

차량용 레이더 기술의 최근 발전 동향

장지영·남상욱 (서울대학교)

I. 서 론

차량용 레이더 기술이란 레이더를 차량에 장착하여 전후방 및 측방의 주변 환경에 관한 정보를 운전자에게 제공하고 필요한 경우에는 차량을 제어하여 운전자의 안전한 주행을 돋는 데 응용되는 핵심기술이다. 차량용 레이더를 이용한 기술들은 능동형 주행 조정 장치(Active Cruise Control), 적응형 주행 조정 장치(Adaptive Cruise Control), 또는 지능형 조정 장치(Intelligent Cruise Control) 등으로 불린다^[1]. 2009년 1월에 출시된 현대 제네시스 차량용 레이더 시스템은 Smart Cruise Control로 불린다.

차량용 레이더는 1970년 대 초부터 개발이 시작되어 1980년 대 초 일본에서 레이저 레이더가 먼저 상용화 되었으나, 레이저 레이더인 경우 비, 눈, 안개 등 환경에서 성능이 저하되고 흙, 먼지 등의 오염에 취약하여 1980년대 후반부터 미국과 유럽 및 일본을 중심으로 밀리미터파를 이용한 레이더 방식이 널리 보급되고 있다^[2,3]. 이미 많은 국내외 자동차 제조업체들은 밀리미터파를 이용한 차량용 레이더 기술을 도입, 차량에 장착하였고, 현재는 기존보다 가격은 저렴하지만 성

능이 뛰어난 레이더 시스템 개발을 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 현재 레이더 시장은 일부 고급 차종에만 국한되어 있어 미약하지만, 저렴한 가격에 성능이 뛰어난 레이더 시스템을 개발해 선보인다면 앞으로의 레이더 시장은 크게 성장할 것으로 예상된다. 실제로, 유럽, 미국 및 일본 등 선진국에서는 차량용 레이더 시스템의 초기 상용화를 위한 산학연간의 컨소시엄을 형성하여 정부의 적극적인 지원 아래 2013년 전 차종 장착을 목표로 표준화 및 연구 개발 단계에 있다.

2005년에 발표한 Global Industry Analysts 자료에 의하면 차량용 레이더 시스템 시장은 2010년 200억 달러, 2013년 300억 달러, 2015년 475억 달러로 예상된다.

본 고는 밀리미터파를 이용한 차량용 레이더 기술 및 최근 발전 동향에 대해 알아보고자 한다. 제Ⅱ장은 사용 용도에 따른 레이더 종류, 제Ⅲ장은 레이더의 다양한 동작방식, 제Ⅳ장은 차량

〈표 1〉 차량용 레이더 센서시장

(단위: 백만 달러)

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2015 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 차량용 레이더센서 세계시장 | 20,769 | 24,626 | 29,003 | 33,921 | 47,489 |

용 레이더 시스템의 표준화 동향, 제 V장은 국내외 레이더 시장 점유 현황과 기술 개발 동향, 그리고 마지막으로 제 VI장은 결론으로 구성하였다.

II. 사용 용도에 따른 차량용 레이더의 구분

차량용 레이더는 그 용도에 따라 충돌 방지용 전방 감시 레이더 시스템과 후방 및 측방 감시 레이더 시스템으로 나눌 수 있다. 또한 측정하고자 하는 동작 거리에 따라 SRR(Short Range Radar), MRR(Medium Range Radar), LRR(Long Range Radar)로 나뉜다. SRR인 경우 측정거리가 5m이하 이고, MRR인 경우 최대 측정거리가 40m이며, LRR인 경우 최대 측정 거리는 200m으로 하고 있다^[4]. 하지만 현재 유럽에서 진행 중인 RoCC 콘소시엄에서는 최대 측정거리 250m를 목표로 하고 있다.

〈표 2〉 측정 거리에 따른 레이더 시스템

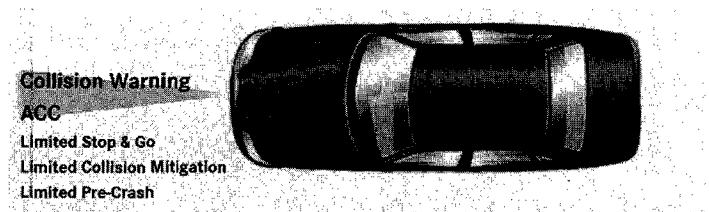
| | 측정 거리 | 레이더 시스템 |
|-----|-------------|-----------------|
| SRR | 5m 이하 | 후방 및 측방 감시 레이더 |
| MRR | 5m~40m | |
| LRR | 40m~200m 이상 | 충돌 방지 전방 감시 레이더 |

1. 충돌 방지 전방 감시 레이더

충돌 방지 전방 감시 레이더 시스템인 경우 30m이상의 차량을 검출 할 수 있어야한다. 기본적으로 24GHz도 사용하고 있으나 77GHz 대역에서의 연구가 진행 중이다. 측정 목표 차량과의 거리가 멀어질 경우 기본적으로 고출력이 요구되는데 기술적 구현성과 경제성을 고려해 보았

〈표 3〉 차량용 레이더 제조업체 현황

| 주파수 | 변조방식 | 제조업체 |
|----------|---------------|--------------------|
| 77GHz | Pulsed FM | SMS(독일) |
| 60/77GHz | Switched FMCW | Fujitsu(일본) |
| 77GHz | FMCW | Mitsubishi(일본) |
| 77GHz | FMCW | Plessey(영국) |
| 77GHz | FMCW | Benz(독일) |
| 77GHz | FMCW | Celsius(스웨덴) |
| 77GHz | FMCW | Raytheon(미국) |
| 77GHz | FMCW | Thales(프랑스) |
| 77/94GHz | FMCW | TRW(미국) |
| 77GHz | FMCW | Epsilon Lambda(미국) |



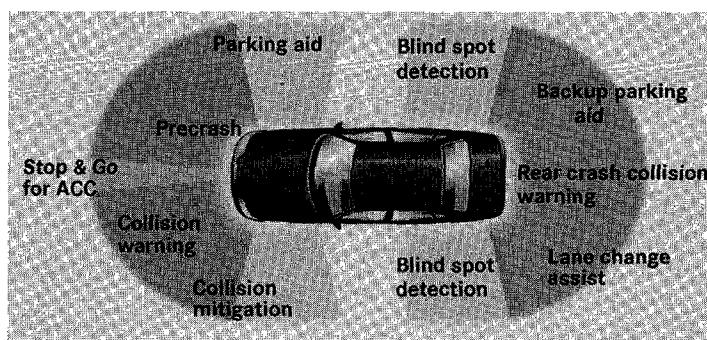
〈그림 1〉 충돌 방지 전방 감시 레이더

을 때 FMCW방식이 가장 널리 사용되고 있다.

