

論文

DOI:<http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2012.40.7.582>

NCC기법을 이용한 무인항공기용 차종 식별 알고리즘 개발

정재원*, 김정호*, 허진우*, 한동인*, 이대우**, 성기정***

Development of Car Type Classification Algorithm on the UAV platform using NCC

Jae-Won Jeong*, Jeong-Ho Kim*, Jin-Woo Heo*, Dong-In Han*, Dae-Woo Lee**
and Kie-Jeong Seong***

ABSTRACT

This paper describes the algorithm recognizing car type from the image received from UAV and the recognition results between three types of car images. Using the NCC(Normalized Cross-Correlation) algorithm, geometric information is matched from template images. Template images are obtained from UAV and satellite map and indoor experiment is performed using satellite map. After verification of the possibility, experiment for verification of same car type recognition is performed using small UAV. In the experiment, same type cars are matched with 0.6 point similarity and truck with similar color distribution is not matched with template image of a sedan.

초 록

본 논문은 무인 항공기에서 지상의 차량을 촬영하여 차종을 인식하기 위한 알고리즘의 개발에 대해 논하고 있다. NCC(Normalized Cross-Correlation) 방법을 이용하여 영상에서 목표물의 기하학적인 정보를 정합하도록 하였고, 실제 비행영상을 통해 획득한 템플릿 이미지와 위성 지도를 통해 획득한 템플릿 이미지를 이용하여 영상의 정합을 수행하였다. 실내 기반 실험을 통해 정합 가능성을 평가하였으며, 위성 지도를 이용한 모의실험을 통해 NCC 알고리즘을 이용하여 차량의 종류를 식별할 수 있음을 확인하였다. 마지막으로 실제 비행 실험을 통해 획득한 영상을 통해 동일한 차량을 전체 영상에서 정합하는 실험을 수행하였다. 비행 실험 결과 승용차의 위치가 정확하게 탐지되었으며, 정합 결과 0.6점 이상의 유사도가 나타남을 확인할 수 있었다. 또한 유사한 색상을 지닌 트럭은 정합하지 않음으로서 이종 차량의 구분이 가능함을 확인하였다.

Key Words : Car Classification(차종 식별), UAV(무인항공기), Normalized Cross-Correlation Algorithm(정규화 상호상관 알고리즘)

1. 서 론

† 2012년 4월 16일 접수 ~ 2012년 6월 15일 심사완료

* 정희원, 부산대학교 항공우주공학과 대학원

** 정희원, 부산대학교 항공우주공학과

교신저자, E-mail : baenggi@pusan.ac.kr

부산광역시 금정구 장전동 산 30번지

*** 정희원, 한국항공우주연구원

최근 무인 항공기를 이용한 정찰 및 감시 임무가 상당히 부각되고 있으며 실제로 군용 감시 정찰 임무뿐만 아니라 산불 감시, 기상, 실시간 교통량 측정 등 민간분야에서의 활용도 수요가

높아지게 되면서 무인 항공기를 이용한 영상기반 기술 개발에 대한 요구도가 높아진 실정이다.

본 논문에서는 NCC 알고리즘을 이용한 차종 식별[1]에 관하여 다루고 있다. 차량 및 차종 식별 분야에 대해서 국·내외의 적용 사례를 살펴 보면, 3D 모델 기반으로 카메라 영상을 통해 입력받은 차량의 영상과 기존 차량 모델을 정합하여 결과를 출력하거나[2], 항공기 영상을 이용하여 깊이를 추정하고 지면 영역에 존재하는 차량들을 식별하거나[3], 특징점을 추출하여 차량의 모델을 찾아내어 식별하는 등의 알고리즘[4]이 연구되었다. 하지만 이러한 기술들은 특징점이 정확하게 추출되지 않을 경우나, 차종이 아닌 차량에 대해서만 식별이 가능한 기술들로서 추가적인 연구가 필요한 것으로 보인다. 본 논문에서 기술한 연구내용은 무인항공기에 의한 차량들의 다중 목표물 추적이 성공적으로 이루어졌을 때 차종을 식별하는데 사용될 수 있다고 가정한다.

