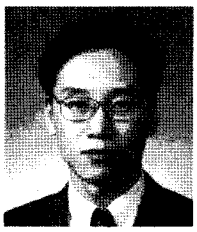
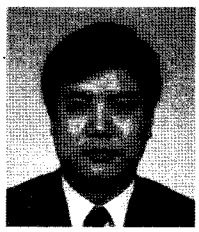
ITS 서비스에서 노변통신장치(DSRC)의 역할과 고려사항

오종택 이숭복
한국통신 무선통신연구소

본 논문에서는 ITS 서비스에 따른 노변통신장치의 필요성과 국내외의 관련 동향, 기능 요구 사항 등을 조사 분석하고 이에 따른 노변통신장치의 고려 사항을 도출하였다.

I. 서 론

기존의 교통 시설을 최대한 활용하여 물류 비용이나 교통 사고, 대기 오염 등을 줄이기 위한 ITS(Intelligent Transportation System)에 대한 열기가 점차로 고조되고 있다. 서울시의 도로율을 1% 증가시키는데 약3조원의 경비가 소요되는데 비해 ITS의 도입으로 약10%의 도로 효율 증가를 예상하므로 그 필요성에 대해서는 이견이 없으나, 그 사업 규모의 방대함과 복잡성 때문에 쉽게 접근을 못하는 현실이다. 특히 ITS중 무선통신망은 그 핵심이며, 노변통신장치는 다양한 ITS 서비스 요구사항을 만족시키므로 주목을 받고 있다. 본 고에서는 노변통신장치에 관한 여러 가지 고려 사항을 검토하고 분석하였다.

II. ITS 서비스와 노변통신장치의 필요성

1. ITS 서비스

ITS는 기존의 교통 체계에 전자/통신/제어 등의 지능형 기술을 접목시킨 차세대 교통 체계를 말하며 건설교통부에서는 크게 ATMS (Advanced Traffic Management System), ATIS(Advanced Traveler Information System), APTS(Advanced Public Transportation System), CVO(Commercial Vehicle Operation) 그리고 AVHS(Advanced Vehicle and Highway System)으로 구분하였다[1,2].

ITS 서비스의 구성을 살펴 보면 관련 주체에 따라 교통이나 도로 관리 기관, 지자체 등

과 관련된 공공 부분과 일반 운전자나 운송 회사와 관련된 민간 부분으로 나눌 수 있으나, 구현이나 운영의 측면에서 볼 때 이 두 부분이 밀접하게 연관되어 있다. 그래서 공공-민간 부문의 공조 체계가 서비스의 효율적인 제공 및 경제적인 시설 구축을 위해서 매우 절실하다.

2. 노변통신장치의 필요성

완전한 ITS를 구축하기 위해서는 매우 다양한 기술과 시설이 이용되고 구축되어야 한다. 특히 고속으로 움직이는 운송 수단(차량, 선박, 항공기 등을 대상으로 하지만 우리나라에서는 우선적으로 차량만을 고려함)을 대상으로 하므로 차량과 관제 센터 또는 차량을 이어 주는 무선 통신의 역할과 유선 기간망은 매우 큰 비중을 차지한다. 무선 통신의 경우 차량간 통신에서 위성 통신, 방송까지 매우 다양한 방식이 사용될 수 있으나, 아직까지 ITS 망의 기능 요구사항이나 구조가 정립되어 있지 않다. ITS용 무선망을 위한 고려사항과 특성은 다음과 같다[3].

- 향후에는 모든 차량을 지원할 수 있도록 용량의 확장성이 있을 것
- ITS 서비스는 일반 통신 서비스와 성격이 많이 다르므로 ITS 서비스를 수용할 수 있는 구조일 것
- 망 구축 비용이나 운용 비용이 적절할 것
- 순간적으로 광대역 데이터의 전송이 필요하므로 전송율이 충분히 고속일 것
- 짧은 패킷을 자주 송수신하므로 패킷 통신을 지원할 것
- 가능하면 모든 도로를 커버할 것
- 교통의 특성상 안전을 위해 실시간 송수신 및 확실한 통신 접속이 보장될 것
- 향후 자동차에서 운용될 정보통신 서비스의 확장성을 고려할 것

ITU-R SG8 WP8A에서는 ITS의 무선 통신에 관한 연구를 수행하고 있으며 다음과 같은 권고안을 작성하였다[4].

