

노인 가정 감시용 인터넷 기반
지능형 영상 시스템

연세대학교 대학원

의 과 학 과

유 영 일

노인 가정 감시용 인터넷 기반
지능형 영상 시스템

지도 김 희 중 교수

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2004년 06월 18일

연세대학교 대학원

의 과 학 과

유 영 일

유영일의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

연세대학교 대학원

2004년 06월 18일

감사의 글

세월이 유수 같다는 말이 지난 2년처럼 실감 났던 적이 없었던 것 같습니다. 굉장한 각오와 다짐을 갖고 대학원에 입학한 것이 불과 얼마 전 일인 듯한데 벌써 마쳐야 할 때라고 하니, 지난 시간 더 열심히 치열하게 생활하짐 못한 아쉬움이 못내 남습니다. 부족함이 많은 저에게 도움을 주신 많은 분들 덕분에 이렇게 석사과정을 마칠 수 있었던 것에 감사 하며 짧게나마 글로라도 마음을 전하려 합니다.

본 논문이 완성되기까지 부족한 저에게 세심한 배려와 깊은 관심으로 이끌어 주신 유선국 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 김희중 지도 교수님과 오병훈 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

연구실 살림을 열심히 하고, 바쁜 와중에도 저에게 도움을 많이 준 동근 선배에게 감사드립니다. 입학해서 2년 동안 즐겁게 생활한 최 준에게도 감사의 마음을 전합니다. 늦게 까지 공부하고, 집에 갈 때 편히 갈수 있도록 집까지 승용차로 대려다 준 계동 선배에게도 감사의 마음을 전하고, 김경하 박사님, 김성림 박사님, 병수, 호현, 진호, 하영, 충기에게도 감사의 마음을 전하며, 저와 같이 졸업하게 되는 선희에게도 고마운 마음을 전합니다.

오늘이 있기 까지 저를 믿고 끝없는 보살핌으로 이끌어 주신 부모님과 가족들에게 기쁨으로 감사의 마음을 전합니다.

2004. 06

저자 씀

차례

그림 및 표 차례	i
수식 차례	vi
국문 용약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	5
1. 재료	5
가. 노인(사람)검출과 자세 분석	5
나. 모델링	7
다. 컴퓨터 색 표현 이론	9
(1). RGB(Red, Green, Blue)	9
(2). HSI(Hue, Saturation, Intensity)	9
(3). YCbCr(Luminance, Chrominance)	10
라. 노이즈 제거를 위한 영상처리	10
마. 자세 분석	12
(1). 라벨링	13
(2). 부위 추적	13
(3). 모양 정보 획득	14
(4). 사람의 자세모양 정합	14
바. PDA&네트워크 전송	14
2. 방법	14
가. 컴퓨터 색 표현	15
나. 노이즈 제거를 위한 영상처리 알고리즘	17
다. 자세 분석 알고리즘	21
(1). 라벨링	25

(2). 부위 추적	25
(3). 모양 정보 획득	29
(4). 사람의 자세모양 정합	32
III. 결과	38
1. 실험 설정	38
2. 결과 분석	40
IV. 고찰	43
V. 결론	45
참고문헌	46
영문요약	48

그림차례

그림 1. 부위와 블로브로 구성된 이미지	5
그림 2. 정지한 사람과 사람을 추출한 영상	7
그림 3. PD&A의 4가지 방법 개관	13
그림 4. PD&A의 전체적인 흐름도	15
그림 5. 컬러 차이 영상 필터링과 처리시간	19
그림 6. 카메라에서 입력되는 영상에서 노인 추출하기	20
그림 7. 그림 6 (a)과 그림 (b)의 차이영상 결과	21
그림 8. σ 값 변환에 대한 가우시안 그래프	22
그림 9. 가우시안 스무딩 필터를 거친후의 결과	23
그림 10. 가우시안 필터 감마값 설정과, 존재 유무 에 의한히스토그램-스펙시피케이션 변화	24
그림 11. 이진영상에서 트레쉬홀드를 변환 하여 설정 한 값	25
그림 12. PD&A의 자세 분석 알고리즘	26
그림 13. 정지 상태에서 사물 검출 하는 동안의 문제점을 부위 스플리팅에 의해 해결함	28
그림 14. 머리, 몸통 설정 방법	30
그림 15. 머리부분, 몸통 부분 검출과 부위 설정	32
그림 16. 영상 노멀라이제이션	33
그림 17. 모양 분류	34
그림 18. 스칼라 곱에 의해 자세 판별 과정	35
그림 19. 앉아 있는 모습 판별	36
그림 20. 구부러져 쓰러진 경우	37

그림 21. 사람의 자세모양 정합 결과	37
그림 22. 노인 검출, 판별, PDA 전송	38
그림 23. 감시 카메라가 설치된 방안 배경	39
그림 24. 캡처되어 저장된 영상 결과	40
그림 25. 일주일 동안 감시후 노인 환자의 자세 분석 결과	42

표 차례

표 1. 일주일 동안 일정한 시간 간격으로 자세 분석 후저장된 영상 결과	41
--	----

수식 차례

I.1. 파라미터 모델 영역 설정	7
I.2. 이미지 필터	11
I.3. 영상 픽셀 변환값 변환 함수	11
I.4. 픽셀 절대값 차이영상	12
I.5. 파일 전송률	14
II.6. NTSC 그레이 스케일	17
II.7. 유클리디안 놈	17
II.8. Simple Average	18
II.9. 휘도(Y)	18
II.10. 에로션	22
II.11. 가우시안 스무딩 필터	22
II.12. 콘트라스트 스트레칭	23
II.13. 딜레이션	24
II.14. 부위 매칭 계수	27
II.15. 스칼라 곱	36

국문요약

노인 가정 감시용 인터넷 기반 지능형 영상 시스템

24시간 관리가 필요한 노인 환자는 매년 증가 하고 있는 것에 비해, 노인 환자를 위한 종합적인 관리 체계가 미흡하고, 전문병원 및 요양소, 보호시설은 전국적으로 약 80여개로 매우 부족한 상황이다. 부족한 의료 시설 및 요양소 시설을 대신하여 노인 환자가 있는 가정의 원활한 사회적, 경제적 활동을 지원할 수 있도록 24시간 노인 환자를 관리할 수 있는 시스템이 요구 된다. 그러나, 실시간 감시 시스템으로 추적하고 분석하여 노인(사람)의 이상상태 판단 시 보호자에게 알리는 연구는 거의 없다.

이 논문의 주 연구는 실시간 영상에서 노인을 추적하고, 자세를 분석 하는 시스템을 PD&A(Person Detection & Analysis)라 정의하고 시스템에 적용되는 영상처리 알고리즘을 개발하고, 평가에 초점을 두었다. PD&A는 정지 검출, 부위 추적(region tracker), 모양 정보획득, 사람 자세 모양 정합(matching), PDA전송 및 로딩 알고리즘으로 구성하였다. 정지 검출은 미디안 필터(median filter), 차이 영상 획득, 에로션(erosion), 가우시안 플러(gaussian blurr), 히스토그램 스펙시피케이션(histogram-specification),히스토그램스트레칭(histogram stretching), 딜레이션(dilation) 으로 구성하여 원하지 않은 노이즈를 제거 하는 알고리즘이다. 부위 추정엔 라벨링(labelling), 부위 스플리팅/ 합병(region splitting/merging), 사람이 있는지 없는지 판별, 위치 이동시 위치 검출로 구성되며, 블로브를 분리하는 알고리즘이다. 모양 정보획득은 윤곽선 검출, 그라함 스켄 컨벡스 쉘(graham scan convex-hull)알고리즘을 사용하여 사람의 머리, 몸통에 라벨(label)을 붙여, 사람의 자세를 정 사각박스, 직 사각박스로 분리하는 알고리즘이다. 사람의 자세모양 정합은 노인(사람)이 서있다, 앉아 있다, 움직

이다 쓰러졌다, 서있다 쓰러진 경우를 노멀라이제이션(normalization) 하여, 노인이 쓰러져서 일정시간 움직이지 않으면, 영상을 JPEG로 저장하는 알고리즘이다. PDA(personal digital assistant) 영상 전송 및 영상 로딩은 저장된 영상을 서버를 통해 보호자의 PDA로 전송 하고, 보호자가 메인 서버에서 전송 수신된 영상을 수신 즉시 로딩 될 수 있도록 할 수도 있고, 보호자가 필요시 영상을 로딩 할 수 있도록 하였으며, 저장시간을 확인할 수 있는 알고리즘이다.

실험결과로써 노인의 생활 패턴을 분석 가능하게 하였으며 PD&A 시스템을 이용한 검출, 자세분석, PDA로 영상전송을 성공적으로 하였음을 보여 주었다.

핵심되는 말 : 영상처리알고리즘, 노인 검출, 노인 자세 분석, PD&A(person detection & analysis), 지능형 영상 시스템

노인 가정 감시용 인터넷 기반 지능형 영상 시스템

<지도교수 김희중>

연세대학교 대학원 의과학과

유 영 일

I. 서론

경제 성장, 의료기술의 발달, 그리고, 생활수준향상으로 사람의 평균수명이 증가하고, 핵가족화가 진행되고 있다. 이 결과 단독 노인세대가 급증하고 노인이 사회적으로도 소외되고 있다. 한국의 노인 인구는 2000년에 전체 인구의 7.4%이며, 2019년에는 14.4%로 증가될 전망이다¹. 현재, 24시간 보호가 필요한 노인 환자의 수는 매년 증가하고 있는 것에 비해, 노인 환자를 위한 종합적인 관리체계가 미흡하고, 전문적인 병원 및 요양소, 보호시설도 전국적으로 매우 부족한 상황이다. 노인 환자 간병은 대부분 가족들이 담당하고 있으며, 24시간 지속적인 노인 환자 관리는 가족들의 사회적, 경제적 활동에 매우 심각한 장애 요인이 되고 있다. 따라서, 부족한 의료 시설 및 요양소 시설을 대신하여 노인 환자가 있는 가정의 원활한 사회적, 경제적 활동을 지원할 수 있도록 24시간 노인 환자를 관리할 수 있는 시스템이 요구되고 있다.

한편, 최근 컴퓨터 기술의 발달과 자동 감시 기술이 영상처리 연구 분야에서 각광을 받고 있다. 여러 대의 감시 카메라는 안전을 위해 공공장소에 설치되어 있으며, 컴퓨터기반 영상처리 프로세싱 과정은 카메라로부터 입력받은 많은 양의 영상을 처리하는데 상당

히 좋은 방법이다. 카메라 영상에서 사람을 추적하는 알고리즘은 여러 논문에서 많이 찾아 볼 수 있다^{2,3,4}, 그러나 실시간 감시 시스템으로 사람을 추적하고 분석하여 노인(사람)의 이상 상태를 판단 시 보호자에게 알리는 연구는 거의 없다.

이 논문의 주 연구는 노인의 PD&A 알고리즘을 개발하고, 평가 하는 소프트웨어 공학측면에 초점을 두었다.

본 연구에서 노인의 가정집에 설치되어 있는 감시 카메라로부터 입력되는 실시간 영상에서 노인을 추적하고, 자세를 분석 하는 것을 PD&A로 규정한다. 노인환자의 추적&자세분석 시스템은 노인의 자세 분석능력을 향상하고, 최대 3명의 노인환자 까지 분석 할 수 있도록 설계하였다.

본 연구의 목적은 노인환자의 이상상태가 판단되면 영상 처리과정을 거쳐 영상을 일정 시간 간격으로 메인 PC에 저장 후, 서버 PC로 영상을 전송하여, 보호자의 PDA(Personal Digital Assistant) 로 영상 전송하는 시스템을 구현하는데 있다.

본 논문의 구성은 재료에서 노인 검출 자세 분석, 모델링, 노이즈 제거를 위한 영상처리, PDA&네트워크 전송에 대해 간략히 서술 하고, 방법에서 알고리즘과 실험 위주로 서술 하였다. 결과 에서는 노인 환자를 실제 필드 테스트한 결과를 통계적으로 분석 하였으며, 고찰 및 결론 순으로 기술 한다.