현재 상용화된 충돌 방지 전방 감시 레이더 시스템으로는 벤츠 S-, E-Class, 제규어 XK, XJ, BMW 7-, 5-series, Cadillac XLR, Audi A8, Lexus RX, Honda Inspire가 있고, 국내에서는 현대 제네시스, 에쿠스 등이 있다. 〈표 3〉은 외국의 차량 레이더 제조업체 현황을 정리한 것이다.

2. 후방 및 측방 감시 레이더

후방 및 측방 감시 레이더 시스템인 경우는 보통 차량을 주차하거나, 사각지역에서 접근하는 이웃 차량을 감지하는 차선 변경 보조시스템으로 쓰인다. 따라서 30m이상의 거리에 위치한 차량을 감지하는 충돌 방지 전방 감시 레이더 시스템과 달리, 후방 및 측방 감시 레이더 시스템은 정밀하고 정확한 분해 능력을 필요로 한다.

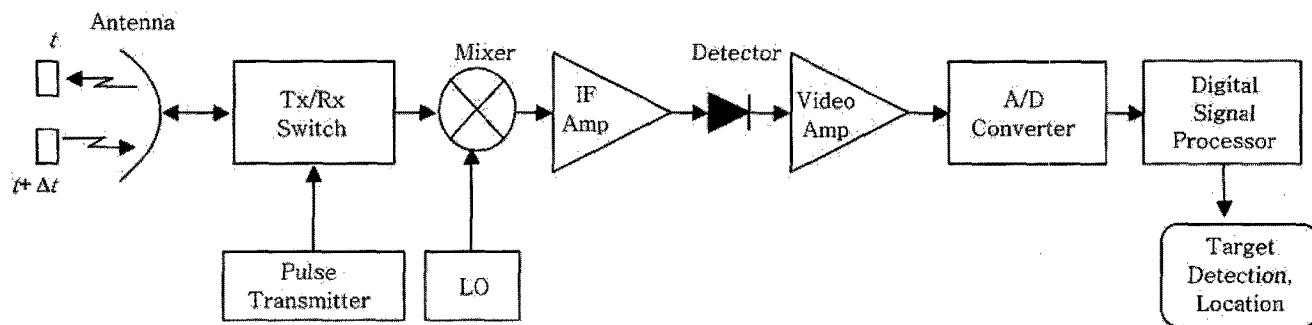


〈그림 2〉 후방 및 측방 감시 레이더

77GHz 대역은 대역폭이 너무 좁아 후방 및 측방 감시용 레이더로 사용하기에는 부적절하다. 예를 들어 측방과 후방 감시용 레이더에서 요구하는 7.5cm의 분해능을 갖기 위해서는 적어도 4GHz 이상의 대역폭을 갖는 레이더 시스템이 필요한 것으로 보고되고 있다^[5].

결국 대역폭이 클수록 분해성능도 좋아지게 되는데, 현재 가장 많이 쓰이고 있는 레이더는 24GHz UWB(Ultra Wide Band) Pulse Doppler 방식의 레이더이다.

유럽은 2005년 1월 17일 EC(European Commission)에서 24GHz대역(21.625–26.625 GHz)을 2013년 6월 13일까지 사용하도록 제한하였고, 2013년 중반부터는 79GHz대역(77–81GHz)을 사용하도록 기술 기준안(EN 302 634 part1&2)을 설정하였다^[6]. 이를 바탕으로 ROCC 콘소시엄은 이전 프로젝트인 KOKON에서 개발한 79GHz 대역 UWB SRR의 상용화를 목적으로 연구를 진행하고 있다.



〈그림 3〉 Pulse Doppler 레이더의 일반적 구조

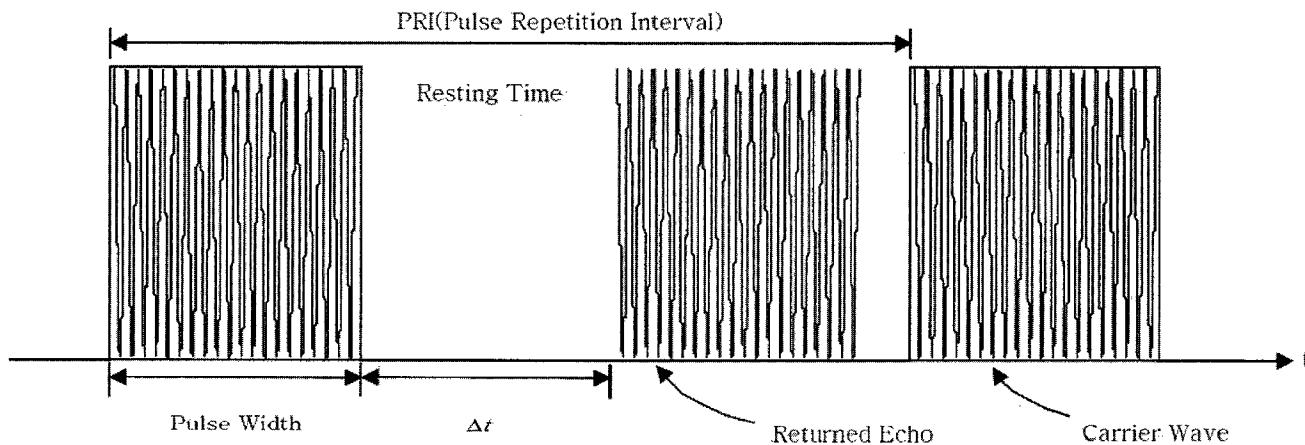
III. 차량용 레이더의 동작 원리에 따른 레이더 구분

차량용 레이더의 기본 동작 원리는 운전자의 차량에서 밀리미터파 신호를 송신하여, 이웃차량 혹은 물체로부터 반사되어 돌아온 밀리미터파를 수신, 두 신호사이의 시간차와 도플러 주파수 편이를 이용하여 피측정체와의 거리와 상대속도를 측정하는 원리이다.

