
모자이크 배경이미지 추출과 적응적 신경망을 이용한 다중 보행자 추적시스템에 관한 연구

서창진*, 양황규**

A Study on Multiple Target Tracking Using Adaptive Neural Network and Mosaic Background Extraction

Chang-Jin Seo*, Hwang-Kyu Yang**

요약

본 논문은 자동 보행자 추적 시스템에 필요한 배경이미지를 추출하는 방법과 추출되어진 배경이미지를 이용하여 보행자를 탐지하고 적응적 신경망을 이용하여 보행자의 이동 궤적을 추적하는 시스템을 구현하였다. 본 논문은 고스트(ghost) 현상을 극복하기 위하여 모자이크 배경이미지 추출법으로 배경이미지를 추출하였으며, 보행자의 탐지에 차영상 분석법을 기반으로 하여 보행자를 탐지하였다. ART2 네트워크는 프레임에 존재하는 이동 물체의 중심점을 탐지할 수 있다. 그리고, 이전 프레임에서 탐지되어진 물체의 정보를 이용하여 물체의 이동궤적을 추적할 수 있다. 제안하는 방법으로 실험한 결과 비강체(non-rigid)형태 운동을 하는 보행자를 탐지하고 그 궤적 추적에 대한 실시간 시스템 구성의 가능성에 대하여 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method about the extraction of the pedestrian tracking trajectory in the road and we used the method of mosaic background extraction and adaptive neural network for automatic pedestrian tracking system. We used mosaic background extraction to overcome ghost phenomenon. And we detected pedestrian using differential image analysis. We used adaptive neural network for multiple pedestrian tracking that non-rigid form moving. The ART2 network is capable of detecting the mass-centers of moving objects within one frame. The history of neurons positions in the sequential frames approximates the traces of the targets. The experiments done with the network in simulated environment show promising results.

keyword

Automatic Targer Tracking, Artificial Neural Network

1. 서론

지금까지 많은 연구자들은 실세계에 존재하는 많은 물체들이 비강체(non-rigid)형태 운동을 함에도 불구하고 강체(rigid)형태 운동에 대한 연구가 주류를 이루었다. 실제 실세계 환경에서는 고정된 형태를 가진 물체라 하더라도 그 운동의 형

태는 강체 형태의 운동을 하는 것이 아니라 비강체(non-rigid)형태의 운동으로 표현되어지고 있다. 이러한 비강체 형태 운동은 일반적으로 몇 개의 고정된 형태에 의한 관절운동, 탄성운동, 그리고 유체운동의 세 분류로 나누어 질 수 있다[8,9].

본 논문에서는 차영상 분석에 의한 고스트현상

*성덕대학 컴퓨터정보계열
접수일자 : 2003. 10. 28

**동서대학교 인터넷공학부

을 방지하기 위하여 모자이크 배경이미지 추출 방법과 적응적 신경망을 이용하여 보행자 도로에서 보행자의 움직임을 탐지하고 추적하는 시스템 구축에 관한 방안을 제시하고자 한다. 보행자의 움직임 추적은 횡단보도에서 보행자의 움직임을 관찰하여 지능형 신호등제어 시스템에 응용을 할 수 있다[1,2,3]. 그리고 횡단보도에서 차량과 보행자의 움직임을 동시에 조사하여 횡단보도 사고 예방 및 원활한 교통의 소통에 응용을 할 수 있다.

일반적으로 시각 시스템은 변화를 탐지하고 관찰자와 객체의 특성을 결정해야 한다. 그리고 다음으로 상위 수준 추상화를 사용하여 물체를 특성화해야 하며, 마지막으로 원하는 물체의 개체를 인식해야 한다[4,6]. 본 논문에서 다루고자하는 내용은 고정된 카메라와 움직이는 객체 SC-MO(Stationary Camera Moving Objects)의 경우이다. SCMO의 경우 단지 움직이는 객체의 탐지(moving object detection)만이 요구된다면, 운동에 기반한 탐지 방법(motion-based object detection)에 의해 해결될 수 있다[4,5].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 모자이크배경이미지 추출 방법과 표적의 탐지방법 그리고 신경회로망을 이용한 표적 추적 방법에 대해 각각 살펴본다. 4장에서는 연구 및 결과를 분석하고 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시하고자 한다.

