

단색배경화상에서 한가지 목표점검출방법

최장수, 리명철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《현시대는 과학과 기술의 시대이며 과학과 기술이 류레없이 빠른 속도로 발전하는것은 현대과학기술발전의 중요한 특징입니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 485페이지)

론문에서는 TV편집물제작에서 출연자와 배경사이의 호상작용에 대하여 연구하였다.

출연자와 배경사이의 호상작용은 보통 출연자의 동영상에서 특정한 표적을 검출하고 그 표적이 일정한 위치로 다가가는것을 알아내는 방법으로 진행한다.

일반적인 동영상화상에서 특정한 표적점을 찾거나 대상의 움직임을 분석하는 연구는 많이 진행되였다.

선행연구[1]에서는 어떤 특정점을 찾는 문제를 그 점을 중심으로 하는 일정한 원구역에서 표준화상과 현재 화상과의 차가 최소인 점을 찾는 문제로 바꾸어 해결하였으며 선행연구[2]에서는 유사성을 비교하여야 할 2개의 화상이 주어졌을 때 대 화상에서 대표점들을 찾고 그 점들사이의 대조도를 구한 다음 그 2개의 대조도를 비교하는 방법으로 평가하였다. 그러나 선행방법들은 연산량이 많고 일반조건에서의 검출방법이므로 정확도가 높지 못한 결함이 있다.

우리가 해결하려는 문제는 촬영장환경에서 출연자와 배경사이의 호상작용을 위하여 단색배경에서 어떤 특정점을 검출하는것이다. 이 문제는 일반적인 검출문제와는 달리 배경색과 특정물체의 색깔 등을 유리하게 설정할수 있다. 반면에 우리의 방법은 높은 정확도와 빠른 실행속도를 만족시켜야 한다. 그러므로 일반조건에서의 선행방법들과는 달리 우리의 방법은 특정한 조건에서 높은 성능을 나타내야 한다.

우리는 목표물체가 몸밖에 드러나는 경우 그 물체를 실시간으로 검출 및 추적하였다.

1. 검출알고리즘

배경은 단색이며 푸른색이다. 필요에 따라 배경색을 풀색을 비롯하여 다른 색으로 할수도 있다.

붉은색구모양으로 된 목표물체의 직경 D_0 은 초기에 결정되며 물체는 가는 막대기와 연결되어있다. 구의 색깔도 필요에 따라 배경색이 아닌 다른 색으로 바꿀수 있다.

알고리즘은 다음과 같다.

1 단계(입력화상의 재표본화) SD(720×576pixel) 나 HD(1 020×1 080pixel)의 해상도를 가지는 촬영기화상을 그대로 리용할 때 연산량이 너무 많은 경우 입력화상을 필요한 크기로 재표본화하여 리용한다.

화상에 대한 재표본화는 여러가지 방법을 리용할수 있겠지만 제안문제의 해결에서는 연

산량이 가장 작은 최근접이웃보간법으로도 충분하였다.

2단계(배경검출) 배경이 단색이고 푸른색이라는데로부터 매 화소점의 (R, G, B) 에 대하여 $B \geq R + t_{col}$, $B \geq G + t_{col}$ (t_{col} : 턱값)인 점들을 배경으로 본다.

만일 배경색이 풀색이라면 $G \geq R + t_{col}$, $G \geq B + t_{col}$ 로 주면 된다.

3단계(목표후보점검출) 목표물체의 색깔이 붉은색이어도 촬영한 화상에서는 배경색이 스며들면서 그 색값이 달라진다.

실례로 공이 매우 빨리 움직이는 경우에는 공의 화소값에서 R 값이 G, B 와 거의 비슷한 경우도 있다.

이로부터 $R \geq B$, $R \geq G$ 와 같이 조건을 약화시켜 후보점들을 판단하였다.

4단계(후보점들에 대한 판정)

— 후보점판정에 필요한 거리 r 의 결정

후보점판정에서는 그 점으로부터 r 만큼 떨어져있는 점들의 모임을 리용한다. 여기서는 R 의 값을 정확히 결정하는것이 중요하다.

초기화상에서 가장 이상적인 r 는 목표공의 초기직경 D_0 과 같다.

그런데 촬영기의 확대비율이 달라지는 경우 r 를 다시 결정하여야 한다.

우리는 배경에서 사람의 몸이 차지하는 평균너비를 계산하여 공의 직경변화비율을 추정하였다. 즉 초기화상에서 배경이 아닌 화소의 수를 P_0 , 배경이 아닌 화소점이 놓이는 행의 수를 Q_0 이라고 할 때 사람몸의 평균너비를 $L_0 = P_0 / Q_0$ 으로 가정한다.

