

레이다-카메라 융합 차량 과속 검지용 시스템 개발

정소희, 이송, 정윤수

한국전자통신연구원

{soheej, li.song, yoonsu}@etri.re.kr,

Development of vehicle speed detection system using radar-camera sensor

Jeong So-Hee, Li Song, YunSu Chung

Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 차량의 속도를 검지하기 위해 ETRI 에서 개발한 24GHz ISM 대역 레이더와 상용 카메라를 결합한 시스템을 소개하고자 한다. 레이더는 유지보수 비용이 큰 루프 센서를 대체하기 위해 개발되었으며 최대 탐지 속도 349.4km/h 속도 검지 오차 3.4 km/h로 설계되었다. 개발된 과속검지시스템은 FMCW 변조 방식을 사용하며 차량을 검지 후 차량의 속도 정보를 상용 카메라에 전송하여 영상을 촬영하도록 설계되었다. 개발된 차량 과속 검지용 시스템은 영상촬영 범위 내에서 3.4 km/h 속도 오차 범위 내에서 동작됨을 확인하였다.

I. 서 론

지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation System)은 돌발상황을 감시하거나 교통 혼잡을 효율적으로 조정하기 위한 목적으로 개발된 시스템을 의미한다. 지능형 교통 시스템에서 차량 검지기는 교통량, 지점 속도, 차종 및 정지영상 등의 자료를 수집하는 장치로 크게 지점 검지, 구간검지체계로 구분된다[1]. 그 중 특정 지점의 차량의 속도를 검지하기 위하여 도로 매설형 센서인 루프센서를 많이 사용하였다. 하지만 루프 센서는 설치비가 적은 반면에 유지보수 시 매설 비용이 큰 문제점이 있다. 이런 루프센서의 단점을 보완하기 위하여 레이더 센서를 결합한 검지 시스템이 개발되고 있다. 레이더 센서는 비매설형 센서이기 때문에 유지보수 비용이 낮고 차량의 순간 속도 뿐만 아니라 차량의 위치 정보도 얻을 수 있다. 레이더의 이런 장점으로 주파수 변조 연속파 (FMCW: Frequency Modulated Continuous Wave) 에 기반한 연구가 계속되고 있다[2,3]. 본 연구에서는 카메라가 촬영되는 영역 내에 레이더로 검출하여 차량의 속도와 차량 영상 정보를 얻기 위해 개발된 시스템을 소개하고자 한다.

II. FMCW Radar

ETRI에서 개발한 레이더는 단차로의 차량만 검출하기 위해 좁은 수평 빔폭으로 설계되었다. MCU는 NXP사의 S32R274칩을 사용하였으며, 하드웨어 성능과 요구사항을 고려하여 송신 파형이 설계되었다. 최대탐지 속도, 속도 해상도는 아래 식을 통하여 구할 수 있다.

$$\Delta v = \frac{c}{2f_c t_{chirp}}, \quad (1)$$

$$v_{r,max} = \frac{cf_{prf}}{2f_c}, \quad (2)$$

여기서 c 는 빛의 속도 t_{chirp} 는 파형의 길이 f_{PRF} 는 펄스 반송 주파수를 나타낸다. (1)과 (2)의 식을 이용하여 $\Delta v = 2.7\text{km/h}$, $v_{r,max} = 349.4\text{km/h}$ 로 설계한 탐지 파 송신파형을 사용하였다.

FMCW 레이더는 송신과 수신 사이의 주파수 차이를 이용하여 표적의 거리를 검출하는 데, 이 주파수 차이를 비트 주파수(beat frequency, f_b)라고 명칭한다. 비트 주파수는 DFT(Discrete Fourier Transform) 변환을 통하여 검출되며, 이를 거리에 대한 수식으로 정리하면 다음과 같다.

$$R = \frac{cT_s}{2B} f_b, \quad (3)$$

여기서 T_s 는 한 개의 파형을 전송하는 시간을 의미하

며 B 는 대역폭을 의미한다.