II. 관련 연구

움직임 분석의 주된 issue는 움직이는 객체의 3차원적인 움직임 성분을 추정하는 것이다. 움직임 분석에 초점을 맞추고 있는 시각을 기반으로 한 시스템에서 얻을 수 있는 정보는 어떤 3차원 물체의 실제 속도를 영상면(image plane)에 투사한 것과 관련이 있다. 관측자가 어느 한 방향을 향해 걸어가고 있을 때 관측자의 움직임에 따라 영상면에는 각기 다른 움직임 장(motion field)이 형성된다. 이러한 움직임은 3차원 움직임을 이해하는데 매우 유용하다. 그러므로 움직임 분석은 분명한 움

직임을 추정하고 3차원적인 움직임을 구해내는 것이다[7].

움직임 장(motion field) 추정에 대한 본질적인 문제점으로 다음 3가지를 들 수 있는데 첫 번째로 노이즈에 의해 발생하는 움직임 장에서의 불연속성에 대한 문제이다. 이 문제는 2차원 및 3차원 Gaussian 평준화 연산자를 써서 해결이 가능하고, 두 번째로 움직이는 상이한 물체사이 또는 움직이는 물체와 정지해있는 배경사이에 폐색(occlusion)이 발생 할 수 있다는 것이다. 이 문제로 인해 잘못된 추정을 할 수 있는데 이 문제는 폐색(occlusion)이 일어날 수 있는 경계를 선(priori)또는 후(posteriori)추론을 통해 해결 할 수 있다. 마지막으로 소위 말하는 '틈새(aperture)에 대한 문제인데 이 문제는 인간의 시각에서도 발생할 수 있는 문제이다. 이것은 물체의 크기보다 작은 틈새로 물체를 관측할 경우 움직임의 유일한 방향을 결정하는 것이 불가능 한 것과 관계 되며 texture와 같은 패턴들의 가로지르는 움직임을 인지하기에는 충분하지 않는 것과 관계된다.

III. 모자이크 배경이미지 추출과 신경망을 이용한 다중 표적 추적 방법

3.1 모자이크 배경이미지 추출

본 논문의 실험에 사용된 영상의 크기는 320×240 크기의 256 Gray 영상을 사용하였으며 카메라의 미세한 흔들림과 환경의 미세한 변화로 인하여 영상의 대응 픽셀간의 명암정보 및 영상정보가 변화한다. 이로 인하여 배경이미지 추출에서는 환경의 미세한 변화에 적응성을 가지도록 8×8의 블록으로 영상을 분할하여 블록의 평균값을 구한 뒤 배경이미지를 추출하였다. 모자이크 배경이미지 추출방법은 다음 그림 1과 같다.

연속된 3프레임을 이용하여 이전에 제안한 논문[9]에서 사용하였던 동적 배경이미지 추출방법은 보행자의 보행동작으로 인하여 유령(Ghost)현상이 발생될 가능성이 높았으나 모자이크 배경이미지 추출 방법을 사용하였을 경우는 깨끗한 배경이미지를 추출할 수 있었다. 제안하는 알고리즘으

로 추출한 배경이미지는 그림 2와 같다.

```

Input : 연속된 3 frame
Output : BackgroundImage
DiffImage1 = Frame(t) - Frame(t-1)
DiffImage2 = Frame(t+1) - Frame(t)
DiffImage3 = DiffImage1 AND DiffImage2
CheckObjectBlock = CheckNonZeroBlock( DiffImage3 )
while( CheckObjectBlock )
{
    if( ( Frame(t+1) - Frame(t-1) )
        Replace Zero-Block Frame(t+1),Frame(t-1) to Frame(t)
    else
        return FAIL
    }
}
BackgroundImage = Frame(t)
    
```