확대비율이 변화된 화상에서 같은 방법으로 $L = P / Q$ 를 계산한다.

이때 $r = D_0 \times L / L_0 + 1$ 로 준다.

— 후보점에 대한 판정

전체 화소점들의 모임을 S 라고 하자. 그리고 후보점의 자리표를 u 라고 하고 화상의 임의의 점의 자리표를 v 라고 하자. 이때 $\text{dist}(u, v)$ 는 u 와 v 사이의 유클리드거리, $\arg(u, v)$ 는 벡터 \overline{uv} 와 x 축사이의 각으로 정의하자.

그리고 u 로부터 r 만 한 거리에 있고 균등하게 배치된 $N=40$ 개의 점들을 보자.

$$V = \{v_i \in S \mid \text{dist}(u, v_i) = r, \arg(u, v_i) = 2\pi i / N, i = 1, \dots, N\}$$

B 를 전체 배경점들의 모임, $W = V \cap B$ 로 정의하자. 여기서 $|V| = N$ 이다.

이때 후보점판정조건을 $|W| = N$ 으로 주고 이 조건을 만족시키는 점을 목표점으로 본다. 즉 u 의 N 개의 주변점이 다 배경점일 때 u 를 목표점으로 본다.

— 정확한 목표점선택

후보점모임을 판정하면 서로 떨어진 여러개의 덩어리들이 생긴다. 그 원인은 목표공이 몇개로 갈라져 나타나는 등 여러 외부적요인이 작용할수 있기때문이다.

이가운데서 면적이 가장 큰 덩어리를 목표로 본다. 그것을 위하여 목표로 판정된 점들을 가지고 적당한 연결정보를 준 다음 BFS(Breadth First Search, 너비우선탐색)를 진행하여 서로 떨어진 여러개의 덩어리로 분할한다. 여기서 연결정보는 필요에 따라 4-린접성 또는 8-린접성 등으로 줄수 있다.

여기서는 4-린접성을 리용하여 진행하였다. 이때 화소수가 가장 큰 덩어리를 목표로 보고 그 덩어리의 무게중심점을 목표의 중심점으로 본다.

2. 제안알고리즘의 성능에 대한 평가

우리는 여러가지 조명조건과 촬영기확대비율설정상태에서 출연자가 지시봉을 흔들거나 일정한 방향을 가리키는 동작을 취하는 장면을 촬영한 30min정도의 동영상자료에서 우연적으로 4 000여개의 정지화상을 얻고 그 정지화상자료기지에서 제안알고리즘의 목표점검출성능을 평가하였다.

매 정지화상에서 공의 중심을 수동으로 지적하고 이것을 정확한 목표점의 중심으로 가정하고 성능평가를 진행하였다.

알고리즘의 3단계에서 진행하는 후보점주변에서 배경점의 발생비율제한값을 변화시키면서 얻은 검출성능결과는 표와 같다.

표에서 검출오차는 수동으로 지적한 공의 중심과 알고리즘에 의하여 얻은 목표점의 편차를 공의 직경으로 나눈 값이다. 여기서 검출 못한 개수는 화상에 목표가 있을 때 검출하지 못한 개수이고 잘못 검출한 개수는 목표가 없는 경우에도 있다고 하거나 틀린 목표를 검출한 개수이다.

표에서 보는바와 같이 판정비율을 1로 설정하였을 때에 가장 좋은 성능을 보여주고있다. 그러나 이것은 조명조건이나 지시봉의 굵기, 지시봉의 색깔에 따라 달라질수 있다.

표. $|W|/|V|$ 의 변화에 따르는 검출성능결과

$ W / V $	검출 못한 개수/%	잘못 검출한 개수/%	검출오차
0.800	2.25	56.25	4.850 5
0.825	2.50	55.50	4.229 9
0.850	2.50	54.75	4.087 9
0.875	2.75	50.50	3.830 9
0.900	2.75	35.25	3.157 6
0.925	2.75	9.50	0.926 5
0.950	3.25	2.75	0.232 6
0.975	5.00	0.05	0.131 3
1.000	5.25	0.025	0.120 3

참 고 문 헌

- [1] E. Tola et al.; IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 32, 5, 2010.
- [2] H. Bay et al.; Computer Vision and Image Understanding, 110, 3, 346, 2008.

주제 105(2016)년 4월 5일 원고접수

A Method for Tracking a Target Point in a Single Colored Background Image

Choe Jang Su, Ri Myong Chol

We studied a new method for automatically detecting the position of a ball attached to the end of a bar in a video with single colored background that can be used to specify the relationship between the actor and the background in creating a real-time 3D TV virtual stage.

Key words: single colored background image, target point