

# 야간 보행자인식을 위한 적외선 동영상의 형상특징벡터 생성기법

송병탁<sup>†</sup>, 김태석<sup>\*\*</sup>

## Method of Generating Shape Feature Vector Using Infrared Video for Night Pedestrian Recognition

Byeong Tak Song<sup>†</sup>, Tai Suk Kim<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

In this paper, for recognize a night pedestrian from an infrared video, a new method differentiated from the existing feature vector is proposed and experimented. The new approach focuses on the shape feature vector of the structure and shape of the pedestrian image divided by the human body seven split ratio. The pedestrian images are divided into 7 square blocks from the still image of the preprocessing process. And to reduce the dimension, the square block is converted into a mosaic block. The scalar and direction of the shape feature vector is calculated by the brightness and position of the element in the mosaic. For practicality of infrared video system, the proposed method simplifies the data to be processed by reducing the amount of data in the preprocessing in order to continuously batch process the entire system in real time. Through the experiments, we verified the validity of the proposed shape feature vector. In comparison to the existing method, we propose a new shape feature vector generation method as the feature vector for night pedestrian recognition.

**Key words:** Night Pedestrian Recognition, Infrared Video, Shape Feature Vector, Mosaic Block, Human Body Split Ratio

### 1. 서 론

적외선영상은 물체가 방출하는 미약한 표면온도의 강약에 따른 온도분포 정보를 가시화된 영상으로 처리된 것이다. 더욱이 열악한 촬영조건하에서도 비교적 양호하게 물체의 영상을 가시화 하는 기능을 가지고 있다. 따라서 이러한 적외선 카메라의 특수한 기능과, 컴퓨터비전 기술이 융합하여 지능형 영상처리 시스템으로 진화되고 있다. 응용분야가 다각적으로 확대됨에 따라, 지능형 시스템의 수요가 한층 증

가추세에 있다. 그 응용에 있어서는 생물체의 유무정보를 확보해야 하는 보안, 감시, 검열 등 일반분야와 표적탐지, 추적 등 군사 분야 등이 있으며, 또 다른 응용분야는 자동차의 야간주행 및 기상악화 시 운전자의 주행 보조시스템으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 한편, 적외선 영상에서 배경과 잡음이 제거된 필요한 영상 영역만을 컴퓨터에서 추출하여, 검출된 영상이 무엇인지를 인식하는 것은 여러 가지 어려움이 있다. 일반적으로 보행자의 적외선영상에 대한 연구는 소분야별로 영상에서 관심영역(ROI: Region

※ Corresponding Author : Tai Suk Kim, Address: Dept. of Computer Software Engineering, Dong-eui University 176 Eomgwangno Busan\_jin\_gu, Busan 614-714, Korea, TEL : +82-51-890-1707, FAX : +82-51-890-1724, E-mail : tskim@deu.ac.kr

Receipt date : May 14, 2018, Revision date : Jun. 21, 2018

Approval date : Jun. 25, 2018

<sup>†</sup> Dept. of Computer Software Engineering, Dong-Eui University

(E-mail : bytasong@hanmail.net)

<sup>\*\*</sup> Dept. of Computer Software Engineering, Dong-Eui University

Of Interest)을 검출하고, 보행자에 대한 특징벡터를 추출하여, 보행자인지 유무를 판단하는 분류기의 형태로 연구되고 있다. 이러한 연구에는 적외선영상의 물체가 방사하는 온도에 민감하다는 어려움으로 부분적으로 연구가 많이 진행되고 있다. 보행자를 검출하는 많은 관심 영역연구에서는 히스토그램을 사용한 연구에는 히스토그램을 가우시안 혼합모델로 가정하고, 클래스를 사전에 설정하여, 적외선 입력영상을 여러 단계로 분할한 영상을 가우시안 혼합모델에 적용시켜 관심 영역을 구한다. 관심 영역과 배경을 사전에 설정하고 다단계 계산에 의한 계산량이 증가하는 점이 있다[1]. 대상물에 적외선 카메라가 감지 가능한 표식을 사전에 하여 두고, 카메라 영상으로부터 그 표식을 검출하는 방법도 있다. 대상물이 변하면 감지가 불가능한 방법이 된다[2].

동영상을 연구한 방법에는 프레임영상의 모든 화소마다 평균과 분산을 계산하고, 모든 화소마다 시간 변화에 따른 화소의 밝기의 변화를 계산하여 화면내의 높은 밝기의 값만을 취하여 평균분산으로 구하는 방법이 있다. 이 방법은 화소별로 여러 계산식을 하므로 실시간 처리의 적용에 단점이 있다[3].