그림 1. 모자이크 배경이미지 추출방법
Fig. 1. Mosaic background extraction

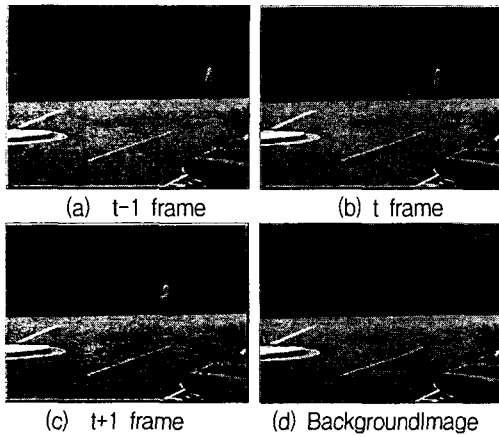


그림 2. 연속된 3프레임을 이용한 모자이크 배경추출
Fig. 2. Mosaic background extraction by 3 frame

본 논문에서는 배경이미지의 추출 시점을 보행자의 수가 일정범위 이내로 움직이며 보행자의 움직임 간격의 중복이 없으면 연속된 3프레임을 이용하여 배경이미지를 추출하여 차영상 분석에 적용하였다. 그리고 보행자의 움직임이 탐지되지 않는 연속된 프레임이 계속될 경우에는 현재 프레임을 배경이미지로 계속하여 재생성(regeneration)시키면서 배경이미지를 추출하여 사용하였다.

3.2 보행자의 탐지(Pedestrian Detection)

움직임 분석에 의해 움직이는 표적의 위치, 크기, 형태 등의 중요한 정보들을 획득할 수 있다.

본 논문에서는 차영상 분석에 의한 방법을 기반으로 하고 있는데 그 이유는 다른 추정 기법보다 간단하기 때문이다. 따라서 본 절에서는 연속된 3프레임을 이용하여 영상의 배경이미지를 추출하고 추출되어진 배경이미지를 이용하여 움직이는 표적을 추출하였다. 그리고 이 영상에 노이즈 제거 필터를 적용함으로써 표적이 아닌 배경의 움직임이나 밝기의 변화에 의해 발생한 노이즈를 제거하였다. 보행자 탐지 영상은 추출되어진 배경이미지와 현재의 프레임의 차영상을 통하여 구하였다. 기본적인 방법은 식 (1)과 같다.

$$result = Background - frame(t) \quad (1)$$

본 논문에서는 SCMO의 고정된 영상검지기기를 사용하여 영상을 입력받으므로 보행자의 한계 크기를 설정할 수 있다. 이미 설정되어진 보행자의 한계크기로서 차영상에서 보행자의 여부를 검증한 뒤 보행자로 최종 판단하게 된다. 탐지되어진 보행자는 그림 3과 같다.

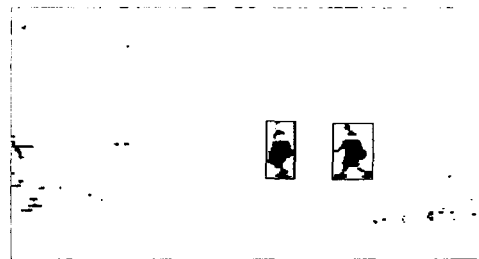


그림 3. 탐지되어진 보행자
Fig. 3. Detected pedestrian

3.3 블록 영역 확장 기법에 의한 표적 영역 결정

본 논문에서는 일정 크기의 블록을 단위로 하여 영역 확장(region growing)기법을 이용하여 표적의 영역을 결정하였다. 즉, 이웃하는 블록과 비교하면서 영역을 확장해 나간다. 그 방법은 식 (2)와 같다. m,n 은 필터 크기이며, BITCOUNT는 유효한 픽셀의 포함 임계치로써 이 값에 의해서 표적의 표면인지 아닌지를 확인한다.

$$Fimage(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (\sum \sum I(x+i, y+j) \geq BCNT) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

영역 확장시 블록 단위로 비교함으로써 얻어질 수 있는 장점들을 살펴보면 첫째, 노이즈에 민감하게 반응하지 않는다는 것과 둘째, 처리속도를 증가시킬 수 있다는 것이다. 영역확장 기법은 그림 4와 같다.

