

군복의 색깔을 이용한 피아식별 기법

허우형[○], 구은진^{*}, 차의영^{*}

^{○*}부산대학교 컴퓨터공학과

e-mail : chivarly45@naver.com[○], rhaehfd1004@naver.com^{*}, eycha@pnu.edu^{*}

IFF Technique using the Color of Military Uniform

Woo-Hyung Heo[○], Eun-Jin Gu^{*}, Eui-Young Cha^{*}

^{○*}Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

● 요약 ●

본 논문에서는 차세대 무인 군사 로봇에 활용할 수 있는 적군 및 아군 식별 수단으로 군복의 색깔을 이용한 기법을 제안한다. 이 기법은 전장지역의 군사로봇이 할 수 있는 피아식별법 중에 하나로 로봇에 부착되어 있는 카메라 외에 추가적으로 가져야 하는 장비가 필요 없기 때문에 추가비용 없이 효과적으로 적군을 포착할 수 있다. 군복의 색깔 차이를 식별하기 위해서는 먼저 HOG(Histogram of Oriented Gradients) 기법을 이용하여 사람을 검출한 다음, 이후 검출된 사람영역에 대하여 인체 비율을 고려해서 추출한 상의 부분의 색깔 데이터를 받는다. 이때 색공간은 HSV 공간으로 하여 조명의 변화에 덜 민감하도록 하였다. 북한 군복 색깔 영역의 pixel들만 추출하여 이진화를 한 후, 상의 전체 픽셀에 대한 개수 비율을 계산한다. 비율이 임계값 보다 높을 경우 적으로 인식한다.

키워드: 사람 검출(human detection), HOG(Histogram of Oriented Gradients), 피아식별(identification friend or foe), 군복(military uniform), HSV 색깔 공간(hsv color space)

I. 서론

미래의 군사적 의존도는 로봇이 미치는 영향이 크다. 이라크와 아프가니스탄에 주둔한 미군은 지상과 공중에서 약 2만대의 원격 조종무기를 사용하고 있으며, 미 의회는 2015년까지 모든 군용 차량 3분의 1 이상을 무인화해야 한다는 입장을 가지고 있다[1]. 이와 같은 현실속의 무인 군사 로봇은 임무 별로 많은 기능이 포함되어 있는데 이때 중요한 기능 중에 하나가 아군과 적군을 구별할 수 있는 능력이다. 구별하는 방법에는 RFID를 활용한 방법, 압구호를 활용하는 방법등이 있다. 하지만 이는 경계업무등 정적인 환경 하에서만 유용하다. 접전 시에는 빠르게 사람 형상을 찾고 색의 차이를 통해 적군의 구별하게 되면 기타 아군의 RFID 태그장치가 손실 또는 분실되는 상황에서도 임무를 계속해서 수행 할 수 있다. 또한 주간뿐만 아니라 야간의 어두운 상황에서도 칼라 영상으로 촬영이 가능한 장비를 통해 가능하다.

II. 사람 검출

영상 속, 사람을 검출하기 위해서 Histogram of Oriented Gradients(HOG)를 이용하였다. HOG는 각 물체가 가지는 외형

의 특징을 이용한 기법이다. 이는 이미지를 작은 여러 개의 영역으로 나눈 것을 셀이라 했을 때 각 셀에서의 그레이디언트 값을 통해서 특징을 알아낼 수 있다. 그레이디언트는 객체의 에지에 대한 기울기 측정값을 나타낸다.

각 셀의 그레이디언트 값을 계산할 때는 x축과 y축 두 축을 기준으로 그레이디언트(Δx , Δy)를 계산하게 된다. 그레이디언트의 크기(m)는 식(1)으로 구할 수 있으며, 방향(θ)은 식(2)으로 구할 수 있다.

$$m = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right) \quad (2)$$

HOG에서 셀이 모여 이루어진 블록이 있을 때 블록들의 그레이디언트 값 분포를 누적하여 히스토그램을 만든다. 그 후 각 블록의 누적 값을 직렬화하고 정규화 과정을 거침으로써 HOG 특징벡터를 만들게 된다. 정규화는 L1-norm, L2-norm, L2-Hys, L1-sqrt 등이 사용 된다[2]. 그림 1은 HOG 특징 벡터를 만드는 과정을 나타내고 있으며, 그림 2는 HOG를 통해 검출된 화면이다.