특징추출에 대한 연구들에는 검출대상의 기하학적 정보를 검출하기 위해, 다양한 형태의 기하모형의 특징벡터를 준비를 하여, 이들을 영상의 모든 영역에 스캔하여 기하모형 내부의 밝기차이가 임계값보다 큰지, 작은지를 판단하여 특징벡터로 활용한다[4]. 대상에 따라서 적용되는 기하모형이 다를 수 있고, 임계값도 변화를 시켜야 하는 문제점이 있다. 또는 기존의 고차원의 화소의 기울기에 대한 크기와 방향을 나타내는 특징벡터를 사용하나, 벡터를 생성할 영역인 주성분만 분석하여 벡터의 차원을 저차원으로 바꾸고, 분류기를 다항식기반 패턴분류기를 사용하여 속도 향상을 목표로 한 연구도 있다[5]. 특징벡터를 히스토그램으로 구하는 연구는 보행자가 포함된 직사각형의 준비된 RIO영상을 입력하여 일정크기의 셀로 분할하고, 각 셀 내의 인접하는 화소간의 명암의 기울기를 구하고, 방향에 대한 누적 히스토그램을 만든다. 각 셀들을 큰 단위의 블록으로 결합하여 정규화를 하고 이것을 일렬로 연결하여 화면 전체 특징벡터를 만드는 방법도 있다. 이 방법은 윤곽정보에 대한 특징벡터로서 인식에 효과가 있으나, 직사각형 내의 보행자이외의 부분도 포함하고 화소단위로 벡

터를 생성하므로 고차원벡터로서 계산량이 많고, 입력된 데이터 크기에 학습이 되어서 입력영상이 바뀌면 새로운 학습이 필요하다는 단점이 있다[6].

기존의 많은 연구들은 인위적으로 부여한 제약된 조건 속에서 영상처리를 함으로서, 실시간 처리에 어려움이 있고 다양한 입력영상의 적용에는 한계가 있다. 따라서 이러한 점에 있어서, 본 연구는 다음과 같이 접근하였다.

관심 영역추출에서 1). 제약조건이 없는 적외선 동영상 사용하여 정지영상이 자동 선정되고, 멀티임계값 적용하였다. 2). 적외선 카메라의 특징과 인체의 골격 구조적 특징인 등신비를 결합 활용하여, 공간 히스토그램 판별로 처리를 간단히 했다. 3). 이후의 특징벡터생성과 연계하여, 일괄처리가 되도록 시스템의 실용화를 추구했다.

특징벡터 생성은 1). 인체의 등신비를 이용하여 윤곽형상정보를 활용하였다. 2). 저차원의 특징벡터 생성을 위해 최소한의 윤곽정보를 취하는 모자이크로 차원을 줄였다. 3). 특징벡터는 모자이크영상에서 기울기정보와 방향정보를 또 다시 최소 정보만을 추출하여 형상특징벡터를 구하였다.

형상특징벡터에 대한 유효성 평가를 위하여 스포터 벡터 머신으로 검증 실험을 하는 새로운 특징벡터 생성기법을 제시한다.

## 2. 제안 방법

### 2.1 제안한 알고리즘의 개요

본 연구는 전체 시스템의 실용성에 기반을 두고, 실시간 적외선 동영상을 사용하였다. 개요는 Fig. 1과 같이 적외선 동영상을 입력하여, 정지 영상 속에 보행자가 있을 확률이 높은 관심영역관심 영역을 추출하고, 그 영역을 기초로 본 연구에서 특히 초점을 두는 형상특징벡터를 생성하며, 그 유효성을 검증하는 인식처리로 단계를 나누어 순차적 처리가 된다. 동영상의 입력으로 시작되는 시스템에서 정지영상 추출 프레임의 간격은 참고자료를 바탕으로 정상한국의 성인 남녀의 1분당 평균보행속도인 90~120보를 기준하여 10 프레임간격으로 했다.

입력된 정지영상으로 보행자의 항온특성, 인체의 골격 구조적 특징인 신장대비 머리 길이 비율인 등신비와 형태상의 특징을 활용하여 관심 영역을 추출한

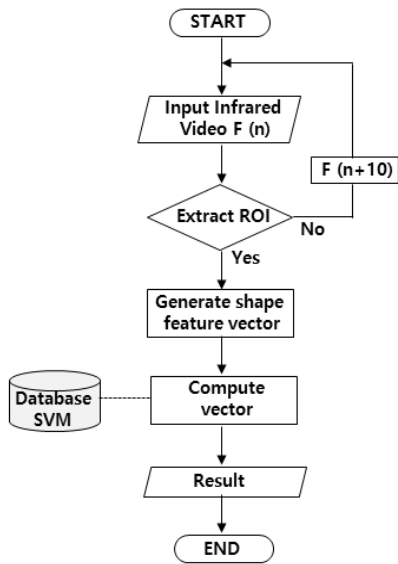


Fig. 1. Flowchart of proposed whole system.

다. 향온 특성 활용은 카메라 영상의 밝기 범위가 일정부분 정해지는 특징을 활용하였다. 관심 영역 추출을 위해서는 2진화 영상으로 변환해야 되나, 2진화 그레이 영상은 임계값에 민감하므로 2 진화 그레이 영상 생성시, 3단계로 구간 설정하여, 멀티 임계값을 적용하여 처리 하였다. 그리고 2진 영상은 모폴로지 연산으로 배경의 작은 잡음이 제거되고, 세그먼트 라벨링 처리된다. 라벨링된 그레이 영상들은 x축과 y 축에 투영되어 공간 히스토그램으로 만들어 진다. 관심 영역 추출의 판별에는 등신비에 의한 인체의 골격 구조적 특성과 형태상의 특징들이 활용된다. 전 처리에서 구해진 x축과 y축 공간 히스토그램 좌표에 의한 판별법의해 보행자의 존재 가능성이 높은 관심 영역이 추출이 된다. 판별 실패 시에는 다음 주기의 10프레임으로 동일한 처리를 계속 한다. 판단이 참이 되면 그 영역을 관심 영역으로 처리된다.