- 방송
  - 큰 커버 영역 가능
  - 0-32kbps 전송 가능.
- 노변통신장치(DSRC : Dedicated Short Range Communication)
  - 작은 커버 영역
  - 64-2,000kbps 전송 가능
  - 오류율 : 100만 메시지 당 한 메시지 이하
- (차량간) 단거리 레이다
  - 거리 분해능 : 1m 이하
  - 속도 분해능 : 1km/h 이하
- 단거리 차량간 통신
  - 통신 거리 : 수십 미터 이내
  - 전송 속도 : 수 Mbps 이하
  - 오류율은 매우 적을 것
- 연속 단거리 통신
  - 도로를 따라 (누설 케이블을 설치하여) 연속된 통신 영역 구축
  - 전송 속도 : 수 Mbps 이하
  - 오류율은 매우 적을 것
- 광역 통신
  - 거의 모든 지역을 커버
  - 오류율은 보통 수준

또한 [5]에서는 각 ITS 서비스에 따른 적합

한 무선 통신 방식들을 구분하고 있는데, 현실적으로 시급하고 빨리 적용이 가능한 최적 경로 안내 서비스나 교통 정보 제공 서비스, 교차로 충돌 방지 서비스 등에는 노변통신장치가 사용된다.

위에서 설명한 바와 같이 교통의 특성상 ITS 전용망의 사용이 불가피하고 그 요구되는 특성상 노변통신장치를 이용한 망 구축이 바람직하다[1]. 그러나 모든 도로변에 노변통신장치나 누설케이블을 설치하려면 많은 투자비가 소요되므로, 우선적으로 PCS나 무선데이타 등과 같은 광역 공중 무선 통신망이 교통정보 제공 서비스와 같은 제한적인 분야에서 시험적으로 사용되고 있다.

노변통신장치는 광역통신방식에 비해 안정적이고 통신용량이 크며, 차량위치확인, 교통정보수집 등의 작은 통신영역 고유의 ITS 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다[6]. 즉, 단거리 통신망이므로 페이딩이나 음영지역이 적어 통신 시스템이 간단하고 전송율이 높으며 확실한 통신을 보장할 수 있다. 또한 통신영역이 수 미터에서 수백 미터이내 이므로 영역 안의 차량수가 적고 주파수 재사용 효율이 좋아 통신용량이 매우 크다. 그러므로 교통량이 많거나 도로가 많은 도시 지역에서 노변통신장치는 매우 유용하다. 다만 통신 접속 시간이 짧으므로 정보처리 시간이 짧은 양방향 통신 서비스를 제공할 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 여러 개의 통신영역을 묶어서 사용하던지 연속된 통신망을 구축하는 등의 연구가 수행되어야 한다. ITS에서 노변통신장치가 차지하는 비중이 매우 크므로 체계적인 시스템 개발과 적용이 필요하다.

III. 노변통신장치 관련 국내외의 동향

1. 유럽 동향

유럽에서는 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)가 ERC(European Radio Committee)에 요청하여 주파수를 할당받았고 CEN(European Normalization Committee) 산하의 TC278/WG9에서 노변통신장치의 규격(OSI 계층 1,2,7)을 개발하여 1997년 9월에 CEN에서 승인을 받았다. 따라서 유럽의 극소수 국가를 제외하고 공통 규격의 시스템을 사용하게 된다.