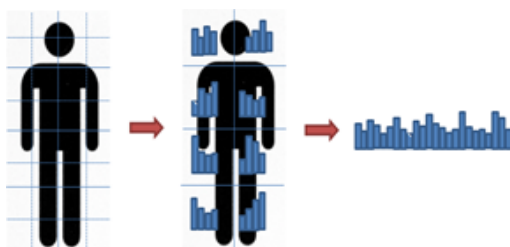


그림 1. HOG 벡터 생성
Fig 1. HOG vector extraction

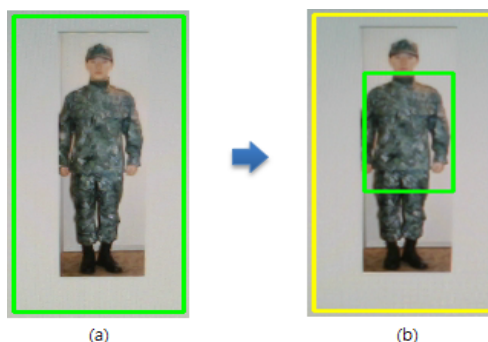


그림 3. 추출 영역 축소
Fig 3. reduction of extraction area

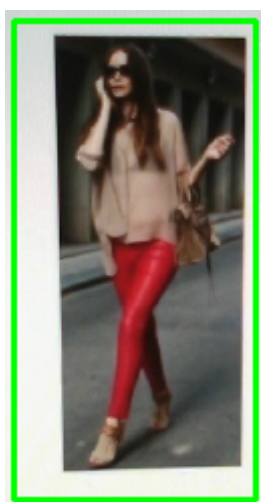


그림 2. HOG를 이용한 사람 추출 결과
Fig 2. people extraction result using HOG

3.2 이진화 및 비율 계산

추출한 색 데이터의 공간을 RGB로 했을 때는, 조명에 민감하다는 단점이 있다. 그렇기 때문에 조명에 덜 민감한 HSV 영역 내에서 계산하게 된다. 실험을 위해 수집된 북한 군복 이미지들의 H(색상) 범위는 8~25였으며 범위에 속하는 픽셀만 값을 1으로 하고 그 외는 0으로 하는 이진화 과정을 거친다. 결과는 그림 4를 통해 확인 할 수 있다.

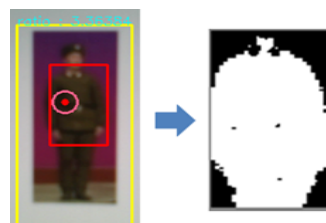


그림 4. 이진화 과정
Fig 4. binarization process

사람을 검출하는 알고리즘은 이밖에도 Tomoki[3]가 제안한 CoHOG(Co-occurrence Histogram of Oriented Gradients), Shashua[4]의 SIFT(Scale_Invariant Feature Transform), Mikolajczyk[5]가 제안한 SHIFT와 SVM(Support Vector Machine)분류기를 조합한 방법등이 있다.

III. 군복 색 추출

3.1 추출 영역 축소

HOG를 통해 사람을 검출 했을 경우, 그림3(a)처럼 검출 된 영역 내에는 배경이 포함되는 부분이 많기 때문에 그림3(b)와 같이 색깔 데이터를 추출할 영역을 축소 시켜야 한다. 상체 부분으로 한정 짓는데 상체와 하체의 평균 비율이 1:1인 점과 얼굴을 기준으로 평균 6~7등신의 신체 비율인 점[6]을 착안하여 추출 영역의 위치는 검출영역의 상위 20~30% 지점부터 위치시키고 높이는 검출 영역의 높이에 50%로 설정한다.

비율을 계산하기 위해서 축소된 추출영역에 대한 픽셀수를 구한다. 그리고 이 값에 이진화 된 영상에서 0 또는 1값을 가지는 각 pixel들에 대하여 0, 1 두 영역으로 히스토그램 한 후, 더 많은 개수를 가지는 픽셀들의 값으로 수식(2)와 같이 나눈다.

$$ratio = \frac{\text{number of pixels}}{\text{more value}} \quad (2)$$

아군의 군복일 경우 적군의 색상 범주에 속하는 색이 없기 때문에 more value는 number of pixels와 근접하게 나오고 ratio는 1에 가깝게 된다. 하지만 적군의 경우에는 more value가 작아지기 때문에 ratio가 커지게 되고 임계값 보다 높아져 적군으로 식별이 가능하다. 임계값은 적군 군복 62장의 평균 ratio 수치인 1.705381을 기준으로 정하였다. 최고 ratio값은 2.32751, 최저 ratio값은 1.67591 였다. 아군 63장의 평균 ratio값이 1.31584, 최고 ratio값이 1.65217, 최저 ratio값이 1.05175 였다.

