

동영상 처리에 의한 목적물 추출 및 이동 방향과 이동 속도 계측에 관한 연구

○ 이 종 형

숭실대학교 대학원 전자공학과

황 병 원

한국항공대학 통신공학과 교수

A Study Of Object Detection And Measurement Of Moving Direction And Of Velocity By Moving Image Processing

Jong Hyeong Lee

Dept.Electronics Soong Sil Univ.

Eyong Won Hwang

Professor in Hankuk Aviation College

ABSTRACT : The purpose of this paper is to measure about moving object direction, the number of objects, and velocity with the image pictures which are derived from one-dimensional lines of sampling point.

The image noise is delimitated and the meaningful object is detected through spatial and time domain's pre-processing progress. After the central lines of objects are detected, the number of objects and moving direction and velocity are measured by using displacement of spatial domain, displacement of time domain.

1. 서 문

컴퓨터의 등장과 발달에 따라 많은 데이터에서 유용한 정보를 효율적으로 추출하여 용이하게 관리할 수 있게 되었다. 인간의 오감에 의해 많은 인력과 시간을 들여 정보를 얻는 방법에서 탈피하여 대상물을 영상입력장치로 수집하고, 이를 컴퓨터로 처리하여 유용한 정보를 산출하는 영상처리 기법은 연구와 발달을 거듭하여 의용연구, 인공위성에 의한 지구표면의 자원 탐사를 위한 리모트센싱(Remote Sensing)등에 이용되고 있다.

현재 연구되고 있는 동영상처리 기법은 배경, 잡음, 목적물 등이 섞여 있는 인접한 시간의 2개의 영상에서 의미있는 물체를 추출하여, 동일 물체 여부를 판별하고, 물체의 이동에 관한 정보를 얻는 방법과 시간 간격이 짧은 2개의 영상에서 차이분에 대한 목적물 영상을 추출하여 이동에 관한 정보를 얻는 방법이 보고된다.

그러나 이러한 2차원 영상처리는 의미있는 목적물을 판별하여 처리하는 시간이 길고, 1프레임(Frame)의 영상에서 목적물의 일부가 영상의 범위 밖으로 이동한 경우에는 동일 물체의 판별이 곤란하게 된다.

그러므로 샘플점(Sample Point)의 설을 1차원으로 설치하여 연속된 시간으로 얻어지는 1차원 영상정보를 이용하는 방법을 생각할 수 있다. 이 방법의 장점은 1차원 영상정보를 이용함으로써 데이터들 대폭 감축하여 실시간처리가 가능하다는 점이다.

그러나 1개의 샘플점만을 통과하는 영상정보를 가지고는 이동방향을 계측할 수가 없으므로 1차원 영상의 샘플점만을 인접하게 2개 설치하여 이동방향을 계측하고, 10[m] 간격으로 2개의 샘플점만을 설치하여 중앙선을 중심으로 상행선과 하행선으로 구분하여 이동하는 차량의 속도를 계측하는 데 목적을 두었다.

2. 샘플점 설치 및 시간축, 공간축의 정의

(1). 샘플점 설치

도로를 횡단하는 방향으로 1차원 샘플점만을 2열로 설치한다. 샘플점만을 통과하는 목적물(차량)과 잡음을 구별하기 위하여 차량은 공간축상으로 3개 이상의 샘플점을 점유하도록 한다. 특히 회전 방향을 검출하기 위하여 회전 차량의 회전 변위가 많은 지점을 택한다. 샘플점들의 간격은 차량의 이동 속도를 계측할 때에는 10 [m]로 하고, 이동 방향을 계측할 때에는 이동하는 차량이 2개의 샘플점만을 시간축상으로 동시에 3프레임이상 점유하도록 2[m]의 간격을 두어 설치한다.

