image analysis
 - Eye tracking
 - Visual fatigue analysis

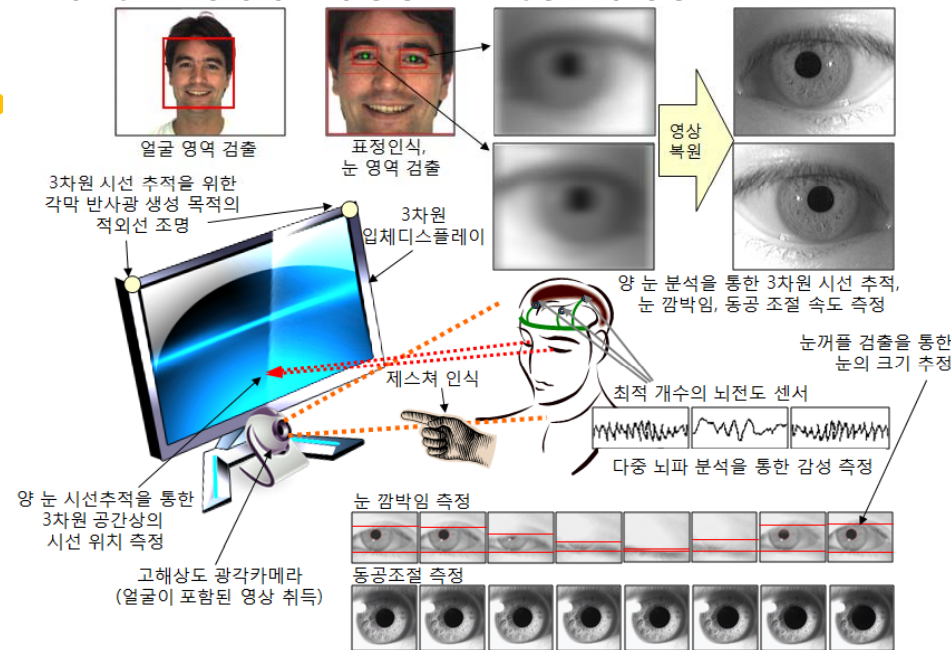


– Papers & Patents

- You Jin Ko, Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, "A Robust Gaze Detection Method by Compensating for Facial Movements Based on Corneal Specularities", Pattern Recognition Letters, Vol. 29, Issue 10, July 2008.(SCIE)
- Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, "A Robust Eye Gaze Tracking Method based on a Virtual Eyeball Model", Machine Vision and Applications, Vol. 20, Issue 5, pp. 319-337, July, 2009. (SCIE)
- Eui Chul Lee, You Jin Ko, Kang Ryoung Park, "Gaze Detection Based on AAM and multiple SVR on Mobile Device", Optical Engineering, Vol. 48, No. 7, July 2009. (SCI)
- Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, Mincheol Whang, Kyung Ha Min, "Measuring the Degree of Eyestrain caused by watching LCD and PDP Devices", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 39, Issue 5, pp. 798-806, September, 2009. (SCI &SSCI)
- Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, "Measuring Eyestrain on LCD TV According to Adjustment Factors of Image", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 55, Issue 3, pp. 1447-1452, Aug. 2009. (SCI)
- Eui Chul Lee, Simong Lee, Chee Sun Won, Kang Ryoung Park, "Minimizing Eyestrain on LCD TV Based on Edge Difference and Scene Change", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 55, Issue 4, Nov. 2009. (SCI)
- Cheol Woo Cho, Ji Woo Lee, Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, "A Robust Gaze Tracking Method by Using Frontal Viewing and Eye Tracking Cameras", Optical Engineering, Vol. 48, No. 12, 127202, Dec. 2009. (SCI)
- "Method and Apparatus for Tracking Gaze Position", 미국 특허 출원중(출원 번호 : 11/91813, 출원일 : 2007.12.06, Publication date : 2008.06.12)
- "시선 위치 추적 방법 및 그 장치[System and Method for Tracking Gaze]", 국내 특허 등록(등록 번호 : 10-0850357-00-00, 등록일 : 2008년 7월 29일)
- "눈 영상을 통해 판단한 사용자 상태에 반응하는 게임기 및 그의 게임 제공 방법 (Game apparatus for interacting according to user's status determined by eye image and method for providing game)", 국내특허출원중 (출원번호 : 10-2009-0093376, 출원일 : 2009.09.30)
- "얼굴 및 눈 위치 추적을 통한 IPTV 화면 인터페이스 조작 방법(METHOD FOR CONTROLLING IPTV INTERFACE BASED ON TRACKING OF FACE AND EYE POSITIONS)", 국내특허출원중(출원번호 : 10-2009-0132792, 출원일 : 2009년 12월 29일)
- "IPTV 시스템에서 시선 추적 장치 및 방법 (Apparatus and method for eyetracking in IPTV system)", 국내특허출원중(출원번호 : 10-2009-0095857, 출원일 : 2009년 10월 8일)
- "단일 카메라와 단일 조명을 이용한 비 착용형 시선 추적 장치 및 방법", 국내특허출원중(출원번호: 2010-0067480, 출원일: 2010년 7월 13일)

연구소개

• BCI based Multimodal user interface

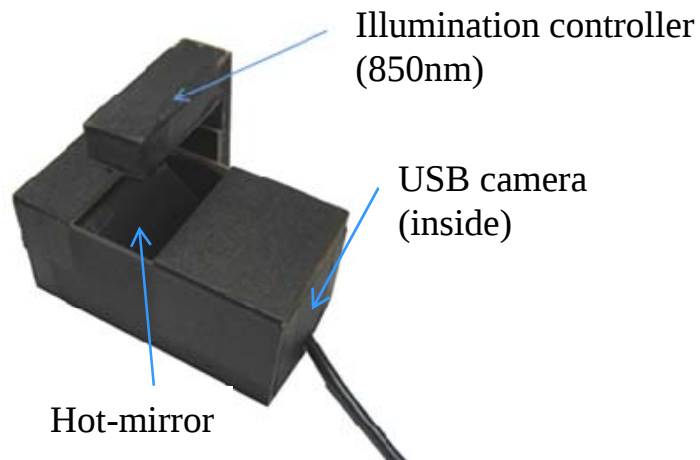


– Papers & patents

- Eui Chul Lee, Jin Chul Woo, Min Cheol Whang, Kang Ryoung Park, "A Brain-Computer Interface Method Combined with Eye Tracking for 3-D Interaction", Journal of Neuroscience Methods, Vol. 190, Issue 2, pp. 289~298, July 2010.
- "시선 위치 추적 기반의 융합형 3차원 인간-컴퓨터 상호작용 장치 및 방법", 국내특허출원중