추출된 관심 영역은 특징 벡터를 생성하기 위한 입력 영상이 된다. 특징 벡터 생성에는 등신비 활용에 의한 인체의 형상이 분할 추출되어 형상특징벡터가 생성된다. 벡터생성의 단계로 등신비에 의해 인체 영상이 정방형 블록들로 생성이 된다. 이들 블록 정보들을 저장된 벡터로 변환하기 위해 4픽셀 × 4픽셀의 요소크기인 모자이크들로 변환하였다. 마지막으로 모자이크로부터 특징벡터 생성은 모자이크의 각 요소가 가지는 밝기의 차이가 보행자 형상의 예지부

분의 명암의 차이가 된다. 따라서 요소 간 밝기의 기울기차이가 벡터의 크기가 되며, 요소간의 영상좌표의 위치 변위가 벡터의 방향에 해당이 된다. 따라서 모자이크들에서 구해진 유일한 벡터들은 보행자의 7등신 형상구조의 특정부위에 상응하는 형상특징벡터들이 될 수 있다. 그리고 등신비에 의한 분할로 최종 생성된 7개의 모자이크 블록의 형상특징벡터들은 유일한 보행자의 정보를 가지는 벡터로 가정할 수 있다. 이러한 벡터들을 스포트 벡터 머신 분류기로 특징벡터로서의 유효성을 검증하였다.

2.2 관심 영역 추출

관심영역은 정지영상에서 야간 보행자일 가능성이 높은 적외선 정지 영상 속에서 정의한 영역이고, 그 영역추출 과정은 Fig. 2와 같으며, 크게 3가지 특징을 활용하였다. 첫째, 적외선 카메라영상의 특징과 둘째, 인체의 향온적 특성과 셋째, 인체의 구조적 특징을 활용하였다. 먼저 동영상으로부터 정지영상을 적정한 주기로 추출을 해야 된다. 추출된 정지영상 (445 픽셀 \* 250 픽셀)은 Fig. 3과 같다. 적정한 추출 주기는 정상 한국인의 평균보행속도로서 개인과 연

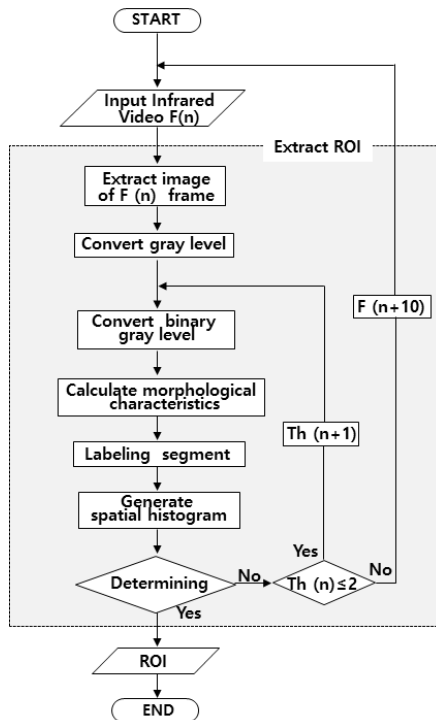


Fig. 2. Extraction of ROI.



Fig. 3. 256 gray-level image.

령에 따라서 개인차가 많으며, 약 90 - 120 보/분을 기준하였다[7]. 그 추출주기는 식(1)과 같으며, 1보행 사이클이 15프레임에서 20프레임이 되나, 보다 더 빠른 영상 주기 10 프레임 간격으로 처리 하였다. 이것은 1회 주기의 보행 사이클 시간 이내에서 관심 영역 추출이 실패했을 때, 다음 영상입력주기에서 다른 보행패턴으로 처리하기 위해서 이다.

Average walking cycle = 90 walking cycle - 120 walking cycle / minute.

$$\text{Walking cycle} = \frac{60 \text{ sec}}{90 \text{ Walking cycle} - 120 \text{ Walking cycle}} = 15 \text{ Frame} - 20 \text{ frame} / \text{walking cycle} \quad (1)$$

Frame rate of NTSC video signal system : 30 Frame / s

다음 단계는 추출된 정지 영상으로부터 2진 그레이 영상을 추출해야 된다. 이것은 카메라 영상의 밝기 특성과 인체의 향온적 특성이 결합되어, 영상에서 인체부분은 밝기 범위가 일정부분 정해지는 특징을 활용한다. 따라서 영상에서 인체가 가지는 화소 값에 비하여, 밝은 화소 값이나 어두운 화소 값은 배경이나 영상노이즈일 가능성이 크다고 예상가능하며, 그것들을 제거한 영역에 보행자가 존재할 가능성이 높다. 따라서 2진화 그레이영상은 임계값에 민감하므로 본 연구에서는 3 단계별 처리 하였다. 계절, 의복 상태, 운동에 따른 체온 변화 등으로 인한 적외선 차단을 고려하여, 30℃에서 40℃사이의 온도를 가지는 영상을 처리한다. 피사체의 온도에 따라서 식(2)의 1단계(30℃ ~ 40℃), 식(3)의 2단계(33℃ ~ 38.5℃), 식(4)의 3단계(35℃ ~ 37℃)로 나누어, 멀티 임계값을 적용하여 2진 그레이 영상(Gr)으로 처리 된다 .

