

웨이브릿 특징과 신경망을 이용한 지형분류

*성기열, *곽동민, *김도중, **유준
 *국방과학연구소, **충남대학교 전자공학과
 e-mail : *addsky@add.re.kr, jlyou@cnu.ac.kr*

Terrain Cover Classification Using Wavelet Features and Neural Networks

*Gi-Yeul Sung, Dong-Min Kwak, Do-Jong Kim, **Joon Lyou
 *Agency for Defense Development
 **Dept. of Electronics Engineering, Chungnam National University

Abstract

The terrain perception technology using passive sensors plays a key role to enhance autonomous mobility for UGV. We present an effective method to classify terrain covers based on the color information. Considering a real-time implementation, neural network is applied for the terrain classifier and wavelet features extracted from the images are used. Test results show that the proposed algorithm has a promising classification performance.

I. 서론

최근 무인차량의 자율주행을 위한 컴퓨터비전 기반의 인지분야에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 야외환경에서 무인차량이 효과적인 기동을 하기 위해서는 지형의 기하학적 정보, 장애물 감지와 회피 외에도 지표면에 대한 인식 및 분류기법에 대한 연구가 필수적이다.[1,3]

야외환경에서 색상기반의 지형분류 방법들[2]은 기후나 조명 조건 등 환경변화의 영향으로 인한 오분류 가능성을 가지므로 색상기반 분류의 단점을 극복하기 위해 질감 정보를 이용한 방법이나, 색상과 질감 특징을 결합한 분류 방법들이 제시되었다.

본 논문에서는 컬러 지형영상으로부터 웨이브릿 변환을 통한 색상 및 질감 정보를 추출하여 특징벡터로 사용하고, 신경망 분류기를 적용하여 실시간 응용이 가능한 지형분류 알고리즘을 소개한다.

II. 지형분류 알고리즘

본 논문에서 제안하는 야외 영상에 대한 지형분류 알고리즘은 신경망 분류기 적용을 위한 오프라인 학습단계와 지형영상 입력으로 시작되는 수행(running)단계로 구분되며, 그림 1의 순서도와 같이 입력 영상에 대한 전처리, 웨이브릿 변환 및 특징 추출, 신경망을 이용한 학습 및 분류, 분류 결과에 대한 후처리의 절차로 수행된다.

전처리 단계에서는 획득된 영상의 Lab 색 공간 변환 및 영상 정규화를 수행한다. 영상 정규화는 환경변화에 의한 조명조건에 강인한 특징추출을 위하여 변환된 색 공간의 L* 채널 영상의 화소 값을 사용자가 설정한 평균과 분산 값을 갖도록 변환하는 과정이다. 입력 영상의 화소 값 $I(i, j)$ 에 대한 정규화 된 영상의 화소 값 $g(i, j)$ 는 식 (1)과 같이 표현된다.

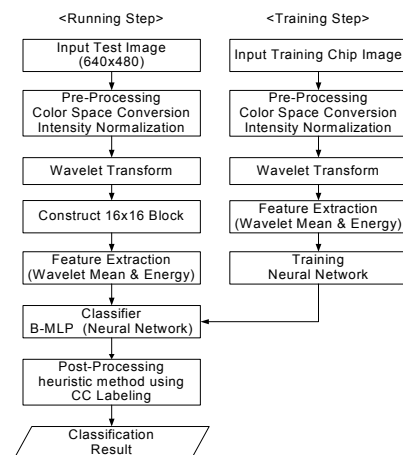


그림 1. 알고리즘 수행 순서도

$$g(i, j) = M_{desired} + \frac{\sigma_{desired} \times (I(i, j) - M_{self})}{\sigma_{self}} \quad \text{---- (1)}$$

여기서, $M_{desired}$ 와 $\sigma_{desired}$ 는 사용자가 설정하고자 하는 평균 및 표준편차이며, M_{self} 와 σ_{self} 는 입력영상의 평균 및 표준편차이다.

특징추출을 위하여 정규화 된 3채널의 영상에 대하여 각각 2단계 Daub4 웨이브릿을 적용한다. 그림 2와 같은 2단계 웨이브릿 변환영상의 7개 부 대역 중 잡음을 많이 가지는 영역인 B_3 와 B_6 대역을 제외한 나머지 5개 부 대역에 대한 Lab 채널 별 15 개의 웨이브릿 에너지와 B_0 , B_4 , B_5 대역에 대한 채널 별 9개의 웨이브릿 평균값을 추출하여 24차원의 특징벡터를 추출하였다. 이 중에서 B_0 대역은 색상정보를 포함하는 대역으로 높은 값을 가지는 DC 성분이 신경망 학습에 주는 영향을 줄이기 위해 0.1의 가중치를 곱하여 사용하였다. 추출된 특징벡터는 식 (2)와 같다.

