

차화상으로부터 이차원 이동벡터의 추출

장 순화, 김 용대, 김 성대, 김 재균
한국과학기술원 전기 및 전자 공학과

The extraction of 2D displacement vector
from difference pictures

Soon Hwa Jang, Jong Dae Kim, Seong Dae Kim, Jaekyoon Kim
Dept. of Electrical Engineering, KAIST

Abstract

In this paper, the four algorithms which obtain 2D displacement vector are proposed. In consecutive difference pictures, the characteristics of DP boundary and region are discussed and we estimate displacement vector using the DP boundary and region. Finally, the performance of proposed algorithms for gaussian noisy image which generated by computer are discussed.

1. 서 론

연속화상에서 물체의 이동정보를 추정하는 것은 크게 물체의 특징을 이용하는 방법(feature based method)과 화소들을 이용하는 방법(pixel based method)으로 나눌 수 있다[1]. 화소들을 이용한 방법에는 다시 시공간 경사방법(spatio-temporal gradient method)과 정합법(matching)으로 나눌 수 있는데 전자는 속도가 작다는 장점을 가지고 후자는 계산시간이 길다는 단점이 있다. 이에 반하여 물체의 특징을 이용하는 방법은 관심있는 영역인 특징영역에서 움직임 검출이 행해진다면 비교적 빠른 방법이 된다. 그러나 형태정합(shape matching)의 경우 정합해야 할 형태의 추출(feature extraction)을 해야하고 symbolic registration인 경우 영역의 분리(segmentation) 문제가 발생하게 된다.

두 연속화상의 차화상을 이용하여 운동물체를 해석하는 방법은 기본적으로는 화소를 이용한 방법이나 특징을 이용하는 방법도 적용할 수 있으며 형태추출과 영역분리를 위한 cost가 감소한다는 장점을 가지고 있다. J.K. Aggarwal은 차화상과 region growing method를 사용하여 움직이는 영역의 추출을 시도하였으며[2] R. Jain은 차

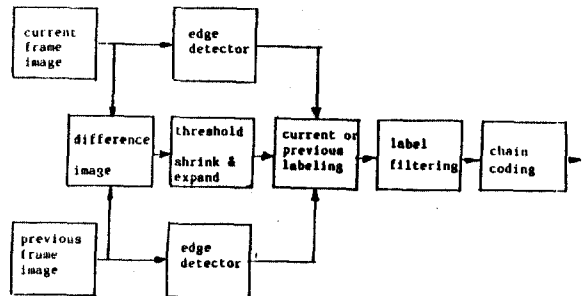
화상 영역의 경계를 current와 previous로 나누어 물체의 움직임에 관한 여러정보를 해석하였다 [3].

본 논문에서는 차화상으로부터 2차원 운동벡터를 추출하는 4가지 알고리즘을 제안하고 잡음 화상에 대한 computer simulation 결과를 보였다

2. 본 론

2.1 사전처리 (preprocessing)

연속화상 $F_i, i=0,1,2,\dots$ 에 대해 차화상 $DP_i = |F_i - F_{i-1}|, i=1,2,3,\dots$ 을 구한다. 이 차화상을 thresholding 한 후 shrink and expand 방법에 의해 작은 영역을 제거한다. 이때 추출된 영역을 DPO_i, k 라 할 때 이 영역의 경계부분을 과거 frame의 경계성분이 큰 경우에 과거경계(previous edge), 현재 frame의 경계성분이 큰 경우에 현재경계(current edge)라고 명칭한다. 이들은 잡음에 의해 잘못될 수도 있기때문에 경계부분을 따라 추적하면서 최빈값 filtering을 적용하였다. 이렇게 하여 얻어진 현재경계와 과거경계에 대하여 각각 경계부호화하여 저장한다. 이 과정을 그림1에 도시하였다.