$$[\text{Step 1}] \text{Gr}(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } 160 \leq g(x,y) \leq 230 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

$$[\text{Step 2}] \text{Gr}(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } 180 \leq g(x,y) \leq 220 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

$$[\text{Step 3}] \text{Gr}(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } 195 \leq g(x,y) \leq 210 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (4)$$

$g(x,y)$ : 256레벨 그레이영상의 픽셀 입력  
 $\text{Gr}(x,y)$ : 2진 그레이 영상의 픽셀 출력

단계별 임계값으로 관심 영역이 추출이 실패가 되면 다음 단계로 Fig. 2에서와 같이 최대 3회 적응적 가변이 될 수 있게 했다. 추출된 2진 영상은 모폴로지 연산으로 작은 돌출부와 작은 공간들이 제거된 그레이 영상으로 바뀌어 세그먼트 라벨링 처리된다. 다음 단계에서 인체의 구조적 특성을 활용하기 위해 투영 공간 히스토그램을 만든다. 정상인의 인체는 구조적 특징이 머리의 길이를 기준으로 일정한 비율의 등신 비를 가지고 있다[8]. 따라서 이러한 특징을 활용하기 위해 라벨링된 그레이 영상은 x축과 y축에 투영시켜 Fig. 4, Fig. 5와 같이 공간 히스토그램을 만들어 진다. x축과 y축 공간 히스토그램에서 구조적 특성

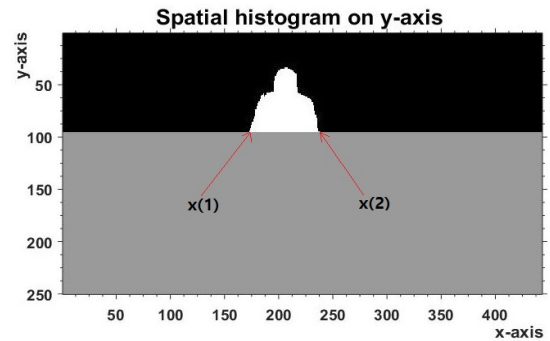


Fig. 4. Spatial histogram on y-axis.

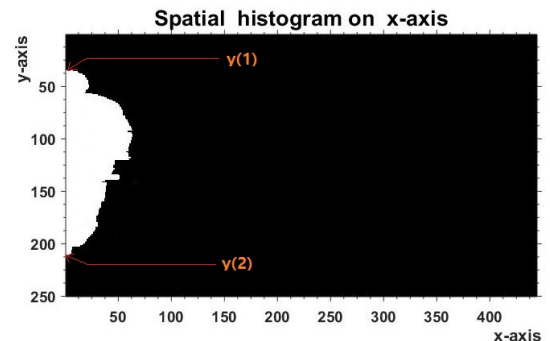


Fig. 5. Spatial histogram on x-axis.

을 이용한 판별법의해 보행자의 존재 가능성이 높은 관심 영역이 판별이 되어 추출 된다.

공간 히스토그램 판별은 다음 3가지 순별로 구해지는 인체구조의 수치비교 영상 측정치리이다. 첫 번째는 신장 대 몸집비율이며, 일반적인 한국인은 팔을 포함한 몸집(어깨 폭)의 폭은 2등신(머리길이 2배)이다. 신장 대 몸집의 폭을 본 연구에서는 정면대비 약 30도까지 비스듬한 영상과 체구의 개인차를 고려하여, 실험에 의해 몸집 폭을  $2 \pm 0.2$ 등신으로 처리하였고, 그 비율은 Fig. 4의  $x(1)$ ,  $x(2)$ 좌표와 Fig. 5의  $y(1)$ ,  $y(2)$ 의 공간 히스토그램의 좌표를 기준으로 식(5)와 같이 구하였다.

$$Ar = x(2) - x(1) / y(2) - y(1) \quad (5)$$

Ar : Aspect ratio ( 신장 대 몸집비율 )

1.8 등신 : 0.26, 2.0 등신 : 0.285 2.2, 등신 : 0.31

따라서, 비율 Ar은  $0.26 \leq Ar \leq 0.31$  범위에서 실험 하였다.

두 번째 판별은 상체투영면적 대 전신 투영 면적이며, Fig. 4와 같이 머리를 포함한 2.5등신 상체 투영 면적 대 Fig. 5와 같은 전신투영면적의 비율이 된다. 2.5등신이외의 나머지 영역은 팔과 다리 등 자유도가 큰 영역으로 제외를 했다. 문헌조사의 어려움으로 본 연구에서는 성인 남녀 각각 5명씩, 10명의 표본 집단에서 표본평균을 구하였으며, 투영면적대비의 표본평균 0.32에서 오차범위  $\pm 0.03$ 을 적용하여, 상체투영 면적 대 전신투영면적 =  $0.29 \leq Ubr \leq 0.35$ 로 하였다.

