

신경회로망을 이용한 물체 추적에 관한 연구

육창근, 문옥경, 차의영
부산대학교 전자계산학과 신경회로망 및 실세계응용 연구실

A Study on Target Tracking using Neural Networks

Chang-Keun YUK, Ok-Kyoung MOON, and Eui-Young CHA

Dept. of Computer Science Pusan National University.

E-Mail : { ramboy, moonok, eycha }@harmony.cs.pusan.ac.kr

요 약

본 논문은 움직임을 추정기법 중의 하나인 차영상 분석 기법을 기반으로 한 이동 물체 추적 시스템을 제안한다. 실세계와 같은 복잡한 환경에서의 적응성을 높이기 위해 동적인 배경 추출 방법을 제안하고, 이를 바탕으로 차영상 분석 기법을 이용하여 이동 물체를 탐지한 후 개선된 인공신경망의 경쟁학습 모델인 ART2 학습입코리즘을 이용하여 추적한다. 또한 이동 물체의 광도도 값이 아닌 RGB 컬러정보를 이용한 물체의 특징 벡터를 구한다. 이러한 특징 벡터들은 이동 물체의 모양이나 명암의 변화를 반영한다. 이러한 정보의 변화에 적응성을 갖게 하기위해 개선된 ART2를 사용한다 그리고 실제 환경하에서 보행자를 탐지, 추적하는 실험 결과 Gray 영상보다 정확한 추적이 가능하였다.

1. 서론

최근 움직임 분석 방법과 처리 능력의 발전으로 움직임 추정에 대한 관심이 증가하고 있다. 기존 움직임 분석의 문제는 크게 2가지로 나눌 수 있다[2] 하나는 실 시간성이다. 다음으로 실제적인 장면(scene)에서 움직이는 물체와 움직이지 않는 물체를 표현할 수 있는 포괄적인 정보의 획득이다. 특히 이동 물체를 탐지하고 이동 물체의 동작 정보를 추출하는 방법에는 차영상 기법, 블록 정합 기법, 화소 제귀직 기법, 그리고 광류에 의한 기법으로 분류할 수 있다[1] 이와 관련된 기존의 연구는 다음과 같은 3가지 방향으로 진행되고 있다[6]. 첫째, 움직임 탐지(motion detection), 둘째, 움직이는 물체의 탐지로서 이것은 실제적으로 이동 물체의 궤적을 탐지하거나 예측하는 것이다[3] 마지막으로는 2차원 프로젝트의 집합으로부터 물체의 3차원 특성을 나타내는 연구가 있다

본 논문에서는 움직임 추정기법 중의 하나인 차영상 분석 기법을 기반으로 한 이동 물체 추적 시스템을 제안한다. 하나의 배경이미지로 차영상 분석에 적용하여 물체를 탐지하는 방법은 명암의 분포 변화와 환경의 변화에 적응성이 떨어지는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 동적 배경 이미지 추출 알고리즘을 적용하여 배경 이미지를 구하고 이를 현재 프레임과의 차영상을 통하여 이동 물체 추적을 하고자 한다. 이동 물체 탐지를 위해서는 차영상된 결과 이미지를 피라미드화하여 이동물체를 탐지한다. 이렇게 함으로써 잡음 제거와 탐지 시간을 줄이는 효과를 가질 수 있다. 기존의 물체 추적 알고리즘은 대부분 구하기 쉬운 그래디언트나 영상에서 하나의 특징만을 사용하므로 물체 추적시 오류가 발생하기 쉽다. 본 논문에서는 영상에서 얻을 수 있는 다른 정보들을 이용하

여 보다 더 정확한 물체 추적을 하기 위해서 물체에 대한 R, G, B, Gray, aspect ratio의 정보를 특징으로 추출한다 이와 같은 이동 물체의 특징들은 점진적으로 변화하게 되므로 상관계수에 의한 방법은 적응성이 떨어지게 된다. 그러므로 추적시 물체 변화에 적응성을 높이기 위해서 신경회로망 학습 모델 중의 하나인 ART2를 개선하여 적용함으로써 물체의 특징 변화에 적응성 있는 추적이 가능하다

본 논문의 2장에서는 제안하는 동적 배경이미지 추출 방법에 대하여 설명을 하며, 3장에서는 제안하는 이동 물체의 탐지 및 추적 그리고 후처리의 방법에 대해서 설명한다 4장에서는 실제 환경하에서 보행자 추적에 적용한 실험 결과 및 분석에 대해 살펴보고, 5장에서는 결론을 맺도록한다.

