

가설 확인 기반 사람 추적 방법

A Study on Hypothesize-and-Verify based Human Tracking Method

정 찬 기, 소 영 성
Chan-Ki Jung, Young-Sung Soh
{chanx2, soh}@mju.ac.kr

명지대학교 정보통신공학과
Dept. of Info. & Comm. Engineering, MyongJi University.

요 약

본 논문에서는 카메라로부터 받아들이는 정보를 이용하여 사람을 추적하는 방법을 제안하였다. 기존의 방법들은 물체가 복잡한 형태로 겹치거나 분리될 때 처리할 수 있는 방법이 미비하였다. 본 논문에서는 물체의 위치와 칼라 정보를 이용하여 겹침이나 분리가 있는 경우 견고한 추적을 행하고 명확하지 않은 분리가 생길 경우 가설을 설정하여 가설이 풀릴 때까지 물체를 계속 추적해 나가는 방법을 제안하였다.

I. 서 론

사람을 추적하는 시스템에 대한 필요성은 많은 분야에서 요구된다. 보안이 요구되는 구역에서의 출입감시, 통행자 패턴분석, 스포츠 경기력 분석을 위한 선수 개인의 추적 등 추적이 필요한 분야에서 많은 연구가 이루어져 왔다.

II. 관련연구

여러 가지 방법으로 추적에 대한 연구가 이루어졌는데 실내 환경에서 사람을 추적하는 방법[1][5][6][8][9][10][11]과 실외 환경에서 사람을 추적하는 방법[2][3][4][7]으로 분류할 수 있고, 또한 카메라의 수에 따라 한 대의 카메라를 이용한 방법[1][3][7]과 두 대의 카메라를 이용한 방법[6][10], 여러 대의 카메라를 이용한 방법[2][4][5][8]으로 분류할 수 있다.

그리고 센서의 종류에 따라 칼라 정보를 이용한 방법[1][2][4][8][9][10][11]과 그레이 정보만을 이용한 방법[3][5][6][7]으로도 분류할 수 있다.

본 논문에서는 고정된 한 대의 카메라와 칼라 정보를 이용하여 이러한 추적 과정 중 명확하지 않은 분리가 생길 경우 가설을 설정하여 물체를 추적해 나가는 방법을 제안하였다.

III. 전처리 과정

1. 배경생성

배경생성 과정에 하이레벨 정보인 물체의 탐지 결과를 반영할 수 있는데 권영탁등[12]이 제안한 방법을 배경생성 과정에서 사용한다. 물체탐지 정보를 이용하여 물체로 판단되지 않는 부분 즉, 영상내 실제배경으로 판단되는 영역만을 배경영상의 생성과정에 참여시키는 방법이다.

2. 배경갱신 및 blob 추출

배경갱신은 권영탁등[12]이 제안한 recursive filtering 방법을 사용하고 blob의 추출은 배경과의 차를 이용하여 blob을 추출한다. 추출된 초기 blob은 noise등 기타 여러 가지 요인으로 인해 곧바로 사용하기에 부적절하다. 따라서 초기 blob에 size filtering과 morphology를 이용하여 blob을 개선시킨다.

그 다음 좀더 정확한 blob 영역을 찾기 위하여 blob에 수직 프로젝션을 하여 히스토그램을 그린 후 좌우에서 일정 비율에 도달할 때까지 blob을 잘라나간다.

IV. 추적 과정

각 프레임에서 배경과의 차이를 통해 물체가 나타난다면 추적 과정은 각 프레임 사이의 물체를 링크시키는 것으로 추적 과정을 완성시킬 수 있다.

하지만 복잡한 겹침이나 분리되는 경우 이러한 추적과정을 완성시키는데 어려움이 있는데 본 논문에서는 이러한 추적과정에 가설을 세워 추적을 진행하였다.

사람들의 통행패턴에 따라 겹침과 나타남 현상이 얼마든지 나타날 수 있는데 이는 사람 blob들이 뭉치거나(merge), 나뉘거나(split), 새로이 나타나거나(new), 혹은 사라지는(disappear) 등의 형태를 띄게 된다. 이러한 상황들 하에서 원만히 추적하기 위해 추적 그래프를 사용한다.