2. 일본 동향

1995년부터 일본 우정성, 건설성, 도로회사 등의 지원을 받으며 ETC(Electronic Toll Collection) 시스템의 규격 개발에 착수하여 1997년 11월에 ARIB(Association of Radio Industries and Business)에서 승인을 받았다[7]. 1996년 5월부터 동경 지역에서 서비스를 시작한 VICS의 경우, 적외선 및 RF 비이콘을 사용하는데 이 경우 단방향 통신만 가능하므로 본 고에서는 노변통신장치로 간주하지 않는다.

3. 미국 동향

ITS에서의 노변통신장치의 중요성과 가능하면 많은 서비스를 수용할 수 있도록 미국에서는 수년동안 규격개발을 수행해 왔다[8]. 미국에서는 이미 902-928MHz 대역의 transponder를 사용한 능동형(Active)과 수동형(Backscatter) 방식이 ETC용으로 약 2백만개 사용되고 있다. 또한 ITS America에서는 2005

년까지 거의 모든 차량에 노변통신용 단말을 설비하여 ETC나 CVO, 교통정보안내, 차량 컴퓨터와의 연계 등에 사용될 것이라고 예측하고 있다. 이의 표준화를 위해 ASTM (American Society of Testing and Materials)에서는 물리 계층과 데이터 링크 계층의 표준초안을 개발하였고 1998년에 승인 예정이다.

4. ISO/TC204 동향

ISO/TC204에는 모두 16개의 작업반이 있는데 이중 WG15에서 노변통신장치에 관한 표준화 작업이 진행되고 있다[9]. 유럽, 일본, 미국에서 표준초안을 제안하여 많은 논쟁을 벌인 결과 지난 98년 4월 카나다 토론토에서 열린 회의에서 노변통신장치의 물리 계층과 MAC 계층은 세계적인 표준을 만들지 않기로 결정하였다. 그러나 DLC 계층과 응용 계층의 ISO 표준화 작업은 진행 중이다.

5. ITU-R SG8 동향

연구과제 #205-1/8이 TICS에 관한 것이며 TICS의 구성 요소와 목적, 주파수 소요량, 연동 사항 등을 연구하도록 되어 있다. 그래서 [4]의 권고안이 승인되었으며, 지난 98년 3월에 스위스 제네바에서 열린 회의 결과 TICS의 기능과 기술에 대한 새로운 권고안을 작성하기로 하였고 일본에서 활발한 활동을 하고 있다[5].

6. 국내 동향

주차장 관리를 위한 2.4GHz 대역 시스템이 도입되어 일부분에서 사용되고 있으며 도로공사의 ETC와 서울시의 혼잡통행료 징수 시스템이 시험적으로 구축되고 있다. 97년에 전파진흥협회에서는 주파수 할당을 위한 사전 연구를 수행하였고[10], 한국정보통신기술협회 ITS통신연구위원회에서는 현재 ETC용 노변장치의 잠정 표준화를 진행중이다. 또한 건설교통부 산하 국토개발연구원과 정보통신부 산하 한국전산원에서도 ETC에 대한 표준화 연구를 수행 중에 있다.

〈표 1〉 각국의 노변통신장치 규격 비교

항목	유럽	미국	일본
사용주파수대역	5.795~5.805	902~928MHz 5.850~5.925 (고려중)	5.790~5.810 (DL) 5.830~5.850 (UL)
시스템구성방식	Backscatter 전용	Backscatter Transceiver 호환	Transceiver전용
전송속도(D/U)	500kbps/250kbps	500kbps/500kbps	1Mbps/1Mbps
코딩방식	FM0 - DL NRZI - UL	Manchester/Manchester, NRZI	Manchester
변조방식(D/U)	ASK/Subcarrier MPSK	ASK/ASK, or Subcarrier MPSK	ASK/ASK
채널당대역폭	5MHz	3MHz DL/1MHz UL	10MHz
다원접속방식	FDMA(2channel)	FDMA/TDMA	FDMA/TDMA 2channel/2 or 4slot