세 번째 판별은 신체의 중축 좌우 대칭비가 되며, Fig. 4와 같이 보행시 자유도가 심한 팔과 하체를 제외한 상체 2.5등신의 중축 중심좌표를 적용하였다. 중심축을 기준으로 좌우영상의 유사성 측정에 좌우 두 영상으로 코릴레이션을 취하였다. 직접 입력 데이터와 표본을 임의 변형한 실험데이터에 의한 평균을 구하여 코릴레이션의 상관계수는 식(6)과 같이  $0.9 \leq Coco$ 로 실험에 적용하였다.

$$Coco = \sum_{y=0}^m \sum_{x=0}^n Rh(x,y)Lh(t+x)(t+y) \quad (6)$$

Lh = Left upper body gray image of body's 2.5 / 7 (Lh is symmetrically rotated)

Rh = Right upper body gray image of body's 2.5 / 7

Coco : Coefficient of Correlation .

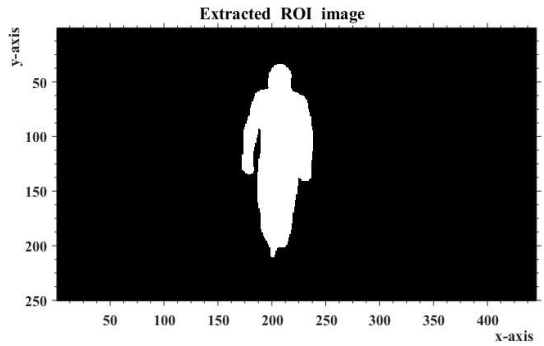


Fig. 6. Extracted ROI gray level image.

$m, n$  :  $x, y$  axes's sizes of Lh and Rh.

위와 같이 3단계별 공간 히스토그램 판별로 구해진 관심 영역의 2진화 영상은 Fig. 6과 같다. 관심 영역판별에 실패하면, Fig. 2에서  $F(n+10)$ 주기 프레임의 정지영상이 재입력되어 반복되는 처리가 된다.

### 2.3 정방형 블록 추출

관심 영역이 추출이 되면, 공간 히스토그램에서 구해진 좌표들을 기준으로 정방형 블록이 추출된다. 위절의 Fig. 4와 Fig. 5에서 구해진 공간 히스토그램의 좌표들  $x(1)$ ,  $x(2)$ ,  $y(1)$ ,  $y(2)$  이 모폴로지된 영상에 등신비로 적용이 되어, 모폴로지 영상의 위로부터  $W1 - W7$ 로 7등분 분할되어, 분할된  $W1 - W7$ 을 각각 윈도우 탐색에 의해 좌표를 구하고, 그 좌표들에

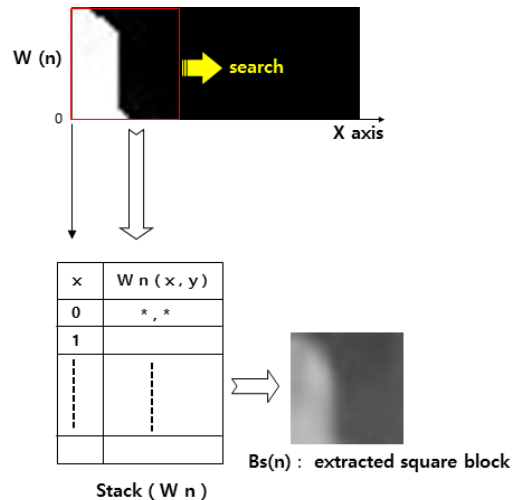


Fig. 7. Describe search with window.

의해 관심 영역영상에서 정방형 블록들이 추출된다.

추출원리는 Fig. 7과 같이 모폴로지 영상을 7등분 분할한 각 영역에서 윈도우(24픽셀 \* 24픽셀) 슬라이딩 탐색방법으로 윈도우 좌표 x에서 x=0부터 x를 증가시키면서 탐색된다. 윈도우 탐색은 Fig. 7과 같이 윈도우 내의 화소 값이 0이 될 때까지 x를 1씩 증가시키면서 x값과 화소 값의 합을 스택에 입력한다. 윈도우 탐색은 단계별 처리로 다음 번호순서와 같이 처리 된다.

1) Fig. 7에서 Wn번째 모폴로지 등분영상 위에 윈도우 (24픽셀\*24픽셀)이 x축 좌표 x=0부터 x를 증가시키면서 윈도우내의 화소 값 합을 식(7)과 같이 구한다.

$$W_n(x) = \sum_{a=0}^{23} \sum_{b=0}^{23} p(x+a, b) \quad (7)$$

Wn(x): value of pixels inside window at x on nth piece of into seven division

n: n-th piece into seven division , n = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}

x,y: Coordinate on window

P(x,y): one pixel value within window

a \* b: 24pixel\*24pixel (window size)

2) x 값과 윈도우내의 픽셀들의 합을 구하여 스택에 입력하고 Wn(x)값이 0이 될 때까지 1)을 반복한다.

3) 스택에서 윈도우 (a x b)/2 값에 가장 근접한 W(x, y)가 결정이 되고, 이 좌표를 관심영역 정지영상에 적용하여 윈도우 사이즈의 정방형의 블록을 추출한다.