1. 추적 그래프

배경이 아닌 blob을 매 frame에서 추출한 후 해야 할 일은 프레임과 프레임 사이에서 blob에 대한 추적을 수행하는 것이다. 추적 그래프의 예가 그림 1에 나타나 있다.

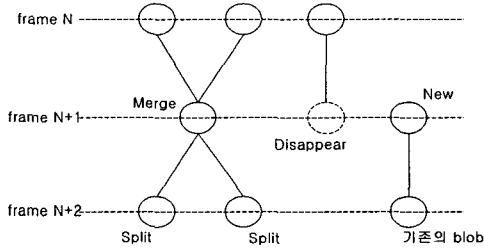


그림 3 추적 그래프

그림 1의 그래프는 노드와 링크의 집합으로 구성된다. 노드는 각 프레임에서 추출한 blob를 의미하고 링크는 이전 프레임과 현재 프레임 사이의 blob에 대해 추적한 결과를 나타낸다. 각 노드들은 매 프레임에서 new blob, disappear blob, merge blob, split blob, 기존의 blob과 같은 5가지 형태로 나타날 수 있다.

2. 노드의 구조

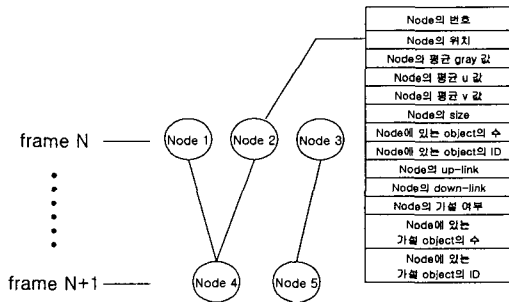


그림 4 노드의 구조

그림 2는 추적 그래프 내 노드의 구조를 나타내고 있는데 각 노드의 정보는 매 프레임마다 갱신된다. Blob이 추출되고 추적이 행해지면 위에 언급한 node의 각 정보내용이 확정되어 보관된다.

3. blob의 상태 구분

그림 3은 현재 프레임의 각 blob에 대해 New, Disappear, Merge, Split, 기존 blob의 5가지 형태로 구분하는 알고리즘이다.

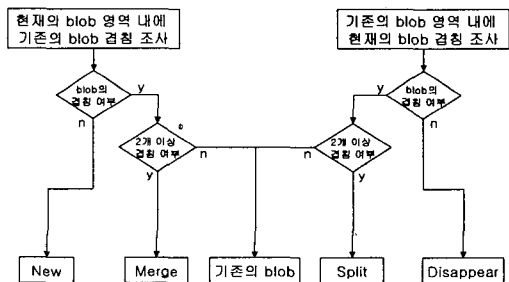


그림 5 blob의 상태 구분

기존 프레임의 blob을 기준으로 다른 프레임의 blob에 대해 겹침 조사를 하여 미리 정한 문턱치를 넘으면 겹침으로 보는데 그 겹침의 모습에 따라 5 가지 형태로 구분된다.

이전 프레임과 현재 프레임을 각각 기준으로 하여 각 blob에 대해 그림과 같이 New, Disappear, Merge, Split, 기존 blob의 5가지 경우로 구별하여 노드로 만든다.

그림 4는 겹침을 통해 현재 blob의 상태를 판단하는 예를 보여주고 있다. 여기서 점선 blob은 frame N에서의 blob을 나타내고 실선 blob은 frame N+1에서의 blob을 나타낸다.

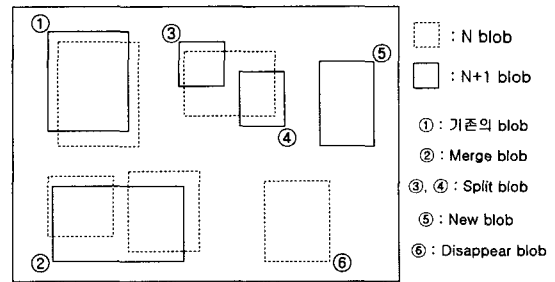


그림 6 blob 구별의 예

4. split blob 처리

Blob이 merge 되었다가 split 되는 경우 merge 되기의 어느 blob이 split 된 후 어느 blob이 되었는지 확인을 해야하는데 이때 칼라정보를 사용한다.