본 논문에서 제안한 NCC 알고리즘은 템플릿 이미지와 입력 영상 사이에 선형적인 변화가 발생한 경우에도 강인한 성능을 보이며, 태양광 변화와 같은 외부 요인이 발생하여도 차종 식별을 수행할 수 있도록 하여준다.

본 논문에서는 실내 실험을 수행한 뒤 위성 지도의 45° 시점 영상을 이용하여 모의실험을 수행하였다. 또한 배경분리 템플릿을 이용하여 차종 식별 가능성 및 성능을 개선한 후 부산대학교 비행역학실험실에서 운용 중인 PNUAV 기체를 이용하여 차량의 주변을 선회하는 비행과 고속도로 주변을 비행하는 영상을 통해 성능을 검증하였다. 이를 통해 NCC 알고리즘을 통해 차종을 식별할 수 있으며, 실시간 성능을 구현할 수 있음을 확인하였다.

II. 본 론

2.1 NCC 알고리즘

NCC(Normalized Cross-Correlation) 알고리즘 [6][7]은 두 개의 신호 사이의 유사성을 측정하는 CC(Cross-Correlation) 알고리즘의 강인성을 개선한 알고리즘으로써, 영상처리 분야에서는 두 이미지 사이의 유사도를 결정하는 정합 방법으로 많이 사용되는 알고리즘이다.

NCC 알고리즘을 활용한 기존 연구사례로는 동영상에 존재하는 인접 프레임 간 상관성을 제거하여 압축 효율을 높이기 위한 움직임 추정 기법에 있어서, 영상 내 블록 정합 과정에 대하여

고속 전역탐색을 기법을 제안한 NCC기반 고속 전역탐색 기법연구[8], 곡선이나 윤곽선의 정합에 있어서 굴곡 특징의 크기와 윤곽선의 길이를 이용하는 하이브리드 정합방법으로 NCC를 이용한 정합방법 연구[9] 등이 있다.

CC알고리즘은 두 웨이브 폼(wave form) 신호 사이에 시간 지연이 발생하는 경우에도 두 신호 사이의 유사성을 계산할 수 있으며, 이를 이산신호로 나타내면 CC알고리즘의 수식은 식(1)와 같다. 여기서 f^* 은 complex conjugate를 의미한다.

$$(f^*g)[n] \equiv \sum_{m=-\infty}^{\infty} f^*[m]g[n+m] \quad (1)$$

CC알고리즘은 두 영상의 이미지가 정확하게 일치할 때에만 적용이 가능하며, 회전 및 크기 변화가 있는 경우에는 적용할 수 없다. 또한 템플릿 이미지에 비해 목표물의 밝기 값이 변화하는 경우에는 적용할 수 없다는 단점을 가진다. 따라서 본 논문에서는 CC알고리즘의 단점을 개선한 NCC 알고리즘을 적용하였다. NCC 알고리즘을 적용하기 위해서 템플릿 이미지를 $t(x,y)$, 현재의 이미지를 $f(x,y)$ 로 정의할 때 두 이미지 사이의 유사도를 정량화하여 보면 다음 식 2과 같다.

$$\frac{1}{n} \sum_{x,y} \frac{(f(x,y) - \bar{f})(t(x,y) - \bar{t})}{\sigma_f \sigma_t} \quad (2)$$

여기서 n 은 전체 픽셀의 개수를 의미하며, \bar{f} 는 이미지 f 의 평균 밝기를, \bar{t} 는 이미지 t 의 평균 밝기를 의미한다. 또한 σ_f, σ_t 는 이미지 f 와 t 의 밝기 값의 표준 편차를 의미한다. 식(2)를 이산 신호에 적용하여 보면 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$S_{m_1, m_2} = \frac{\sum_{u=-w}^w \sum_{v=-w}^w [A_{uv} - \bar{A}][B_{uv} - \bar{B}]}{(2w+1)(2w+1)\sigma(A)\sigma(B)} \quad (3)$$