송신하는 밀리미터파의 변조 방식에 따라 펄스 도플러(Pulse Doppler) 레이더, 주파수 변조 연속파(Frequency Modulated Continuous Wave) 레이더, 계단 주파수 변조된 펄스 도플러(Stepped Frequency Pulsed Doppler) 레이더, 랜덤 노이즈(Random Noise) 레이더 등이 있다.

1. 펄스 도플러(Pulse Doppler) 레이더

현재 SRR로 가장 많이 쓰이는 레이더 방식으로, UWB Pulse Doppler Radar로 불린다. 펄스 레이더는 레이더의 송수신에 펄스 신호를 이용하는 방식이며, 기본적인 레이더 구성과 신호파형은 〈그림 3〉, 〈그림 4〉, 〈그림 5〉와 같다. 반사되어 수신되는 파의 전파지연 시간 Δt 와, 도플러 주파수 편이 fd 를 통해 목적 차량과의 거리



〈그림 4〉 시간 축에서 바라본 펄스 레이더의 신호파형

와 상대속도를 측정할 수 있다. 이들 관계는 식 (1)과 (2)로 표현하였다. f_0 는 중심주파수, 각 θ 는 레이더의 측정방향과 목적 차량의 이동방향이 이루는 각도이다.

$$R = \frac{c \cdot \Delta t}{2} \quad (1)$$

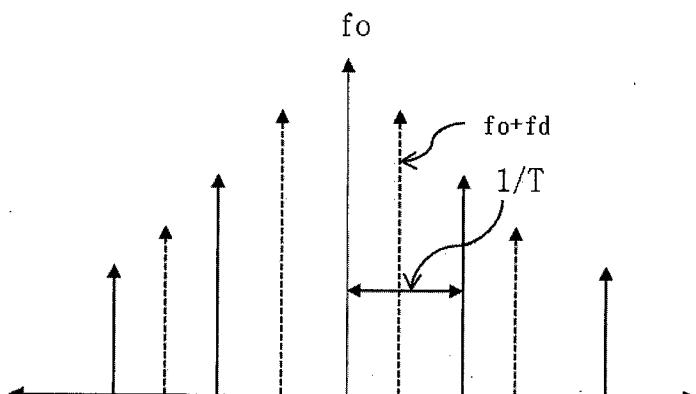
$$v = \frac{c \cdot f_d}{\cos \theta \cdot f_0} \quad (2)$$

펄스 레이더는 분해능이 높은 장점을 가지고 있지만, 좁은 펄스폭으로 인해 하드웨어적 구현이 어렵다. 최근에는 79GHz UWB SSR 방안이 검토되고 있다. 79GHz와 같이 높은 주파수를 사용할 경우, 24GHz와 비교했을 때 거리 및 각도

분해능이 더 좋고, 높은 주파수를 이용할 경우 같은 속도로 이동하는 피측정체에 대해 도플러 주파수 편이가 커져, 민감도가 좋아진다. 또한, 실제 구현에 있어서 LRR와 같은 플랫폼으로 제작 할 수 있고, 무게와 사이즈가 작아진다는 이점이 있다.

2. 주파수 변조 연속파(FMCW) 레이더

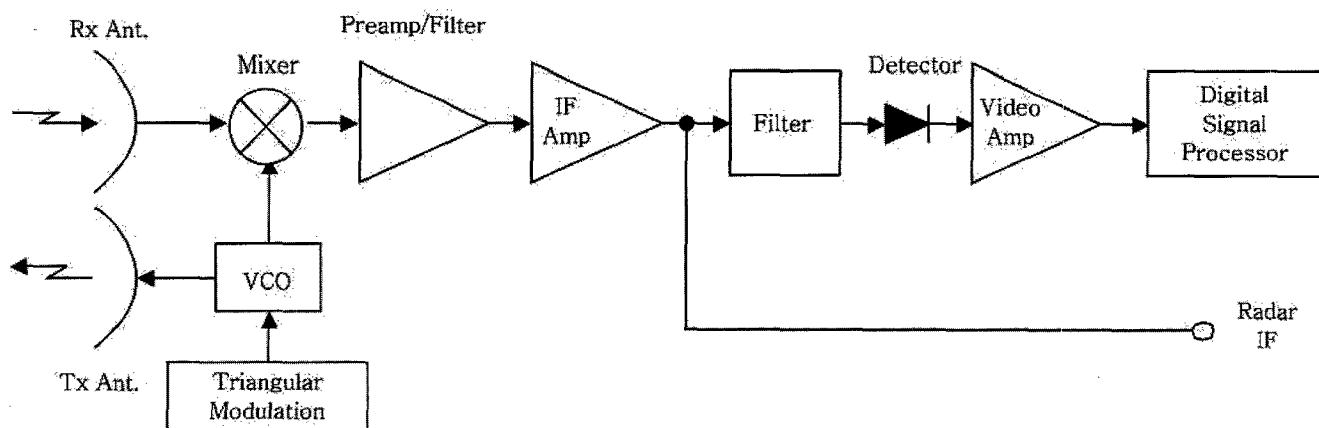
FMCW는 Frequency Modulated Continuous Wave의 약자로, 주파수 스윕(Sweep) 모양을 톱니파, 삼각파, 사다리꼴 형태와 같이 선형적으로 변조된 청(Chirp) 신호를 송신하여 목표 차량의 거리와 상대속도를 검출 하는 방식이다 [7]. 기본적인 레이더 구성과 신호 파형은 〈그림 6〉, 〈그림 7〉과 같다. 반사되어 수신되는 밀리미터파의 전파지연 시간 Δt 와 도플러와 주파수 편이 f_d 통해 측정한 거리 및 상대 속도는 식 (3), (4)로 표현하였다.