연구소개

• Finger-vein recognition



Finger Vein Recognition System

지정맥 인식 시스템

동국대학교 전자공학과
Computer Graphics & Computer Vision Laboratory

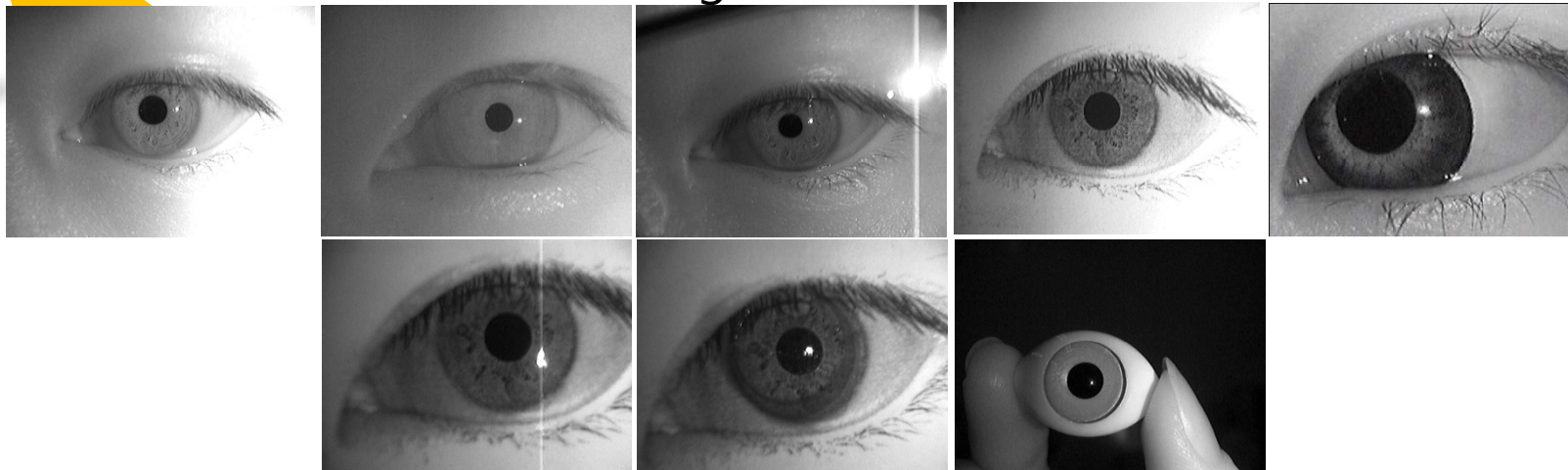
– Papers & Patents

- Eui Chul Lee, Hyeon Chang Lee, Kang Ryoung Park, "Finger Vein Recognition by Using Minutia Based Alignment and LBP Based Feature Extraction", International Journal of Imaging Systems and Technology, Vol. 19, pp. 179-186, September, 2009. (SCIE)
- Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, "A Restoration Method for Blurred Finger Vein Image caused by Skin Scattering", IET Electronics Letter, Vol. 45, Issue 21, pp. 1074-1076, Oct. 2009. (SCI)
- Hyeon Chang Lee, Byung Jun Kang, Eui Chul Lee, and Kang Ryoung Park, "Finger Vein Recognition Using Weighted Local Binary Pattern Code Based on a Support Vector Machine", Journal of Zhejiang University - Science C (JZUS-C), Vol. 11, No. 7, pp. 514-524, July 2010. (SCIE)
- "피부의 산란에 의해 흐려진 적외선 정맥 영상 복원 방법 {A method for restoring infrared vein image blurred by skin scattering}", 국내특허 등록 (등록번호 : 1009202510000, 등록일 : 2009.9.28)
- "비 접촉식 지정맥 인식을 위한 특징 추출 방법{The feature extraction method for finger vein recognition}", 국내 특허 출원중
- "비 접촉식 지정맥 영상 입력 장치{Capturing device for touchless finger-vein image}", 국내 특허 출원중
- "적외선 반사(가시광선 투과) 거울을 이용한 진피 지문 및 지정맥 취득 장치 {Apparatus for capturing finger vein and subsurface fingerprint by using hot mirror}", 국내 특허 출원중
- "지정맥을 인식을 이용한 바이오 인식 방법 {Method for capturing bio-metrics information using finger-vein recognition}", 국내 특허 출원중 (출원번호 : 10-2008-0076977, 출원일 : 2008.08.06)
- "비 접촉식 손가락 정맥 영상 취득 장치 및 이를 갖는 휴대용 모바일 기기 {Device for capturing touchless fingervein image}", 국내특허 출원중 (출원번호 : 10-2009-0042007, 출원일 : 2009.05.14)

연구소개

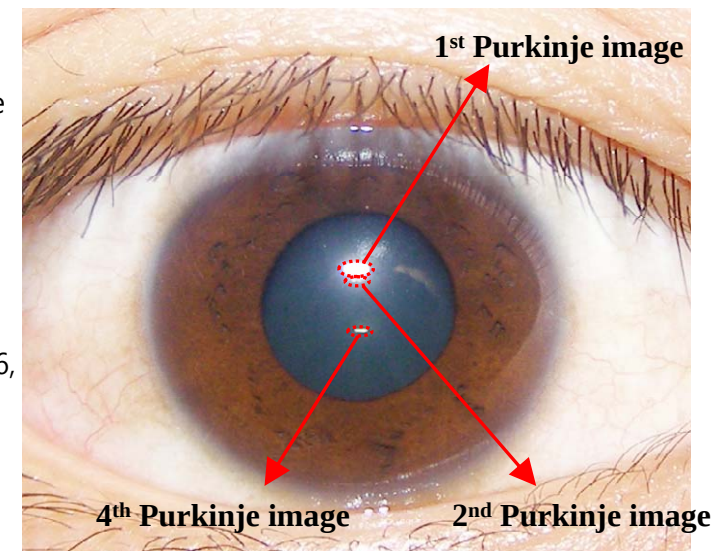


- Fake iris detection for iris recognition



– Papers & Patents

- Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, Jaihie Kim, "Fake Iris Detection By Using the Purkinje Image", Lecture Notes in Computer Science (ICB'06), Vol. 3832, pp.397~403, January 5-7, 2006.(SCIE)
- Eui Chul Lee, You Jin Ko, Kang Ryoung Park, "Fake iris detection method using Purkinje images based on gaze position", Optical Engineering, Vol. 27, No. 6, June 2008.(SCI)
- Eui Chul Lee, Kang Ryoung Park, "Fake Iris Detection based on Three Dimensional Structure of Iris Pattern", International Journal of Imaging Systems and Technology, Vol. 20, Issue 2, pp. 162-166, May, 2010. (SCIE)
- "가시광선을 이용한 모조홍채 판별방법 (Method for Detecting Counterfeit Iris using Visible Light)", 국내 특허 등록