여기까지의 처리로 추출된 정방형 블록들은 Bs1에서 Bs7까지 되며, Fig. 8와 같다.

2.4 모자이크 생성

추출된 정방형 블록들은 보행자의 특정부위의 정보를 가지고 있는 보행자의 형상정보영상이라고 볼 수 있다. 이러한 영상정보는 특징벡터로서 보행자를 인식할 수 있으나, 정보의 손실이 없는 저차원의 특징벡터를 만들기 위해 정방형 블록들이 모자이크 처리되어 데이터양이 줄여 지게 된다. 본 연구에서는 실험적으로 모자이크 단위를 4픽셀\*4픽셀로 하였다.

Square block extraction

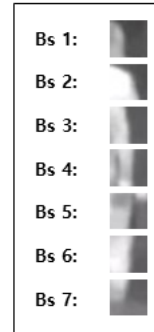


Fig. 8. Square block image generation,

생성된 모자이크들은 관심 영역의 일부로서 보행자 일 가능성이 높은 형상의 명암기울기와 방향을 가진 정보가 된다. 한 개의 정방형 블록은 6 x 6 크기의 모자이크 영상으로 보행자의 인체구조중 위치가 특정 지워지는 부위의 형상적 특징을 가지고 있는 정보로 가정된다.

2.5 형상특징 벡터 생성

형상특징벡터는 Fig. 9과 같이 보행자의 신체부위별 모양정보를 가진 모자이크로서 동일 모자이크내의 두 요소 간 계산이 된다. 벡터의 계산은 모자이크내의 두 요소 사이 밝기 차이인 기울기 크기가 벡터의 스칼라로 나타나고, 두 요소간의 위치변위가 벡터의 방향이 된다. 36개의 모자이크 요소에서 다시 한번 데이터를 줄이는 방법으로 모자이크 별 6개 벡터만 생성한다. 형상특징벡터의 생성개념은 Fig. 10과 같으며, 아래와 같은 번호 순서로 생성이 된다.

1) 모자이크내의 각 요소들을 밝기 순으로 식(8)과 같이 오름차순 정렬한다.

$$W_n = \{ E_{min}(x_n, y_n), \dots, \dots, \dots \}$$

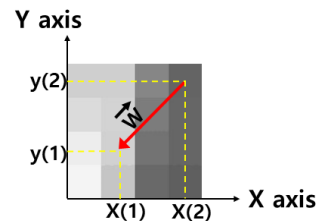


Fig. 9. A vector generated by mosaic,

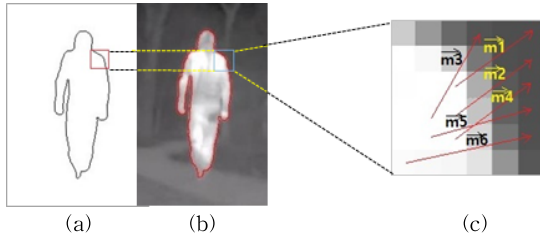


Fig. 10. Conceptual diagram of shape feature vector generation, (a) shape feature vector on edge (b) shape feature vector on original image (c) mosaic of square block,

$$\dots E_{max}(x_m, y_m) : \text{오름차순} \quad (8)$$

$E_{min}$  : 최소 밝기 모자이크 요소,  $E_{max}$  : 최대 밝기 모자이크 요소

2) 모자이크 내에 각 요소 간 명암의 기울기가 큰 순으로 짝을 지어, 6차원 벡터를 생성한다.

이때, 요소 간 동일한 값이 존재하면, 최단 좌표거리의 요소와 연결한다.

벡터의 크기는 두 요소 사이의 밝기차이가 되므로 아래의 식(9)로 계산된다.

$$V_s = E_{max}(x_m, y_m) - E_{min}(x_n, y_n) \quad (9)$$

벡터의 방향은 식(10)과 같이 동일 모자이크내의 두 요소 사이 형성되는 x축 변위와 y축 변위의 좌표 위치 변화량이 된다.

$$V_a = \tan^{-1} \frac{y_n - y_m}{x_n - x_m} \quad (10)$$

Fig. 10(c)와 아래의 벡터 집합과 같이 한 개의 모자이크내의 벡터집합이 된다.

$\vec{W} = \{\vec{m}_1, \vec{m}_2, \vec{m}_3, \vec{m}_4, \vec{m}_5, \vec{m}_6\}$ ,  $\vec{W}$  : 한 개의 모자이크내의 벡터집합.