여기서 w 는 비교할 두 영상의 관심영역 (Region of Interest)의 폭을 의미하며, σ 와 \bar{A}, \bar{B} 는 각각 표준 편차와 밝기를 의미한다. 식 (3)에서도 알 수 있듯이, NCC알고리즘은 CC알고리즘이 동일한 위치의 픽셀들의 밝기 값을 바

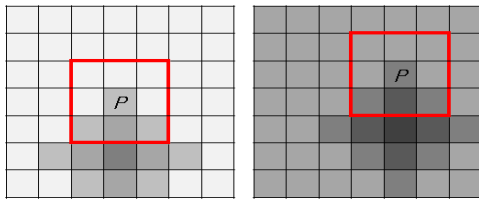


Fig. 1. 연속 영상에서의 밝기 변화[5]

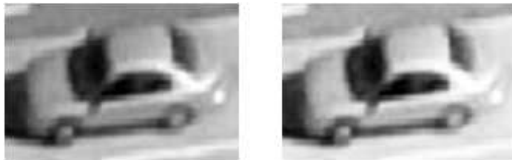


Fig. 2. 원본 영상(좌)과 밝기 변화 영상(우)

로 곱하는 것에 비해, Fig. 1과 같이 연속 영상에서의 밝기 변화를 이용하여 동일한 위치에 영상의 밝기 값과 영상의 평균 밝기 값과의 차이를 계산함으로써 픽셀의 상대적인 밝기 차이를 기준으로 유사도를 계산하도록 한다. 또한 영상의 표준 편차를 반영함으로써 보다 정확한 비교가 가능하다. 평균을 이용하여 상대적인 밝기 차이를 계산하기 때문에 앞서 언급한 것과 같이 전체적인 영상의 밝기 증가(평균 증가), 선형적인 밝기 곱에도 강인한 성능을 보일 수 있다.

Fig. 2는 원본 영상에 대하여 밝기 값의 변화를 준 영상으로서, CC알고리즘은 식 (4)를 이용하여 유사도를 계산하였다.

$$S_{m_1, m_2} = \left[\frac{\sum_{x,y} \left(1 - \left(\frac{f(x,y) - t(x-u, y-v)}{255} \right)^2 \right)}{(2w+1)(2w+1)} \right] \quad (4)$$

식(4)에서의 파라미터들에 대한 정의는 식(3)과 같으며, 그 결과, Fig. 2영상에 대하여 CC알고리즘과 NCC알고리즘의 정합도 결과는 Table 1과 같으며, NCC알고리즘이 CC알고리즘 보다 더 높은 값을 나타내었으므로 밝기 변화에 대해서 NCC알고리즘이 CC알고리즘 보다 더 강인하다는 것을 확인할 수 있다.

이처럼 NCC알고리즘은 CC알고리즘에 비해 현재 입력된 영상과 템플릿 이미지 사이의 선형적인 밝기 차이에 강인하다는 특성을 지닌다. 이때 선형적인 밝기 차이는 밝기의 상수곱, 상수합을 의미하며 전체적인 조명의 증가와 같이 균일

Table 1. 밝기 변화에 따른 유사도 결과

구분	CC 알고리즘	NCC 알고리즘
유사도	0.789	0.992

한 조명 상태의 증감에 강인하다는 것을 의미한다.

하지만 NCC 알고리즘은 목표물 크기의 선형적인 변화에 강인하지 못하므로 목표물의 크기가 변화하는 경우에는 피라미드 영상과 같은 별도의 처리가 필요하다는 단점이 있다. 또한 목표물의 배경에 의해 영상의 평균 혹은 표준 편차가 변화하게 되면 유사도가 낮아지는 경우가 발생할 수 있다.

2.2 NCC 실시간 식별 실내 실험

실내에서 NCC를 이용한 실시간 정합 실험을 수행하였다. 사용자가 마우스를 이용하여 임의로 지정한 관심영역에 존재하는 물체가 어떤 물체와 가장 높은 유사도를 나타내는지에 대한 실험이다. 실시간 성능을 위해 Fig. 3와 같이 템플릿 이미지는 80×60의 해상도로 작성하였다.