미궁에 빠질 뻔한 사건들을 해결하는 결정적인 증거 CCTV



노래방 도우미 배모(45)씨

- ① 2006년 12월 13일(군포시 금정역)
- ① 화성시 비봉IC 인근 야산

노래방 도우미 박모(36)씨

- ② 2006년 12월 24일(수원시 화서시장)
- ② 안산시 사사동 야산

회사원 박모(52)씨

- ③ 2007년 1월 3일(화성시 신남동 버스정류장)
- ③ 화성시 삼화리 야산

노래방 도우미 김모(37)씨

- ④ 2007년 1월 6일 (안양시 관양동 노래방에서 같이 나감)
- ④ 화성시 고모리 야산

여대생 연모(20)씨

- ⑤ 2007년 1월 7일(수원시 금곡동 버스정류장)
- ⑤ 수원시 호매실동 황구지천 인근 야산

주부 김모(48)씨

- ⑥ 2008년 11월 9일 (수원시 입북동 버스정류장)
- ⑥ 안산시 성포공원 인근 야산

여대생 안모(21)씨

- ⑦ 2008년 12월 19일 (군포보건소 인근 버스정류장)
- ⑦ 화성시 매송면 원리 논두렁



지능형 감시시스템

집에서 버스시간·아이 귀갓길 확인해요

은평뉴타운 `생활형 유비쿼터스` 30일 첫선

은평 뉴타운 U-city 특징과 서비스 내용			
▶ 지능형 방법 및 주·정차 단속 CCTV ■ 방법 및 주·정차 단속 CCTV ■ 센터에서 원격 감시 ▶ U-위치확인 서비스 ■ 장애인, 치매노인 등 위치 정보 제공 ■ 정보이용료 무료	방법 안전	환경	▶ U-Green 서비스 ■ 수질·수위 정보 ■ 이산화질소 등 대기질 정보 ▶ 첨단 복합가로등 ■ LED, 무선인터넷 및 음향방송 ■ U-서비스 체험공간
▶ 미디어보드 ■ 뉴타운 지도 및 생활편의 콘텐츠 ■ 총 7개 설치 ▶ U-어린이행복놀이터 ■ 에너지 절약 몸소 체험 ■ Smart 놀이대 등	생활 복지	문화 테마	▶ U-Home 정보 제공 ■ 버스·기상·환경·아리수 정보 ■ 인터넷 접속 없이 24시간 조회 ▶ U-웹포털 서비스 ■ 전자도서관 ■ 상가, 웹 지도 등 생활편의 정보