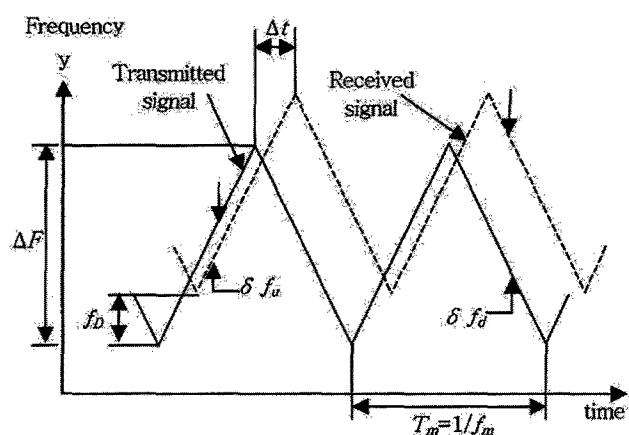
〈그림 5〉주파수 축에서 바라본 펄스 레이더의 신호파형

$$R = \frac{f_D \cdot c}{4f_m \Delta F} \quad (3)$$

$$v = \frac{(f_D - \delta f_u)c}{2f_0} \quad (4)$$



〈그림 6〉 FMCW 레이더의 일반적 구조



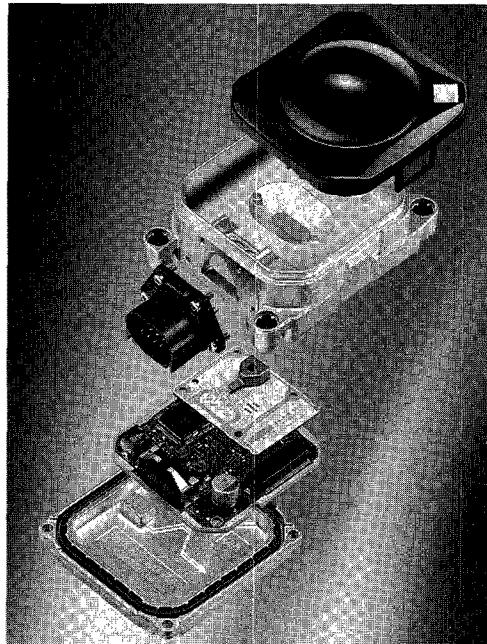
〈그림 7〉 FMCW 레이더의 신호 파형

$f_D = (\delta f_d + \delta f_u)/2$ 인 도플러 주파수 편이, ΔF 는 최대 주파수 편이, f_0 는 중심주파수, f_m 은 변조 주파수를 의미한다.

FMCW방식은 다른 변조방식에 비해 제작이 쉽다는 점에서 LRR로 많이 사용되고 있다. 최근에 보쉬에서 SiGe를 기반으로한 77GHz대역 FMCW 방식의 3세대 LRR을 선보였다^[8]. 2세대 LRR의 동작거리가 2m~200m이었던 것에 비해 3세대 LRR의 동작거리는 0.5m~250m으로 증가하였고, 빔폭(Beam width)도 두 배로 증가, 성능 대비 가격선도 적절하였다.

3. 계단 주파수 변조된 펄스 도플러 (SFPD) 레이더

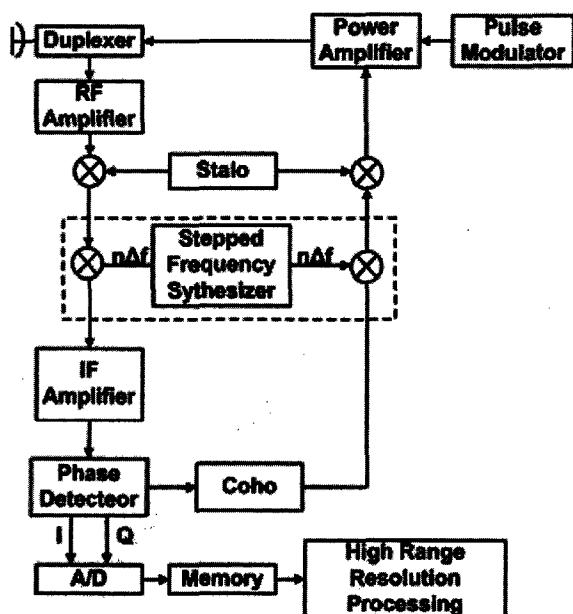
Stepped Frequency Pulsed Doppler (SFPD)



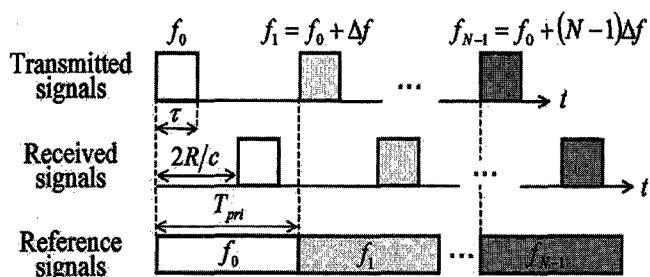
〈그림 8〉 Bosch에서 개발한 LRR3

레이더는 계단 주파수 변조된 펄스 도플러 파형을 이용하여 고해상도의 표적 정보를 획득할 수 있는 방식이다^[9]. 동작원리는 펄스 도플러 레이더와 유사하지만, 계단 주파수를 이용하여 임의의 다수의 펄스를 송신하고 수신하므로 표적 정보의 해상도를 가변 할 수 있다. 기본적인 레이더 구성과 신호파형은 〈그림 9〉, 〈그림 10〉과 같다.