II. 재료 및 방법

I. 재료

가. 노인(사람)검출과 자세 분석

본 연구는 PD&A 알고리즘 개발을 위해 28세의 남자 영상을 가정 집에서 2시간 동안 아날로그 비디오테이프에 기록하여, MPEG-4로 변환 하여 사용 하였다. 영상의 해상도는 NTSC(National Television System Committee) 방식의 RGB(Red, Green, Blue) 컬러 카메라로 한다. 영상의 크기는 160x120으로 하였다. 알고리즘 개발에 앞서 개념과 용어 정의를 한다.

(1). 블로브(BLOB) : 블로브는 한 영상에서 픽셀들의 연결된 집합이다. 블로브와 연결된 픽셀들은 블로브에 속하지 않는 픽셀들과 위치적으로 구별되어야한다⁶(그림1).

(2). 부위(REGION): 부위는 하나 혹은 그이상의 블로브를 포함하는 한 장의 영상에서 최소한의 밀접한 경계 박스에 의해 정의된 직사각형 이미지로 정의 한다⁶(그림1).

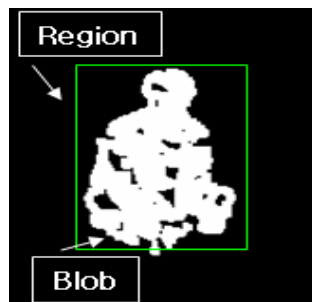
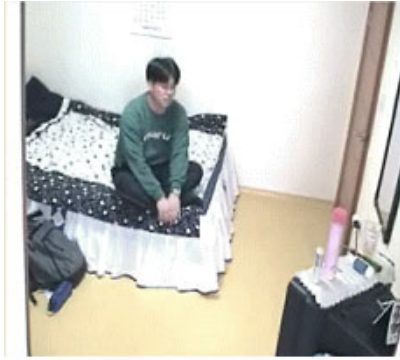


그림 1 부위와 블로브로 구성된 이미지

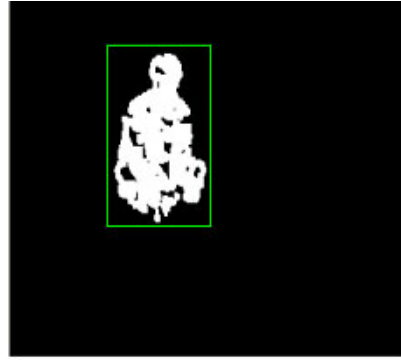
영상에서 움직이는 사람과 정지한 사람을 검출하기 위해, 노인(사람)검출은 일반적으로 사람이 없는 배경 모델을 유지한다. 현재의 비디오 영상에 있는 어떤 픽셀을 배경 모델 영상에서 픽셀 변화가 크면, "움직임"이라고, 일정한 값을 유지하면 "움직임이지 않음"이라고 한다.

노인(사람 검출)은 이전 $n(n>0)$ 번째 비디오 영상을 영상처리 과정에 의해 배경 모델을 얻는다. 배경 모델을 얻는 한 가지 예는 방안을 감시하는 시간동안 픽셀들에 대하여 미디언 필터를 사용한다⁷. n 은 미디언 필터를 사용하여 촬영되는 영상 번호이다.

배경을 모델링 하는 방법은 많이 있다^{3,4,8,9}. 매우 단순한 방법 중의 하나는 사람이 없을 때 짙은 영상을 업그라이드 없이 계속 사용하는 것이다. 이 방법은 방안의 사물을 이동시 배경 영상이 업그레이드를 하지 못하는 한계점이 있다. 일반적으로 많이 사용되는 예로는 MIT에서 구현한 멀티-모달 스테이티컬 모션 닥터(multi-modal statistical motion doctor)이다. 이 방법은 각각의 픽셀들을 3 대 5 가우시안 분배(Gaussian Distribution)로 컨벌루션하여 표본화하는 것과⁹, 매릴랜드대학에서 구현한 논-파라메터(non-parametric)통계 방법이 있다. 이 시스템들은 영상처리 시간이 많이 걸리므로 실시간 시스템에서 한계가 있다. 이 시스템들이 동작하는 동안 배경 변화와 빛이 있는 장소에는 적합하지 않다. 본 연구에서 개발한 정지 검출은 영상처리 시간이 적게 걸리며, 빛의 변화에 덜 민감하도록 구현하였고, 항상 정지상태에 있는 사람을 분석하도록 하였다(그림 2).



(a)방안에 앉아 있는 예제



(b) 사람만 추출한 영상

그림 2 정지한 사람과 사람을 추출한 영상

나. 모델링

정지 검출은 배경으로부터 노인(사람)을 추출하고, 이 시스템은 노인(사람)인지 아닌지를 판별해야한다. 이것은 항상 영상에서 직접 혹은 간접적으로 사람의 모델을 정의해서 사용한다. 영상 모델은 모델 파라미터를 사용하여, 추출된 영상을 주어진 데이터영역에 적용 시킨다.

파라미터 모델(PARAMETER MODEL) 정의: 파라미터 모델은 파라미터 공간 P 의 함수 m 이 있고, m 은 파라미터 모델 $p \in P$ 로 표현한다. 식.1에 의해 제한 조건을 벗어나지 않아야 한다. d 는 파라미터 모델 영역 설정 수식 이다. 왼쪽(Left), 오른쪽(Right), 아랫쪽(Low), 꼭대기(Top)은 노인의 모습을 미리 설정해놓은 영역으로 한다.

$$d=m(p) \tag{I.1}$$

$$\text{Left} < d < \text{Right.}$$

$$\text{Low} < d < \text{Top.}$$

노인(사람)의 시각적 모양 혹은 다른 대상을 모델링 할 때 중요한 문제는 모델의 복잡성에 있다. 노인의 몸이 복잡하고 유기적으로 되어 있고, 그 모양이 카메라의 감시에 의존한다는 사실이다.

노인(사람)의 단순한 모델들은 실시간 시스템에서 사용 될 수 있을 만큼 빨리 실행될 수 있다. 그러나 이것은 종종 노인의 자세를 감시하는 카메라 각의 변화에 의해 노인(사람)이 변화하는 모양에 적용하기란 충분하지 않다.

복잡한 모델들은 모양에 적용할 때 상당한 신뢰성을 가진다. 그러나 복잡성이 증가할 경우 역시 단점이 있다. 이들의 계산 복잡성은 실시간 어플리케이션에서 계산량이 많기 때문에 적합 하지 않고, 배경 변화, 빛의 위치 변화에도 한계점이 있다. 이 연구에서는 시스템설계에서 중요한 쟁점인 적합한 모델을 선택하는 과정을 거치겠다. 위에 논의된 장점과 단점사이의 균형은 시스템에서 필요로 하는 속도 결과와 같은 각각의 응용분야의 요구에 의해 일반적으로 결정된다. 노인 자세 분석 모델의 복잡한 기준이 다양한 영역위에서 변화 되는 반면, 이 연구에서는 모델의 복잡성을 중요한 3가지로 분류 한다.

(1). 부위-베이스(Region-Based) 혹은 블로브-베이스(Blob-Based)의 자세 분석을 하는 방법이 있고, 추가적으로 이것은 칼라, 텍스처 혹은 다른 영상 속성을 기본으로 하여 블로브들을 분류하는 것이다. 자세 분석에 의해 사용되는 컴퓨터 프로그램이 암시적으로 모델을 정의 한다고 말할지라도, 때때로 이런 방법을 “모델 프리(model-free)”라고 부른다.

(2). 노인(사람)을 2D 모양 모델로 사용하는 방법이 있다. “2D”차원은 “3D”차원 공간과는 다른 것으로써 “2D”차원 영상에서 노인

(사람)의 모양을 나타낸다.

(3). 노인(사람)을 구분하는 "3D" 모델로 사용되는 방법이다. 즉 "3D" 공간에 있는 노인(사람)을 모델로 한다.

영상은 2D로 표현되기 때문에, 이 연구에서 개발한 사람 검출 자세 분석은 "2"를 사용한다.

다. 컴퓨터 색 표현

영상픽셀의 색은 여러 방식으로 컴퓨터 안에서 다시 표현된다. 하나의 특별한 색은 3차원 컬러 공간 요소로 고려되며, 각각의 요소는 0-255영역의 값을 갖는다. 이 성분들은 8bit로 표현되고⁶, 다음처럼 일반적으로 사용된다.

(1). RGB(Red, Green, Blue): RGB 컬러 공간은 대부분의 컬러 컴퓨터 디스플레이와 컬러 카메라에서 사용된다. 한 픽셀의 컬러는 빨간, 녹색, 푸른색으로 표현되고, 이것은 시각적으로 인식 할 때 비선형성이다⁷.

(2). HSI(Hue, Saturation, Intensity): HSI 컬러 공간의 컬러 표현은 인간의 직관적인 극좌표 모델을 사용한다. 이것은 컬러를 H, S, I 성분들로 구성한다. RGB 공간의 빨간, 녹색, 푸른색이 유클리디안(Euclidian) 표준 벡터로 만들어지면, 더블콘 모델(double cone model)의 주요한 대각선에 의해 무색 축에서부터 그레이스케일(Greyscale)을 형성한다. 단위 정육면체에서 좌표(0,0,0)은 검정색이고 좌표(1,1,1)은 흰색이다. 정육면체에서 검정색 모서리에서부터 흰색의 모서리까지 대각선을 따라가 보면 육 변형은 무색 축에서부터 육 변형의 중심을 따라 H 라디에이션(radiating)이 보인다.

HSI 컬러 공간은 이런 개념을 사용하여 휴 앵글(hue angle), 섀투레이션(saturation), 인텐시티(intensity)로 정의 한다⁷.

(3). $YC_B C_R$ (Luminance Y, 성분(chrominance **CbCr**): $YC_B C_R$ 컬러 공간은 휘도, 색도를 기본으로 컬러 공간 그룹(YIQ, YUV, YCC)중 하나이다. 이 공간은 하나의 컬러(luminance Y)와 두개의 주요한 성분(chrominance CbCr)으로 나눈다⁷.

라. 노이즈 제거를 위한 영상처리

감시 시스템의 영상 속에서 생기는 노이즈로 방안에서 생기는 자체 노이즈, 형광등에서 방출하는 열전자에 의한 노이즈, 카메라 케이블에 의한 노이즈가 있고, 차이 영상으로 원하지 않은 노이즈가 있다. 이 노이즈 제거를 위해 사용한 영상 필터는 다음과 같이 3가지가 있다.

(1). 방안에서 생기는 자체 노이즈, 형광등에서 방출하는 열전자에 의한 노이즈, 카메라 케이블에 의한 노이즈는 미디언 필터를 사용하여 필터링을 한다. 이 필터링에 의해 픽셀의 일정한 값들 중 중간값을 벗어나는 픽셀들은 제거한다.

(2). 차이 영상으로 원하지 않은 노이즈가 생긴다. 차이영상 과정과 제거 방법을 구체적으로 논의 하면 다음과 같다.

(가) 정의: 이미지 필터(Image Filter) F는 입력 영상 Y_1 을 변형하여 새로운 영상 Y_2 를 원본영상 Y_1 에 있는 픽셀 위치 (x, y) 주위의 ϵ -neighbourhood $N_\epsilon(x, y)$ 픽셀 값에 의존하여 다른 영상 Y_2

만든다. 공식은 아래와 같이 정의한다(I.2).

$$Y_2 = F(Y_1) \quad (I.2)$$

응용에 있어서 ϵ - neighbourhood $N_\epsilon(x, y)$ 는 전체 영상에서 일반적으로 작은 부분만 비교한다. $N_\epsilon(x, y)$ 는 3x3 픽셀 윈도우이다. 영상 필터 F의 전형적인 예는 가우시안 필터를 사용한 스무딩과 영상의 γ - correction 밝기 변화와 모폴로지(morphology)를 사용한다¹¹.