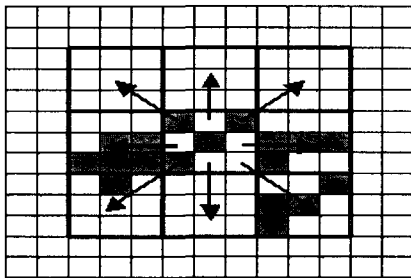


그림 4. 8-방향 영역확장 기법
Fig. 4. 8 direction region growing method

3.4 ART2를 이용한 보행자 추적

움직이는 표적의 중심을 탐지하는 것은 표적의 영역화(segmentation)와 추적 및 인식을 하는데 매우 중요한 정보를 제공해 줄 수 있다[7,9].

일반적인 신경망 학습 모델에서 학습이 완료된 상태, 즉, 연결강도가 특정 값으로 고정된 상태에서 새로운 패턴을 학습시키게 되면 이미 설정된 모든 연결강도에 영향을 줌으로써 신경망을 다시 학습시키는데 상당한 시간이 소요되는 단점과 신경망에 학습되지 않은 전혀 새로운 형태의 패턴이 들어오는 경우 정체 현상으로 인하여 이전에 학습된 유사한 패턴으로 분류해버리는 단점이 있다.

일반적으로 표적의 움직임은 특수한 경우(벽에 표적이 부딪혔을 경우)를 제외하고는 완만(velocity smoothness)하고 프레임과 프레임사이에는 조밀(dense)하다는 것을 가정한다면 이전 프레임에서 표적의 중심으로 이동한 뉴런은 다음 프레임에서도 동일한 뉴런이 이동한 표적의 중심으로 이동할 것이라는 개념이 표적의 이동 궤적 추적을 가능하게 한다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 Grossberg와

Carpenter에 의해 경쟁 신경망 모델중의 하나로 ART(adaptive resonance theory)가 제안되었다. 일반적인 ART2의 학습 알고리즘은 아래와 같다.

ART2 Algorithm
X : Input pattern, W : Weight Step 1. Given a new Candidate point, a MINNET is adopted to select the winner j^* , which yields the minimum distance $\ X - W_j\ $. Step 2. Vigilance test : $\ X - W_{j^*}\ < \rho$. The vigilance value ρ determines the radius of a cluster. Step 3. If the winner fails the vigilance test, a new Input pattern is created with weight $W_k = X$. (k is a new cluster) Step 4. If the winner passes the vigilance, adjust the weight of the j^* by $W_{j^*}^{new} = \frac{X + W_{j^*}^{old} \cdot \ cluster_{j^*}^{old}\ }{\ cluster_{j^*}^{old}\ + 1}$ Where $\ cluster_{j^*}\ $ denotes the number of members in $cluster_{j^*}$

본 논문에서는 ART2의 클러스터링 능력을 이용하여 움직이는 표적의 중심을 추정하고, 표적 움직임의 완만한 특성을 이용하여 추적하는 방법을 채택하였다. ART2 네트워크는 간단하면서도 정확한 통계적 모델로써 실시간 학습에 쓰일 수 있는 자율 학습 모델이다.

3.4.1 네트워크 구성

ART2 네트워크는 첫 번째 입력을 첫 번째 클러스터의 대표패턴으로 선택하고 다음 입력이 들어오면 기존의 클러스터들의 중심간 거리가 임계값(vigilance parameter) 보다 작으면 같은 클러스터로 분류되고 그렇지 않으면 새로운 클러스터를 생성하는 과정을 거친다. ART2는 이전 패턴뿐만 아니라 아날로그나 gray-level의 vector component와 같은 입력 패턴에 대해서도 적용 가능한 확장 모델이다. 실험에 사용한 ART2 구조는 그림 5에 나타나 있다.