매일경제 2010.05.24



연구목적

얼굴인식을 이용한 지능형 감시 시스템



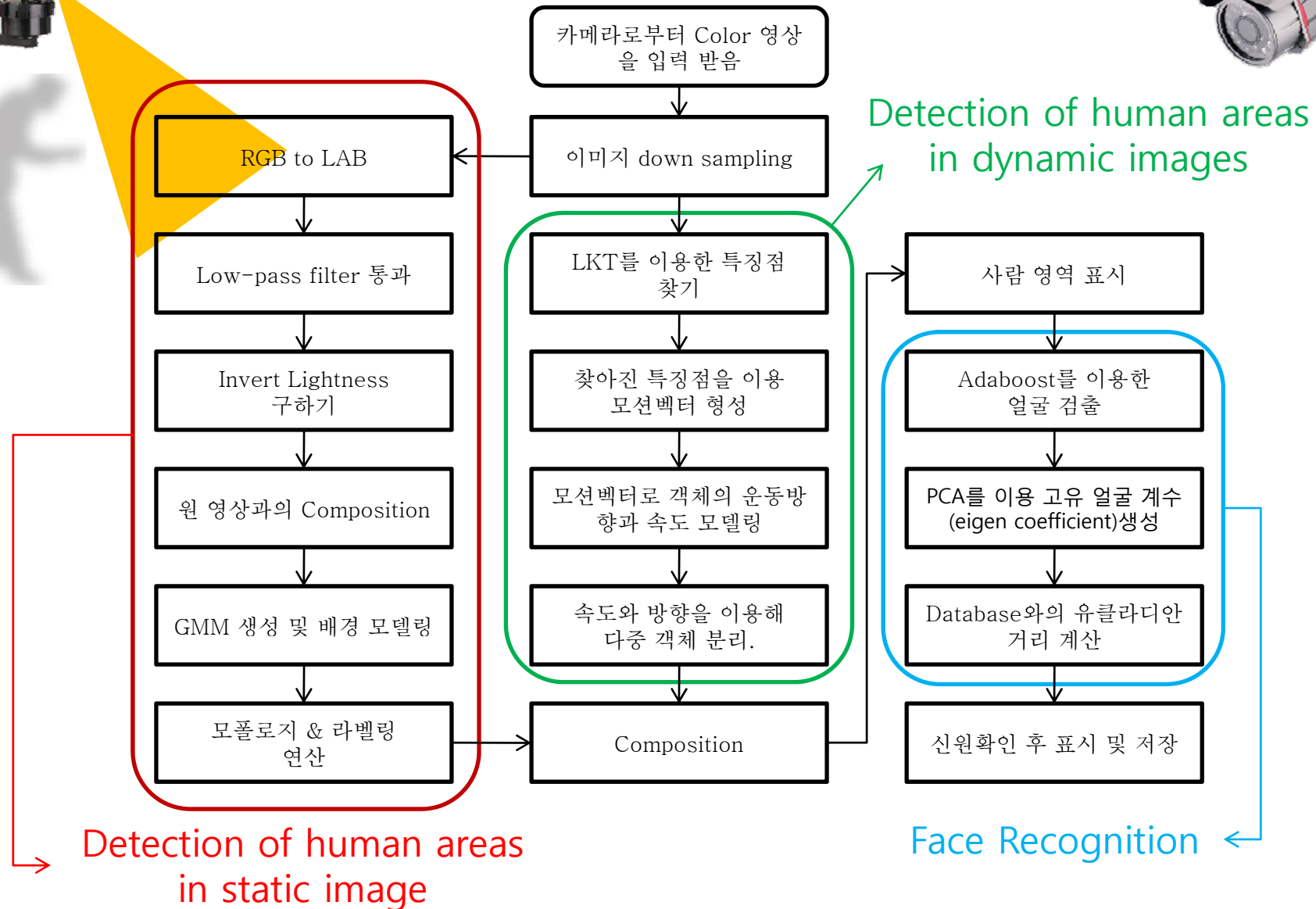
연구목적



본 연구에서 개발한 기술

- 여러 환경 변화에 강인한 Object 추적 기술
- 주변 조명 환경 변화에 의한 영향 최소화
 - 빛에 의한 노이즈 최소화
 - 그림자 영역 제거
- 다수의 사람 추적 시 사람간 겹침 현상 제거
- 원거리 얼굴인식

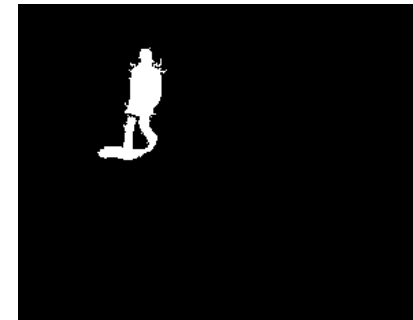
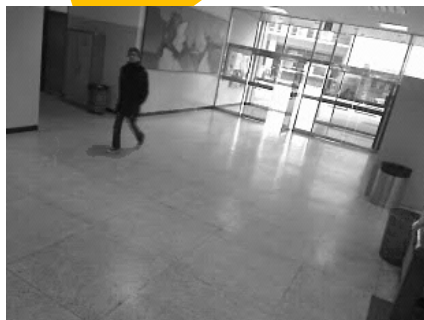
Overview



A basic concept of object tracking



- 기본 개념



입력 영상 - 저장해 놓은 배경 영상 = 객체(object)

- 문제점
 - 시간의 경과 혹은 기타 요인으로 배경이 변할 수 있다.
- 배경 모델링이 필요

Gaussian mixture model

- 배경 모델링
 - 배경을 확률밀도함수로 가정[1]
 - 대표적인 확률 모델인 Gaussian 확률 모델로 모델링.
 - 영상의 Pixel 수 만큼 여러 개의 Gaussian 확률 모델을 생성.
(Gaussian Mixture Model)

The distribution of a random variable $Y \in R^d$ is a mixture of k Gaussians

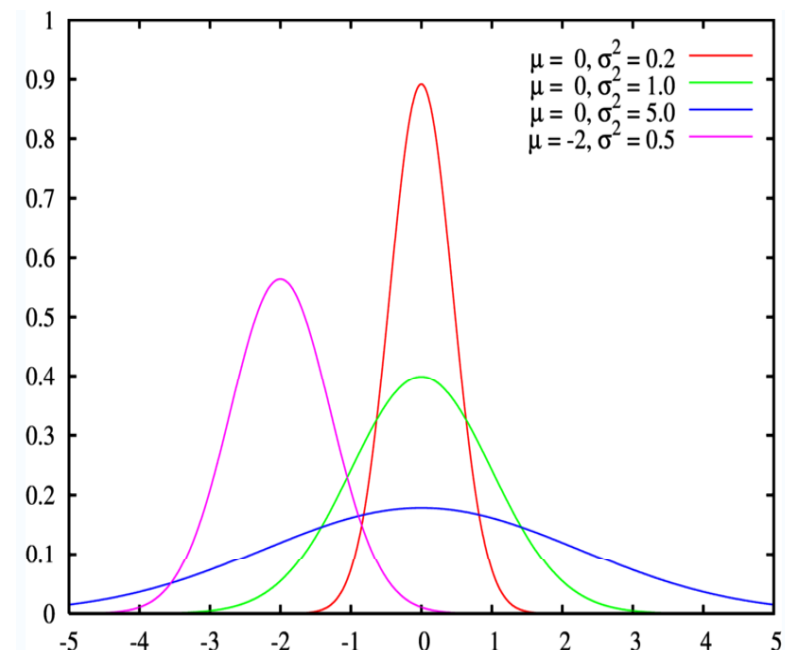
$$f(Y=y|\theta) = \sum_{j=1}^k \alpha_j \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^d |\Sigma_j|}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(y - \mu_j)^T \Sigma_j^{-1} (y - \mu_j)\right\}$$

such that $\theta = \{\alpha_j, \mu_j, \Sigma_j\}_{j=1}^k$ consists of :

- $\alpha_j > 0 \quad j = 1, \dots, k \quad \sum_{j=1}^k \alpha_j = 1$
- $\mu_j \in R^d$ and Σ_j is a $d \times d$ positive definite matrix $j = 1, \dots, k$

Likelihood of $y_1, \dots, y_n$:

$$f(y_1, \dots, y_n|\theta) = \prod_{t=1}^n \sum_{j=1}^k \alpha_j f(y_t|\mu_j, \Sigma_j)$$



Gaussian mixture model

- 문제점

- GMM을 이용한 Object tracking은 주변 조명 환경에 많은 영향을 받음

- (1) 빛에 의한 noise가 생김

- (2) 그림자를 background가 아닌 foreground로 판단

- (3) 주변 조명이 갑자기 변하면 tracking 불가



(1)



(2)

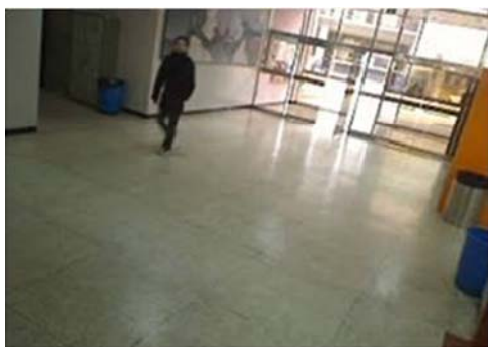


(3)