(나) 미디언 필터에서 노이즈가 제거된 영상은 차이영상 과정으로 진행한다. 차이영상은 두 개의 RGB 칼라 영상과 함께 시작되고, 두 개의 RGB 칼라 영상은 배경영상과 카메라 영상이다. 이 두 칼라 영상의 각각의 픽셀 값 $p=(R, G, B)$ 는 R^3 요소로 한다. 영상차이는 칼라 영상이고, 각각의 픽셀값은 R 에 놓여 있다. 이 포인트에서 사용하는 F는 차이 영상을 지난 후 RGB 칼라 영상을 그레이 영상으로 변환하여 사용한다. 이 연구에서는 필터를 거친 새로운 영상 각각의 픽셀 값 $Y_2(x, y)$ 을 원본 영상의 똑같은 위치에 있는 픽셀 $Y_1(x, y)$ 값에 의존하는 F만 고려한다. F은 원본 영상의 픽셀 값들을 새로운 영상의 픽셀 값들로 변환 하는 함수 $f:R^3 \rightarrow R$ 로 정의 한다.

$$f:R^3 \rightarrow R$$

$$Y_1(x, y) \Rightarrow Y_2(x, y) \quad (I.3)$$

변환 함수 f는 유일하게 F로만 정의 한다(I.3).

F가 미디언 필터를 거친 후, 절대 값을 취하여, 배경 영상과 카메라 영상의 차이 값을 얻는다. 즉 영상 Y_1 의 미디언 칼라 픽셀영상과 Y_2 미디언 칼라 픽셀영상이 주어지면, 절대 값의 차는 다음과 같다(I.4).

$$\text{absolute difference } ((R_1, G_1, B_1), (R_2, G_2, B_2)) = (|R_1 - R_2|, |G_1 - G_2|, |B_1 - B_2|) \quad (\text{I.4})$$

차이 영상을 거친 F 영상은 차이 영상 자체의 노이즈가 있다. 이 노이즈를 제거하는 필터를 적용하기 위해 $p=(R, G, B)$ 칼라영상을 그레이 영상으로 변환 한다.

모폴로지 기법의 하나인 에로션 연산을 사용하여 배경을 확대하고, 물체는 축소를 한다. 이 기법은 전체 영상에서 아주 작은 물체를 제거하기 위해 사용 하였다.

작은 노이즈는 고주파 성분에서 아직 남아 있다. 가우시안 스무딩 필터를 사용 하여, 고주파 성분은 버리고, 저주파 성분만 남긴다. 이 상태에서는 노인(사람) 확인이 어렵다. 히스토그램 스펙시피케이션(histogram-specification)을 사용하여 영상에서 밝은 부분은 더욱 밝게, 어두운 부분은 더욱 어둡게 한 다음, 밝은 픽셀과 어두운 픽셀을 펼치는 콘트라스트 스트레칭(contrast stretching) 기술을 사용한다. 이 포인트 처리(point processing) 과정을 거치면 배경 영상에서 노인(사람)이 명확하게 검출된다. 처리된 영상을 원래의 크기로 변환 하기위해, 배경은 축소하고 노인(사람)은 확장하기 위해 딜레이션을 사용한다.

(다). 트레쉬홀드(threshold)를 사용하여 이진 영상을 구현하고 형광등 빛의 영향을 조절하여 노이즈를 제거 한다.

마. 자세 분석

PD&A 구현하는데, 4가지의 방법을 사용하였다. 이것은 각 방법들의 한계를 극복하여 자세 분석을 명확히 하기 위함이다. 그림 3을 4개의 방법이 서로 어떻게 호환 되는지를 보이고 있다. 하나 이상의 분석 기술을 사용한 주요한 목적은 각각의 방법에서 부족한 점들을 보상하기 위함이다. 시스템의 특징은 다음과 같다.

(1). 사람이 없거나, 잘못된 분석을 피하기 위해 방법들 사이에 상호 작용을 하였다.

(2). 상당한 정확성을 위해, 부위 추적과 사람의 자세 모양 정합에서 자세 분석방법을 독립적으로 예측할 수 있게 하였다.

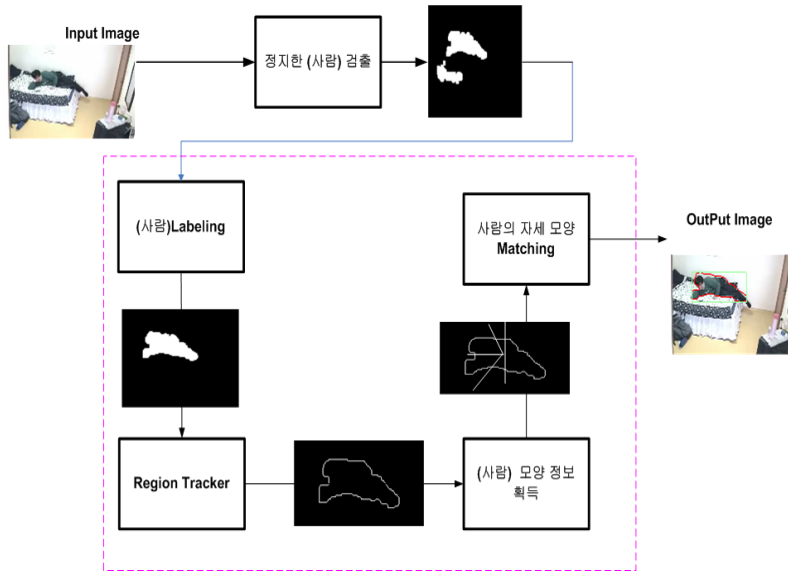


그림 3 PD&A의 4가지 방법 개관

그림3의 각 방법을 설명하면 다음과 같다.

(1). 사람 라벨링(Labelling): 입력되는 영상은 사람에 의해 침대가 눌러지고, 그 결과 원하지 않는 큰 블로브가 생긴다. 이것은 원하지 않는 것이기 때문에 라벨링 과정을 통해 제거 한다. 원하는 부분만 추출한 영상은 부위 추적과 모양 정보 획득으로 전송된다.

(2). 부위 추적(Region Tracker): 라벨링에서 입력되는 영상은 부위 추적에 의해 실시간으로 감시하게 된다. 이전 프레임과 예측성을 사용하여, 부위를 분리하거나, 합병한다.

(3). 모양 정보 획득: 모양 정보 획득은 이진정지 영상 정보를 조사하며, 윤곽 추출(Outline extraction), 그라함 스캔 콘벡스 헐 알고리즘(Graham Scan convex-Hull algorithm)을 사용하여 신체 부분에 라벨을 붙인다.

(4). 사람의 자세 모양 정합: 모양 정보 획득에서 얻은 정보는 미리 설정하여 놓은 사람 인식정보와 비교를 하여, 오차 범위에 있으면 결과로 출력한다.

마. PDA(Personal Digital Assistant) & 네트워크 전송

(1). PDA는 보호자가 메인 서버에서 전송된 영상을 확인 할 수 있는 도구 이고, 수신된 영상을 수신하는 즉시 로딩될 수 있도록 할 수도 있고, 보호자가 필요시 로딩 할 수 있도록 하였으며, 저장 시간을 확인하도록 구현 하였다.

(2). 캡처된 영상이 네트워크에서 디지털 형태로 전송된다. 캡처된 영상을 압축하지 않고 전송하면, 엄청난 양의 데이터 전송률이 필요하다. 예를 들어 초당 5프레임이고 압축되지 않은 3개의 영상 스트림이며, 24bit 칼라 해상도(640x480)를 네트워크를 통해 PDA로 전송될 경우, 전송률은 아래의 (I.5)에 의해 13.820Mbit로 전송된다.

$$3 \times \frac{5}{s} \times 640 \times 480 \text{ Pixel} \times \frac{3 \text{ Byte}}{\text{Pixel}}$$
$$13,820 \frac{\text{KByte}}{s} = 13.820 \frac{\text{Mbit}}{s} \quad (\text{I.5})$$

VDSL은 16Mbit/s 자료를 전송한다. 이렇게 영상이 전송되면, 초당 1장의 영상을 전송하게 된다. 이것은 위급상황에 대처를 하기가 힘들다. 이 논문에서는 영상의 크기를 160x120으로 줄이고, 영상을 네트워크를 통해 쉽게 전송하기 위해, JPEG로 저장을 하였다. 이 시스템에서 사용된 JPEG알고리즘¹²은 픽셀 블럭(pixels blocks)을 8x8구현하기 위해 DCT(discrete cosine transform)변환을 사용하였다. 압축률은 약 2:1에서 100:1까지 결정하였고, 프로그램 개발 툴은 VC++6.0, Embedded VC++3.0을 사용 하였다.

II 방법

PD&A의 전반적인 흐름도는 다음과 같다(그림.4).

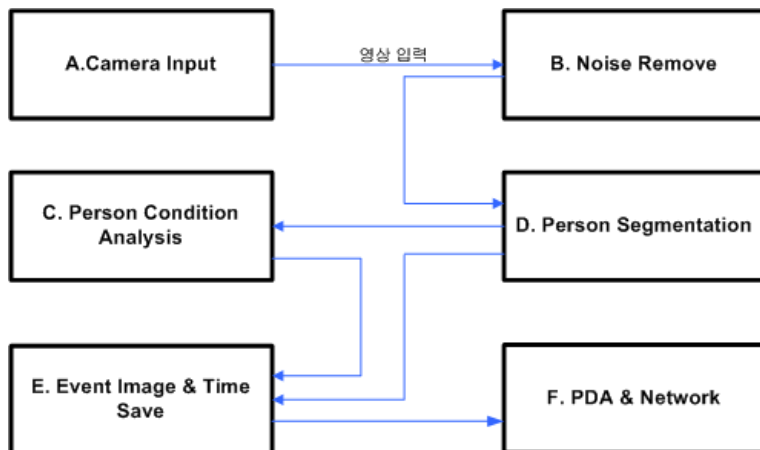


그림 4 PD&A의 전체적인 흐름도

A. Camera Input

이 시스템은 방안에 설치되어 있는 카메라로부터 영상이 입력된다. 카메라는 최대 16개까지 장착할 수 있는 16채널이고, 속도는 21~26(Frame/Board), 포맷은 RGB15, RGB16, RGB24, RGB32,

YUV422 캡처보드를 사용하였다. 노인이 어느방에 있는지는 각각 방의 픽셀와이즈(Pixelwise)값에 의해 사람이 있는지 없는지 판단하고, 픽셀와이즈값이 증가시 카메라를 선택 하도록 하였다. 영상 신호는 RGB24 칼라 신호가 입력 되도록 하였다.

B. Noise Remove

카메라로부터 입력되는 신호는 일반적인 노이즈(Noise)와 형광등에서 방출되는 열전자에 의해 세그멘테이션을 어렵게 한다. 이것을 해결하기 위해 미디언 필터, 모폴로지등의 여러 가지 영상필터를 사용하여 노이즈를 제거 하였다.

C. Person Segmentation

노이즈를 제거하고 라벨링과 에지 검출 필터를 사용하여, 사람의 모습만 뽑아낸다.

D. Person Condition Analysis

사람의 표준 자료를 입력하여, 뽑아낸 영상을 표준 자료와 비교하여 머리, 몸통을 판단하고, 노인이 누워 있는지, 앉아 있는지, 걷다 갑자기 쓰러졌는지, 앉아 있다 쓰러졌는지를 분석 한다.

E. Event Image & Time Save

Person Condition Analysis에서 분석을 하고 표준 자료의 경고 영역에 있으면, 매초 일정한 간격으로 영상을 캡처 하면서 시간을 저장한다. 영상의 크기를 줄이기 위해 JPEG로 저장하였다.

F. PDA& Network

캡처된 영상은 메인 컴퓨터에 저장되고, 서버로 영상이 전송되고 이것은 다시 보호자 PDA혹은 보호자 컴퓨터로 전송 된다. 네트워크

크 전송은 VDSL(Very high-bit rate Digital Subscriber Line)을 사용하였다. VDSL은 VOD(Voideo of Demand) 및 고화질 디지털 TV용에 사용되며, 인터넷을 경유하여 최대 16Mbit/s로 전송 한다⁵.

가. 컴퓨터 색 표현

차이 영상을 획득 후 RGB 컬러 영상을 그레이 영상으로 변환하는 방식은 다음과 같다.

(1). NTSC(National Television Standards Committee)의 그레이 스케일⁷

$$f: Y_2(R, G, B) = 0.299Y_R + 0.578Y_G + 0.114Y_B, \quad (II.6)$$

Y_R, Y_G, Y_B : 입력

Y_2 (R,G B):출력영상

휘도 성분에 대해 NTSC의 그레이 스케일 영상으로 변환 하는 공식이고, 영상의 해상도가 NTSC로 설정되어 있고, 이 공식이 그레이 변환 공식에 적합하기 때문에, PD&A 시스템에서는 이 공식을 사용 하였다(II.6).