2. 동적 배경 이미지 추출

차영상 기법을 이용한 움직임 분석 방식은 영상차에 사용된 이미지의 수에 따라 참조 영상을 이용하는 방법, 연속된 3장의 이미지를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다 본 논문에서는 참조 이미지 혹은 배경 이미지를 이용하여 움직임 추정에 사용한다 하나의 배경 이미지를 차영상 분석에 적용하여 물체를 탐지하는 방법은 변화가 심한 실세계 환경에서는 적용하기가 매우 어렵고 시간이 지남에 따른 환경의 변화에 적응성이 떨어지게 된다. 따라서 차영상 분석에 제공되어지는 배경이미지는 가장 최근의 환경에서 추출되어진 배경이미지로서 차영상을 통한 영상 분석에 최적으로 제공되어야 한다 본 장에서는 환경의 변화에 적응성 있는 동적인 배경 이미지 추출 알고리즘을 제안한다.

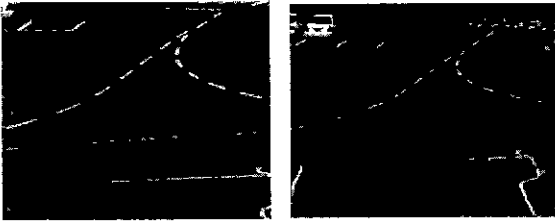
일반적으로 카메라의 미세한 흔들림과 환경의 미세한 변화

로 인하여 영상의 대응 픽셀간의 명암정보 및 컬러 영상정보가 변화한다 그러므로 배경 이미지를 구하기위한 진단계로서 환경의 미세한 변화에 적응성을 가지도록 영상을 8*8의 블록으로 분할하여 블록의 평균값을 구한 후 보행자의 수와 움직임 간격에 따라서 3가지방식으로 배경 이미지를 구한다.

1. 현재 프레임에서 물체의 움직임이 없을시 현재 프레임을 배경 이미지로 갱신한다.
2. 배경이미지의 추출 시점을 보행자의 수가 일정범위 이내로 움직이고 보행자의 움직임 간격이 중복이 없으면 연속된 3프레임을 이용하여 배경 이미지를 갱신한다[8]
3. 일반적인 상황에서는 1,2 방법으로는 배경 추출이 어렵고 배경이 극부적으로 변화하게 되는 경우가 발생하게 된다 그러므로 부분적인 배경 변화에 대한 점진적인 배경 이미지의 갱신이 필요하다<식 1>. α 는 0부터 1의 값으로 이전 배경과 현재 프레임간의 가중치를 적용한다.

$$B(t)_{x,y} = \alpha I_{x,y} + (1 - \alpha)B(t-1)_{x,y} \quad \text{<식 1>}$$

제시한 동적 배경 추출 알고리즘을 사용함으로써 이전에 제시한 [7]에서 발생하였던 유령(Ghost)현상과 [8]에서의 문제점인 배경의 극부적인 변화에 대하여 해결할 수 있었다. 제안하는 알고리즘으로 3프레임을 이용한 결과와 점진적인 배경 갱신의 결과가 그림 [1]과 같다. 그림 [1] (b)에서 하얀점들은 배경 이미지의 점진적인 변화를 나타낸다



a) 3 프레임 원상 b) 점진적 배경 갱신
그림 [1] 3프레임과 점진적 배경 갱신 결과

3. 이동 물체의 탐지 및 추적

본 논문에서는 RGB 칼라 이미지를 이용하여 이동 물체의 탐지와 추적을 하고자 한다 먼저 RGB에서 Gray 이미지로 변환하여 Gray 이미지로 이동 물체의 탐지와 추출에 적용하고, 추적시에는 컬러 정보를 이용한다.

3.1 이동 물체의 탐지 및 특징 벡터 추출

입력되는 프레임과 배경이미지에 의한 연산으로 남는 결과는 이동 물체들과 영상변환에서 발생한 잡음으로 구성되어 있다. 입력영상 자체에서 발생되어지는 가우시안 잡음은 평활화(smoothing)필터에 의해 제거된다. 그리고 두 프레임간의 차이로 결과영상에서 발생하는 잡음은 카메라의 미세한 흔들림과 환경의 변화에서 발생되어지는 미세한 잡음으로 구성된다 이러한 잡음은 간략한 고립점 탐색 제거 알고리즘으로 이동물체 탐지의 전처리에 사용하여 제거 시킨다. 그리고 본 논문에서는 한정된 지역에서의 영상입력기를 사용하여 영상을 입력받으므로 이동 물체의 한계크기를 설정할 수 있다. 이것을 사전 지식으로 이용하여 촬영상에서의 이동 물체의 여부를 지역성 검증에 의한 방법으로 최종 판단하게 된다 이렇게

추출된 이동 물체의 탐지 영역에 대해 RGB 값을 추출하여 각각에 대하여 히스토그램을 구하게 되고 이를 추적 단계에서의 이동 물체에 대한 특징 벡터로 사용하게 된다. 보행자의 탐지에 적용한 결과와 추출된 특징이 그림 [2]에 나타난다.