< 그림 1 > 사전처리 흐름도

2.2 이동 벡터 추정

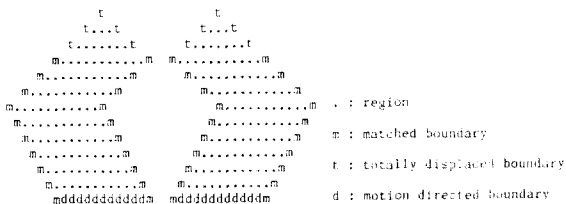
차화상에서 속도를 추정하는것은 크게 두가지로 생각할 수 있다. 첫째는 한장의 차화상에서 현재경계와 과거경계의 관계를 통하여, 둘째는 두장의 차화상으로부터 부합하는 영역들사이의 관계를 통하여 구할 수 있으며, 적용하는 방법에 따라 각각 정합방법과 차화상의 성질을 이용한 방법으로 나눌 수 있다.

2.2.1 한 장의 차화상을 이용한 방법

물체의 운동이 점진적일 경우 차화상 영역의 현재경계와 과거경계중 어느 한쪽은 다른 한쪽과 포함관계를 이룬다. 포함하는 경계를 주경계 (main boundary), 포함되는 경계를 부경계 (sub-boundary) 라 명명한다. 주경계는 다시 다음과 같은 세 부분으로 구성된다

- a) 부경계와 일치하는 정합경계 (matched boundary)
- b) 다른 영역으로 옮겨간 경계 (totally displaced boundary)
- c) 운동방향의 경계 (motion direction boundary)

여기에 대한 예를 그림2 에 보였다.



< 그림 2 > 차화상 영역의 경계

운동벡터를 구하는 문제는 곧 정합경계를 찾는 문제이며 이를 정합과 차화상의 성질을 이용하는 두가지 관점으로 보아 다음 알고리즘을 제시한다.

알고리즘1. 경계 정합(boundary matching)

두 경계를 정합하는 것은 특징에 의한 정합을 하거나 공간적 이동에 의한 화소단위의 정합을 할 수 있다. 본 알고리즘에서는 부경계를 주경계의 경계부호를 따라 이동하면서 경계사이의 평균제곱거리 (mean square distance) 를 정합 속성치로 사용하였다. 알고리즘은 다음과 같다.

- a) 주 경계의 경계부호를 따라 추적한다.
- b) 추적점으로부터 부경계의 화소수 만큼의

경계와 추적점을 출발점으로 한 부경계와의 사이에 평균제곱거리를 구한다.

- c) 각 추적점 중에서 평균제곱거리가 최소가 되는 점과 부경계의 원래의 출발점 사이로부터 경계의 이동벡터를 구한다.

알고리즘2. 근사 정합경계 (approximate matched boundary)

정합경계에 대한 어떤 사전정보가 있을 경우 정합과정을 거치지 않고 정합경계부분을 추출해낼 수 있다. 여기서 사용한 사전정보는 다음과 같다.

- a) 정합경계가 아닌 경계는 주경계의 양쪽끝에 존재한다.
- b) 정합경계와 부경계의의 화소수는 같다.

실제로 다른 영역으로 옮겨간 경계가 주경계의 한쪽 끝에 집중되어 있을 경우 위의 지식만으로는 불충분하지만 물체의 속도가 크지 않을 경우 정합경계에 비해 그 수가 적으므로 무시될 수 있다. 알고리즘은 다음과 같다.

- a) 주경계 화소수와 부경계 화소수의 차이 만큼을 주경계의 양쪽 끝에서 제거한다.
- b) 주경계의 나머지 부분의 평균화표와 부경계의 평균화표사이에서 경계의 이동벡터를 구한다.

2.2.2 두장의 연속된 차화상을 이용한 방법

차화상 영역의 형태는 물체의 형태와 운동속도에 의존한다. 따라서 두 차화상에서의 영역들사이에는 형태에 있어서 부합하지 않으나 속도가 점진적으로 변할경우 물체의 속도에 거의 근접하게 된다. 두장의 차화상에서 부합하는 영역들 사이에는 다음 두가지 성질이 존재한다.