(2). 유클리디안 놈(Euclidian Norm⁷)

$$f: Y_2(R, G, B) = \sqrt{\frac{1}{3} (Y_R^2 + Y_G^2 + Y_B^2)} \quad (II.7)$$

출력 값 영역은 스케일 요소 $\sqrt{\frac{1}{3}}$ 을 입력 값에 똑같이 곱하여 그레이 영상으로 변환하는 것이다. 일반적으로 사용되고 있는 방식이지만, 원본 영상에서 자연스럽게 않은 RGB 컬러 채널에 불규칙한 노이즈 분배가 있다(II.7).

(3). Simple Average

$$f: Y_2(R, G, B) = \frac{1}{3} (Y_R + Y_G + Y_B) \quad (\text{II.8})$$

(R, G, B)영상을 대수연산의 평균을 이용하여 구하는 것이다. 이 함수식은 컬러 값을 공간상에서 서브 샘플(Sub-Sampled) 한다는 장점은 있지만, 완벽하게 컬러 정보를 고려하지 못한다(II.8).

(4). HSI

실험은 함수 f를 (R, G, B)에서 H, S, I 성분으로 투사하여 실행 하였다⁷. 다른 과정에서처럼, 스케일 요소는 결과가 거의 모든 값이 0-255을 취해야 한다. HSI 영상에 차이 영상을 실행할 때 명심해야 할 중요한 측면은 HSI 각각의 성분을 잘 정의하여야 한다는 것이다. H, S 성분들은 값이 0 혹은 255에 가까이에서 잘 정의 되지 않기 때문이다.

(5). 휘도(Luminance Y)

휘도는 밝기이고, 색도는 컬러 성분이다. 색도는 자체적으로 색차공간사이가 다른 2개의 하위성분으로 분해되고, 압축 어플리케이션(MPEG, JPEG 등)에서 폭넓게 사용 된다^{11,12}(II.9).

$$f: Y_2(Y(R, G, B)) = (0.257 * Y_R) + (0.504 * Y_G) + (0.098 * Y_B) + 16 \quad (\text{II.9})$$

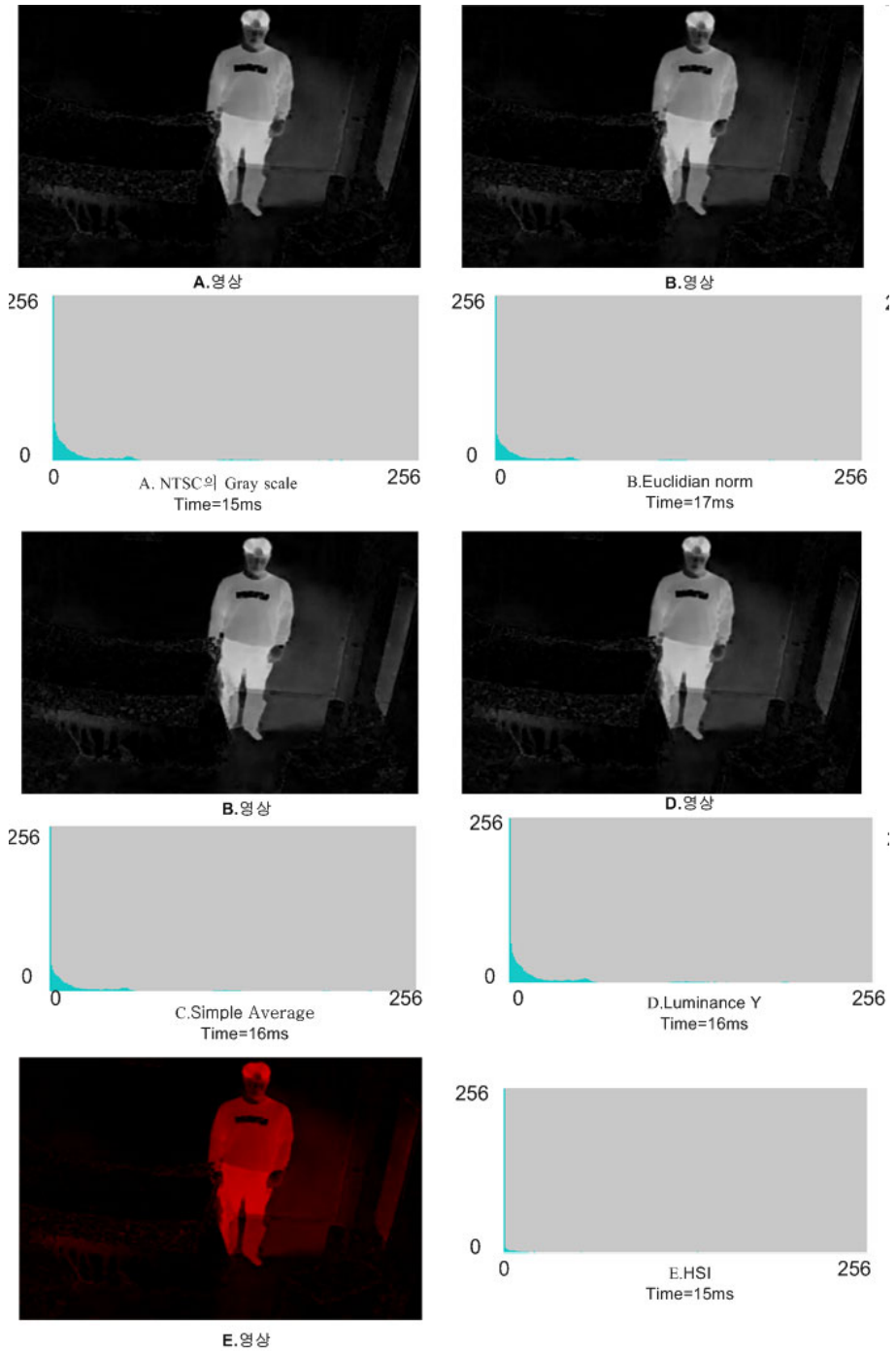
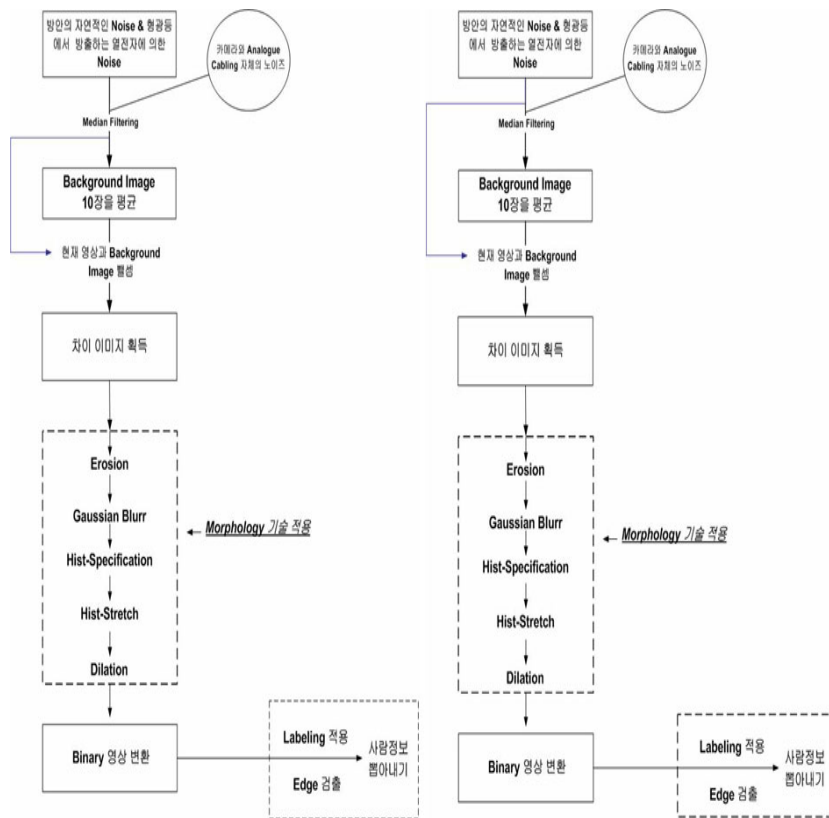


그림 5 컬러 차이 영상 필터링과 처리시간

NTSC 그레이 스케일, 유클리디안 놈, 대수 평균, 휘도 Y에 구현된 차이 영상의 결과에는 히스토그램에서 약간의 차이가 있지만 구별 하기가 힘들다(그림 5 A~D). HSI는 다른 것과 비교하여 차이가 보인다. HSI의 히스토그램은 '0'쪽으로 다른 것과 비교하여 많이 몰려 있고, 노인(사람)이 분홍색으로 변하여 검출된다. 이것은 영상처리에서 사용하기는 부적절 하다(그림 5 E). 처리 시간에서도 차이가 보인다. 실시간 영상 처리는 시간이 생명이므로 이 연구에서는 NTSC 그레이 스케일을 사용 한다(그림 5).



(A)배경영상, 카메라 입력 영상 모두 미디언 필터를 지 거친 후 (B) 배경영상은 미디언 필터를 지 거치고, 카메라 입력 영상은 미디언 필터를 지 거치지 않고 사람 추출

그림 6 카메라에서 입력되는 영상에서 노인(사람)추출하기

나. 노이즈 제거를 위한 영상처리 알고리즘

배경 설정은 사람이 없을 경우 계속 배경을 향상시키며 10장의 배경 영상을 평균 내어 노인(사람)이 있는 영상과 차이 영상을 적용하도록 하였다.

선택된 NTSC 그레이 스케일 그림.6 (A)에 있는 입력영상이 미디언 필터 지나서 차이 영상을 처리 하지만, 그림.6 (B)는 배경영상은 미디언 필터를 지나고, 영상 처리 시간을 줄이기 위해 실시간 영상은 미디언 필터를 처리 하지 않고 배경영상과 차이 영상을 처리 하여 비교한다. 실험 결과는 다음과 같다.



(A).실시간 영상이 Median을 지난 차이 영상

(B).실시간 영상이 Median을 지나지 않은 차이 영상

그림 7 그림 6 (A)과(B)의 차이 영상 결과

영상 처리 시간을 생각하기 이전에 두 영상을 비교하면, 그림 7 (A)은 모든 노이즈를 제거하고, 차이 영상을 하였기 때문에 노인(사람)만 잘 뽑아내었다. 그러나 그림 7 (B)는 노이즈를 제거한 배경영상과 노이즈를 제거하지 않은 실시간 영상과 차이 영상을 하였더니 모든 사물의 에지가 검출되어 다음의 영상처리를 하기가 불가능하다. 이 연구에서는 그림7 (A)의 과정으로 구현 한다.

차이 영상에서 획득한 영상은 차이 영상에서 생긴 불필요한 노이즈 제거를 위해 에로션 과정을 거친다. 함수는 다음과 같다¹⁰(II.10). R^2 내의 함수 D_f , D_b 는 f 와 b 의 영역에 있다. $F(Y_1 + x)$ 는 입력 함수이

고, $b(x)$ 는 입력 값에서 $b(x)$ 값만큼 줄어들게 하는 함수이다.

$$(Y_2 \oplus b)(s) = \min\{F(Y_1 + x) - b(x) \mid (s - x) \in D_f \text{ and } x \in D_b\} \quad (\text{II.10})$$

에로션(Erosion)을 거친 영상은 고주파 성분이 남아있어 여기서 어두운 부분을 거두어 내면 많은 블로브(그림10 C)들이 많이 생긴다. 이런 영상으로는 더 이상 에지를 검출 할 수 없다. 고주파성분을 버리고, 저주파 성분만 모으기 위해 가우시안 스무딩 필터(Gaussian Smoothing Filter)을 사용 하여 해결 한다. 함수는 다음과 같다⁷(II.11). σ 값은 그림.8에 있는 그래프를 효율적으로 조절 할 수 있다. σ 에 대해 작은 값으로 마스크하면 좁아지고, σ 에 대해 큰 값으로 마스크하면 넓어진다. 이 가우시안 스무딩 필터는 방의 밝기에 영향을 덜 받게 하기 때문에 에로션 연산 후 꼭 필요한 필터이며, σ 을 적절히 조절하면 빛의 밝기에 덜 민감해 진다.

$$Y_2[x, y] = \frac{e^{-\frac{(Y_x^2 + Y_y^2)}{2\sigma^2}}}{2\pi\sigma^2} \quad (\text{II.11})$$

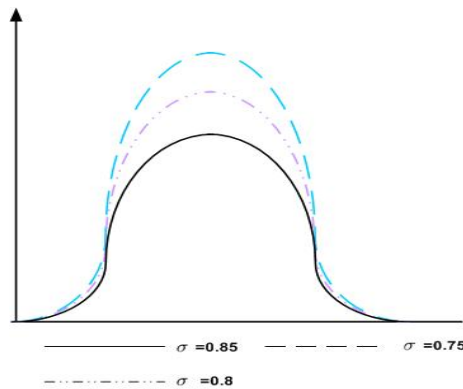


그림 8 σ 값 변환에 대한
가우시안 그래프

σ 값 4.2을 설정하고 실험한 결과 이다(그림 9).