III. Vehicle Speed Detection System

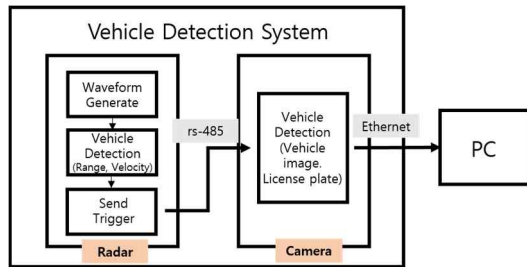


Fig. 1 과속검지용시스템

본 논문에서 개발한 과속검지용시스템은 HIKVISION사의 교통정보수집용 카메라 상용 모델을 사용하였다. 카메라는 II의 레이더와 시리얼 통신으로 연결하여 데이터 정보를 받는다. 촬영 영역에 해당되는 영역을 지정한 후 레이더에서 차량의 거리, 속도 정보를 검출 한 후 대기한다. 촬영 영역의 중앙에 차량이 지나가는 시점을 레이더가 계산하여 카메라에 트리거 신호를 전송하여 촬영하도록 설계하여 차량의 일정 한 위치에서 번호판이 인식되도록 설계하였다.

IV. Measurements

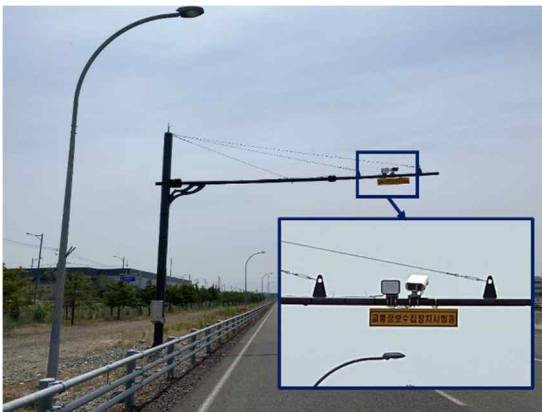


Fig. 2 시험 환경

개발된 레이더를 검증하기 위해 지능형자동차부품진흥원 고속주회로에 그림 2와 같이 과속검지용시스템이 설치된 위치에서 30m 떨어진 차량을 검출하도록 설치하였다. 개발된 과속검지용시스템을 검증하기 위하여 차량의 속도를 60km/h 부터 200km/h 까지 20km/h 단위로 변화시켜 시험하였다. GPS 에서 측정되는 속도와 그림 3의 결과처럼 과속검지시스템에서 검출되는 속도를 비교하였을 때 2.7km/h 오차범위 내에서 동작함을 확인하였다.



Fig. 3 검출 결과

V. Results

본 논문은 레이더와 카메라 센서를 이용하여 개발한 과속검지용시스템을 소개한다. 해당 논문은 개발한 레이더를 과속검지시스템에 적용하였으며, 이를 검증하기 위하여 도로주행환경에서 시험하였다. 검증을 통해 요구사항으로 설계한 속도 해상도 오차범위 내에서 정확하게 차량이 검출되는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) grant funded by the Korean government [20ZD1130, Development of ICT Convergence Technology for Daegu-Gyeongbuk Regional Industry].

참 고 문 헌

- [1] 국가교통정보센터 연계교통신뢰성 개선 방안, 국토해양부, 2008. 03.
- [2] K. Hamaguchi, H. Ogawa, T. Kobayashi, and R. Kohno, "Development of ultra-wideband short-range impulse radar system for vehicular applications," IEICE Trans. Electron., vol.E88-C, no.10, pp.1922-1931, Oct, 2005
- [3] D. Felguera-Martin, J. T. Gonzalez-Partida, P. Almorox-Gonzalez, M. Burgos-García, "Vehicular traffic surveillance and road lane detection using radar interferometry", IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 61, no. 3, pp. 959-970, Mar. 2012.