$\vec{m} = \{V_s, V_a\}$ ,  $\vec{m}$  : 모자이크내의 두요소로 만들어진 한 개의 벡터이다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

본 연구는 보행자 인식을 위한 요소기술 중 관심 영역 추출의 자동화와 보행자 정보를 인체 구조의 등신비와 그 형상에 두고, 그것을 추출하여 벡터를 생성하는 일괄처리 시스템에 초점을 두었다. 제안한 알고리즘의 실험에 있어서 하드웨어는 개인용 컴퓨터와 소프트웨어 틀은 MATLAB Ver. R2015a로 구

현하였다. 실험을 위한 데이터 세트는 적외선 동영상 ( 480픽셀 × 272픽셀, \*.avi )을 자체 촬영했으며, 이것을 화면위의 문자정보를 제거 하여 445픽셀 x 250 픽셀 로 재편집하여 사용하였다. 형상특징벡터의 유효성 검정을 위해 패턴 분류기는 보편적으로 많이 활용이 되고 있는 스포트 벡터 머신을 사용하였다. 분류기는 정상인 한국인 성인 남자 13명과 여자 5명, 총18명을 학습시켰다. 학습에 사용된 영상은 보행의 속도를 변화시켜 약 90보~약 120보/분으로 하였으며, 빠른 보행 및 뛰는 행위는 지양하여 촬영하였다. 테스트는 총11명이 되며, 실험에 사용된 데이터 세트는 아래 Table 1에 나타 내었다.

위의 실험에 사용된 학습 데이터 세트를 보면, 평균 도보속도를 1분당 100보 정도로 하여, 약 10초간 13~18도보 야간 촬영하였다. 프레임으로 환산하면, 1인당 약 300 프레임이 되나 본 연구에서는 동영상에서 10프레임 간격으로 정지영상을 사용하였다. 따라서 시스템을 학습시키기 위해 사용된 프레임은 1인당 25 프레임에서 30프레임까지 되었다. 유효성 검증을 위한 테스트로는 스포트 벡터 머신의 분류기를 사용하였으며, 실험인원 11명에 대한 결과는 아래의 Table 2에 나타내었다.

실험에 의하여 Table 2와 같이 검출은 11명에 대하여 9명을 검출하여 81.8%가 되며, 오검출은 0%이고, 그러나 미검출이 2명으로 18.2% 결과를 얻을 수 있었다. 2명은 미검출이 되었고, 원인을 분석한 결과 큰 백팩을 등에 맨 학생으로 후방 촬영영상을 사용하

Table 1. Dataset used in experiment

Data type	Gender	Number of people	Number of data	Remarks
Train	male	13 people	415 frames 445pixel x 250pixel	about 30 frames / person
	female	5 people	152 frames 445pixel x 250pixel	about 30 frames / person
Test	male	6 people	168 frames 445pixel x 250pixel	about 28 frames / person
	female	5 people	127 frames 445pixel x 250pixel	about 25 frames / person

Table 2. Experiments tested by Table 1

Performance evaluation	Result type	Recall rate
	True positive	81.8 %
	False positive	0 %

여, 카메라 영상에서 보행자가 두 영역으로 나타나 관심 영역 추출 실패가 원인이 되었다. 그리고 실패한 또 한명의 실험자는 여성으로서 핸드백을 어깨에 멘 여성으로 팔을 백위에 감싸고 보행하여 관심 영역 추출에 실패하였다. 미검출에 대한 실패의 원인이 관심 영역 검출에 실패를 함으로서 관심 영역검출의 알고리즘의 수정, 보완이 필요하다고 결론을 지을 수 있다. 그러나 Table 2와 같이 본 연구에 초점을 둔 형상특징벡터의 유효성 검증에 있어서는 스포트 벡터 머신의 분류기에서 최대마진의 최적의 초평면을 구하고, 판별 경계로 사용하여 거짓 포지티브를 지양하였다.

본 연구는 보행자의 윤곽형상의 정보를 최대한 함유하고, 처리할 정보를 최소로 하기 위해 형상의 차원을 축소하여 모자이크로 벡터를 만들어 활용하였다. 모자이크의 요소 사이에 명암의 기울기가 클수록 형상벡터의 방향이 보행자의 윤곽 에지에 직교하는 성질을 이용하였다. 모자이크별 형상벡터와 에지사이에 직교가 큰 6차원의 벡터만을 사용하여 한 번 더 차원을 줄였다. 따라서 1개의 관심 영역은 6차원 벡터가 7개의 모자이크로 형성되므로, 42차원 ( 6차원 x 7모자이크 )의 벡터가 생성이 되다. 본 실험에서 보행자의 형상윤곽정보를 잃지 않고, 특징벡터의 차원을 크게 줄이는 방법을 제시하였다. 그리고 그 가능성이 유효함을 보행자 인식 학습과 테스트로 입증하였다. Table 3과 같이 화소단위의 기울기의 크기와 방향으로 만든 특징벡터기법과 비교해 보면, 기울기에 적용된 히스토그램(HOG : Histogram of Oriented Gradients)기법은 입력되는 칼라 정지 영상을 그레이 영상으로 변환하여, 보행자가 포함된 직사각형 영상을 시스템에 입력한다. 특징벡터를 구하는 방법은 입력 영상 이미지(128픽셀×64픽셀 )를 셀(Cell)사이즈(8픽셀×8픽셀)로 나누어 셀 내의 픽셀

별 기울기와 방향을 구하는 벡터를 만든다. 각 셀에 대하여 x축을 벡터의 방향성분(각도)으로 하는 빈도 히스토그램을 만들고, 이것을 다시 4개의 셀을 한 개의 블록단위로 묶은 후 전체 이미지를 셀 단위로 스케닝을 하고 블록단위의 히스토그램을 정규화를 하여, 입력이미지에 대한 특징벡터를 만든다[6]. 전체 벡터의 크기는 블록을 셀 단위 윈도우 슬라이딩하므로 (15셀×7셀)×4셀×9 bin = 3,780차원이 되는 벡터가 된다. 한편 벡터의 차원은 보행자의 형상윤곽에 대한 정보와 인식률에 비례하는 경향이 있지만, 데이터 처리량도 기하급수적으로 늘어난다[6].