SFPD레이더의 장점은 일반적인 펄스 도플러 레이더와 비교했을 때 상대적으로 넓은 펄스 폭을 가지면서도 분해능이 좋다. 하지만, 거리-도플러 커플링 영향으로 정확한 거리 및 상대속도를 측정하기가 어렵다. 이는 높은 PRF(Pulse



〈그림 9〉 SFPD 레이더의 일반적 구조



〈그림 10〉 SFPD 레이더의 신호파형

Repetition Frequency)를 사용함으로써 해결 할 수 있다.

〈표 4〉 파라미터에 따른 FMCW, PD, SFPD 비교

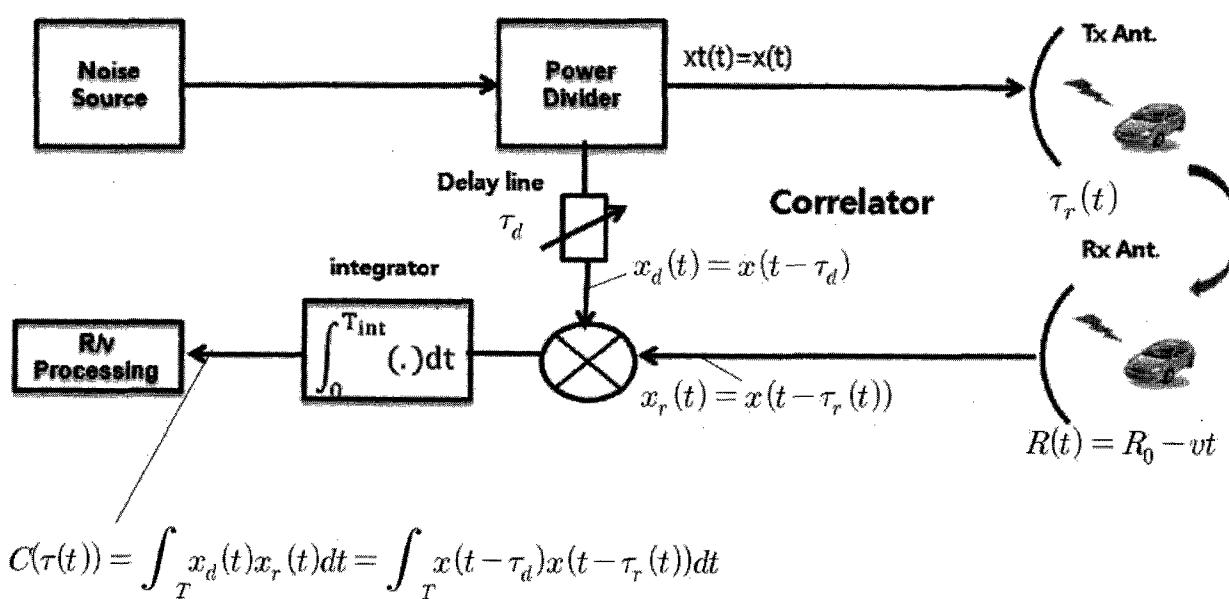
| Parameter | FMCW | PD | SFPD |
|------------------|---------|---------|---------|
| Detection Range | 150m | 150m | 150m |
| Range Resolution | 1m | 1m | 0.625m |
| Bandwidth | 0.15GHz | 0.15GHz | 0.24GHz |
| Dwell time | 7.2ms | 7.2ms | 0.72ms |
| Pulse width | — | 6.7ns | 50ns |
| PRF | — | 71kHz | 355kHz |

〈표 4〉는 150m인 상황에서의 FMCW, Pulse Doppler, SFPD를 각각의 파라미터 등을 통해 비교한 것이다.

4. 랜덤 노이즈(Random Noise) 레이더

Random Noise 레이더는 Noise Waveform (NW)를 신호원으로 이용하는 방식으로, 송신된 NW신호를 Delay Line에 통과 시킨 후, 목적 차량에 의해 반사되어 수신된 신호와 correlation 을 취해 봄으로써 목적 차량의 위치와 상대속도를 측정하는 방식이다^[10]. Random Noise 레이더의 기본 구성은 〈그림 11〉과 같다.

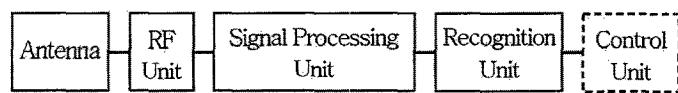
Random Noise 방식은 이웃 차량으로부터의 주



〈그림 11〉 Random Noise 레이더의 기본구성

파수 간섭과 혼신에 강하고, 정밀한 분해능을 가지며, 동시에 목표 차량의 거리와 상대속도를 측정할 수 있다는 점에서 레이더로 사용하기에 적합한 방식이긴 하나, 실제로 밀리미터파 대역에서의 정해진 대역폭을 갖는 NW신호원을 구현하는 데에 어려움이 있었다. 하지만 근래에 들어와서 디지털 회로의 고속 프로세싱이 가능해지고, 밀리미터파 대역에서의 회로 구현 기술이 발전함에 따라 실제 회로에서도 NW신호원 구현이 가능해졌다.

Radom Noise 방식은 좋은 EMC(Electro Magnetic Compatibility) 특성과 높은 LPI(Low Probability of Intercept) 성능으로 SRR(Short Range Radar)에서 응용에 적합한 기술로 부각되고 있다.



<그림 12> ITU-R 권고안에 제시된 차량용 레이더 구성

<표 5> ITU-R 권고 M.1452의 차량 레이더 시스템 요구 사양

| 시스템 요구 조건 | 시스템 요구 사양 |
|-------------------|---|
| 주파수 범위 | 60GHz 대역 (60~71GHz) 76GHz 대역 (76~77GHz) |
| 레이더 방식 (변조 방식) | FMCW방식 Pulse방식 2주파수 CW방식 Spread Spectrum방식 |
| 공중선 전력 | 10mW이하 (Peak Power) |
| 공중선 이득 | 40dB이하 |
| 지정주파수 대역폭 | 1GHz 이하 |

ACC관련 표준(ISO/TC 204/WG 14N)에는 기본 제어 전략, 최소 기능적 요구사항, 기본 운전자 인터페이스 요소, 진단 및 고장 대한 반응을 위한 최소 요구 사항들과 ACC시스템을 위한 성능 시험절차가 제시되어 있다.