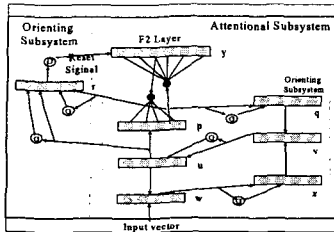


그림 5. ART2 network
Fig. 5. ART2 network

3.5 보행자 추적 후처리

실세계 환경에서 물체를 추적할 시에는 두 개 이상의 물체가 교차진행에 의하여 물체간의 병합 혹은 분리가 발생하게 된다. 이러한 사항은 다음과 같이 분류하여 처리할 수 있다.

- (1) 서로 다른 물체가 병합되어 분리되는 경우.
- (2) 서로 다른 물체가 병합되어 분리되지 않는 경우
- (3) 초기부터 병합된 물체가 분리가 되는 경우

(1),(2)와 같은 상황은 초기에는 다른 물체가 병합되므로 병합된 물체의 특징이 추출되고 추적 알고리즘에 입력시 새로운 물체로 처리하게 된다. 그러므로 현재 프레임에서의 처리는 병합되기 이전의 물체의 방향과 거리에 따라서 병합된 물체를 추적하게 된다. (3)의 경우는 병합된 물체와 분리된 물체를 서로 다른 물체로 간주하여 처리하였다.

4. 실험환경 및 결과

실험에 사용한 보행자도로의 특성을 좌우 측면에서만 진입하는 환경을 제약조건으로 사용하였다. 이러한 제약사항은 횡단보도의 특성을 고려한 형태이다. 영상의 좌우 진입면에서 생성된 보행자는 새로 진입하는 보행자로 판단되어질 수 있으나 영상의 중간 지점에서 충돌 및 교차 진행에 의해서 둘 이상의 보행자가 하나의 보행자로 판단되어질 수 있다. 이러한 문제점을 본 논문에서는 후처

리로서 보행자의 위치를 보정하여 보행자의 움직임을 추적하였다. 그리고 영상의 좌우 측면 진행 방향으로 소멸하는 보행자는 영상의 외부범위로 벗어난 보행자로 추적에서 제외하도록 한다. 그림 6은 다수의 보행자를 추적한 결과이다.

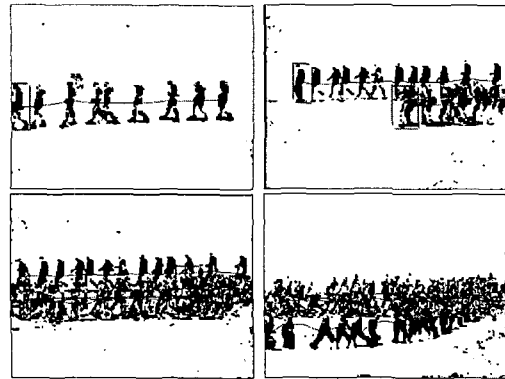


그림 6. 다수의 보행자 추적 결과
Fig. 6. Result of multiple target tracking

실시간으로 시스템을 구성할 경우, 낮시간의 경우에도 많은 변수가 발생하므로 입력영상에 대한 카메라의 조작이 불가피하다. 따라서 본 논문에서는 시리얼포트로 카메라를 제어할 수 있는 JAI사의 CV-M10을 사용하였으며, 캡처된 영상의 평균 밝기를 분석한 다음, 다음 프레임에 들어오는 영상에 대해서, 카메라의 Shuttle Speed와 Gain Control을 제어하여 변수가 많은 현장에서도 일정한 밝기를 가지는 영상을 얻을 수가 있었다. 속도에 영향을 받지 않기 위해서, 프레임 그레이버(frame grabber)를 프로그래시브(progressive)로 사용하여 프레임 간에 영상이 겹치는 인터레이싱(interlacing)이 없는 영상을 얻을 수 있었다. 시뮬레이션을 위하여 Pentium 1.7Ghz 프로세서와 Visual-C++언어를 사용하여 시뮬레이션 환경을 구축하여 실험하였다.