가. 칼라 정보

Blob의 정보를 노드에 저장할 때에는 칼라 정보 또한 저장하게 된다. 여기서 칼라 정보는 blob 중심영역의 Y, U, V 각각에 대하여 계산한 평균값으로 그림 5과 같이 정의된 중심영역에서 구하게 된다. Blob의 중심영역은 blob 가로의 2/5에서 3/5사이와 세로의 1/4에서 1/2 사이인 구간(그림 5에서 빗금친 부분)으로 정의한다.

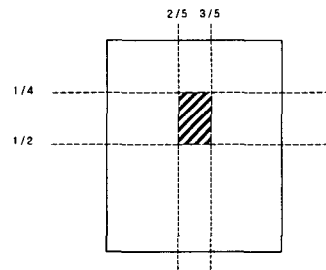


그림 7 blob의 중심영역 정의

Y, U, V 각각의 평균값은 아래와 같이 구한다.

$$Y_{avg} = \frac{\sum(\text{blob의 중심영역 내의 픽셀의 } Y\text{ 값})}{\text{blob의 중심영역 내의 전체 픽셀 수}}$$

$$U_{avg} = \frac{\sum(\text{blob의 중심영역 내의 픽셀의 } U\text{ 값})}{\text{blob의 중심영역 내의 전체 픽셀 수}}$$

$$V_{avg} = \frac{\sum(\text{blob의 중심영역내의 픽셀의 } V)}{\text{blob의 중심영역내의 전체 픽셀수}}$$

나. split 발생시의 추적

그림 6에 split 발생시의 그래프 예가 나타나 있다. 여기서 frame N의 node 1과 2는 각각 한 사람(object)을 가지고 있는 것으로 가정한다. node 1과 2는 frame N+1에서 merge되어 2 개의 object를 갖는 node 3이 되고 frame N+2에서는 그 것이 split되어 blob 1과 2로 나누어진다. 이 때 frame N+2의 어느 blob이 frame N의 어느 node가 되는지를 구분해야 하는데 칼라값의 유사도를 계산하여 사용한다.

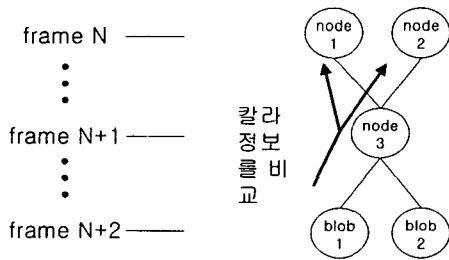


그림 8 split 발생

칼라값의 유사도는 칼라값 차(Diff)에 반비례하며 차가 적은 node의 ID를 해당 blob의 ID로 가져오게 된다. 이 때 blob과 node 간의 칼라값 차 계산은 아래와 같이 한다.

$$\text{Diff}(\text{blob}, \text{node}) = |Y_{\text{blob}} - Y_{\text{node}}| + |U_{\text{blob}} - U_{\text{node}}| + |V_{\text{blob}} - V_{\text{node}}|$$

다. 가설의 설정

Merge와 split이 반복될 때 object ID의 할당을 100%의 확신을 가지고 할 수 없을 때가 있다. 그림 7에 그러한 경우가 나타나 있는데 마지막 부분에서 3 개의 object를 갖는 blob이 두 개의 blob으로 나뉘어졌을 때 두 blob중 어느 blob이 object 두 개를 가졌고 어느 blob이 나머지를 한 개의 object를 가졌는지 모호할 경우가 있다.