ITS 위한 대표적 협력단체로는 APSE Telemov가 있다. APSE Telemov 협력 단체는 표준화 단체 간의 연대를 강하게 하고 정보 교환을 촉진함과 함께 표준화 작업의 중복을 피하고 검토문제를 정밀 조사하고 분담하는 단체로 매년 1,2회씩 개최되고 있다. 현재 참가하는 표준화 단체기관은 ITU-T, ITU-R, ITS America, ETSI (European Telecommunications Standard Institute)가 있다^[12,13].

IV. 차량용 레이더 시스템의 표준화 동향

차량용 레이더 시스템은 지능형 교통체계(Intelligent Transport System)를 달성하기 위한 목표 중의 하나이다.

ITS 국제표준은 ISO(International Organization for Standardization) 및 ITU가 추진한다.

1. 국제 표준

차량용 레이더에 관한 국제 표준으로는 ITU-R M.1452권고가 있으나, 상세한 시스템 사양이나 운용방식 등에 관한 내용은 없고 개괄적인 상황만을 언급하고 있다.

<그림 12>는 ITU-R 권고안에 제시된 차량용 레이더의 구성이다^[3]. ITU-R M.1452의 시스템 요구사항은 <표 5>에 명시하였다.

2. 국내 표준

주파수 대역은 76~77GHz의 1GHz 대역을

〈표 6〉 차량 레이더 기술기준(정보통신부 고시 제 2005-29호)

| 주파수 | 공중선전력 | 비 고 |
|----------|--------|----------------------------|
| 76~77GHz | 10mW이하 | 점유주파수대역폭은 주파수 대역의 범위 이내일 것 |

차량 등의 충돌 방지 대역으로 정하였다.

3. 외국 차량 레이더 기술 표준

유럽은 EC(European Commission)에서 24GHz 대역(21.625~26.625GHz)를 SRR의 사용 주파수 대역으로 2005년 7월 1일부터 2013년 6월 13일까지 사용하도록 제한하였다. 2013년 중반부터는 79GHz대역(77~81GHz)를 SRR 사용 주파수 대역으로 설정하였다.

미국의 FCC(Federal Communications Commission) part15.253에서는 46.7~46.9GHz 와 76GHz~77GHz대역을 차량용 레이더 주파수 대역으로 설정하였다.

또한, 2002년에 미국 FCC는 UWB응용 시스템의 운용에 대한 여러 가지 기술 기준을 제정, 공시하였는데, UWB방식의 고해상도 차량용 레이더는 22~29GHz의 7GHz 대역폭을 사용하도록 허가하였다.

일본의 경우 60~61GHz, 76~77GHz대역을 차량용 레이더 주파수 대역으로 배정하였고, 2004년 일본의 정보통신기술위원회는 22GHz~29GHz 대역을 이용하여 무라타, NTT 어드밴스 드 테크놀러지 등과 같은 차량 충돌 방지용 레이더 시스템 프로토 타입 개발에 착수 하였다.

외국 차량레이더 기술기준에 대한 간략한 설명은 〈표 7〉에 자세히 나와 있다.

77GHz대역을 제외하고는 각 나라별 사용 주파수가 달랐다. 차량용 레이더 시스템의 조기 구

〈표 7〉 외국 차량 레이더 기술 기준

| 사용 주파수 대역 | | |
|-----------|-----|---|
| 유럽 | SRR | 24GHz (21.625~26.625GHz) (2005/7/1~2013/6/13) 79GHz(2013~) |
| | LRR | 76~77GHz |
| 미국 | | 46.7~46.9GHz, 76~77GHz |
| 일본 | | 60~61GHz, 76~77GHz |

현과 범용화를 위해서는 구체적인 기술 표준안을 정하는 것이 시급하다.

V. 국내외 레이더 시장 점유 현황과 기술 개발 동향

1. 국내외 레이더 시장 점유 현황

국내의 경우, 2009년 1월 현대 제네시스가 처음으로 차량용 레이더 시스템을 적용하였다. 올 초 출시된 신형 에쿠스의 SCC(Smart Cruise Control)시스템은 차량용 레이더 시스템을 이용한 응용기술로, 원하는 속도와 앞 차량과의 거리를 입력하면 가속 페달에서 발을 떼도 차량이 스스로 주행하는 시스템이다. 국외 차량들은 이미 1990년대부터 이 기술을 상용화 해왔지만, 한국은 2005년에야 자동차 전파 관련 규정이 마련되어, 외국에 비해 차량용 레이더 시스템 상용화가 늦은 편이다.

국외의 경우, 일본은 1980년 때부터 차량용 레이더를 개발, 1990년대에 상용화하였고, 유럽은 2000년대 초반을 시작으로 급격히 발전하였다. 현재 ACC가 장착된 첨단 안전 자동차에 관련 기술개발 현황은 〈표 8〉에 나열하였다.