항 목	유 럽	미 국	일 본
다중화방식 (us:under study)	TDD Half-duplex	TDD, FDD(us) Half-duplex, Full-duplex(us)	TDD, FDD Half-duplex Full-duplex(RSE)
송신전력	33dBm eirp RSE 〈-24dBm eirp OBE	30dBm eirp(30deg) 15dBm eirp(90deg)	300mW max RSE 10mW max OBE
안테나이득(D/U)	20dBi/10dBi	-	20dBi /10dBi
통신영역	6m	30m, 15m	3~30m
재사용거리	35~26m	762m, 183m	7~48m
MAC 프로토콜	s-ALOHA	s-ALOHA	s-ALOHA

IV. 노변통신장치에 관한 고려사항

1. 노변통신장치의 기능

노변통신장치를 이용한 ITS 기능은 [11]을 참고로 하여 다음과 같이 정리될 수 있다.

가) ATMS 분야

- 교통량 검지
- 통과차량 차종 인식
- 속도 및 구간 주행시간 계측
- 긴급통행 차량 신호제어
- 대중교통 우선 신호제어
- 터널정보 제공
- 전방 상황 정보 제공
- 도로 통제 정보 제공
- 차선정보/지역교통정보 제공
- 승객/차량 돌발 상황 검지
- 과속차량 검지
- 신호위반 차량 검지
- 버스전용차선 통행위반 차량 검지
- 차선위반 차량 검지
- 중앙선 위반 차량 검지
- 갓길 주/정차 차량 검지
- 갓길 불법통행 차량 검지
- 범죄 차량 검지
- 차량인식 및 통행요금 징수
- 요금징수 사전안내
- Toll 통과 차량 유도
- 주차 관리
- 차종 인식
- 화물차량 유도

나) ATIS 분야

- 도로상태 정보 제공
- 우회도로 정보 제공
- 전방향 통행속도 정보 제공
- 주요지점 동영상 정보 제공
- 지역 지도 제공
- 지역내 여행관련 제반정보 제공(드라이브 코스, 숙박, 음식점, 주유소, 주차장 등)
- 교통 시설 예약
- 주요지역 날씨 정보 제공
- 출발지/목적지간 최적 경로 안내
- 뉴스 정보 제공
- 증권 정보 제공
- 단문 송수신 서비스

- 호출 서비스
- 무선 인터넷 서비스

다) APTS 분야

- 실시간 버스 위치 추적
- 버스 운행 관리(운행기록, 차내 혼잡도 등 전송)

라) CVO 분야

- 실시간 화물 추적
- 화물차량 위치 추적
- 위험물차량 운행제한지역
- 정보 제공
- 위험물차량 최적경로 안내

마) AVHS 분야

- 교차로 차량 진입 안내
- 과속 위험 안내
- 도로 구조 안내

2. 노변통신장치의 요구사항

위의 기능에서 알 수 있듯이 노변통신장치를 이용하여 구현할 수 있는 ITS 서비스는 매우 다양하다. 반대로 각 기능에 따라 각기 다른 요구사항이 있을 수 있으므로 이를 수용하기 위해서는 다음과 같이 여러 가지 사항을 고려해야 한다.

- 통신 영역의 크기
- 전송율/오류율
- 통신의 완결성(통신 접속의 보장성)
- 지원하는 차량 이동속도
- 차선 구분 가능 여부
- 차량 속도 측정 여부
- 통신 모드(양방향/단방향, 패킷/서킷, connection-oriented/connectionless, Ack/non-Ack mode 등)
- 사용 주파수
- 망 구축 방안(노변통신장치 설치 방안, 유선망 연동방안, 서비스 망 구축 방안 등)
- 관련 표준화(각종 정보 형식, GIS 형식, 타 지역과의 연동성 등)
- 경제성

위의 서비스에 대한 요구사항이 국내외적으로 정립된 것이 없으므로 이를 우선적으로 연구해야 하며, 이와 같이 많은 고려 사항을 모두 만족시키는 시스템 규격을 개발하기가 매우 어려우므로 노변통신장치 type을 달리하거나, 서비스 전개에 따른 단계적 개발, 또는 여러가지 방식을 동시에 지원하는 dual-mode나 호환성 있는 시스템 개발이 바람직하다.