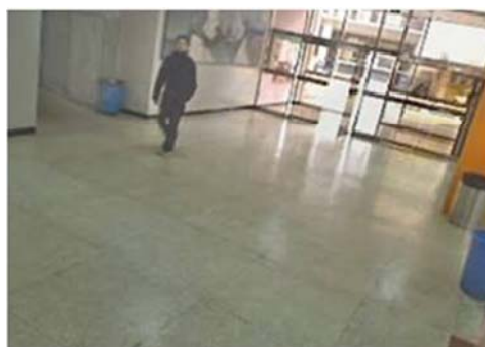
Illumination normalization



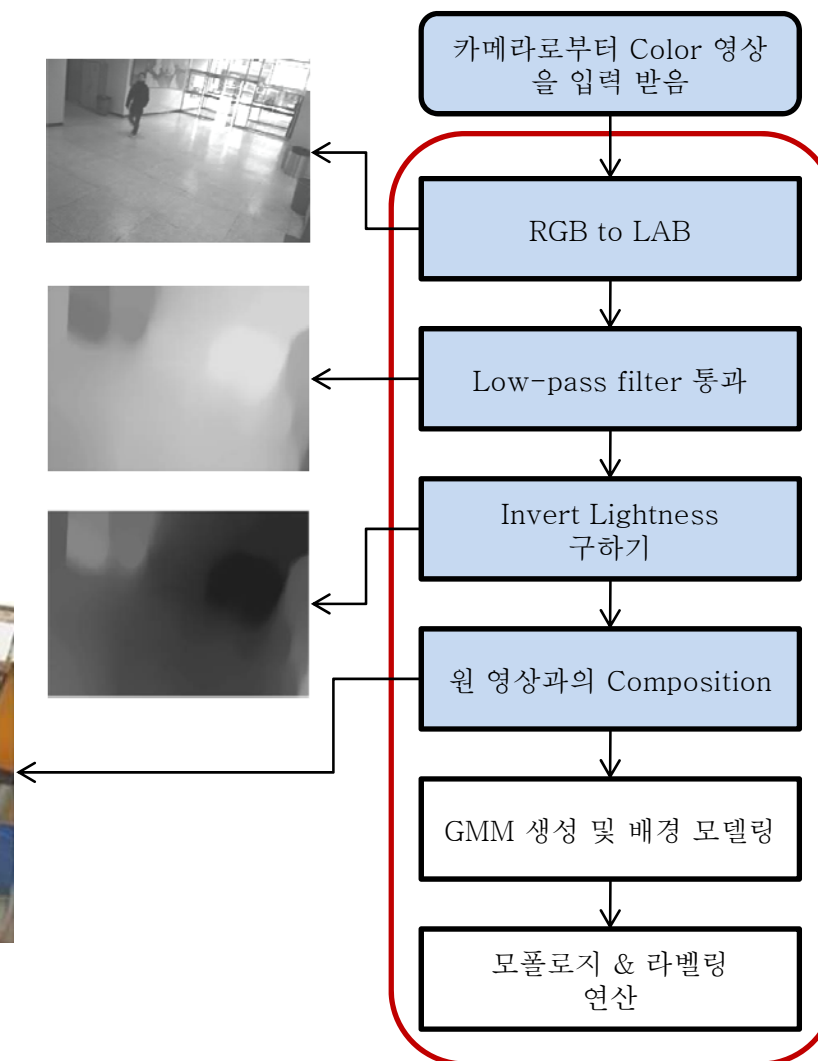
- 조명 정규화 알고리즘이 필요
 - 영상의 조명을 모델링
 - RGB를 LAB 영역으로 변환
 - L (Lightness) 영역을 Low-pass 필터에 통과 시켜 조명 모델링
 - 역 조명을 구한 후 원래 영상과 합성



Original image

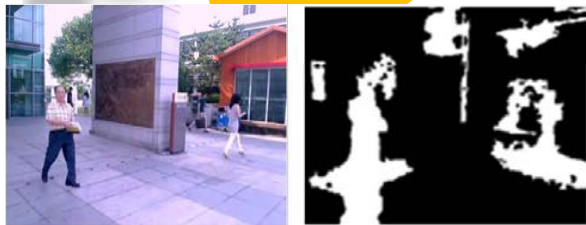


Result image



Illumination normalization

- 조명 정규화 적용 모습



(1)



(2)



(3)