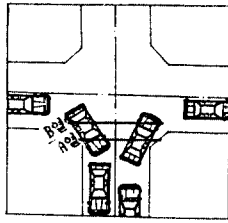


그림 1 샘플점 설치

1	00000000000000000000000000000000	시간축 방향 ↓
2	00000000000000000000000000000000	
3	00000000000000000000000000000000	
4	00000100000000000000000000000000	
5	00000010000000000000000000000000	
6	00000110000000000000000000000000	
7	00001000000000000000000000000000	
8	00010000000000000000000000000000	
9	00000000000000000000000000000000	
10	00000000000000000000000000000000	
11	00000010111000000000000000000000	
12	00001011111000000000000000000000	
13	00000110110000000000000000000000	
14	00000011111000000000000000000000	
15	00000111110000000000000000000000	
16	00000011110000000000000000000000	
17	00000011111000000000000000000000	
18	00000011000000000000000000000000	
19	00000001000000000000000000000000	
20	00000000000000000000000000000000	

그림 2 시간축, 공간축 화소의 정의

(2). 공간축, 시간축의 정의

시간의 연속으로 1차원 샘플점열을 통하여 얻어지는 화소는 시간축과 공간축으로 나뉜다. 공간축이란 도로를 횡단하여 설치한 샘플점열의 왼쪽에서 오른쪽까지를 의미하며, 시간축이란 공간축상의 시간적 연속을 의미한다. 시간축으로 1프레임이란 동영상처리시 1/30초를 나타낸다. 그러므로 그림2의 P(5,10)란 공간축으로 왼쪽에서 5번째 화소(Pixel)이고, 시간축으로 10번째 프레임(첫번째에서 1/30초 경과 후의 영상)임을 의미한다.

3. 목적물 영상의 추출

영상입력장치에서 얻어진 데이터는 2차화 과정을 거치고, 잡음을 제거하고, 잡음에 의해 훼손된 차량정보를 보강하기 위하여 공간축상의 처리, 시간축상의 전처리과정을 행하여 차량정보를 추출한 후 차량의 중심선을 구해 이동방향 및 이동대수를 계속한다.

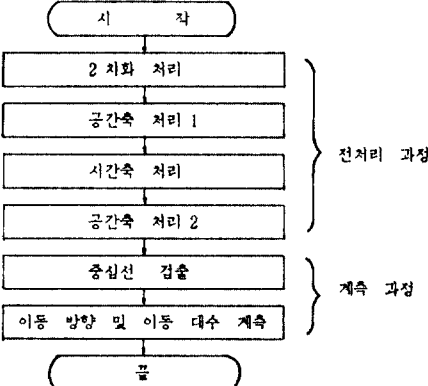


그림 3 차량 이동 방향 및 이동 대수 계속 순서도

(1). 2차화 처리

시간축상, 공간축상 샘플점 화소의 휘도치 P(n,t)를 배경

휘도치 상한 Lu와 하한 Ll을 비교하여 2치화된 지표 P(n,t)를 얻는다. 단 n은 공간축상의 좌표이고, t는 시간축상의 프레임이다.

$$P(n,t) < L_l \text{ OR } P(n,t) > L_u \text{ 일 때 } P(n,t) = 1,$$

$$\text{그렇지 않으면 } P(n,t) = 0$$

(2). 공간축처리 1

잡음처리 과정으로 차량의 일부가 잘못 처리된 좌표의 휘도치를 교정하는 처리과정이다. 연속된 1의 휘도치 사이에 하나의 0이 존재할 때 1로 교정한다.

$$P(n,t) = 0 \text{ 일 때, } P(n-1,t) = 1 \text{ 이고 } P(n+1,t) = 1 \text{ 이면}$$

$$P(n,t) = 1 \text{ 이다.}$$

(3). 시간축처리

공간축 좌표상의 화소가 시간축상으로 3개 연속하여 1일 때 비로소 차량의 화소로 인정한다.

$$P(n,t) = 0 \text{ 이고, } P(n,t-\Delta) \text{ 부터 } P(n,t-1) \text{ 까지 } \Delta \text{ 회 연속}$$

$$\text{하여 1일 때는 } P(n,t) = 1$$

$$P(n,t) = 1 \text{ 이고, } P(n,t-\Delta) \text{ 부터 } P(n,t-1) \text{ 까지 } \Delta \text{ 회 연속}$$

$$\text{하여 0일 때는 } P(n,t) = 0$$

(4). 공간축처리 2

$$P(n,t) \text{ 가 공간축 방향으로 } \Delta 1 \text{ 개 이상 연속하여 1일 때}$$

$$P(n,t) = 1, \text{ 그렇지 않으면 } P(n,t) = 0$$

$$P(n,t) \text{ 가 공간축 방향으로 } \Delta 1 \text{ 개 이상 연속하여 0일 때}$$

$$P(n,t) = 0, \text{ 그렇지 않으면 } P(n,t) = 1$$

(5). 차량영상의 중심선 검출

잡음제거와 차량영상을 추출한후 차량의 이동방향과 그에 대한 대수를 계속하기 위하여 목적물의 중심선을 구한다.