- a) 두 차화상사이의 부합하는 영역은 공간적으로 겹쳐있거나 이웃하여있다
- b) 물체의 속도가 점진적일 경우 차화상 영역의 특정한 특징은 보존된다.

이 두가지 성질로부터 연결된 영역을 찾거나 특징정합을 통하여 차화상 영역 혹은 경계의 이동벡터를 구할 수 있다.

알고리즘3 연결 영역(connected regions)

연속된 차화상 DPj-1 과 DPj 에 대해 DPok,j-1의 현재경계와 DPOL,j의 과거경계가 공간적으로 겹쳐있거나 이웃하여 있을 때 서로 연결(connect) 되었다고 한다. 차화상 영역의 이동벡터는 연결된 영역들의 집합으로부터 구한다. 알고리즘은 다음과 같다.

- DPj-1 내의 연결된 영역들과 이들과 대응하는 DPj 에서 연결된 영역들을 구한다.
- 차화상 영역의 이동벡터는 이 영역들 사이의 평균좌표의 이동으로부터 구한다.

알고리즘4 영역 특징 정합(region feature matching)

영역의 특징을 찾아내어 이를 정합하는 방법은 여러가지가 있으나 본 논문에서는 주경계의 경계부호를 smoothing 한후 구석점(corner point)을 찾아내어 이것이 이루는 각도와 방향을 정합속정치로 사용하였다. 알고리즘은 다음과 같다.

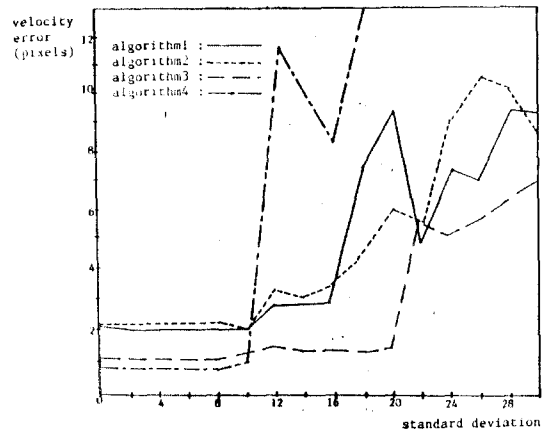
- DPok,j-1의 주경계의 경계부호를 추적하면서 추적점에서 앞과 뒤의 N 개의 경계부호가 이루는 평균방향으로부터 구석점의 각도와 방향을 구한다.
- 추적점들 중에서 각도가 작은 순서대로 L 개를 추출하여 각각 각도, 방향, 좌표를 기록한다.
- DPok,j-1에 연결된 DPOL,j에 대하여 a)와 같은 방법으로 구석점들을 추출하여 b)에서 구한 점들에 대해 각각 각도와 방향의 평균제곱오차(mean square error)가 최소가 되는 L 개의 점들을 구한다
- 구하는 이동벡터를 위에서 구한 점들의 평균이동거리로부터 구한다.

정확한 이동벡터를 구하려면 N 과 L의 적절한 선택이 중요하다. 본 simulation에서는 N 을 주경계 좌소수의 1/8로, L 은 각도의 상한치를 정하여 물체에 따라 변화하도록 설정하였다.

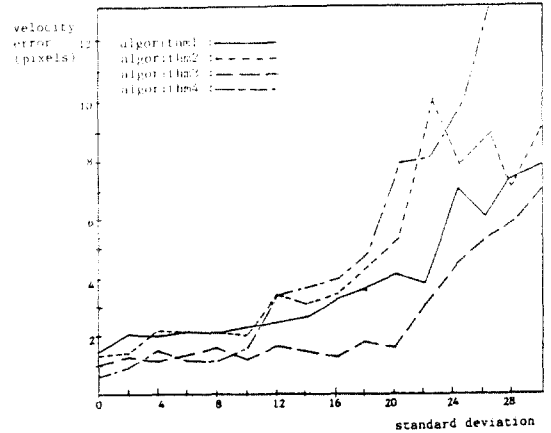
3. Simulation 결과 및 고찰

simulation 화상으로서 computer 로 만든 다각형 화상에 gaussian noise를 섞어서 사용하였다. 속도의 크기를 10 과 20 으로 고정시키고 noise 의 표준편차를 0 - 30 까지 변화시키면서 발생시킨 속