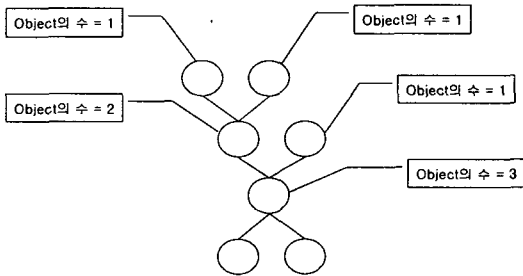


그림 9 object의 수가 3인 node가 split 될 경우

그림 8은 split시 모호하지 않게 object의 소속을 결정할 수 있는 경우를 보여주고 있고 그림 9는 모호한 경우를 보이고 있다. 모호함의 판단은 blob의 크기로 하는데

blob의 가로 길이가 여러 사람이 겹침없이 서 있을 때 정도의 크기를 가지고 있느냐로 한다. 그림 8의 경우 크기만으로 두 개의 object가 포함되어 있음을 알 수 있으나 그림 9의 경우에는 알 수가 없다. 따라서 그림 9와 같은 경우에는 같은 object가 split된 두 개의 blob에 모두 들어갈 수 있는 것으로 가설을 세우고(hypothesize) 차후 이를 확인하여(verify) 가설을 해결하는 방법을 사용한다.

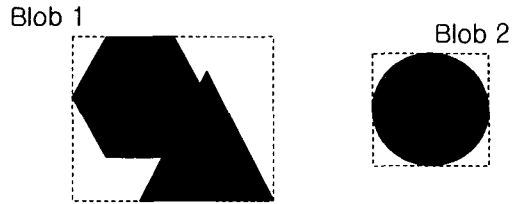


그림 10 blob의 크기로 split 처리가 가능한 경우

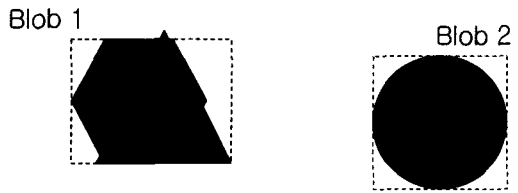


그림 11 blob의 크기로 split 처리가 힘든 경우

그림 10에 가설을 적용한 예를 보이고 있다. object 1과 2가 merge되어 1&2가 되고 새로운 object 3이 들어온다. 1&2와 object 3이 merge 되어 1&2&3이 되고 이 것이 다시 두 개의 blob으로 split 되는데 blob의 칼라정보를 사용하여 판별하였을 때 1&3과 2로 split된 것인지 1과 2&3으로 split 된 것인지 판단이 모호하다.

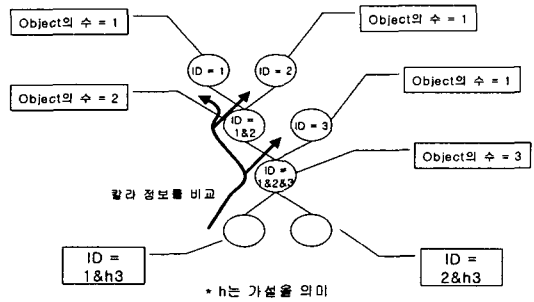


그림 12 가설을 이용한 split

이 경우에 만약 object 3이 겹침 검사에 의해 두 개 blob 모두에 속할 수 있는 것으로 나타났다면 object 3을 가설로써 두 개의 blob 모두에 할당하고(즉 1&h3과 2&h3으로) 차후 확인과정을 거쳐 해결한다. 여기서 h는 "hypothesis"를 의미한다. 이 확인과정을 통한 해결모습이 그림 11에 나타나 있다. 가설이 포함된 blob이 차후 split 되면 가설을 세운 node까지 그래프를 거슬러 올라간 후 칼라 정보를 비교하여 확실한 object ID를 부여하게 된다.