카메라로부터 Color 영상을 입력 받음

RGB to LAB

Low-pass filter 통과

Invert Lightness
구하기

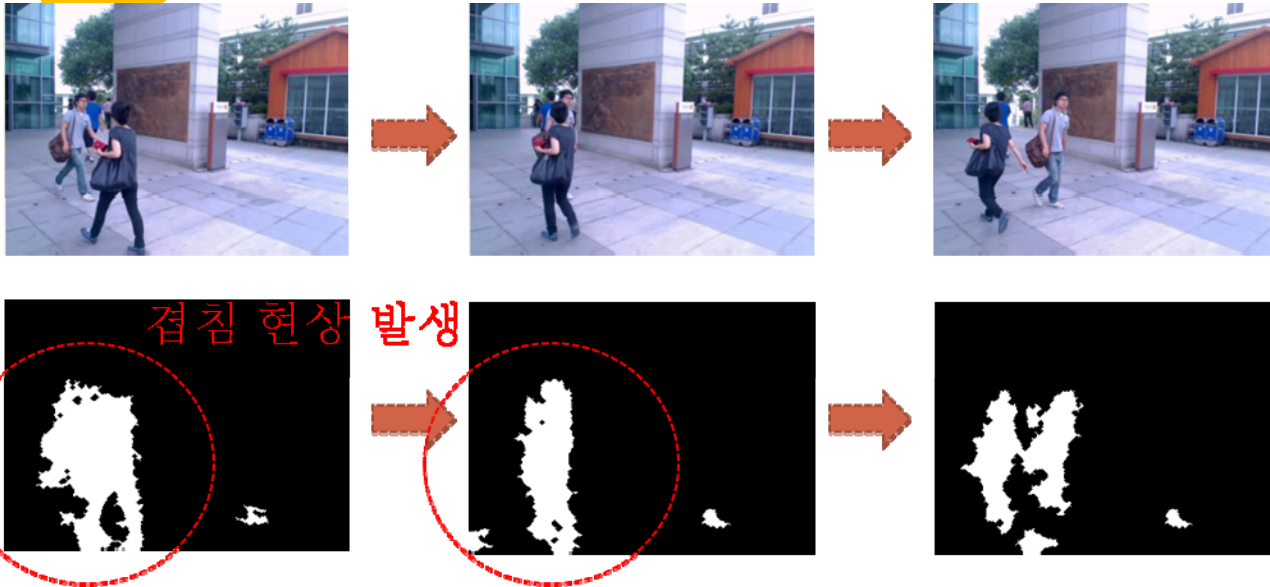
원 영상과의 Composition

GMM 생성 및 배경 모델링

모폴로지 & 라벨링
연산

Occlusion problem

- 다수의 Object를 추적할 시 필연적인 겹침 현상 발생



- 겹침 현상(Occlusion)을 해결하기 위한
GMM + LKT 방법제안

Lucas-Kanade-Tomasi method



- Feature tracking method[2][3]
 - LKT feature tracker

$$J(x) = I(x - d) - \eta(x) \quad \text{템플릿 업데이트}$$

$$\varepsilon = \sum_{j \in W} (I(x_j - d) - j(x_j))^2 \quad \text{Error minimization}$$

특징점 추출



모션벡터 생성



카메라로부터 Color 영상을 입력 받음

LKT를 이용한 특징점 찾기

찾아진 특징점을 이용
모션벡터 형성

모션벡터로 객체의 운동방
향과 속도 모델링

속도와 방향을 이용해
다중 객체 분리.

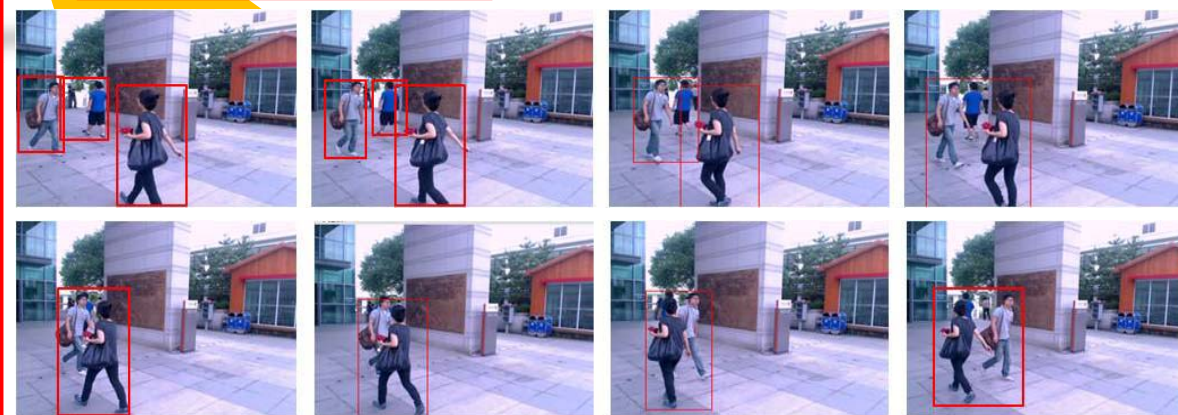
[2] B.D. Lucas, and T. Kanade, "An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision," In Proc. of International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 674-679, 1981.

[3] C. Tomasi, and T. Kanade, "Detection and Tracking of Point Features," Technical Report CMU-CS-91-132, Carnegie Mellon University, April 1991.

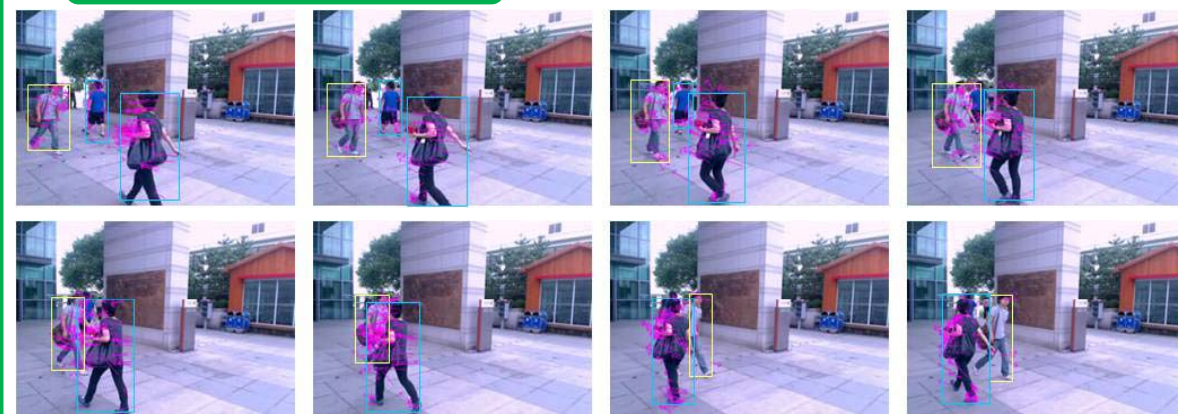
Composition



GMM



GMM + LKT



조명 정규화

GMM 생성 및 배경 모델링

모션벡터로 객체의 운동방
향과 속도 모델링

속도와 방향을 이용해
다중 객체 분리.

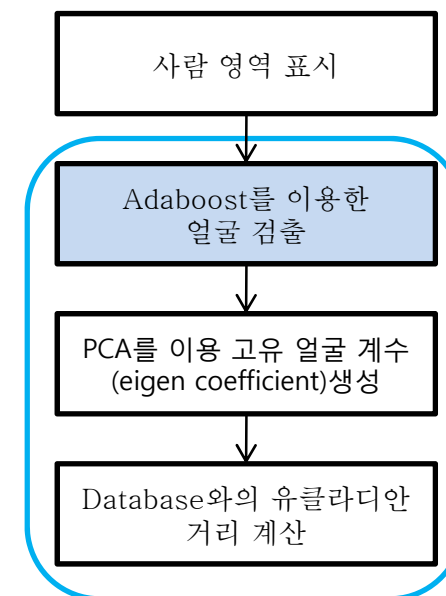
Composition

사람 영역 표시

Face detection



- 얼굴 검출 및 얼굴 등록
 - Adaboost method



얼굴 등록
Database 구축

DATABASE

Face recognition

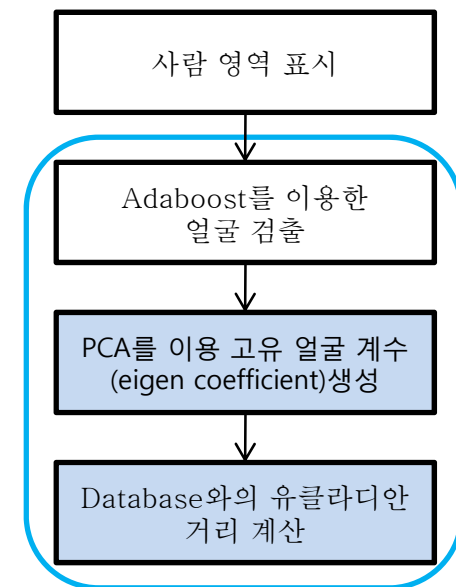


- PCA 기반 Eigenfaces [4][5]