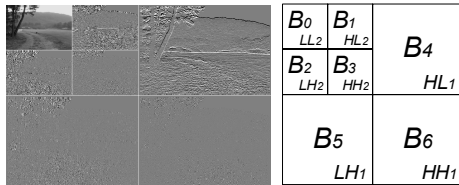


그림 2. 2단계 이상 웨이브릿 변환 이미지

$$B^{Mean} = \{0.1B_0^{Mean}, B_4^{Mean}, B_5^{Mean}\} \quad \text{----- (2)}$$

$$B^{Energy} = \{B_0^{Energy}, B_1^{Energy}, B_2^{Energy}, B_4^{Energy}, B_5^{Energy}\}$$

신경망 분류기의 입력은 입력영상의 웨이브릿 평균 및 에너지로부터 추출된 특징벡터로 구성된다. 특징벡터의 차원을 고려하여 노드 바이어스와 2개의 은닉층을 가지는 다층 퍼셉트론(MLP)을 사용하였으며, 입력층은 24개의 특징벡터로 구성되고, 은닉층은 각각 10개, 6개의 노드를 가지는 신경망을 구성하여 적용하였다. 신경망 출력은 3개의 지형 클래스에 대한 분류 결과로 영상내의 각 화소가 어떤 클래스에 소속되는지를 나타낸다.

분류기를 통한 지형분류 결과는 씨드 확산법을 적용한 그레이 레벨 영상에 대한 레이블링 및 Blob 제거 방법을 이용하여 후처리를 한다. 그레이 레벨 영상에 대한 레이블링을 통한 고립영역의 크기를 기준으로 주변영역의 클래스 정보를 이용하여 Blob 제거를 수행한다.

III. 실험결과

야외 지형에서 획득된 640×480 해상도를 가지는 컬러 영상에 대해 실험을 수행하였으며, 분류 유형은 흙길/포장로, 잔디/풀/나무 및 하늘의 3종을 대상으로 하였다. 학습 단계에서는 획득된 야외 지형영상의 각 유형별로 100개씩의 칩 영상에 대한 웨이브릿 변환 후 부대역별 평균과 에너지 특징을 추출하여 신경망에서의 학습을 통

해 학습결과 파라미터를 생성하였다.

수행단계에서는 입력되는 영상 프레임에 대해 학습단계에서와 마찬가지로 전처리, 웨이브릿 변환을 수행하고, 16×16 픽셀 크기의 블록을 구성한다. 각 블록에 대한 웨이브릿 평균과 에너지 특징을 추출하고, 신경망 분류기로 입력하여 3가지 유형으로 분류하였다.

그림 3은 실험 결과로서 입력영상, 분류결과 영상, 분류성능 확인을 위한 수작업 분류영상을 나타낸다.

입력영상	분류결과	수작업 영상	분류율(%)
			95.14
			73.92
			77.0

그림 3. 실험 결과

IV. 결론

본 논문에서는 무인차량의 야외 자율주행 기술에 적용 가능한 웨이브릿 특징과 신경망을 이용한 지형분류 기법을 제안하였으며, 실제 야외에서 획득한 시험 영상을 이용하여 분류 성능을 확인하였다.

향후 실제 무인차량의 기동제어 시스템에 적용을 위해서 분류 유형의 단계적 확장과 다양한 야외 환경 조건에 대한 추가적인 실험을 통한 신뢰성의 확보가 필요하며, 보다 강인한 알고리즘 개발을 위하여 열상 카메라와 같은 센서의 추가로 특징 융합 알고리즘의 개발에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] R. Manduchi, A. Castano, A. Talukder, L. Matthies, "Obstacle Detection and Terrain Classification for Autonomous Off-Road Navigation", *Autonomous Robot 18*, pp.81-102, Springer Science, 2005.
- [2] Paul Jansen, Wannes van der Mark, Johan C. van den Heuvel, Frans C.A. Groen, "Colour based Off-Road Environment and Terrain type Classification", *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, Vienna, Austria, September 13-16, 2005.
- [3] P. Bellutta, R. Manduchi, L. Matthies, K. Owens, A. Rankin, "Terrain Perception for Demo III", *Intelligent Vehicles Conference*, 2000.