그림 9 가우시안 스무딩 필터를 거친 후의 결과

여기서 감마값 설정을 잘못하면 다음 과정인 히스토그램 스펙시픽 케이션(Histogram-Specification)에서 사람을 검출 하지 못한다(그림.10 A). 이 영상에는 노인(사람)의 모든 정보가 들어 있지만 이것으로는 에지 검출이 불가능하다.

어두운 부분은 걷어내고, 노인(사람)의 모습만 추출하기 위해 히스토그램 스펙시픽케이션을 사용 하였다. 그리고 영상을 펼치기 위해 콘트라스트 스트레칭 기술을 사용하였다. 함수식은 다음과 같다⁷(식.12). 결과 영상은 그림10 2에 있다.

$$Y_2 = \frac{F(Y_1) - low}{high - low} \times 255 \quad (\text{II.12})$$

$F(Y_1)$ 은 입력 영상. low, high는 빛의 밝기에 맞게 변환하는 한계값.

그림10 A처럼 영상처리가 되면 영상의 이진 변환 과정에서 전혀 변환을 하지 못한다. 그림10 B에 보듯이 영상을 뽑아내고, 이 영상에



A. 감마 값 설정이 잘못 된 상태에서 Histogram-Specification



B. 감마 값 설정을 빛의 밝기에 맞게 조절한 Histogram-Specification



C. Gaussian Smoothing filter 사용하지 않은 Histogram-Specification

그림 10 가우시안 필터 감마값 설정과, 존재 유무에 의한 히스토그램 스페시피케이션 변화

형태 처리기법인 딜레이션을 사용한 딜레이션 함수는 다음과 같다¹⁰. R^2 내의 함수 D_f , D_b 는 f 와 b 의 영역에 있다. $F(Y_1 + x)$ 는 입력 함수이고, $b(x)$ 는 입력 값에서 $b(x)$ 값만큼 늘어나게 하는 함수이다 (II.13).

$$(Y_2 \oplus b)(s) = \max\{F(Y_1 - x) + b(x) \mid (s - x) \in D_f \text{ and } x \in D_b\}$$

(II.13)

딜레이션 영상을 이진영상 변환에서 중요한 것은 트레쉬홀드값 설정이다. 이 값에 의해 온전한 노인(사람)의 모습을 뽑아 낼 수 있다

(그림 11). 트레쉬홀드 값은 환경에 따라 변할 수 있다.



그림 11 이진영상에서 트레쉬홀드를 변환 하여 설정한 값

다. 자세 분석 알고리즘

PD&A의 자세 분석 알고리즘 그림12에 있다.

(1). 라벨링(Labelling)

이진화된 영상에서 물체 영역을 라벨링 하는 과정을 통해 각각의 물체를 구성하는 개개의 픽셀들을 하나의 영역으로 묶어 낸다. 라벨링된 영상은 각각의 영역에 대해 크기나, 경계모양 등의 특징을 조사하기 위한 자료로 사용 된다. 그림.6에서 정지한 사람 검출 과정 다음에 큰 블로브 2개가 있다. 하나는 사람의 블로브이고, 다른 하나는 침대가 사람의 몸무게에 의해 눌린 블로브이다. 사람의 블로브만 뽑아 내기위해 각각의 블로브에 라벨을 붙이고, 여기서 사람 블로브만 뽑는다. 화소의 인접성은 계산 시간을 향상하기 위해 4-근방 화소를 사용 하였다¹¹.

(2). 부위 추적(Region Tracker)

그림 12에는 부위 트래커를 라벨링과 정지 검출과정과 연결 하는 법을 보였다. 부위 트래커는 라벨링과 정지 검출과정에 의해 검출되

는 모든 정지된 물체를 감시한다. 이 것은 부위들이 그들의 크기나

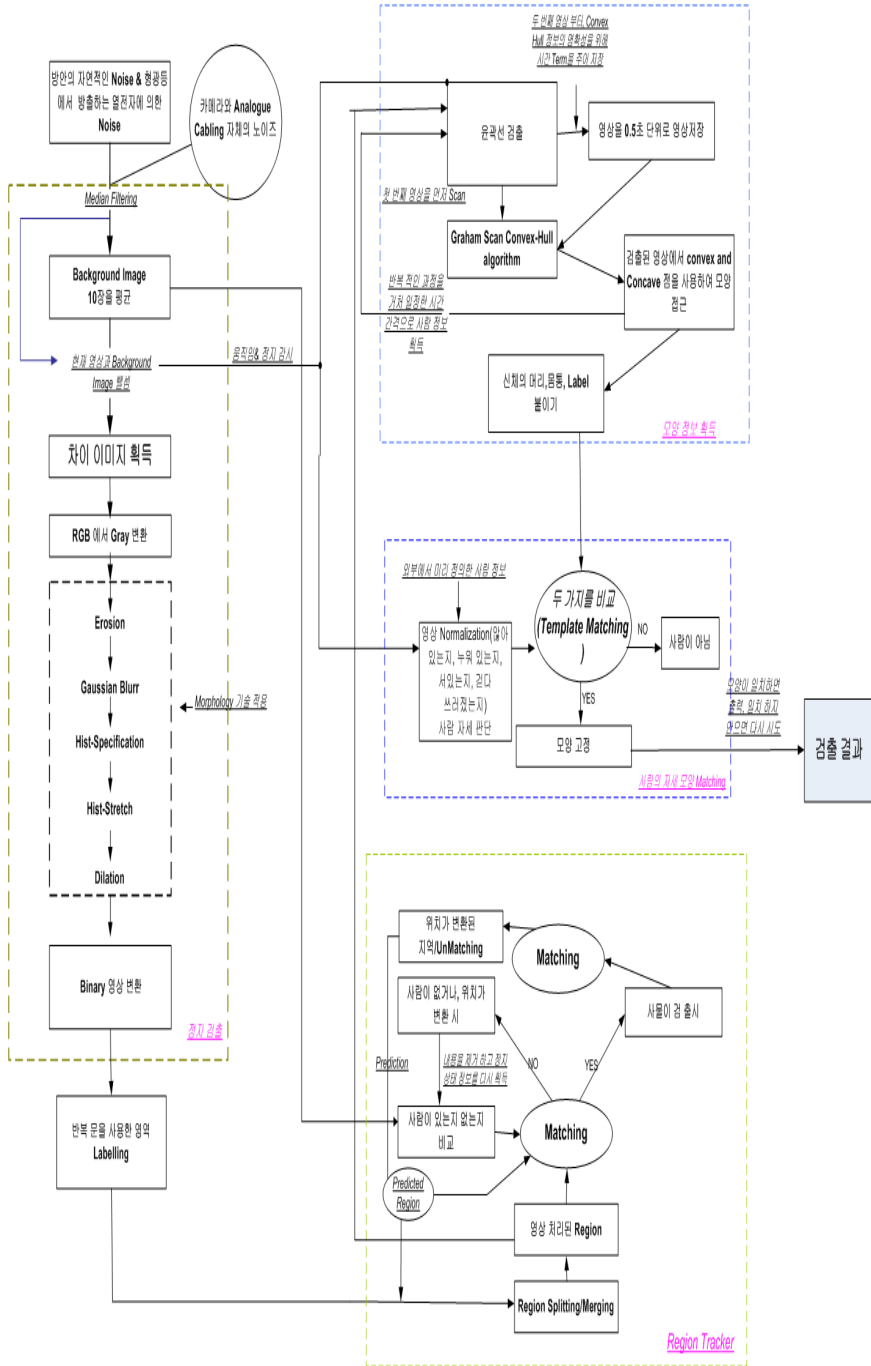


그림 12 PD&A의 자세 분석 알고리즘

위치에 따라 정합되는 프레임 대 프레임 부위(frame-to-frame region) 정합 알고리즘을 사용하였다. 주어진 영상에서 검출된 부위의 새로운 위치는 이전 영상에서 부위 정지상태에 대한 1차 정지 모델을 사용 하여 예측한다. 부위 추적에서 가장 중요한 것은 “사람이 없는지 있는지”를 배경 영상을 정합 과정과 비교하며, 사물 검출시 사람의 자세 모양 정합과정과 정합 과정을 거치고, 일치하지 않을시 변형된 위치를 예측하여 다시 정합과정을 거치게 한다. 더욱더 중요한 것은 부위 스플리터/머징(Region Splitting/Merging)에 의해 사용된 접근이다(그림13). 이것은 두개의 부위를 비교하기 위해 사용한다. 정합 과정에서 하나는 예측영상, 다른 하나는 측정영상인 두개의 부위를 비교하기 위한 비용 함수는 다음과 같다. 예측된 부위 p_1 은 이전 프레임으로부터 주어지고, 새로운 측정 프레임 p_2 가 주어지면, 이들의 정합 계수는 영상에 있는 그들의 중심 크기, 위치에 있는 차이의 가중치 합으로 계산된다.

Δ_x, Δ_y 를 절대값 차이의 폭(Δ_w)과 높(Δ_h)이에 있는 x, y 방향에 절대적인 위치 차이로 의미한다. 부위(Region) p_1, p_2 에 있는 매칭 계수 $\delta(p_1, p_2)$ 는 다음과 같이 주어진다³(II.14).

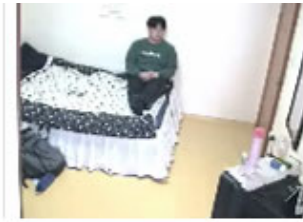
$$\delta(p_1, p_2) = \alpha_1 \Delta_x + \alpha_2 \Delta_y + \alpha_3 \Delta_w + \alpha_4 \Delta_h \quad (\text{II.14})$$

결과는 $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_4 = 1, \alpha_3 = 2.0$ 으로 하였다. 검출된 사물의 높이는 원본영상이 움직이지 않는 상황 하에서 증가된 가중치를 주는 것이다.

(가). 부위 스플리터/머징(Region Splitting/Merging)



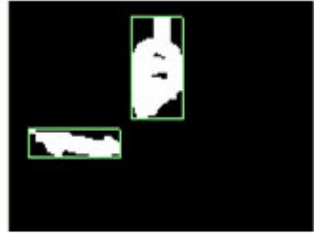
(A) 누워 있는 영상A



(B) 자세를 변환한 영상B



(C)Time t1



(D)Time t3



(E)Time t2

그림 13 정지 상태에서 사물 검출 하는 동안의 문제점을 부위 스플리팅에 의해 해결함.

부위 트래커에 의해 예측된 것들을 정지 검출기에 의해 영상에서 측정된 정지 부위에 정합시키기 위해, 현재 프레임의 정지한 사람은 측정된 부위와 유사한지 확인 하기위해 결합을 한다. 예측된 부위의 결합이 현재의 프레임과 정합이 되면, 이 정지한 사람은 적합하다고 판단하고, 윤곽선 검출로 진행한다.