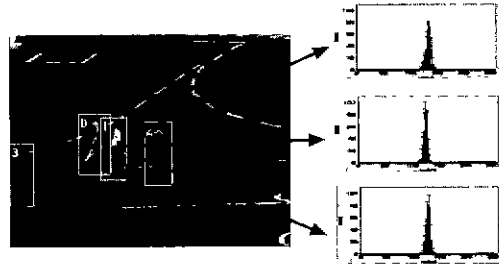


그림 [2] 보행자 탐지와 특징 추출

3.2 개선된 ART2 학습알고리즘을 이용한 물체 추적

이동 물체의 탐지로 프레임상에 존재하는 물체의 수와 위치, 특징 벡터를 구할 수 있다. 움직임을 추적은 현재 프레임에서의 이동 물체와 이전 프레임의 이동 물체들간의 특징을 비교함으로써 이루어지게 된다. 일반적인 환경하에서 이동 물체의 형태나 칼라 같은 특징들은 프레임간에 변하게 된다 그러므로 변화하는 이동 물체의 특징을 가장 잘 반영할 수 있는 방법으로 신경회로망 학습 모델인 ART2를 개선하여 적용하였다.

ART는 Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 신경회로망 모델로써 적응성과 안정성을 가지고 있으며 실시간적인 학습이 가능하다[4]. 일반적인 신경망의 학습이 완료된 상대 측, 연결강도가 특정값으로 고정된 상태에서 새로운 패턴을 학습시키게 되면 이미 설정된 모든 연결강도에 영향을 주므로써 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. 이 단점으로 인해 신경망은 추적에서 보다 탐지나 인식에서 많이 이용되고 있다[3,5,6]. ART1는 학습되지 않은 새로운 패턴이 들어오면 새로운 클러스터를 형성함으로써 기존 패턴에 영향을 주지 않는다. ART2는 위의 특성과 함께 이전 입력 패턴과 아날로그 입력 패턴에 대해서도 학습 가능한 모델이다. 기본적인 ART2의 알고리즘은 다음과 같다.

if $\|Pattern^{new} - W_j\| < \rho$ then

$$W_j^{new} = \frac{Pattern^{new} + W_j^{old} * \|cluster_j\|}{1 + \|cluster_j\|} \quad \text{<식 2>}$$

else $W_j = Pattern^{new}$

(단, $\|Cluster_j\|$: 클러스터 j에서 멤버의 수,

W_j : 클러스터 j에 대한 연결 가중치, $\rho \in [0, 1]$)

ART2의 연결 가중치 변화는 모든 입력 패턴의 평균값을 취함으로 클러스터 생성에 고르게 반응하게 된다. 그러나 ART2의 연결 가중치는 입력 벡터가 들어오는 경우 특징이 서로 다른 유사한 기존의 클러스터가 갱신되는 경우가 생기게 된다. 그 원인은 입력 벡터가 연결 가중치 벡터와의 평균

에 의해 가중치의 특징을 감소 시키는 원인이 된다. 그러므로 물체 추적의 경우는 이전 프레임에서 물체의 특징이 영향을 주므로 이전 프레임의 물체의 특징이 보다 적응성을 갖도록 <식 3>와 같이 수정하였다.

$$W_j^{new} = \frac{\omega * Pattern^{new} + W_j^{old} * ||cluster_j||}{\omega + ||cluster_j||} \quad \text{<식 3>}$$

(단, ω : 상관 정도, 2이상의 정수)

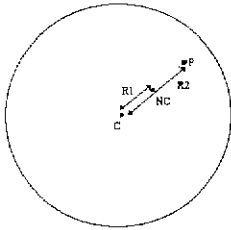


그림 [3] 중심점의 이동

그림 [3]에서 C는 클러스터의 중심점이고 P는 현재 입력 패턴을 의미하며 NC는 P를 반영하는 새로운 클러스터의 중심점이 된다 여기서 R1은 <식2>에 따라 NC의 이동하는 범위이고 R2는 <식3>에 따라 NC가 이동하는 범위가 된다. 그리고 R2는 항상 R1보다 큰 값을 가지게 된다.