Fig. 3의 6장의 이미지 중 상단 중앙에 위치하는 사진은 첫 번째 사진을 반시계 방향으로 90도 회전시킨 사진이며, 유사한 밝기 분포 특성을 가지지만 색상의 기하학적인 배치가 다른 경우의 비교를 위해 제공한 이미지이다.

Fig. 4에서 확인할 수 있듯이 사용자가 임의로 지정한 관심영역의 영상을 80×60의 해상도로 변환하여 템플릿 이미지와 비교를 수행하도록 한다. 앞서 언급한 바와 같이 NCC는 템플릿 이미지와 동일한 해상도의 이미지를 제공하여야 하므로 해상도 변환을 수행하였다.

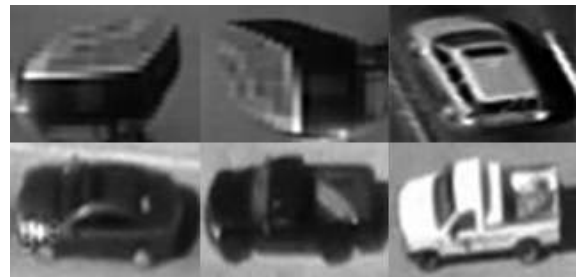


Fig. 3. 80×60해상도의 템플릿 이미지

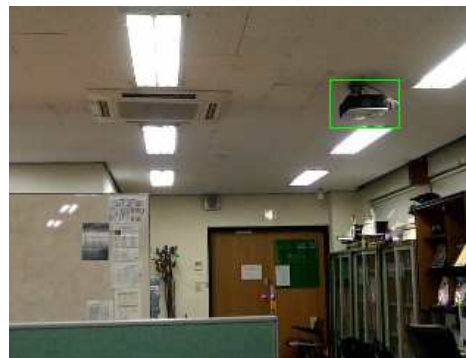


Fig. 4. 목표 관심영역 설정

Table 2. Fig. 3의 유사도 계산 결과

0.433	0.226	0.000
0.000	0.039	0.117

본 실험의 경우, Fig. 4에 대한 유사도 계산 결과로서, Fig. 3의 첫 번째에 위치하는 이미지와의 유사도가 가장 높게 나타났으며 이 때 점수 분포는 다음과 같다. 1에 가까울수록 유사도가 높다는 것을 의미한다.

Table 2의 결과에서도 알 수 있듯이, Fig. 3 좌측 상단의 목표물과 동일한 종류의 템플릿 이미지에서 가장 높은 점수가 나타남을 알 수 있었다. 여러 번의 실험을 수행한 결과 동일한 종류의 템플릿 이미지에서 가장 높은 점수가 나타남을 알 수 있었다.

2.3 위성 지도 영상을 이용한 차량 정합 실험

공중에서 바라본 차량의 이미지를 획득하고 동일한 차종의 차량을 영상에서 정합하기 위하여 위성 지도 서비스를 활용하였다. 최근 사선 방향에서 바라본 위성사진 서비스를 개시함에 따라 미국 대도시를 비롯한 일부 지역에서 다양한 차종의 영상을 획득할 수 있다.

우선 템플릿 영상의 획득을 용이하게 하기 위하여 Fig. 5와 같은 프로그램을 제작하여, 클립보드에 저장된 영상을 프로그램으로 복사하여 관심영역을 지정함으로써 Fig. 6과 같은 80×60 해상도의 템플릿 이미지를 다수 획득할 수 있도록 하였다.

승용차와 트럭의 템플릿 이미지는 다양한 색상을 고려하여 Fig. 9와 같이 흰색과 회색, 검은색 총 3종의 차량의 색상을 선정하여 준비하였으며, 버스의 경우 소속에 따라 다양한 도색을 하게 되므로 최대한 많은 이미지를 준비하였다.