이런 과정은 시간 t_2 에서 측정된 부위는 시간 $t_1(t_1 < t_2)$ 에서 예측된 두 부위가 일치 할 때, 그림13과 같이 두개의 블로브가 떨어

졌다, 합쳐질 경우를 설명할 때 중요하다. 시간 t_1 에 두 개의 다른 블로브들이 시간 차이가 별로 없는 시간 t_2 에 서로 밀접하게 있고, 정지 영상의 블로브들이 서로 오버랩될 경우가 있다. 결과로써, 정지 검출에서는 두개의 블로브들을 정지한 지역으로써 뽑아내는데 사용된다. 시간 t_3 에 있을 때, 블로브가 다시 분리 할 때, 정지 검출기는 다시 두개의 블로브를 뽑아낸다. 이런 사물 검출과 정합문제는 항상 부위에 검출된 물체를 분리를 하므로, 정합 문제를 해결하였다.

정지 검출의 제한된 한계 때문에, 검출된 정지 지역은 부분 적으로 다른 물체에 의해 차단되고, 배경 영상과 정지한 물체사이에 색의 대비가 작으면 사람 판단에 한계점이 있다. 정지 검출에 의해 검출된 매우 밀접한 인접 부위는 이들을 정합 과정을 거치기 전에 결합하게 되는 한계점이 있다.

(나). 사람이 있는지 없는지 비교

실시간으로 배경과 현재 영상을 비교를 하면서, 일정시간 사람이 없다고 측정되면, 배경을 현재 프레임 영상으로 업그레이드를 한다. 새벽 7시전, 저녁 6시 이후 보호자에 의해 불이 켜지지 않으면, 사람을 검출하지 못 한다.

(3). 모양 정보 획득

W^4 시스템으로 정지 영상에서 머리를 먼저 찾고, 나머지 몸통을 찾는다⁷. 이 알고리즘에서 본 연구는 사람의 머리, 몸통을 찾는데 사용하였다. 라벨링까지는 스칼라적인 측면에서 좌표 정보를 분석하였다. 모양 정보 획득부터는 벡터적인 측면에서 정보를 분석 한다.

본 연구에서 사용한 알고리즘을 간략히 설명하면, 다음과 같다.

(가) 윤곽선을 추출하고, 그라함 스캔 컨벡스-컨케이브 헐 포인트를 설정한다.

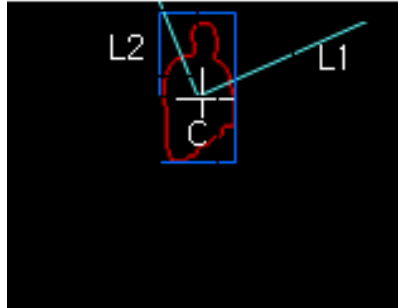


그림 14 머리, 몸통 설정
방법

(나) 그림 14에서 중간 좌표, 주축, 라인을 찾는다. 우선 머리를 찾는다. 다른 부분과 비교하여, 안정적인 신체 부분이고, 위치를 쉽게 예측한다. 윤곽선의 주축을 C로 놓고, l_1 , l_2 를 윤곽선의 주축 C에 교차하는 두 선으로 한다. l_1 과 C 사이의 각은 α^0 이고, l_2 와 C 사이의 각은 $-\alpha^0$ 이다. 시점과 끝점은 윤곽선과 l_1 , l_2 사이의 점을 교차시킨다. α 값은 윤곽선의 측면율과, 실험적으로 계산된 자세에 따라 20에서 50사이에서 변환되게 한계 값을 정한다. 그림.14에 예측된 머리 위치를 보였다. 수평에서 위쪽 방향으로 α 값이 조정되므로 그림15(f)의 경우 머리의 위치를 찾지 못하는 한계점이 있다. 이 것은 사람의 자세 모양 정합에서 영상 노멀라이제이션에 성립되면 결과를 출력 하도록 하였다.

(다) 중심 좌표를 몸통으로 설정 한다.

윤곽선을 검출후 첫 번째 프레임은 그라함 스캔 컨벡스 헐 과정을 거치고, 다음 프레임부터 계산 시간과 좌표 설정의 정확성을 위해 0.5초 시간 단위로 영상을 BMP로 저장 후 이 영상을 컨벡스 헐 과정을 거치도록 하였다.

(라) 방 안이라는 특수한 상황에서는 서있는 경우와 누워 있는 경우가 카메라의 위치에 따라서 구분이 안 된다. 그래서 영상을 가로와 세로 값의 곱에 의해 정 정사각형 모양과, 직사각형 모양으로 구분하여 사람의 자세 모양 정합으로 진행되게 한다.

시간을 $t_3 < t_2 < t_1$ 으로 설정하고, t_1 은 60초로 설정하여 쓰러졌다(누워 있다)고 판단하고, t_2 는 30 쉬고 있다고 판단하고, t_3 는 5초로 서있다, 또는 앉아 있다 로 판단 한다. 영상을 텔레플레이트 과정으로 진행하는 경우는 60초 이후에 하도록 하였다. 그림15는 머리 찾은 결과를 보였다.

(마) 움직이다 쓰러 졌다는 t_3 가 1초 이하의 움직임과 쓰러짐이 1분 이상 지속되면, 쓰러졌다 로 판단하고, 텔레플레이트(Template) 정합 과정으로 진행 한다.

(바) 장시간 쓰러진 경우는 수면, 혹은 위험 상황을 판단하고, 보호자에게 영상을 PDA로 전송한다.

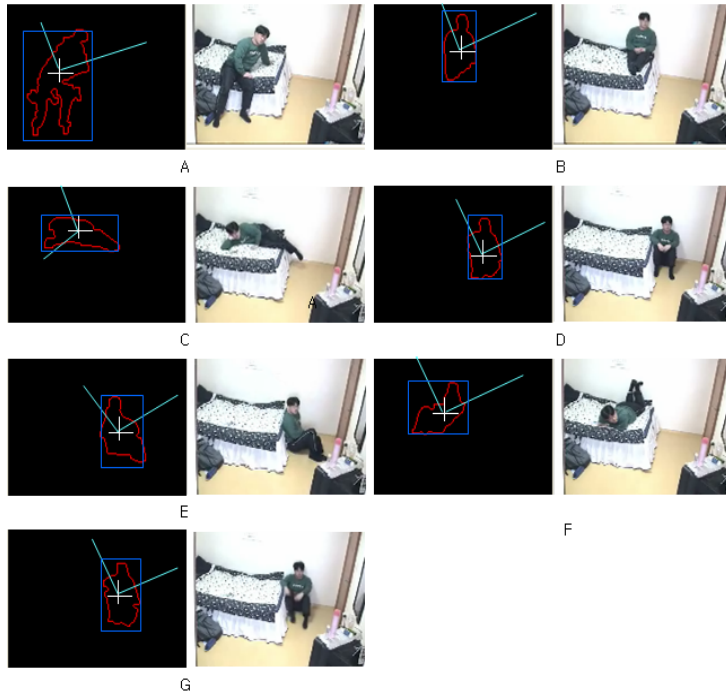


그림 15 머리 부분, 몸통 부분 검출과 Region 설정

(4). 사람의 자세 모양 정합

모양 정보 획득에서 검출된 정보는 사람의 자세 모양 정합에서 더욱더 세밀하게 조사 된다. 모양 정보 획득에 획득된 정보는 영상 노멀라이제이션(앉아 있는 경우, 서있는 경우, 누워 있는 경우, 서 있다 쓰러지는 경우, 앉아 있다 쓰러지는 경우 판별)을 하였다. 그림16, 17은 3가지로 분류 되어 입력된 영상이다.