이렇게 수정된 가중치 변화는 점진적으로 변화하는 이동 물체의 특성을 반영함으로써 보다 효과적인 추적이 가능하다.

3.3 이동 물체의 병합에 대한 처리

실세계에서 물체를 추적할 시에는 두 개이상의 물체에 교차 진행이나 선행진행으로 물체간의 병합 혹은 분리가 일어나게 된다 이것은 다음과 같이 분류할 수 있다.

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

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

4. 실험결과 및 분석

제안하는 이동 물체 추적 기법을 실세계에서 보행자 탐지에 적용하여 실험을 하였다 실험 영상은 LG-E830 비디오 캠코더를 이용하여 입력 받은 영상을 320*240 24bit 컬러영상 이미지의 bitmap sequence로 변환하여 사용하였다. 사용한 프로세스는 Pentium-120Mhz 프로세스이고 Visual C++언어를 사용하여 실험 환경을 구축하였다. 제안된 이동 물체 추적 기법을 이용하여 수행한 결과는 <표 1>와 그림 [4] (a)(b)과 같다.

<표 1> Gray와 Color영상에 대한 추적 결과

	탐지	병합	Gray		Color	
			성공	오류	성공	오류
영상 1	20명	0명	18	2	19	1
영상 2	53명	9명	43	10	48	5
영상 3	48명	20명	34	14	41	7

<표 1>에서 영상 1은 보행자의 병합이 없는 경우에 대하여 실험하였다. 영상 2와 3에서는 병합하는 보행자와 명암의 변화가 변화하는 일어난 경우에 대한 실험을 하였다. 이 실험에서 Gray에서 발생하는 오류는 주로 근접한 보행자 사이나 병합시에 발생하였으며, 이는 Color를 이용한 추적으로 해결할 수 있었다.



그림[4] a),b)보행자 추적 결과 c) 보행자의 병합

수행한 결과 2가지 물체가 발행하였는 데, 먼저 병합에 관한 문제로써 그림 [4](c)와 같다. 다음으로 명암의 변화가 극심할 경우, 즉 높은 건물에 의해 그들이 발생할 경우 RGB의 특성상 영향을 많이 받는 결과를 나타냈다.

5. 결론 및 향후연구과제

본 논문에서는 일반적인 환경하에서 차영상 기법을 이용한 이동 물체 탐지, 추적하기 위한 기법을 제시하였다. 차영상 기법에서의 문제인 참조 이미지를 추출하는 기법을 제시하였고, 이동 물체를 특징 벡터로 나타내었다. 마지막으로 추출된 특징 벡터를 바탕으로한 물체 추적을 위해 개선된 ART2 알고리즘을 제안하였다.

일반적인 환경하에서 이동 물체 추적은 ill-posed 문제이다. 그러므로 2차원적 이미지에서 물체 추적시 물체간의 폐색과 같은 많은 문제가 존재하게 된다. 향후 연구과제로써는 이러한 이동 물체가 병합이 되었을 경우의 분류에 관한 연구와 RGB 컬러 공간은 R,G,B 각각에 대해서 명암의 값이 영향을 주므로 신뢰성있는 특징을 추출하기 어렵게 되는 문제점을 개선하기 위한 방법이 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] P A Laplante and A D Stoyenko *REAL-TIME IMAGING Theory, Techniques, and Applications*. IEEE PRESS 1996
- [2] M Sonka, V.Hlavac, *Image Processing, Analysis and Machine Vision*, Chapman & Hall computing, 1995
- [3] Ayanna Howard, Curtis Padgett, "A Multi-Stage Neural Network for Automatic Target Detection," *IJCNN*, Vol.1, pp 231-236, 1998
- [4] A S Pandya, R B Macy, *Pattern Recognition with Neural Networks in C++*, CRC PRESS, 1996
- [5] M V Shirvaikar, M M. Trivedi, "A Neural Filter to Detect Small Targets in High Clutter Backgrounds," *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.5, No.1, pp252-257, 1995
- [6] M. W Roth, "Survey of Network Technology for Automatic Target Recognition," *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol 1, no. 1, pp. 28-43, 1990
- [7] 서창진, 최은주, 양황규, 차의영, "동작 배경이미지 추출에 의한 자동 보행자 추적," 1997. 추계 한국정보과학회 학술발표논문집
- [8] 육창근, 서창진, 양황규, 차의영, "모자이크 배경이미지 추출에 의한 자동 보행자 추적시스템에 관한 연구," 1998. 춘계 한국정보과학회 학술발표논문집