먼저 공간적으로 1이 연속되는 횡수를 이용하여 공간축상에 차량의 중심좌표를 1로 설정한다. 다음에도 같은 방법으로 공간축상의 좌표를 설정하되 공간축상으로 -Δ2에서 +Δ2까지 변위시켜 시간축상의 전프레임(Previous Frame)에서 중심선으로 구해진 좌표에 전프레임에 설정된 좌표값에 1을 증가시켜 설정한다.

만일 이웃차량과 겹쳐지는 경우에는 공간축상에 중심선으로 설정된 앞 좌표와 현 좌표의 간격이 Δ3(두 차량이 가장 근접할 수 있는 차량폭)이상이 되면 차량영상좌표의 휘도치를 0으로 변경하여 중심선을 다시 검출한다.

```

1 5634563456345634563456345634563456
2 3456345634563456345634563456345634
3 5634563456345634563456345634563456
4 5634563456345634563456345634563456
5 3456345634563456345634563456345634
6 63456370456345634563456345634563456
7 3456345634563456345634563456345634
8 3456345634563456345634563456345634
9 5634 5345634563456345634563456345634
10 45634563456345634563456345634563456
11 634563456126345634563456345634563456
12 6345634563456345634563456345634563456
13 63456370456345634563456345634563456
14 45634563456345634563456345634563456
15 5634563456345634563456345634563456
16 56345634012563456345634563456345634
17 456345637012345634563456345634563456
18 4563456370345634563456345634563456

```

그림 4 원시 영상

```

1 00000000000000000000000000000000
2 00000000000000000000000000000000
3 00000000000000000000000000000000
4 00000000000000000000000000000000
5 00000000000000000000000000000000
6 00000000000000000000000000000000
7 00000000000000000000000000000000
8 00000000000000000000000000000000
9 00000000000000000000000000000000
10 00000000000000000000000000000000
11 00000000000000000000000000000000
12 00000000000000000000000000000000
13 00000000000000000000000000000000
14 00000000000000000000000000000000
15 00000000000000000000000000000000
16 00000000000000000000000000000000
17 00000000000000000000000000000000
18 00000000000000000000000000000000

```

그림 6 공간축 처리 1

```

1 00000000000000000000000000000000
2 00000000000000000000000000000000
3 00000000000000000000000000000000
4 00000000000000000000000000000000
5 00000000000000000000000000000000
6 00000000000000000000000000000000
7 00000000000000000000000000000000
8 00000000000000000000000000000000
9 00000000000000000000000000000000
10 00000000000000000000000000000000
11 00000000000000000000000000000000
12 00000000000000000000000000000000
13 00000000000000000000000000000000
14 00000000000000000000000000000000
15 00000000000000000000000000000000
16 00000000000000000000000000000000
17 00000000000000000000000000000000
18 00000000000000000000000000000000

```

그림 8 공간축 처리 2

```

1 00000000000000000000000000000000
2 00000000000000000000000000000000
3 00000000000000000000000000000000
4 00000000000000000000000000000000
5 00000000000000000000000000000000
6 00000000000000000000000000000000
7 00000000000000000000000000000000
8 00000000000000000000000000000000
9 00000000000000000000000000000000
10 00000000000000000000000000000000
11 00000000000000000000000000000000
12 00000000000000000000000000000000
13 00000000000000000000000000000000
14 00000000000000000000000000000000
15 00000000000000000000000000000000
16 00000000000000000000000000000000
17 00000000000000000000000000000000
18 00000000000000000000000000000000