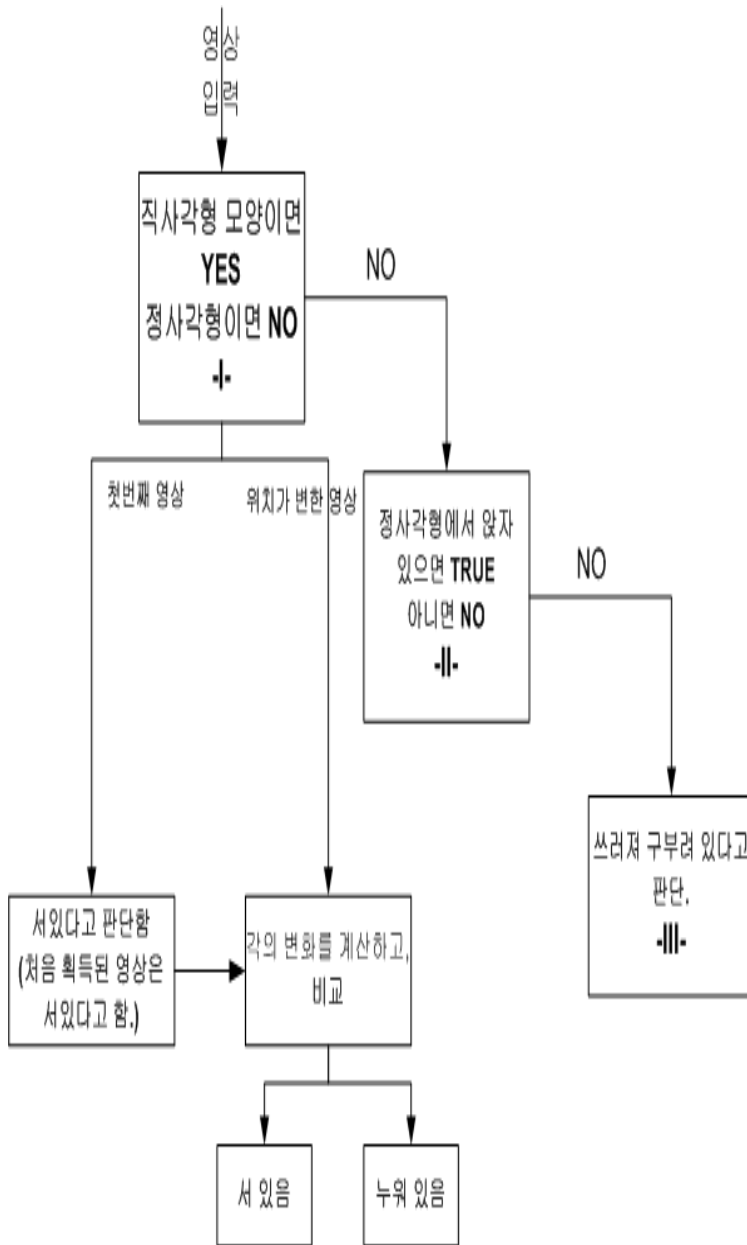


그림 16 영상 노멀라이제이션

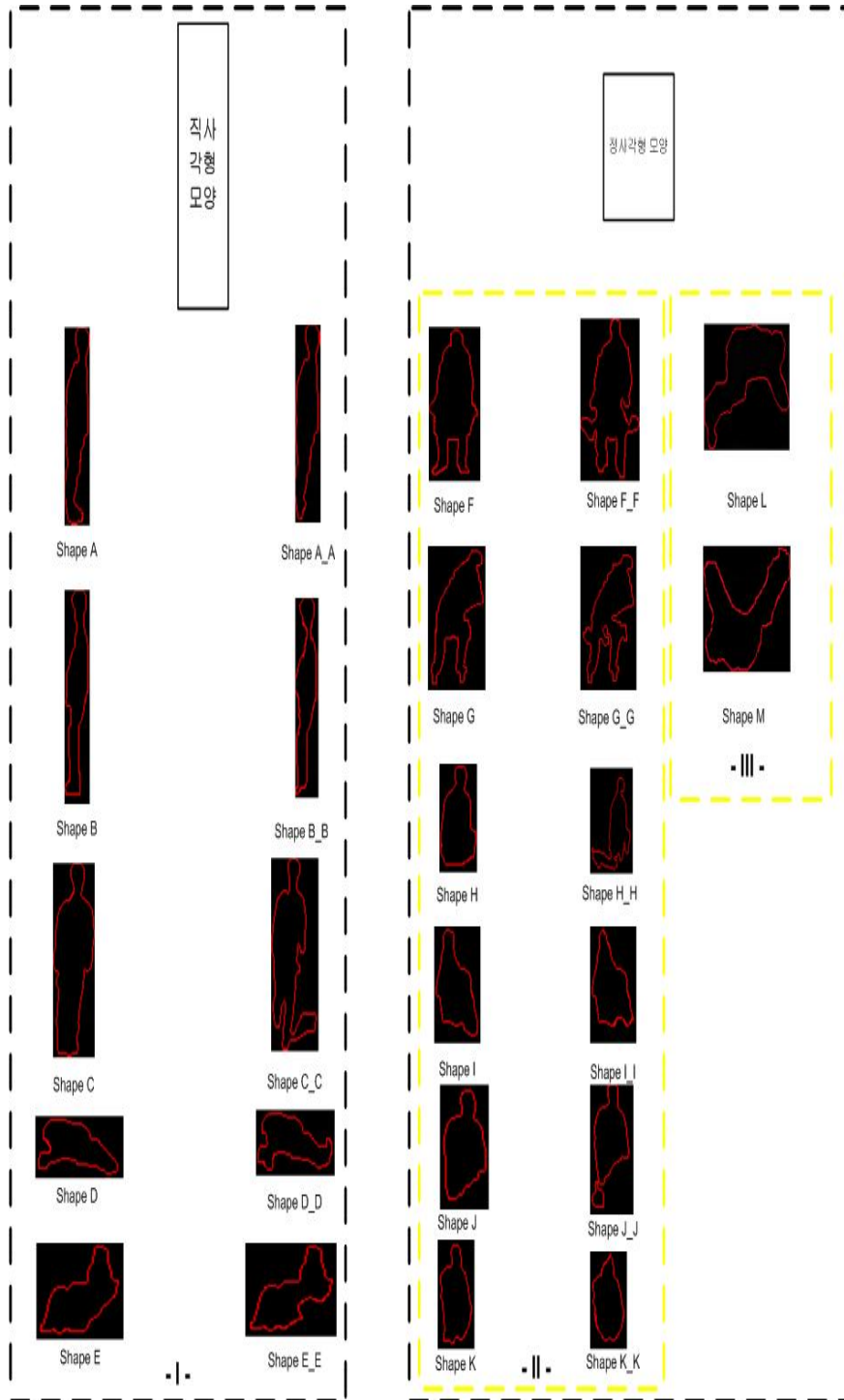


그림 17 모양 분류

-I-의 과정을 먼저 검사하고 참이면, 서있음, 누워 있음을 판단한다. 서있는 경우와 누워 있는 경우 구분은 낮 시간대 획득된 영상을 통해 수직 방향 벡터를 제일 먼저 구한다. 이 자료를 기본으로 판단 기준은 최초에 획득된 박스영상의 긴 변이 이후에 얻어진 영상에서 작아지고, 작았던 변이 커지는 것을 확인하고, 모양 정보 획득에서 얻어진 최초의 머리, 몸통을 이은 수직 방향 벡터와 이후에 얻어진 영상의 머리 몸통을 이은 수직방향벡터와의 스칼라 곱을 구해 일정값(트레쉬홀드) 이상이면 서있다, 이하면 누워있다고 (가정하여) 판단한다(그림.18).

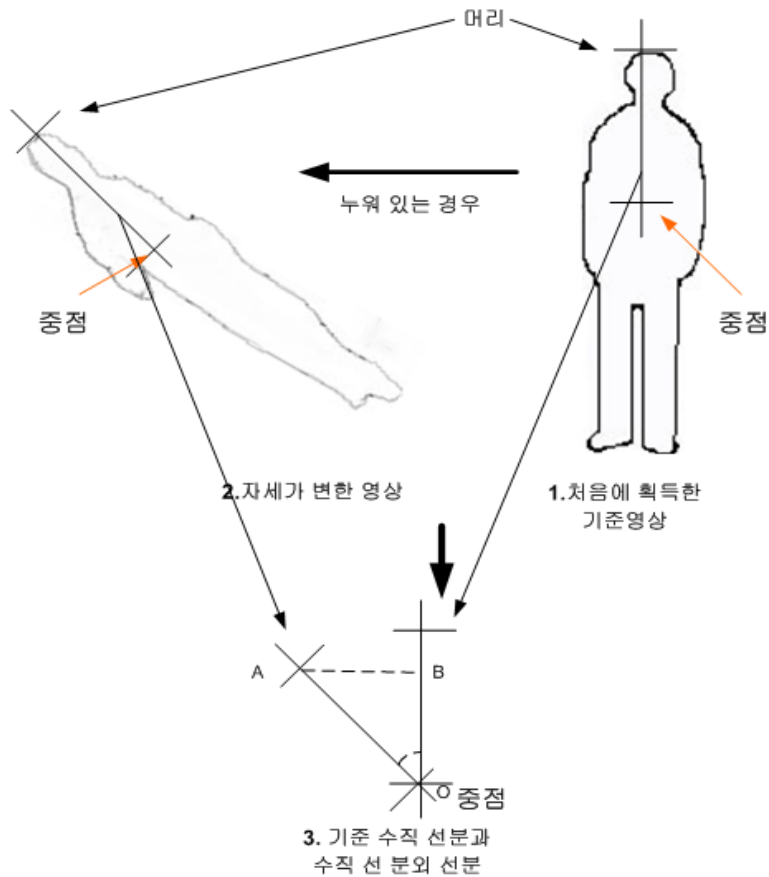


그림 18 스칼라 곱에 의해 자세 판별 과정

$$\bar{A} \cdot \bar{B} = AB \cos \Theta \quad (\text{II.15})$$

스칼라 곱의 각 Θ 가 $0 \sim 40^\circ$ 와 $0 \sim -40^\circ$ 에 있으면 서 있다고 판단하고, $50^\circ \sim 90^\circ$ 와 $-50^\circ \sim -90^\circ$ 있으면 누워 있다고 판단 한다.

거짓이면 -II-를 검사한다(그림.16).

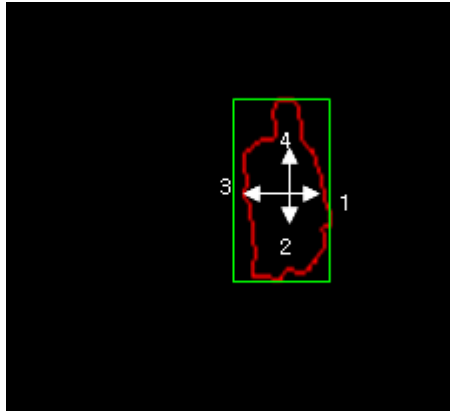


그림 19 앉아 있는 모습 판별
(1:오른쪽 스캔, 2: 다운(Down) 스캔,
3: 왼쪽 스캔, 4: 업(Up) 스캔)

참이면 앉아 있음 판단, 사각 박스 내의 중심을 기준으로 4방향의 1,2,3,4의 면에서 255값을 검출이 되고, 30초 이상 정사각형 모양을 하고 있으면 앉아 있음으로 판단한다(그림 19). 거짓이면 -III-을 검사한다. -III-의 검사 방법은 사람이 ‘ㄷ’자 형태로 쓰러진 경우, 그림20 (A)에서 정사각형의 중점을 찾고 1의 방향으로 스캔을 하면서 255값을 찾고, 3, 4의 방향에서도 255을 찾고, 2의 방향에서처럼 255의 값을 찾을 수가 없으면 구부러져 쓰러져 있다고 판단을 한다. 그림 21은 자세 판별에 의해 판별된결과 이다

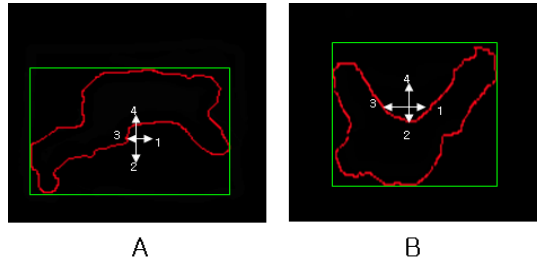


그림 20 구부러져 쓰러진 경우(A.누워 있는 모습, B. 누워 있는 모습)

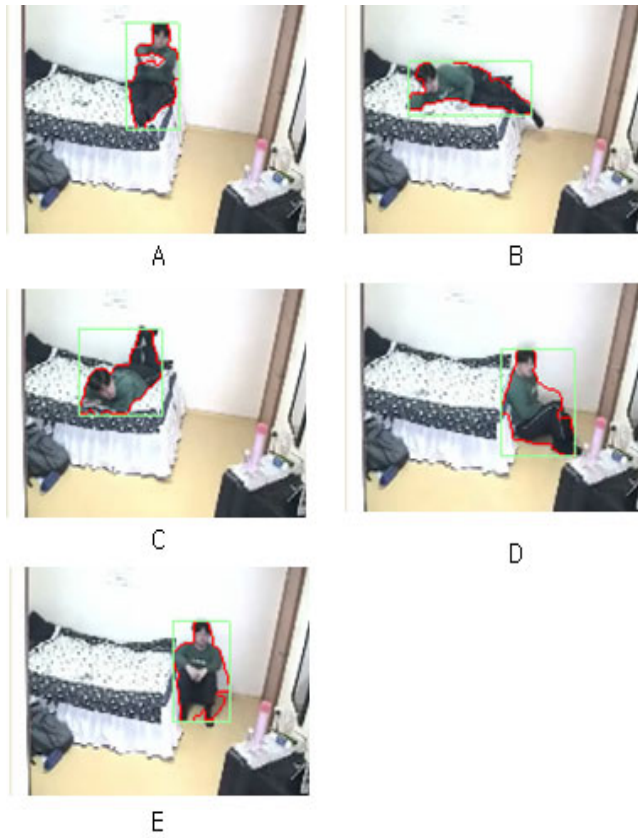


그림 21 사람의 자세 모양 정합결과(A: 앉아 있음 박스와 에지로 확인, B: 누워 있음 확인, C 누워 있음 확인, D: 앉아 있음을 확인, E: 앉아 있음 확인)

III 결과

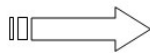
PD&A의 일은 노인환자가 예기치 않은 위급 상황 발생시 보호자에게 경고 메시지(영상)를 알리는 시스템이다. 그림22은 이런 과정을 설명한다. 그림22 (A)은 방안을 카메라로 감시하고 있고, 그림22(B)는 영상에 있는 쓰러진 노인을 찾아내고, 일정한 라벨을 붙였으며, 그림22.(C)는 PDA로 전송한 영상이다.



(A) 카메라로 노인 감시



(B) 쓰러진 노인 검출 선택 영역



(C) PDA에 전송된 영상

그림 22 노인 검출, 판별, PDA 전송

1 실험 설정

이 실험을 위해 사용된 비디오 영상은 노인 보호시설에서 하였다. 카메라는 줌 렌즈를 사용하여, 3:1로 방안을 축소하고, 창문을

등지고 높이가 2m20cm에서 방 전체가 다 보이도록 설치한다. 그림23 배경영상이다.



그림 23 감시 카메라가 설치된 방안 배경

우리는 13평의 공간을 2004년 3월 3일부터 2004년 3월 9일 까지, PD&A 시스템의 사람 검출, 자세 분석 시스템의 실험을 위해 사용하였다. 시간 설정에 있어서 보호자가 집에 없다고 가정하고, 오전 7시부터 저녁 7시까지 PD&A 시스템으로 감시하며, 사람을 검출하고, 자세 분석 하도록 하였다. 7시 이후에는 보호자가 집에 돌아온다고 가정하고, 돌아오면 프로그램은 종료한다. 실험자로는 노인 보호시설에 있는 67세의 남자를 실험하였다. 이 노인이 설정된 공간을 시간당 계산하여, 우리가 설정한 자세 분석 기준에 부합하면 영상을 (13:1)로 압축하여 저장하고, 보호자의 PDA로 잘 전송되는 지 실험 하였다. 자세 분류는 5가지로 한정한다. 구체적으로 서술하면, 서있는 경우, 앉아 있는 경우, 누워 있는 경우, 걷다 쓰러지는 경우, 서있다 쓰러지는 경우로 제한한다. 경고 메시지 전송은 서 있다 쓰러지는 경우, 움직이다 쓰러지는 경우, 일정 시간 누워 있는 경우로 한정 한다.

2.결과 분석

그림24는 노인 PD&A에서 판별한 결과를 저장한 영상이다. 표25는 일주일간 매시 간격으로 노인의 자세를 분석한 결과이다.