차량 내 ACC개발업체로는 일본의 히타치, 무

〈표 8〉 국외 첨단 안전 자동차 기술개발 현황

| 국가 | 메이커명 | 내 용 |
|------|------------------|---|
| 미국 | GM | 캐딜락 Seville, 캐딜락 XLR에 ACC장착 |
| 독, 미 | daimler chrysler | Dodge Ram 1500에 ACC장착 |
| 독일 | Benz | UWS, ACC, Pre-Sage를 개발해 E-class, S-Class등에 장착 |
| | BMW | UWS, RMS, ACC 개발해 7시리즈, 5시리즈에 장착 |
| | Audi | UWS, AFS, ACC 개발, A8, Q7에 장착 |
| | porsche | Panamera에 ACC장착 |
| 영국 | 폭스바겐 | 시로코, MK6 GTI ACC장착 |
| | 랜드로버 | Range Rover, LR3에 ACC장착 |
| 스웨덴 | 재규어 | UWS, ACC 개발해 XJR, XKR에 장착 |
| | 볼보 | S80, XC 60에 ACC장착 |
| | 도요타 | LKS, UWS, ACC, PCS, AFS를 개발하여 Lexus등에 장착 |
| | 닛산 | UWS, ACC, LDWS, RMS을 인피니티 모델에 장착 |
| | 혼다 | ACC, LKS, PCS, AFS를 개발하여 Odyssey, Accord에 장착 |
| | 미쓰비시 | LDWS, ACC, APS, FRMA 개발해 Grands, Pajero에 장착 |
| 일본 | 쓰바루 | LDWS, ADD, PCS 개발하여 Legacy 모델에 장착 |

라타, 후찌스가 있고, 미국의 델파이, TRW Automotive, Eaton VORAD Tech, 벨기에의 WABCO, 독일의 Continental Temic, Bosch, Siemens VDO Automotive, A.D.C GmbH, Visteon Corporation, 프랑스의 Autocruise, Valco가 있다. 국내의 차량 레이더 생산 업체로는 센싱테크, 뉴멘 나노텍, LG 이노텍등과 NRD 테그가 있다. 국내 생산 업체의 경우 밀리미터파 대역의 레이더 센서 개발을 진행 하였으나, 실용화 단계는 아니다^[6].

2. 국내외 레이더 기술 개발 동향

2003년 한국전자통신 연구소(ETRI)에서 INP기반의 신소재와 HEMT(고전자 이동도 트랜지스터)소자 제작 기술로 77Ghz대역 차량 충돌방지 레이더용 핵심 부품인 전력 증폭기, 구동 증폭기, 하향 주파수 변환 혼합기, 저잡음 증폭기

등 4종의 MMIC를 국내 최초로 개발하였다.

국외의 경우, 특히 유럽에서 차량용 레이더 시스템 연구가 활발하게 진행 중이다. EC에서 진행되었던 차량용 레이더 시스템 프로젝트로는, RadarNet 콘소시엄(2000.1~2004.10), SAVE-U(2002.8~2005.10), KOKON 콘소시엄(2004.9~2007.8)이 있다.

현재는 ROCC(Radar On Chip for Cars) (2008~2011) 콘소시엄이 진행 중이다. ROCC 프로젝트 협력단체로는 BMW 기술연구소, 콘티넨탈(Continental AG), 다임러 (Daimler AG), 인피니언 테크놀로지스 (Infineon Technologies AG), 로버트 보쉬 (Robert Bosch GmbH)가 있다.

ROCC 협력 프로젝트를 통해서 5개의 기업들은 장거리 시스템(최대 250m)과 단거리 시스템(5cm~20m)를 지원하는 76GHz~81GHz 주파수 범위의 최적화된 비용의 고집적 차량용 레이

더 센서 시스템을 개발하고자 한다. 뿐만 아니라 보훔, 브레멘, 에를랑겐-뉘른베르크, 슈투트가르트, 울름 등의 독일 대학들과 뮌헨기술대학, 울름응용과학대학 등도 참여하고 있다.

BMBF가 지원한 이전 프로젝트인 KOKON(차량 고주파수 일렉트로닉스)은 차량용 레이더 센서 기술에 대한 토대를 구축하여 독일에 최소 2년의 기술적 우위를 제공했다. KOKON 프로젝트의 결과로 인피니언은 최초로 SiGe기반의 77GHz 레이더 칩 제품군을 개발 및 출시하였으며, 이는 보쉬의 차량용 77GHz 3세대 LRR 시스템에 사용되었다. 또한 콘티네탈은 인피니언의 SiGe 칩을 사용하여 79GHz 단거리 레이더 시스템을 위한 첫 번째 검증 보드를 개발했다.

현재 사용되고 있는 단거리 차량용 레이더 센서는 24GHz UWB(Ultra-Wide Band) 기술을 사용하고 있다. 하지만, 이 주파수는 유럽에서는 2013년까지만 허용되어 있다. RoCC 프로젝트는 시스템을 EU에 의해 이미 개방된 79GHz의 주파수 범위로 전환하고, 현재의 24GHz 시스템의 비용을 초과하지 않으면서 이러한 고주파수

〈표 9〉 KOKON에서 제작한 LRR, SRR 스펙

| | 76.5GHz LRR(FMCW) | 79GHz SRR(UWB) |
|--------------------|----------------------|-------------------|
| Sensor | Single-Sensor | Multi-sensor |
| Carrier Freq. | 76.5GHz | 79GHz |
| Band Width | 200MHz | 4000MHz |
| Field of View | 6.5°–10° | 160° |
| Range | 1–200m | 5cm–20m |
| Range accuracy | 0.5m | 5cm |
| Angular Resolution | 3° | 5° |
| Bearing accuracy | 0.1°–0.4° | 1° |

센서를 사용하는 시스템 제공을 목표로 하고 있다^[14]. 24GHz에서 79GHz로 주파수 값이 커지면 각도와 속도 분해 능력이 향상 되고, 레이더 시스템의 사이즈 작고 가벼우며, SRR와 LRR 모두 같은 플랫폼을 제작할 수 있다는 점에서 유리하다^[15]. KOKON에서 제작한 76.5GHz FMCW 방식의 LRR과 79GHz 대역의 UWB방식의 SRR의 스펙은 〈표 9〉에 상세히 설명하였다. Daimler Chrysler보고서는 ROCC프로젝트에서 목표로 한 LRR의 구체적인 스펙사항들을 작성하였는데, 〈표 10〉에 설명하였다.

