

# 지상용 무인 차량의 경로 계획을 위한 팬/틸트 탑재형 스테레오 카메라 기반의 적응적인 공간좌표 검출 기법

이 광 진, 장 재 훈, 이 준 호, 고 정 환, 김 은 수

국가지정 3차원 영상 미디어 연구실

광운대학교 전자공학부

lkj2025@kw.ac.kr

## Adaptive Spatial Coordinates Detection Scheme based on Pan/Tilt-embedded Stereo Camera for Path Planning of Unmanned Ground Vehicle

Kwang-Jin Lee, Jae-Hun Jang, Jun-Ho Lee, Jung-Hwan Ko, Eun-Soo Kim

National Research Lab. of 3D Media

School of Electronic Eng., Kwangwoon University

### 요 약

본 논문에서는 지상용 무인 차량시스템의 보다 지능적인 경로 계획을 위한 팬/틸트 탑재형 스테레오 카메라에 기반을 둔 새로운 공간좌표 검출 기법을 제안하였다. 우선 스테레오 카메라로부터 입력된 영상 중 좌 영상에 YCbCr 컬러 모델 및 무게 중심법을 이용하여 움직이는 보행자의 얼굴 영역과 중심좌표를 검출하고, 검출된 좌표 값에 따라 스테레오 카메라의 능동적인 팬/틸트 제어를 통해 이동하는 보행자를 실시간적으로 검출하게 된다. 다음으로, 팬/틸트에 의해 추적 제어된 스테레오 카메라의 좌, 우 영상간의 시차지도와 카메라 좌표계와 영상 좌표계간의 원근 변환을 통해 깊이 정보를 검출한 후, 검출된 깊이 정보로부터 스테레오 카메라 시스템과 보행자간의 거리와 위치좌표 및 다른 물체와의 상대적인 위치 값을 산출하게 되며, 산출된 위치 정보들을 토대로 무인 차량 시스템의 적응적인 경로 계획을 위한 2차원 공간지도가 구성된다. 실시간적으로 입력되는 240 프레임의 스테레오 영상을 사용한 실험결과, 스테레오 카메라 시스템과 보행자간의 거리 및 보행자의 좌, 우 쪽의 계산치와 측정치간의 오차가 평균 1.78%와 1.75%이하로 각각 유지됨으로써 경로 계획을 위한 공간좌표 검출에 기반을 둔 실질적인 지상용 무인차량의 구현 가능성을 제시하였다.

### I. 서 론

일반적으로, 지상용 무인 차량 시스템(UGV; unmanned ground vehicle)에서 경로 계획과 주행제어를 위해 차량 시스템의 전방 시야에 존재하는 지형지물을 판독하기 위한 표적 물체의 위치 검출은 필수적이다. 즉, 주어진 환경에서 주행 중인 무인 차량 시스템은 전방에 존재하는 물체들 간의 상대적인 위치 검출을 통해 충돌 없이 장애물을 피해서 이동해야 하며, 특히 보행자가 나타났을 경우 경보음을 통해 목적지까지 안전한 주행이 될 수 있는 경로를 찾아내야 한다.

따라서 본 논문에서는 다양한 환경에서도 전방에 존재하는 보행자 및 지형지물의 인식을 통해 지상용 무인차량 시스템의 적응적인 경로 탐색이 가능한 2차원 공간좌표 검출 기법을 제안하였다. 즉, 1단계에서는 실시간으로 입력되는 좌, 우 영상 중 좌 영상에서 사람의 얼굴 영역과 위치좌표를 검출하여, 검출된 위치좌표에 따라 스테레오 카메라의 팬/틸트를 제어하여 보행자의 얼굴을 카메라 시야(FOV; field of view)의 중앙으로 놓기 위한 추적 제어가 이루어진다. 2단계에서는 팬/틸트에 의

해 제어된 좌, 우 영상의 시차지도 및 깊이 정보가 검출되고, 검출된 깊이 정보와 스테레오 카메라의 기하학적인 관계를 이용하여 실제 좌표에 대한 2차원 공간좌표를 구성하게 되며, 이는 무인 차량 시스템의 주행 경로를 추정하는데 이용된다.

### II. 제안된 보행자 검출 기법

그림 1은 본 논문에서 제안한 보행자 검출 알고리즘의 흐름도를 나타낸 것이다. 즉, 1단계에서는 스테레오 입력 영상 중 좌영상에 YCbCr 컬러 모델과 무게 중심법을 이용하여 보행자의 얼굴 영역에 대한 위치좌표를 추출한 다음, 팬/틸트의 능동적인 제어를 통해 이동하는 보행자를 실시간으로 추적하게 되며, 2단계에서는 팬/틸트에 의해 추적 제어된 좌, 우 영상간의 시차지도 검출과 카메라 좌표계와 영상 좌표계간의 원근 변환을 이용하여 깊이 정보 검출 및 실제 좌표에 대한 산출이 이루어지며, 검출된 얼굴 영역의 깊이 정보에 대한 임계값 할당을 통해 보행자 영역만을 분할함으로써 보행자의 전체 폭을 추정하게 된다.