- Euclidean distance 계산

- 추출한 고유벡터의 계수와 미리 등록된 고유벡터 간 거리 계산



[4] Songyi Han et al., "Face Recognition Based on Near-Infrared Light using Mobile Phone", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4432, pp. 440-448, 2007, Best Young Researcher Paper Award

[5] 한송이, 강병준, 박강령, 박소영, "휴대폰 환경에서의 근적외선 얼굴 및 홍채 다중 인식 연구", 대한전자공학회 논문지, 제 45권, CI편 제 2호, pp.1-9, 2008년 3월

Experimental results



Conditions Sequence Index	Indoor / Outdoor	Place	Weather	The moving direction of human	The number of images	The number of images in which face are detected	Z distance
S1	Indoor	Lobby		Omni-direction	1095		Far distance
S2	Outdoor	Directional street	Sunny	Left or right	1335		
S3	Outdoor	Campus yard	Cloudy	Omni-direction	1440		
S4	Outdoor	Campus yard	Partly cloudy	Omni-direction	1680		
S5	Indoor	Front of door		Toward (Frontal faces)	535	58	Closer distance
S6	Indoor	Corridor		Omni-direction (Various viewing faces)	655	69	
S7	Outdoor	Campus yard	Cloudy	Toward (Frontal faces)	1175	140	
S8	Outdoor	Campus yard	Cloudy	Omni-direction (Various viewing faces)	831	134	



Tracking 평균 정확도 : 91.4%

Experimental results

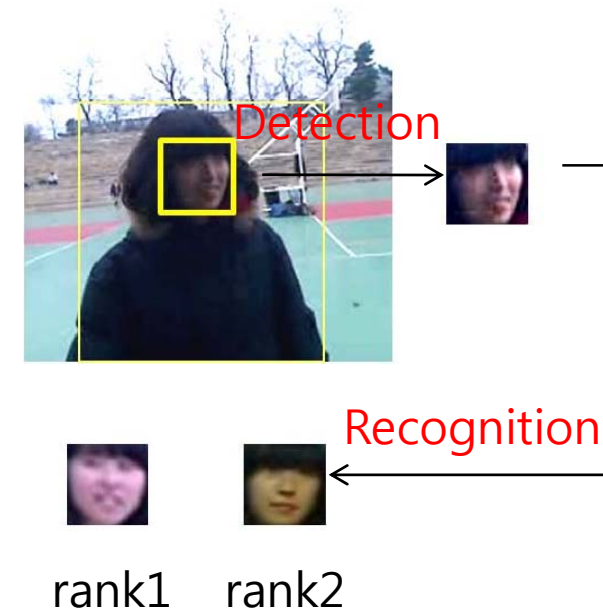


Face detection rate (%)		Face recognition rate (%)			
Frontal face		Rank 1	~ Rank 3	~ Rank 5	~ Rank 7
93.1		74.07	94.44	100	100

Face detection rate (%)		Face recognition rate (%)			
Frontal face	Side face	Rank 1	~ Rank 3	~ Rank 5	~ Rank 7
94.74	54.00	57.78	68.89	84.44	100
65.22					

Face detection rate (%)		Face recognition rate (%)			
Frontal face		Rank 1	~ Rank 3	~ Rank 5	~ Rank 7
90		82.54	95.24	100	100

Face detection rate (%)		Face recognition rate (%)			
Frontal face	Side face	Rank 1	~ Rank 3	~ Rank 5	~ Rank 7
92	50.46	73.08	91.03	100	100
58.21					