〈표 10〉 ROCC에서 목표로 한 LRR 스펙

| | DC specs | unit | | DC specs | unit |
|-----------------------------|----------|------|-------------------------------------|------------|------|
| Range | 1–200 | m | Power | ≤6 | W |
| Range Accuracy | ±0.25 | m | Transmit Power | ≤10 | mW |
| Velocity Range | -100–260 | km/h | Sensor Size(W×H×D) | 100*100*50 | Mm |
| Velocity Accuracy | ±0.5 | km/h | Sensor Weight | ≤500 | g |
| Opening Angle Horizontal | 20 | deg | Operation Temperature | -40–85 | °C |
| Angle Resolution Horizontal | Not def. | deg | Storage Temperature | -40–105 | °C |
| Alignment Offset Horizontal | ±3 | deg | Mounting Position Offset Horizontal | ±80 | cm |
| Opening Angle Vertical | 4.5 | deg | Mounting Position Offset Vertical | >50 | cm |
| Angle Resolution Vertical | Not def. | deg | Misalignment Detection | ≤0.1 | deg |
| Alignment Offset Vertical | ±2 | deg | Automatic Adjustment Horizontal | Yes | – |
| Cycle Time | ≤50 | ms | Automatic Adjustment Vertical | Yes | – |
| Interface | Can | – | Blockage Detection Time | ≤1 | sec |

VI. 결 론

지금까지 밀리미터파를 이용한 차량용 레이더 시스템의 종류와 동작원리, 표준화 동향 및 국내 외 시장 점유 현황, 기술 개발 동향에 대해서 간략하게 살펴보았다.

차량용 레이더 시스템은 첨단 안전 자동차를 구현하기에 앞서 필요한 핵심 기술 중 하나이다. 차량용 레이더 시스템을 운전자의 차량에 정착 시킴으로써 운전자는 보다 안전하고 편안한 차량 통제가 가능해졌다. 현재 널리 이용되고 있는 시스템으로는 FMCW방식의 77GHz LRR가 있고, Pulse Doppler방식의 24GHZ SRR가 있다. 하지만 최근 유럽 EC(European Commission)에서 차량용 레이더 주파수를 2013년 중반부터 77–81GHz 대역으로 제한함에 따라 자동차 제조업체들은 79GHz(SRR)와 77GHz(LRR)을 목표로 저렴한 가격에 좋은 성능을 가진 레이더 시스템 개발 연구에 힘쓰고 있다.

레이더 시스템 응용 서비스 기술의 발전도 급 속도로 성장하고 있는데, 고속도로와 더불어 복잡한 신호체계를 갖는 도심지에서도 운행가능하며 ACC(Adaptive Cruise Control) 기능 뿐 아니라, ACC plus Stop&Go, PCW(Predictive Collision Warning), EBA(Emergency Braking Assist), AEB(Automatic Emergency Braking) 기능까지 더해지고 있다.

뿐만 아니라, 밀리미터파를 이용한 레이더에 레이저 레이더 및 초음파 레이더 시스템 기술도 더하여 더 정확하고 정밀한 레이더 시스템 개발에 초점을 맞추고 있다. 밀리미터파 레이더는 다른 레이더와 달리, 날씨 및 오염 환경에 영향을 적게 받아 앞으로의 차량용 레이더 시장에 중추적 역할을 할 것으로 본다.

참고문헌

- [1] 배창호, “차량 레이더 기술 동향연구”, ETRI 전자통신 동향분석 제21권, 2006.8
- [2] 홍주연, 강동민, 윤형섭, 심재엽, 이경호, “전방 감지용 밀리미터파 레이더 기술 동향”, ETRI 전자통신 동향분석 제22권, 2007.10
- [3] 김동호, 조평동, “차량용 레이더 응용기술 및 발전방향”, ETRI 전자통신 동향분석 제18권, 2003.2
- [4] Ralph Mende, Hermann Rohling, “New Automotive Applications for Smart Radar Systems”, Technical Univ. Hamburg-Harburg, Dept. fo Communications Engineering
- [5] webmaster@koit.co.kr, “UWB 레이더 탑재 ‘똑똑한 e카 시대’ 눈앞”, 한국정보통신 신문 11322호, 2004.7.15
- [6] 정선호, 이상호, 이경호, “Automotive IT 부품 기술로드맵”, IT SOC Megazine Special Report, 2007
- [7] 현유진, 이종훈, “그루핑 및 페어링 알고리즘을 이용한 FMCW 차량용 레이더의 KRPT 거리 및 속도 검출 방법”, 학술대회 논문, 자료집, 2009, 11
- [8] Christoph Hammer schmidt, “Technology group launches car radar initiative”, Courtesy of EE Times Europe, 2009. 5.28
- [9] 우성철, 곽영길, “계단 주파수 변조된 펄스 도플러 기법을 이용한 고해상도 전방 충돌 회피용 차량 레이다 성능 분석”, 2009년도 대한전자공학회논문지, Vol.20.8.2009

- [10] K.A.Lukin. "Millimeter wave Noise Radar applications: Theory and experiment", IEEE MSMW 2001, Symp.Proc., Kharkov, Ukraine, pp.68-73, Jun., 2001
- [11] 임춘식, 이기영, "ITS 표준화 동향", 전자공학회지, 제 36권 1호, Jan.2009
- [12] 정보통신부, "단거리 전용통신(DSRC)용 및 차량 레이더용 주파수 분배", 고시 제 2001-21호, 2001.
- [13] 정보통신부, "신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기", 고시 제 2005-29gh, 2005.
- [14] 임형준, "인피니언, 차량용 레이더 시스템 위한 기술 협력 나서", 통신일보, 2009.6.3
- [15] H.-L.Bolecher, A.Siler, G.Rollmann, and J.Dickmann, "79GHz UWB automotive short range radar-Spectrum allocation and technology trends", www.adv-radio-sci.net, 2009

저자소개



장 지 영

2006년 3월~2010년 2월 이화여자대학교 공과대학 전자공학과 학사

2010년 3월~현재 서울대학교 공과대학 전기공학과 석사

주관심 분야 : 초고주파회로



남 상 육

1981년 서울대학교 전자공학과 학사

1983년 KAIST 전기전자공학과 석사

1989년 The Univ. of Texas, Austin 전기컴퓨터공학과 박사

현재 서울대학교 전기컴퓨터공학부 교수

주관심 분야 : 전자파 및 회로