Fig. 5. 템플릿 이미지 제작 프로그램



Fig. 6. 차량 이미지 템플릿(승용차)

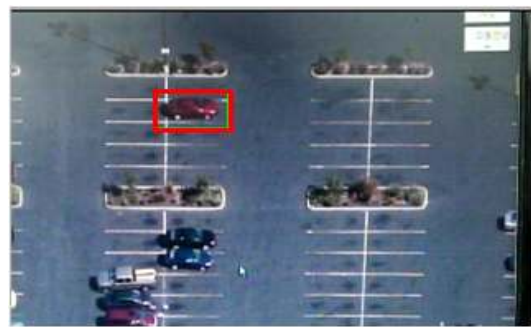


Fig. 7. 승용차 선택 영상

Table 3. 유사도 계산 결과

차 종	유사도 점수
승용차	0.328
트럭	0.153
버스	0.112



Fig. 8. 트럭 선택 영상



Fig. 9. 차종별 유사 템플릿 선정 결과

Table 4. 유사도 계산 결과

차 종	유사도 점수
승용차	0.348
트럭	0.477
버스	0.397

Table 3.의 결과는 Fig. 7에서 영상 내 가장 상단에 위치한 빨간색 승용차를 관심영역으로 지정하여 정합한 후 유사도를 계산한 결과이며, Table 4.의 결과는 Fig. 8에서 보는 것과 같이 트럭에 대한 유사도 계산 결과를 나타내었다. 사용자가 목표물을 선정하여 프로그램으로 전달하였을 때, Fig. 8과 같이 차종별로 가장 유사한 물체의 영상을 선정하고 유사도 점수를 계산하게 된다.

입력 파라미터로서 각 차종에 대한 이미지 템플릿이 제공되며, 템플릿 이미지와 동일한 영상의 경우에는 1이라는 점수를 얻게 되며, 점수가 높을수록 유사도가 높은 물체로 볼 수 있다.

전반적으로 승용차 이미지를 제공하였을 때 트럭 및 버스와의 유사도 차이가 크게 나타났으며, 트럭의 경우 큰 차이는 발생하지 않았다. 이는 트럭의 가로/세로비 정보를 해상도를 80×60으로 변경하는 과정에서 발생하는 손실에서 기인하는 문제로 보인다.

2.4 배경 분리 템플릿을 이용한 차종 식별 연구

위성 지도를 이용한 차량 템플릿 영상의 경우 배경 정보를 함께 포함하고 있기 때문에 획득한 배경 영상에 따라 차량의 밝기 정보가 제대로 반영되지 않을 가능성이 존재한다. 따라서 파라미터로서 배경을 분리한 템플릿 이미지를 준비함으로써 차종을 식별하는 연구를 수행하였다.

Fig. 10에 나타난 것과 같이 배경 분리 템플릿 획득 순서는 영상에서의 연속된 프레임에서 차영상을 계산하고, 이진화 과정을 거친 다음, 모폴로지 연산에서 침식과 팽창과정을 거쳐 곱셈연산을 통하여 배경으로부터 차량을 확실히 분리한다.

Fig. 11은 배경 영상과 입력 영상의 차영상



Fig. 10. 배경 분리 템플릿 획득 순서



Fig. 11. 원본 영상과 배경 영상과의 차 영상

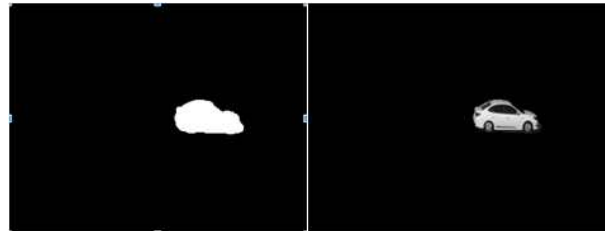


Fig. 12. 모폴로지 연산 및 차량 추출 결과

이진화한 결과로서 임계값으로 0.2를 설정하였다. 이를 통해 원본 영상과의 밝기값이 20의 차이나는 경우 새로 나타난 물체로 인식하게 되며, 이 경우 움직이는 물체에 대해서 잡음이 발생하게 되는데, 잡음을 제거하기 위하여 Fig. 12과 같이 모폴로지 연산을 수행하였다.