$$\text{velocity} : \sqrt{X_V^2 + Y_V^2} = 10$$



$$\text{velocity} : \sqrt{X_V^2 + Y_V^2} = 20$$



background gray level : 80 image size : 256x256
 object gray level : 15 noise : zero mean gaussian

< 그림 3 >

잡음의 표준편차에 대한 추경속도의 오차

도와 구한속도와외의 평균제곱오차를 그림3 에 도시하였다. 그림에서 알 수 있듯이 오차값이 어떤값만큼 biased 되어있는데 이것은 사전처리과정중 shrink and expand 에 의한것으로 이것을 사용하지 않을 경우 표준편차가 0으로 되면 오차도 0으로 접근할 것이다. 또 잡음의 표준편차가 증가함에 따라 오차가 급격히 증가하는 점(breakdown point)이 존재하는데 그때의 표준편차값과 증가정도는 알고리즘과 물체의 속도에 따라 변화였다. 속도가 20 인 경우는 10 인경우보다 원만한 증가를 보이는데 이는 차화상 영역의 면적이 증가함에 따라 잡음에 덜 민감해지기 때문이라 생각된다. 알고리즘 사이를 비교해 볼 때 차화상 한 frame 의 경계를 이용한 알고리즘 1,2는 대체로

완만한 곡선을 그리는데 비해 두 차화상의 영역을 이용한 알고리즘3 은 어느정도까지는 잡음에 상당히 강하나 급격한 breakdown 을 일으키며 영역의 특징을 이용한 알고리즘4 는 잡음에 가장 약한 면을 보였다. 속도가 커져 차화상 영역이 늘어났을 때에는 알고리즘3 이 전반적으로 좋은 특성이 얻어졌다.

Simulation은 DG MV-10000 computer에서 행해졌다. 본 연구실의 KAIST vision system 을 사용하면 사전처리까지는 거의 실시간으로 행해질 수 있고 4가지 속도수정 알고리즘에 대한 수행시간은 다음과 같다.

물체의 갯수	: 1	개
차화상 경계부호의 수	: 184	개
알고리즘1 경계 정합	: 0.15	초
알고리즘2 의사 정합경계	: 0.004	초
알고리즘3 연결 영역	: 0.012	초
알고리즘4 영역특징 정합	: 0.20	초

4. 결 론

차화상으로부터 물체의 이동벡터를 추출해내는 알고리즘을 제시하였으며 이를 잡음회상에 대하여 simulation하였다. 차화상을 이용함으로써 특징에 의한 방법에서 필요한 영역분할과 특징추출과정을 간소화함으로써 실시간에 가까운 수행시간을 얻었다. 앞으로 차화상 영역의 잡음제거방법과 차화상 경계에 대한 좀 더 세심한 관찰을 한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을것이다.

REFERENCE

- [1] W.N.Martine and J.K.Aggarwal
"Dynamic scene analysis"
CGIP 7 P 356~374 (1978)
- [2] R.Jain , W.N.Martine and J.K.Aggarwal
" Segmentation through the detection of changes due to motion"
CGIP p13~34 (1979)
- [3] R.Jain
"Extraction of motion information from peripheral process"
IEEE PAMI-3 NO 5 September P 489~503 (1981)
- [4] 고 봉수
" moving edge 를 이용한 움직이는 물체의 추출에 관한 연구"
한국 과학 기술원 (1986)

본 연구는 한국 과학 재단의
외척 과제로 수행 중에 있습니다.