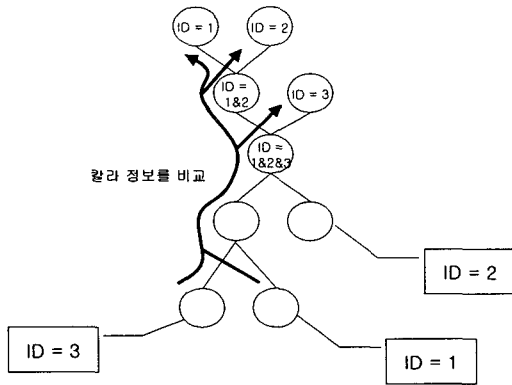


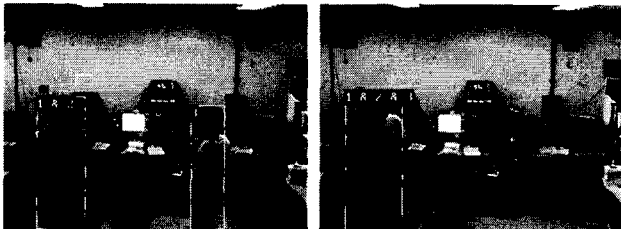
그림 13 가설이 풀린 경우

V. 실험결과



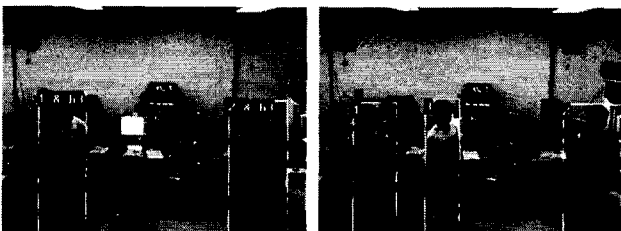
frame 118

frame 170



frame 221

frame 279



frame 313

frame 366

VI. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 물체가 겹치거나 분리될 경우에도 강건하게 추적하고 복잡한 겹침시에도 가설을 이용한 그래프 추적 방법으로 사람을 추적하는 방법을 제안하였다.

실험결과 사람의 상의의 색상이 비슷한 경우 잘못 추적하는 경우도 발생하게 되는데 추적에 필요한 다른 요소들을 추가하여 보다 강건하게 추적하는 방법을 개발하는 것이 향후 연구 과제이다.

참고문헌

- [1] C. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell, and A. Pentland, "Pfinder : Real-Time Tracking of the Human Body," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence vol. 19, no. 7, July 1997.
- [2] A. Lipton, H. Fujiyoshi, and R. Patil, "Moving Target Detection and Classification from Real-Time Video," Proc. IEEE Workshop Application of Computer Vision, 1998.
- [3] T. Boult, "Frame-Rate Multibody Tracking for Surveillance," Proc. DARPA Image Understanding Workshop, 1998.
- [4] E. Grimson and C. Stauffer, "Adaptive Background Mixture Models for Real Time Tracking," Proc. Computer Vision and Pattern Recognition Conf., 1999.
- [5] T. Olson and F. Brill, "Moving Object Detection and Event Recognition Algorithms for Smart Cameras," Proc. DARPA Image Understanding Workshop, pp. 159-175, 1997.
- [6] D. Beymer and K. Konolige, "Real-Time Tracking of Multiple People Using Stereo," Proc. IEEE Frame Rate Workshop, 1999.
- [7] Ismail Haritaoglu, David Harwood, Larry S. Davis, "W4: Real-Time Surveillance of People and Their Activities," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence vol. 22, no. 8, August 2000
- [8] A. Bobick, J. Davis, S. Intille, F. Baird, L. Cambell, Y. Irinov, C. Pinhanez, and A. Wilson., "Kidsroom: Action Recognition in an Interactive Story Environment," Technical Report 398, M.I.T. Perceptual Computing, 1996.
- [9] J. Rehg, M. Loughlin, and K. Waters, "Vision for a Smart Kiosk," Computer Vision and Pattern Recognition, 1997.
- [10] T. Darell, G. Gordon, M. Harville, J. Woodfill, "Integrated Person Tracking Using Stereo, Color, and Pattern Detection," Computer Vision and Pattern Recognition, 1998.
- [11] A. Shafer, J. Krumm, B Brumitt, B. Meyers, M. Czerwinski, and D. Robbins, "The New EasyLiving Project at Microsoft," Proc. DARPA/NIST Smart Spaces Workshop, 1998.
- [12] 권영탁, 김윤진, 박철홍, 김희정, 소영성, "차량 탐지 정보를 이용한 영상 검지기의 배경 영상 생성 방법", 한국항공학회 논문지, 제3권, 제1호, '99.06, pp.60-68