표 1. 실험에 의한 결과
Table 1. Implement result

	프레임수	보행자수	처리시간
영상1	610	5	18.3초
영상2	780	4	16.9초
영상3	1235	10	34.5초
영상4	1530	8	39.8초

실험에 의해 나타난 결과 프레임간의 연산처리 능력은 프레임간의 처리 알고리즘에 의해서도 처리시간이 차이는 나지만 실험결과를 살펴보면 프레임간의 처리능력은 프레임에 존재하는 보행자의 수에 비례하는 것으로 나타났다. 본 논문에서는 영상입력기의 위치를 지상과 사선 방향으로 설치하여 영상을 입력받았다. 이러한 문제로 보행자의 교차진행시 후면의 보행자가 사라지는 현상이 발생하여 보행자의 추적에 오류를 발생시켰다. 이러한 문제는 후처리로서 해결할 수 있었으며 이러한 문제를 원천적으로 해결하기 위해서는 지상과 직교하는 위치에 카메라를 설치하면 해결할 수 있을 것으로 보인다.

V. 결론 및 향후 연구과제

현재의 보행자를 위한 횡단보도 신호체제는 보행자의 통행량을 일정한 수치시간으로 파악하여 횡단보도 신호체제에 적용하고 있다. 이러한 횡단보도의 통행시간 적용으로 인하여 일반적인 보행자의 평균속도 이하로 횡단보도를 통과하는 보행자에게는 턱없이 부족한 시간으로 보행신호가 제공되어지고 있다. 현실적으로 보행자가 우선이 되는 신호체제가 요구되어 질 것이며, 차량의 움직임 및 보행자의 움직임을 추적하여 지능적인 종합 신호체제가 머지 않는 미래에 구축되어 질 것이다. 이미 외국에서는 많은 곳에 센서 및 영상검지기를 활용하여 적용하고 있다.

본 논문의 적용분야는 교통량 측정, 무인감시 시스템, 지능형 신호등제어 시스템에 적용되어 질 수 있다.

참고 문헌

- [1] David Tock, Ian Crow, "Tracking and Measuring Driver's Eyes," 1996, Image and Vision Computing 14, pp541-547
- [2] Massimiliano Lora, alberto Machi, "Automatic Visual Control of a Pedestrian Traffic Light," 1996, MVA, Tokyo
- [3] Kayoko Kitai, "A study of Automatically Tracking Pedestrian Flow," 1996, MVA, Tokyo
- [4] M. Sonka, V. Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing Analysis and Machine Vision," Chapman&Hall, pp 507-547
- [5] P. A. Laplante and A. D. Stoyenko. "Real-Time Image Theory," Technique, and Application. IEEE Press, 1996
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital image processing, Second edition, Prentice Hall, 2001
- [7] 서창진, 강명호, 육창근, 차의영, "자동차 번호판 영역에서 문자추출과 신경회로망을 이용한 문자 인식," 1997, 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, pp 1101-1104
- [8] 정순기, 원과연 "칼만 필터를 이용한 관절을 가진 물체의 추적 및 운동 추정," 1996, 정보과학회 논문지.
- [9] 서창진, 최은주, 양황규, 차의영, "동적배경이미지 추출에 의한 자동보행자 추적," 1997. 추계 한국정보과학회 학술발표논문집.

저자 소개



서창진(Chang-Jin Seo)

1997년 2월 경성대학교 이학사
1999년 2월 부산대학교 이학석사
2003년 8월 부산대학교 공학박사
2000년 3월~현재 성덕대학 컴퓨터

정보계열 전임강사

※ 관심분야 : 신경망, 멀티미디어, 컴퓨터비전



양황규(Hwang-Kyu Yang)

1988년 2월 경북대학교 공학사
1990년 2월 경북대학교 공학석사
2003년 2월 부산대학교 이학박사
1996년 3월~현재 동서대학교 인터

터넷공학부 조교수

※ 관심분야 : 인공지능, 신경망, 멀티미디어, 컴퓨터
게임