추출된 차량의 밝기값 정보는 마스크와 함께 저장함으로써 배경이 분리된 상태로 영상을 저장할 수 있도록 하였다. 추출된 영상은 80×60의 해상도로 변환하여 원본 템플릿으로 사용하였다.

Fig. 11의 영상으로부터 배경을 분리 템플릿을 이용하여 유사도를 계산한 결과는 Table 5와 같이 배경을 분리하고 계산한 결과가 배경을 포함하고 계산하였을 때보다 성능이 더 향상되었음을 확인하였다.

Table 5. 배경분리 템플릿을 이용한 성능 향상

구 분	배경포함 결과	배경분리 결과
유사도	0.85073	0.95814



Fig. 13. 실험 입력 영상(좌:승용차, 우:트럭)

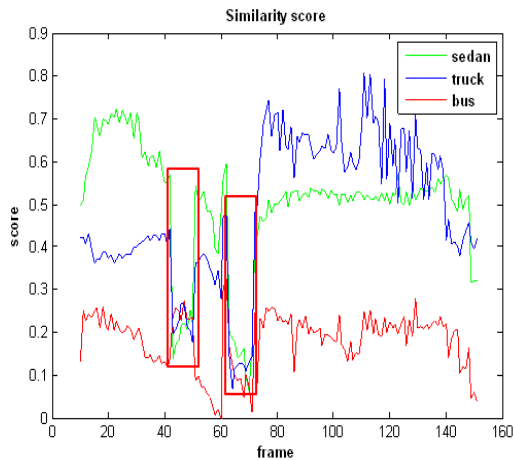


Fig. 14. 차종에 따른 유사도 계산 결과

실험에 사용된 입력영상은 Fig. 13에서 보이는 것처럼 도로상에 승용차, 트럭이 차례로 지나가는 영상을 촬영하여 승용차, 트럭, 버스 차종에 대한 유사도를 계산하는 실험을 하였고, 실험 결과를 Fig. 14 및 Table 6에 나타내었다.

Fig. 14의 결과는 실험을 위해 사용된 입력영상에서 프레임에 대한 각 차종의 유사도를 나타낸 것이며, 영상 내에서 해당 차량이 지나갈 경우 승용차의 경우 최고점은 0.722점, 트럭의 경우 최고 0.806점의 유사도를 보였다.

전체 151프레임의 영상 내에서 승용차가 지나가는 경우에는 평균 0.598점의 유사도 결과를 보였으며, 트럭이 지나가는 경우에 대해서는 평균 0.638점의 유사도 결과를 보였다. Table 6은 입력영상에 대하여 해당 차량이 지나갈 때의 유사도 평균값과 그렇지 않을 때의 유사도 평균값 및 그 차이를 나타낸 것이다. 입력영상에서 버스차량은 나타나지 않기 때문에 승용차와 트럭에 비해 버스에 대한 유사도는 현저히 낮은 것을 확인할 수 있다. 하지만 Fig. 14에서 표시한 것과 같이 각 차량이 주행하면서 교차하여 영상 내에서 겹치게 되는 경우에는 부분적으로 오차가 발생하였으며, 이는 각 차량별 유사도 평균을 낮추는 원인이 되었다. 또한, 트럭의 경우에는 해당 차량이 지나갈 때와 그렇지 않을 때의 차이가 명확하게 나타났지만 승용차의 경우, 해당 차량이 존재할 때가 그렇지 않을 때보다 높은 유사도를 나타내기는 했지만 트럭의 템플릿 이미지와 정합되는 경향이 있어, 평균적으로 그 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았다.