그림 24 캡처되어 저장된 영상 결과

(A:앉아 있음. B:서 있음 C:서 있음 D:누워 있음
E:움직이다 쓰러짐 F:않아 있음 G:서 있음 H:서있다
쓰러짐,I 움직임)

시간	자세 판별 분류				
	서 있는 경우(B,C,G)	앉아 있는 경우(A,F)	누워 있는 경우(D)	움직이다 쓰러지는 경우(E)	서 있다 쓰러지는 경우(H)
2004-03-03					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
합요일 결과	2	3	4	1	2
2004-03-04					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
합요일 결과	4	5	6	1	1
2004-03-05					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
수요일 결과	4	5	5	1	1
2004-03-06					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
목요일 결과	5	6	7	2	2
2004-03-07					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
금요일 결과	5	6	7	2	2
2004-03-08					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
토요일 결과	6	5	5	2	1
2004-03-09					
AM 7:00~8:00	0	0	0	0	
8:00~9:00	0	0	0	0	
9:00~10:00	0	0	0	0	
10:00~11:00	0	0	0	0	
11:00~12:00	0	0	0	0	
PM 12:00~1:00	0	0	0	0	
1:00~2:00	0	0	0	0	
2:00~3:00	0	0	0	0	
3:00~4:00	0	0	0	0	
4:00~5:00	0	0	0	0	
5:00~6:00	0	0	0	0	
6:00~7:00	0	0	0	0	
일요일 결과	5	6	6	2	2

표 25 일주일동안 일정한 기간 간격으로 자세 분석 후 저장된 영상 결과

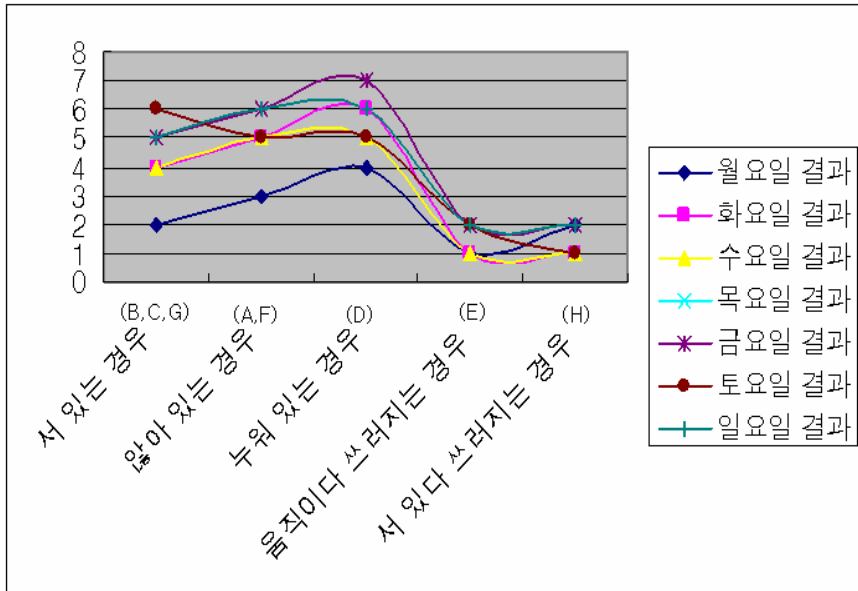


그림 26 일주일동안 감시 후 노인 환자의 자세 분석 결과

그림26 그래프를 보면 노인은 주로 방에서 앉아 있거나, 누워 있는 시간이 많았음을 확인 할 수 있었고, 위험 상황은 그렇게 많지 않았다. 오랜 시간 움직이지 않고 누워있으면 경고 메시지를 보호자의 PDA로 전송을 하였고, 움직이다 쓰러지는 경우, 앉아 있다 쓰러지는 경우 경고 메시지를 전송 하였다. PD&A는 장시간의 카메라 영상에서 노인 검출, 자세분석을 성공적으로 할 수 있었다. 노인의 일정한 성향도 알 수 있었다.

IV. 고찰

본 연구에서 구현한 노인의 PD&A 시스템 특징은 다음과 같다.

1. 이 시스템은 노인 분석알고리즘에서 영상의 노이즈와 좋지 않은 영상 품질의 영향에 최소화하는 방식으로 메디안 필터, 가우시안, 모폴로지 방식으로 영상 필터링을 사용하였다.
2. 노인의 자세 판별을 위해 라벨링, 에지 검출, 부위 트래커, 컨벡스 헐, 영상 정합방식의 알고리즘을 사용 판별 하였다.

노인 검출과 관련하여 연구의 제한 점은 다음과 같다.

1. 노인이 서로서로 겹칠 경우 자세 판별하지 않는다.
2. 분리될 경우 처음라벨을 인식하지 않고, 새로운 라벨을 설정한다.

다음 진술은 PD&A에 대한 제한 사항에 대해 기술 한다.

가)PD&A 시스템은 최대 3사람만 검출하고, 분석 할 수 있게 하였고, 이 사람들이들 서로 겹쳐지면, 자세 판별이 불가능하다.

나)정지 검출기에서 빛의 밝기가 급격히 빨리 변하면 사람검출이 어렵다. 시스템이 일정한 빛의 밝기 동안 집안에서 구동되도록 구현되어 있는 반면, 빛의 라벨이 변환 하는 상황이 있다. 예를 들면, 형광등을 off 후 다시 on하면, 카메라의 자동감시기는 배경에 새로운 전체 밝기에 적응되고, 영상 전제가 일정시간동안 어두워지고, 다시 밝아지는 현상이 생긴다. 이런 문제는 PD&A 보다 더 좋은 프로그램을 설치하여야한다. 그러나 현재 CPU시간이 이런 기능을 제어 할 정도로 빠르지 않아서 현재는 불가능 하다.

다)현재 감시하고 있는 사람이 다른 방에 갔다가 다시 원래의 방으로 오면, 이 사람의 정보를 기억하지 못하고 새로운 사람으로 인식하였다.

결론적으로 본 연구에서는 최근에 계속적인 기술진보가 이루어지고 사용빈도가 늘어나고 있는 영상처리 기술을 이용하여 실제 생활과 연관된 응용 프로그램 개발의 필요성을 보여 주었다. 앞으로 보다 다양한 영상처리기술을 사용하여, 좀 더 정확한 자세 분석 알고리즘에 관한 연구가 계속 되어야 할 것으로 판단한다.

V. 결론

본 논문에서 개발한 PD&A는 카메라 영상에서 사람을 검출하고, 자세 판별을 위해 정지 검출, 부위 트래커, 모양 정보 획득, 사람의 자세 보양 정합의 알고리즘을 통합하여 사용하였다. 각각의 방법들은 복잡하지 않도록 알고리즘을 개발하였고, 4개의 알고리즘을 결합하여 각각의 방법에서 가지는 한계점을 극복 하였다. 단순 감시뿐만 아니라 영상에 저장된 영상 시간을 보고, 도표화 하면, 노인의 주 생활 패턴도 알 수 있다. PD&A의 문제점은 배경 모델을 구성 하지 못하는 경우가 있고, 이것은 전등을 켜 때 빛의 밝기가 갑자기 변하기 때문이다. 두 사람이 하나의 큰 블로브로 되었다가 분리 될 때 처음 라벨을 인식 하지 못하는 경우 , 노인(사람)이 방을 이동할 경우 항상 새로운 노인(사람)으로 인식한다. 이 것은 영상처리의 한계점이다. 이 것은 앞으로 더 많은 연구가 필요하다.

결론적으로, PD&A 시스템은 노인의 위험 상황을 감지하고, 서버를 통해 보호자의 PDA로 전송하여, 보호자는 이 영상을 보고 환자의 상태를 판단할 수 있고, 보호자는 안심하고 사회적 활동을 지원 할 수 있어, 노인이 있는 가정의 원활한 사회적, 경제적 활동을 지원할 수 있는 시스템으로 사용될 수 있음을 보여주었다. 향후 연구 과제로는 사람의 통행량이 많은 전철역, 공항 에서 통행인 감지 장치나, 가정 혹은 지하 주차장에서 도둑 감지 장치로도 연구가 가능하다.

참고문헌

1. 국립창원대학교 아동가족학과 노인문제 연구실:
http://www.changwon.ac.kr/~goldage/sub3_menu03.html
2. Qin Caj, Amar Mitiche and JK Aggarwal. Tracing human motion in an indoor environment. In Proceedings of the 2nd International Conference on Image Processing(ICIP'95). pages215-218,1995
3. Neil A Gershenfeld. The Nature of Mathematical Modeling. Cambridge University Press, Cambridge, UK,1999
4. Ronald L Graham. An efficient algorithm for determining the convex hull of a finite planar set , Information Processing Letters, 1(4):132-133, June 1972
5. http://www.kt-adsl.net/etc/e_01.asp
6. Nils Sielbel, Design and Implementation of People Tracking Algorithms for Visual Surveillance Application. The University of Reading Computatinal Vision Group Department of Computer Science March 2003;p7-9.
7. Ismail Haritaoglu, David Harwood and Larry S.Davis: W^4 : Who? When? Where? What? A Real Time System For Detection and Tracking People. International Conference On Face and Gesture Recognition April 14-16, 1998, Japan; p1-4
8. Chiraz BenAbdelkader and Larry Daivis. Detection of People Carrying Objects: a Motion-based Recognition Approach. Computer Vision Laboratory University of Maryland College Park MD 20742 USA

9. Chris Stauffer W.E.L. Grimson: Adaptive Background Mixture Models For real-time Tracking. The Artificial Intelligence Laboratory Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA 02139.
10. David Travis. Effective Color Displays -Theory and Practice. Academic Press, London, UK, 1991; p10-14
11. Randy Crane, Aimplified approach to Image Processing Classical And Modern Techniques in C. Prentice Hall PTR. www.phptr.com; p16-22
12. Thomas G Lane , IJG JPEG Library: System Architecture. Independent JPEG Group, 1991-1995. Part of the Independent JPEG Group's JPEG software Documentation. see <http://www.ijg.org/>
13. <http://www.fourcc.org/index.php?http%3A//www.fourcc.org/yuv.php>
14. Rafael C, Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing second Edition; 2002
15. EARL Gose Richard, Johnsonbaugh, Steve Jost, PATTERN Recognition and Image Analysis, Prentice Hall PTR upper saddle River, NJ 07458;1996

Abstract

Internet based intelligent imaging system for home surveillance of the aged

Young-il You

*Department of Medicine or Medical Science
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Hee-Joung Kim)

Although the aged patients taken care into medical treatment during the 24-hour increase every year, the overall management system for the aged is insufficient, and a special hospital, a aged hospital house, a care institution of the aged is very lack of about 80 at the whole country. Instead of a lack care institution of the aged and a lack aged hospital house, the aged patient system taken care into medical treatment during the 24-hour is called for being in aid of doing smoothly social, economical working of the aged home's. But, when it judges the aged's dangerous state by the track and analysis of the Real-time Visual Surveillance System, there is no a research to inform a personal protector by message.

In this paper, most of the research focus on evaluating and developing the PD&A(Person Detection& Analysis) algorithm. We define the PD&A system as the aged tracker, posture analysis system. the PD&A was consisted of the Stop Detector, the Region Tracker, the Shape Information Acquisition, the Person Posture Shape Matching, the PDA image transmission and image loading algorithm. the stop detector is the algorithm of removing the noise from not want ing to consist of the Dilation, the histogram stretching, the histogram-specification, the Gaussian blurr, Erosion, difference image, Median filter. It is the algorithm of splitting the Blobs that the Region Tracker is consisted of detecting the location moving, judging whether the person existence or not, the Region splitting/Merging, Labelling. There is the Shape Information

Acquisition to be an algorithm of separating a person posture from a square box, or a rectangular box that attach the label to a person's head and the bulk of person body of using graham scan convex-hull algorithm, outline extraction. there is the Person Posture Shape Matching to be an algorithm of doing the normalization of the aged posture, such as the standing condition, the sitting condition, the recline condition, the moving and dropping condition, the standing and dropping condition, and saving the image of JPEG, if the aged did not move that fallen down a flat surface. PDA(Personal digital assistant) image transmission and image loading is the algorithm that conforms the saved time, that a personal protector can load the image as occasion demand, or can load images no sooner than be received by Main server PC, transmit the personal protector's PDA throughout the server of saved images.

In this paper, We shown that it was possible of us to be the test result and the aged's daily pattern analysis, and was successful for transmitting image by PDA, and doing posture analysis, detector in the PD&A system.

Key Words : home surveillance, internet based, intelligent imaging system.