IV. 실험 결과 및 분석

성능 평가를 하기 위해서 총 63장의 아군 군복 사진과 62장의 적군 군복 사진에 대해 실험을 실시하였다. 이때 아군 군복은 한국군, 적군은 북한군의 군복으로 하였다. 표1에서 볼 수 있듯이 적군 사진으로 측정 하였을 때 사람으로 인식하지 못하는 사진이 7장이고 올바르게 인식한 사진이 46장으로 인식율은 73%이다. 그리고 아군 사진 62장을 측정 하였을 때는 사람으로 인식 하지 못한 사진이 9장이며 아군으로 인식한 사진이 45장으로 인식율은 72%이다.

표 1. 실험결과
Table 1. The experimental results

	적군사진	아군사진
전체 사진	63	62
사람 불검출	7	9
적군으로 인식	46	8
아군으로 인식	10	45
인식율	73%	72%

그림 5와 그림 6은 각각 아군 군복과 적군 군복의 실험 결과의 예를 보여주는 사진이다. 그림 5(a), 5(b), 5(c)의 ratio 값이 1.34737, 1.66571, 1.55396으로 평균값이 1.52234 일 때 6(a), 6(b), 6(c)의 ratio 값이 1.72706, 1.95435, 1.88921, 1.83264으로 평균값은 1.85081이다. 예시의 경우, 평균값의 차이는 0.32847임을 보이고 있다.

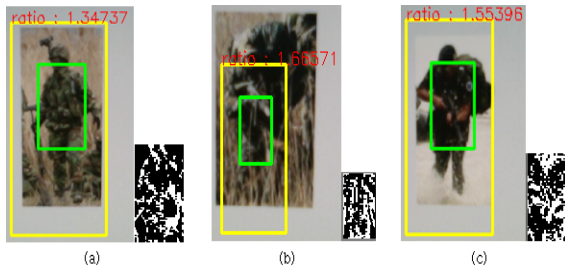


그림 5. 아군 군복 실험 결과의 예
Fig 5. experiment result of our forces's military uniform

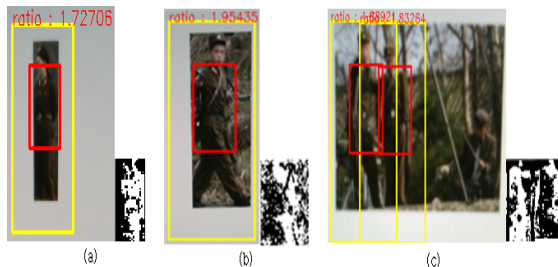


그림 6. 적군 군복 실험 결과의 예
Fig 6. experiment result of enemy forces's military uniform

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 차세대 무인 군사 로봇이 활용할 수 있는 적군 및 아군 식별 수단으로 군복의 색깔을 이용한 기법을 제안하였다. 기존의 군사 로봇이 이용하는 구별법은 아군을 구별하는 것에 주안점을 두었기 때문에 경계 업무에 적합하였으나 적을 능동적으로 찾아 섬멸하는 것에는 한계가 있었다. 그렇기 때문에 본 논문에서 제안하고자 했던 것은 군사 로봇의 조금 더 능동적인 임무 수행에 필요한 기능을 추가시키기 위함 이었고 이를 위해 적을 찾는 것에 주안점을 두었다.

하지만 군복의 색깔을 토대로 식별하는 방법이기 때문에 적들이 은폐, 엄폐하여 적군의 앞에 장애물이 있을 경우, 적들의 몸을 풀로 위장했을 경우, 적들의 군복에 이물질이 묻었을 경우 등 여러 가지 상황에 대해서는 취약점을 보인다. 따라서 향후 여러 가지 상황에서도 강력한 탐지 기능을 가지는 식별 방법을 추가적으로 개발해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] U.S. Department of Defense Press News on <http://www.defenselink.mil/qdr/>, 2001.
- [2] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," IEEE Conf. Comput. Vision Pattern Recognit., 2005.
- [3] T. Watanabe, S. Ito, and K. Yokoi, "Co-occurrence histograms of oriented gradients for pedestrian detection," in 3rd Pacific Rim Symposium on Advances in Image and Video Technology, pp. 37-47, 2009.
- [4] A. Shashua, Y. Gdalyahu, and G. Hayun, "Pedestrian detection for driving assistance systems: single-frame classification and system level performance," in IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 1-6, 2004.
- [5] K. Mikolajczyk, C. Schmid, A. Zisserman, "Human detection based on a probabilistic assembly of robust part detectors," in Pajdla, T., Matas, J(G.) (eds.) ECCV 2004. LNCS, vol. 3021, pp. 69-82, 2004.
- [6] Jung, Suk Gil and Kim, Gyu Hyeon and Roh, Hwa Jun, "Comparison of Basic Body Dimension between Korean and American for Design Application", Korean Society for the basic formative, 2000.