결과를 분석해보면, 각 차종 별 형태나 모양 등 상대적인 요소가 많이 작용을 하므로 정확한 참값을 얻기는 어렵지만 본 연구에서는 0.3점 이

Table 6. 영상 내 해당 차량이 존재할 때와 그렇지 않을 때의 유사도 평균 및 차이

차 종	존재할 때	존재하지 않을 때	차이
승용차	0.598	0.510	0.080
트럭	0.638	0.348	0.290

하의 유사도 점수를 나타낸 경우에는 정합되지 않은 것으로 임계치를 주었기 때문에, 0.3점 이상의 유사도 점수를 보였을 때에만 그 의미가 있다고 할 수 있다.

2.5 비행 영상을 통한 차량 정합 및 식별 실험

본 실험실에서 운용 중인 Fig. 15의 PNUAV 기체를 이용하여 차량 주변을 선회하면서 정합 실험을 수행하였다.

이 때 실시간 성능을 고려하여 파라미터로써 앞선 실내 실험과 달리 차량의 측면 영상만을 제공하였으며, 해상도가 각기 다른 4개의 피라미드 영상을 제공하였다. 또한 일정 점수 이상인 경우에만 붉은 색 박스로 화면에 위치를 출력하도록 하였다. 이는 관심 영역을 할당하여 주는 경우의 적용 방법과 차이를 둔 점으로써, 2.3절에서 언급한 실험에서는 관심 영역을 지정하여 주었기 때문에 물체가 정확히 존재한다는 가정 하에 최대값을 이용한 비교를 수행한 것이다. 반면 무인항공기를 이용한 실제 비행 실험의 경우 전체 영상의 영역에 대한 전역 정합이 이루어지기 때문에 일정 점수로 임계값을 할당하지 않을 경우 전체 영상에 대하여 정합이 이루어지는 문제가 발생한다. 따라서, 이 때의 유사도 임계값은 0.2로 정의하였다. 이 때, 정합과정에서 사용한 이미지는 Fig. 16와 같다. 원본 영상의 해상도를 점차적으로 줄이거나 키워 피라미드 형태의 영상을 준비하고, 각각의 이미지를 입력 영상과 비교하여 정합을 수행하였다.

전체 영상에 대한 전역 정합 과정이 이루어지기 때문에 템플릿 이미지는 승용차 한 대에 대한 이미지만을 제공하였다. 이 때 NCC알고리즘이



Fig. 15. 무인항공기 “PNUAV7”

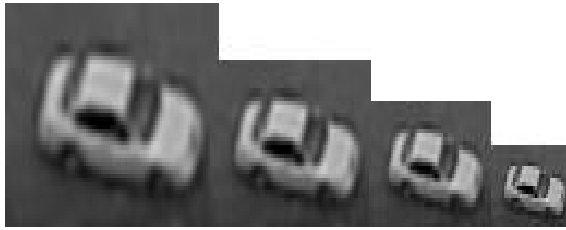


Fig. 16. 승용차 템플릿 피라미드 영상 예시



Fig. 17. 차량 정합 결과



Fig. 18. 고속도로 차량 정합 결과



Fig. 19. 가려진 경우의 정합 결과

목표물의 크기 변화에 강인하지 못하다는 단점을 보완하기 위하여 피라미드 영상을 제공하였다.

비행 실험을 통해 획득한 영상은 Fig. 17~19과 같으며, 색상이 유사하지만 트럭과 같이 외형이 승용차와 다른 경우에는 정합되지 않는 것을 확인할 수 있다. 특히 Fig. 19의 경우에는 차량의 일부분이 트레일러 차량에 의해 가려짐에도 정합이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 20은 무인 항공기를 이용하여 다양한 차종에 대하여 촬영한 영상으로서 입력 영상에 대하여 실시간으로 유사도를 계산하게 된다. 가장



Fig. 20. 무인항공기 입력영상과 차량 템플릿

Table 7. 무인항공기 입력영상에 대한 유사도 점수

승용차	트럭	버스	입력영상
0.398	0.360	0.599	버스
0.679	0.454	0	승용차
0.380	0.243	0.250	승용차
0.269	0.415	0	트럭

우측이 입력 영상이며 좌측부터 승용차, 트럭, 버스의 차량 템플릿 이미지이다. 각 차종별 입력 영상에 대하여 템플릿 이미지를 비교하여 정합한 후, 이로부터 유사도를 계산하게 된다. 첫 번째 입력 영상은 버스이며, 두 번째와 세 번째는 승용차, 마지막은 트럭 입력 영상이다. Table 7은 Fig. 20에 대한 유사도 계산 결과이다.