```

그림 5 2차화 영상

```

1 00000000000000000000000000000000
2 00000000000000000000000000000000
3 00000000000000000000000000000000
4 00000000000000000000000000000000
5 00000000000000000000000000000000
6 00000000000000000000000000000000
7 00000000000000000000000000000000
8 00000000000000000000000000000000
9 00000000000000000000000000000000
10 00000000000000000000000000000000
11 00000000000000000000000000000000
12 00000000000000000000000000000000
13 00000000000000000000000000000000
14 00000000000000000000000000000000
15 00000000000000000000000000000000
16 00000000000000000000000000000000
17 00000000000000000000000000000000
18 00000000000000000000000000000000

```

그림 7 시간축 처리

```

1 00000000000000000000000000000000
2 00000000000000000000000000000000
3 00000000000000000000000000000000
4 00000000000000000000000000000000
5 00000000000000000000000000000000
6 00000000000000000000000000000000
7 00000000000000000000000000000000
8 00000000000000000000000000000000
9 00000000000000000000000000000000
10 00000000000000000000000000000000
11 00000000000000000000000000000000
12 00000000000000000000000000000000
13 00000000000000000000000000000000
14 00000000000000000000000000000000
15 00000000000000000000000000000000
16 00000000000000000000000000000000
17 00000000000000000000000000000000
18 00000000000000000000000000000000

```

9 중심선 검출

4. 이동 방향의 검증

샘플점열 A와 B를 동일한 방법의 전처리 과정으로 잡음을 제거하고 차량 영상의 중심선을 구한 후 차량의 이동 방향 및 이동 대수를 계속한다.

(1). 차량이 아래에서 위로 끝바로 이동하는 경우

차량이 아래에서 위로 이동하는 경우에는 샘플점열 Ω 를 먼저 통과한 후 B를 통과한다. A열의 중심선 화소의 값이 N_a 에서 0으로 변할 때 B열을 보면 아직 차량이 통과하고 있기 때문에 중심선 화소의 값이 N_b 로 설정되어 있다.

만일 위에서 아래로 통과하는 차량의 경우라면 A열을 통과한 직후 B열을 보면, 이미 B열을 통과하여 A열을 진행하는 중이었으므로 B열의 중심선 화소는 0일 수 밖에 없어 상하 이동 방향을 결정할 수 있다.

(2). 차량이 아래에서 위로 이동하며 우회전하는 경우

차량이 아래에서 위로 이동하는 경우처럼 이동방향과

이동 대수를 판단하지 공간축상의 중심선을 고려하여 Ω 열을 통과한 직후 B열을 보면 공간축상 화소의 좌표가 오른쪽으로 변위되어 있다.

좌회전을 하는 차량인 경우에는 A열을 통과한 직후 B열에서의 공간축상 화소의 좌표는 왼쪽으로 변위되어 있다.

그러므로 좌회전, 우회전 차량인지를 계속할 수 있다.

또한 반대 방향으로 이동하거나 회전하는 차량도 같은 방법으로 계속할 수 있다.

```

201 00000000000000000000000000000000
202 00000000000000000000000000000000
203 00000000000000000000000000000000
204 00000000000000000000000000000000
205 00000000000000000000000000000000
206 00000000000000000000000000000000
207 00000000000000000000000000000000
208 00000000000000000000000000000000
209 00000000000000000000000000000000
210 00000000000000000000000000000000
211 00000000000000000000000000000000
212 00000000000000000000000000000000
213 00000000000000000000000000000000
214 00000000000000000000000000000000
215 00000000000000000000000000000000
216 00000000000000000000000000000000
217 00000000000000000000000000000000
218 00000000000000000000000000000000

```

A 열의 원시 영상

```

201 00000000000000000000000000000000
202 00000000000000000000000000000000
203 00000000000000000000000000000000
204 00000000000000000000000000000000
205 00000000000000000000000000000000
206 00000000000000000000000000000000
207 00000000000000000000000000000000
208 00000000000000000000000000000000
209 00000000000000000000000000000000
210 00000000000000000000000000000000
211 00000000000000000000000000000000
212 00000000000000000000000000000000
213 00000000000000000000000000000000
214 00000000000000000000000000000000
215 00000000000000000000000000000000
216 00000000000000000000000000000000
217 00000000000000000000000000000000
218 00000000000000000000000000000000