#### 4. 결 론

본 논문에서는 적외선 동영상으로 카메라 특징과 인체의 항온적 특성과 구조적 특징을 활용하여, 실시간 관심 영역 추출을 하였고, 인체의 구조적 특징인 등신비를 패턴인식에 활용하여 축차된 모자이크로 형상특징벡터를 생성하여, 야간 보행자 인식에 적용한 알고리즘을 제안하였다. 그리고 그 유효성 검증을 연속 일괄처리 시스템으로 실험하였다. 패턴인식의 검증을 위하여 스포트 벡터 머신 분류기에 567프레임으로 학습을 하였고, 테스트에는 남녀 합 11명에 대한 295프레임으로 유효성 검증을 하였다. 검출율은 81.8%로 그다지 높지 않지만, 새로운 방법으로 생성한 저차원 형상특징벡터가 패턴인식의 특징벡터로서 유효하다는 것을 입증하였다.

향후 본 연구에 다양한 보행형태, 계절별, 촬영장소의 다변화와 더 나아가 인종별로 더 많은 데이터셋을 구축하여 형상특징벡터의 실효성을 높일 필요가 있다. 야간보행자 뿐만이 아니라, 동물에 대한 분야로 적용을 확장하여, 연구가 병행된다면 패턴인식 분야에 새로운 특징벡터생성 기술로서 일조를 한다고 기대된다. 그리고 인식에 있어서도 저차원으로 축차된 벡터를 사용하여, 계산 량을 대폭 줄임으로 데이터 처리시간을 단축을 할 수 있음을 수치적으로 예측이 가능하고, 실용가능성에 가까워짐을 알 수 있다. 추후 다양한 데이터 세트 구축과 알고리즘을 수정, 보완, 개선하여 다양한 적외선 영상입력에 적용할 수 있는 강한 인식시스템으로 연구를 확대 구현하고자 한다.

Table 3. Comparison of feature vectors

Types of feature vectors	Parameter	factor	Dimension of feature vector
HOG	input image	64 pixel x 128 pixel	(15 x 7) block x 4 cell x 9 bin =3,780 Dimension
	cell size	8 pixel x 8 pixel	
	block size	2 cell x 2 cell	
	bin	9	
SFV (shape feature vector)	Input image	445 pixel x 250 pixel	6 vector x 7 mosaic =42 Dimension
	Square block	24 pixel x 24 pixel	
	Mosaic	6 x 6	



REFERENCE

[1] S.K. Yeom, "Multi-Level Segmentation of Infrared Images with Region of Interest Extraction," *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Vol. 16, No. 4, pp. 246-253, 2016.

[2] J.H. Lee, "Indoor Navigation System for Visually Impaired Persons Using Camera and Range Sensors," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 14, No. 4, pp. 517-528, 2011.

[3] D.K. Kim, "Flame Detection using Region Expansions and On-line Variances in Infrared image," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 12, No. 11, pp. 1547-1556, 2009.

[4] P. Viola and M. Jones, "Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features," *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Vol. 1, pp. 511-518, 2001.

[5] P.H. Jeon, C.J. Park, J.Y. Kim, and S.K. Oh, "Design of Pedestrian Detection and Tracking System Using HOG-PDA and Object Tracking Algorithm," *The Transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 66, No. 4, pp. 682-691, 2017.

[6] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 1, pp. 886-893, 2005.

[7] N.M. Yoon, H.J. Yoon, J.S. Park, H.S. Jeong, and G. Kim, "The Comparative Study on Age-associated Gait Analysis in Normal Korean," *The Journal Korean Society of Physical Therapy*, Vol. 22, No. 2, pp. 15-24, 2010.

[8] Ministry of Trade Industry and Energy, *Research Project Report: Summary of Result of the 6th Korean Human Body Survey, Size-Korea Project*, 2010.



송 병 탁

1987년 ~ 2001년: (주)대우전자 중  
앙연구소, 디지털 영상 신  
호처리실 책임연구원  
1994년 3월 일본 KEIO 대학교 이  
공학부 전기공학전공 공  
학석사

1995년 3월 일본 KEIO 대학교 이공학부 전기공학전공  
공학박사 수료  
2002년 3월 일본 KEIO 대학교 이공학부 대학원 연구조교  
2013년 5월 동유럽 알바니아 VITRINA 대학교 전자공학  
과 교수  
관심분야: 인공지능, 패턴인식, 컴퓨터 비전.



김 태 석

1992년 3월 일본 KEIO 대학교 이  
공학부 계산기과학전공  
공학박사  
1992년 3월 일본 KEIO 대학교 이  
공학부 객원연구원  
1993년 일본 국제전신전화연구소  
(KDD) 기술고문.

1993년 3월 ~ 현재 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과  
교수  
관심분야: 정보처리시스템, 자연어처리 등