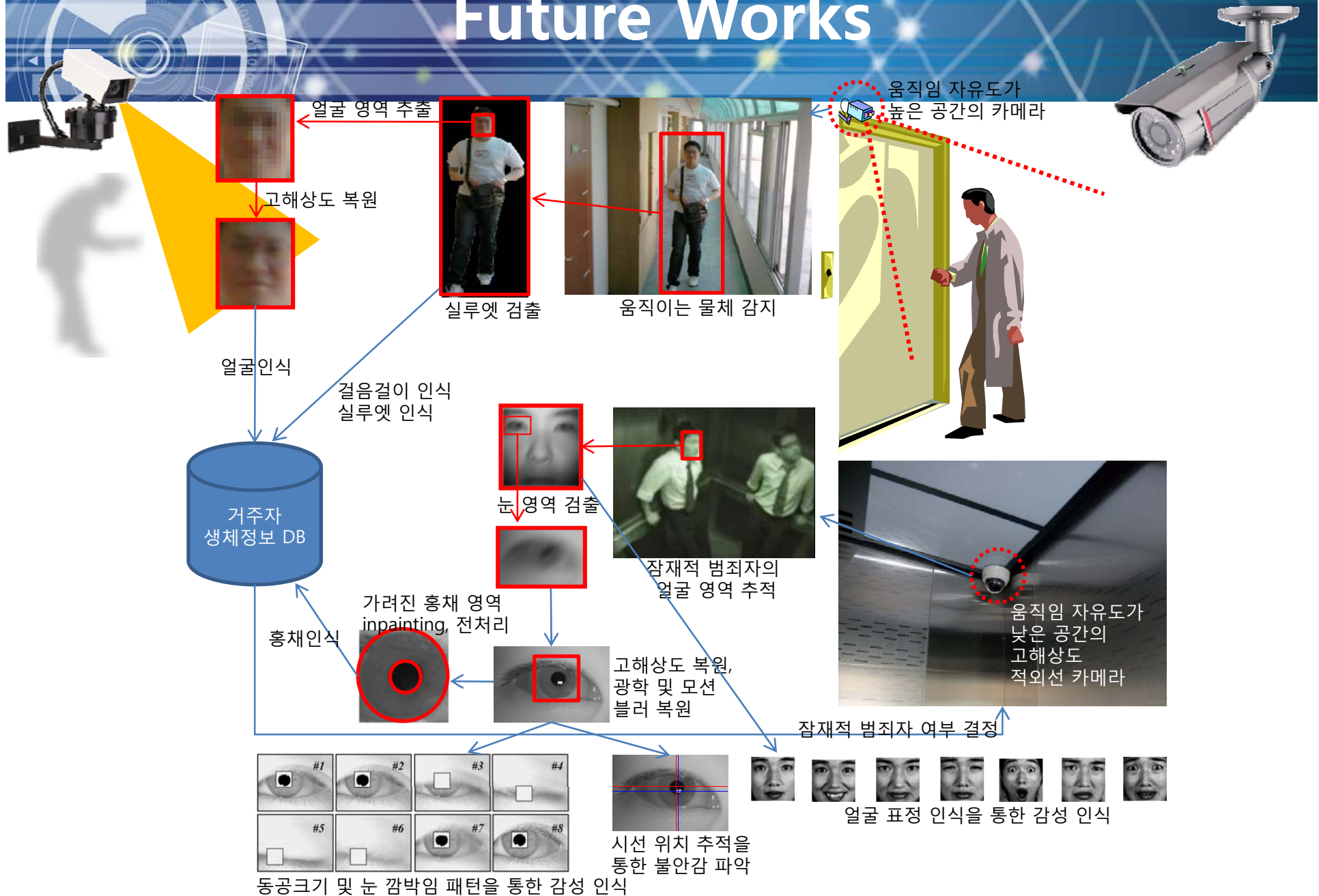


정면 얼굴일 경우의 경우 얼굴 검출 및 인식의 성능이 높으나, 측면일 경우 얼굴 검출 성능이 상대적으로 떨어짐

Papers

- "지능형 다중 객체 추적 연구," 2009 신호처리합동학술대회, 2009년 9월 26일, 부산대학교
- "Intelligent Surveillance System Based on Face Recognition", Optical Engineering, Submitted.

Future Works



Future Works (Cont.)



주거환경
차세대 보
안 시스템

대테러 사
전 예방

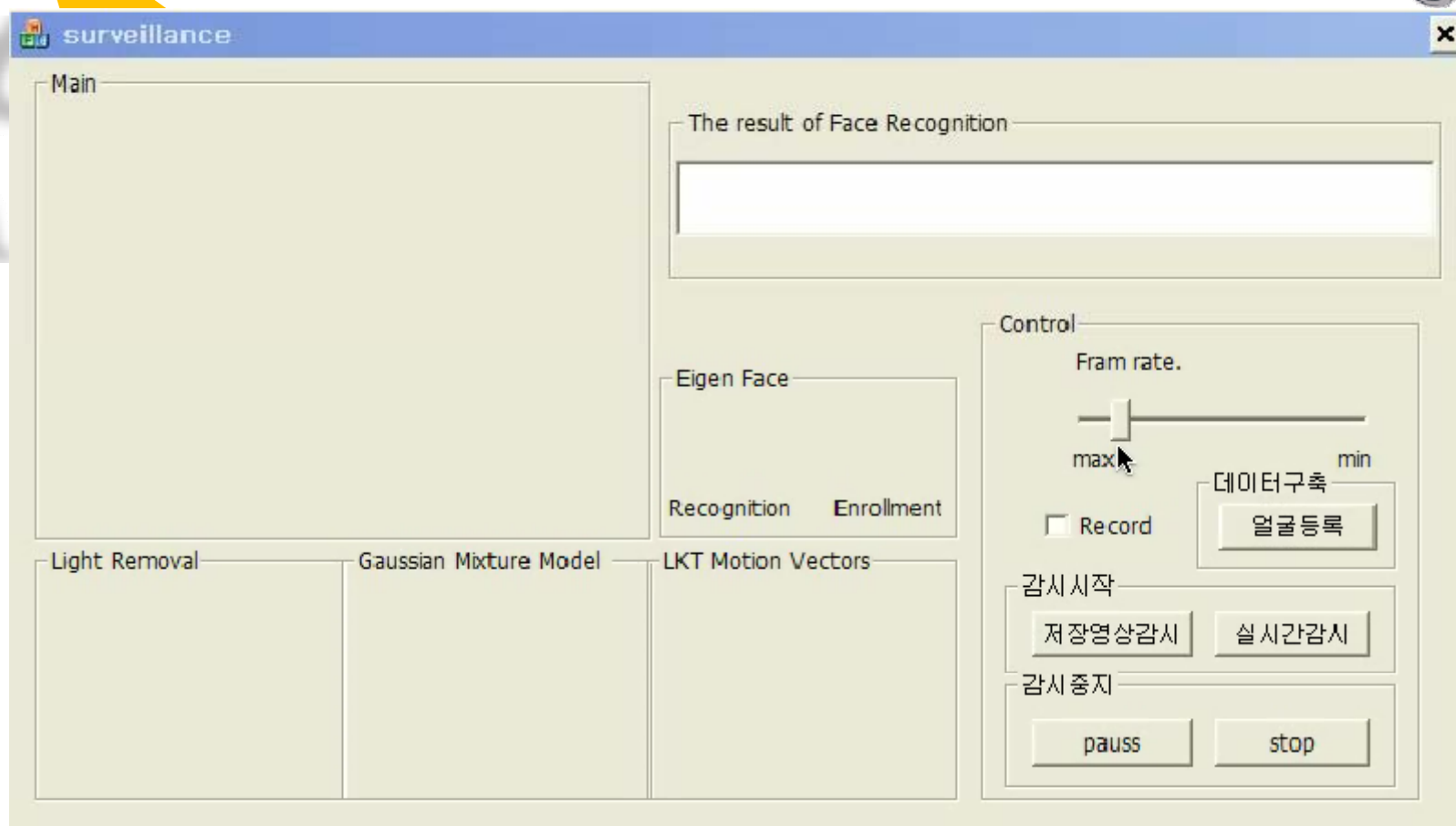
수리적
영상처리기반
보안 상황인지
시스템

은행 등 공
공시설 범
죄 예방

지능화된
차세대 주
차장 감시

차세대 보
안용 DVR
시스템

Demo





감사합니다