Table 7의 결과에서 보듯이 무인항공기 입력 영상에 대한 정합이 잘 수행 되었으며, 유사도 점수 또한 다른 차종에 비해 확연히 높은 점수를 획득한 것을 확인할 수 있다.

III. 결 론

비행 실험 결과 무인항공기를 이용한 실험에서는 차량의 영상이 일부 가려지는 경우에도 정합되는 결과를 실시간으로 확인할 수 있었으며, 0.6점 이상의 높은 점수를 획득할 수 있었다. 하지만 위성 지도를 이용한 모의실험의 경우에는 차종간 점수 차이가 크게 나타나지 않았으며,

0.3~0.4점 사이의 유사도 결과를 보였다.

또한 배경을 제거한 배경분리 템플릿을 이용한 경우 더 나은 유사도 점수 결과를 보였다.

하지만 목표물의 크기 변화에 피라미드 영상을 적용함으로써 연산 시간의 손실이 발생하였으며, 카메라를 통해 입력된 실제 목표물의 크기와 1:1로 매칭되는 해상도를 보장할 수 없어 마우스를 통해 임의적인 사용자 지정 동작을 수행하였다. 실제 무인화 적용을 위해서는 임의의 위치에 존재하는 차량을 식별하고 목표물의 중심점을 기준으로 크기를 지정하는 추가적인 연구가 필요하다.

후 기

본 연구는 한국항공우주연구원에서 주관하는 학연협력강화사업 성과창출형과제인 “영상센서 기반 충돌회피 기술연구(과제번호: 2009-09-성과-7)”의 연구비 지원을 받았습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1) A. T. G. Thiang and R. Lim, 2001, “Type of Vehicle Recognition Using Template Matching Method”, Proceeding of the International Conference on Electrical, Electronics, Communication, and Information

2) Gu Yuan, Shuming Tang, Fei-Yue Wang, 2010, "Reconstructing car shape from a still image," Vehicular Electronics and Safety (ICVES), 2010 IEEE International Conference on

, Vol. no, pp.162-167, 15-17

3) Kluckner Stefan, Pacher Georg, Grabner Helmut, Bischof Horst, Bauer Joachim, 2007, “A 3D Teacher for Car Detection in Aerial Images”, Proceedings of the Eleventh IEEE International Conference on Computer Vision, Workshop on 3D Representation for Recognition (3dRR-07)

4) Tao Zhao, Nevatia R, 2001, "Car detection in low resolution aerial image," Computer Vision, 2001. ICCV 2001. Proceedings. Eighth IEEE International Conference on, Vol.1, pp.710-717

5) Jun-ho Kim, Il-Seok Oh, 2010, “Fast and Accurate Algorithm for Motion Estimation in Mobile Environment,” KOCON, Vol. 10, No. 3

6) Kai Briechele, Uwe D. Hanebeck, 2001, "Template Matching using Fast Normalized Cross Correlation", Proceedings of SPIE, V. 4387, Optical Pattern Recognition XII, Orlando, FL. pp. 95-102

7) Du-Ming Tsai, Chien-Ta Lin, 2003, "Fast normalized cross correlation for defect detection", Pattern Recognition Letters, Vol. 24, Issue 15, pp. 2625-2631

8) 송병철, 조재현, “NCC 기반 고속 움직임 추정 기법”, 대한전자공학회 2009년 하계종합학술대회 논문집, pp.994~995

9) 김선중, 김영인, 신범주, 김주만, “하이브리드 골곡 특징과 NCC를 이용한 곡선의 효과적인 정합”, 한국정보기술학회논문지, Vol.9.No.10, pp.207-214