```

B 열의 원시 영상

```

201 00000000000000000000000000000000
202 00000000000000000000000000000000
203 00000000000000000000000000000000
204 00000000000000000000000000000000
205 00000000000000000000000000000000
206 00000000000000000000000000000000
207 00000000000000000000000000000000
208 00000000000000000000000000000000
209 00000000000000000000000000000000
210 00000000000000000000000000000000
211 00000000000000000000000000000000
212 00000000000000000000000000000000
213 00000000000000000000000000000000
214 00000000000000000000000000000000
215 00000000000000000000000000000000
216 00000000000000000000000000000000
217 00000000000000000000000000000000
218 00000000000000000000000000000000

```

A 열의 중심선 검출

```

201 00000000000000000000000000000000
202 00000000000000000000000000000000
203 00000000000000000000000000000000
204 00000000000000000000000000000000
205 00000000000000000000000000000000
206 00000000000000000000000000000000
207 00000000000000000000000000000000
208 00000000000000000000000000000000
209 00000000000000000000000000000000
210 00000000000000000000000000000000
211 00000000000000000000000000000000
212 00000000000000000000000000000000
213 00000000000000000000000000000000
214 00000000000000000000000000000000
215 00000000000000000000000000000000
216 00000000000000000000000000000000
217 00000000000000000000000000000000
218 00000000000000000000000000000000

```

B 열의 중심선 검출

그림 10 차량이 위로 이동하며 우회전할 때의 계속 예

5. 이동 속도의 계속

이동 방향을 계속하는 방법과 동일한 전처리과정으로 처리한 후 중심선을 구한다. 속도 계속 방법은 샘플점열 Ω 를 진입한 때부터 10[ms]를 진행하여 B열에 도달할 때까지 걸린 시간(Frame 수)을 구하여 속도를 계속할 수 있다. A열에서 B열까지 도달하는 데 걸리는 시간축상의 프레임 수를 구하는 방법으로는 A열과 B열을 중앙선을 중심으로 상

행과 하행으로 나눠 계속한다. A열을 통과한 직후의 시간축상의 프레임을 기억하여 B열을 통과한 직후의 시간축상의 프레임과의 차를 계산하면 A열에서 B열에 도달하는 데 걸린 시간을 구할 수 있다.

1 프레임의 처리 시간이 1/30초이므로 프레임수를 X 라 하면

$$V = \frac{s}{t} = \frac{10[m]}{\frac{x}{30}[sec]} = \frac{300}{x} [m/sec] = \frac{1080}{x} [km/h]$$

그러므로 A열에서 B열까지 도달하는 데 10프레임이 소요 됐다면 $v = 1080/10 = 108 [km/h]$ 이다.

6. 결 론

차량의 이동 방향과 이동 대수, 이동 속도를 계속할 목적으로 1차원 샘플점의 열을 2개 설치하여 컴퓨터로 시뮬레이션한 결론은 다음과 같다.

- 1) 차량의 이동 방향이 샘플점열로 진입하는 지, 진출하는 지 계속할 수 있었다.
- 2) 차량의 회전 방향이 우회전인지, 좌회전인지를 계속할 수 있었다.
- 3) 중앙선을 중심으로 상행선과 하행선으로 이동하는 차선별 차량의 속도를 계속할 수 있었다.

앞으로 날씨 변화에 따른 휘도치를 자동 조정하여 처리하고, 도로 폭이 넓은 경우 실시간 처리를 행할 수 있도록 더욱 연구가 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R.C.Gonzalez paul wintz, 'Digital Image Processing', Addison-Wesley publishing company, pp244~252, 1977
- [2] J.K.Aggrawal and W.N.Martin, 'Dynamic Scene Analysis', Ibio, pp40~74, 1983
- [3] R.Jain, 'Extraction Of Motion Information From Peripheral Progress', Computer in IEEE computer society, pp491~507, 1985
- [4] R.Jain, 'Dynamic Scene Analysis Using Pixel-Based Progress', Computer in IEEE computer society, pp12~18, 1981

[5] 황병원, '동화상의 실시간처리による 교통류 계속', 동경대학 박사학위논문, 1983

[6] W.K.Pratt, 'Digital Image Processing', pp 589~599, 1978

[7] S.Takaba, M.Sakauchi, B.W.Hwang and T.Sekine, 'Measurement Of Traffic Flow Using Real Time Processing Of Moving Picture', IEEE Vehicular Technology Conference, pp488~494, May, 1982