3. 사용 주파수

무선통신서비스에서 사용 주파수의 확보는 매우 중요하고 어렵다. ITU에서는 각 지역별로 사용 주파수의 용도를 배정하고 있으며 이를 참고로 우리나라에서도 국내 주파수를 배정하고 있다. 즉 ITS에 사용될 수 있는 주파수 대역은 한정되어 있고 그 업무의 성격상 아래와 같은 용도로 사용될 수 있다.

- 무선측위 : 전파의 전파특성을 이용하여 위치, 속도 그리고 기타 특성의 측정, 또한 이러한 사항과 관련되는 정보의 취득

- 무선항행 : 장애물 경보를 포함하여 항행을 목적으로 사용되는 무선측위
- 무선표정 : 무선항행의 목적 이외에 사용되는 무선측위

우리나라에서 위와 같은 용도로 1GHz에서 6GHz사이에 분배된 주파수는 다음 〈표 2〉의 내용과 같다[12]. 특히 5.6-5.9GHz 사이의 275MHz 대역이 TV이동중계차에 할당되어 있어 외국의 노변통신장치 사용 주파수와 중복된다. 따라서 정보통신부에서는 5.795-5.815GHz를 ETC용도로 할당하려고 하며, 노변통신장치를 톨게이트 근처에서 사용하는 것을 가정하고 있다.

〈표 2〉 우리나라의 1GHz~6GHz 사이의 주파수 분배

주파수(MHz)	한국 분배	용 도	비 고
1215-1260	무선표정 무선항행위성(우주대지구)		GPS:1217-1238
1350-1400(1)	무선표정 우주연구(수동) 지구탐사위성(수동)		
2300-2400	고정 무선표정	도서통신 가입자무선	WLL:2300-2330(U), 2370-2400(D)
2400-2450(2)	고정 이동 무선표정 아마츄어	2425MHz(아마츄어국 지정주파수) 구내무선(LAN, 이동체 식별장치, 영상전송용)	무선 LAN(10mW이하):2400-2480 이동체식별장치(300mW이하):2427-2453, 2434-2465, 2439-2470 영상전송용:2410, 2430, 2450, 2470 ISM대역:2400-2500
2483.5-2500(2)	무선표정 이동위성(우주대지구) 무선측위위성(우주대지구)		Globarstar userlink (downlink):2483.5-2500
3100-3300(1)	무선표정	민간용(무선표정)	
3300-3400(1)	무선표정		
5250-5255	무선표정 우주연구	기상레이다용(지상의 것에 한함)	
5255-5350	무선표정	기상레이다용(지상의 것에 한함)	
5460-5470	무선항행 무선표정		
5650-5725	무선표정 고정 이동 우주연구	방송중계	5650-5925MHz 주파수대는 TV이동중계업무가 우선

5650-5725	아마츄어		
5725-5850	무선표정 고정 이동 아마츄어	구내무선(LAN) 방송중계 5750MHz(아마추어국 지정주파수)	구내무선(LAN, 10mW이하):5725-5825

(1) 주관청은 전파천문업무에 혼신이 없도록 주의하고, 우주국, 항공기에서의 신호발사는 위험
(2) ISM대역이므로 이들의 사용에 의한 혼신을 용인할 것
* 밑줄친 업무는 2차업무

한편 미국의 ITS America에서는 FCC (Federal Communications Commission)에 5.850-5.925GHz 대역의 주파수 75MHz를 신청하였는데 그 내용을 분석하면서 여러가지 사항을 고려해 본다[13].

가) 충분한 대역폭

미국에서는 노변통신장치 용도로 902-928MHz 대역에 12MHz를 할당하였으나 이것으로는 불충분하다. 최소한의 전송율이 600kbps라고 했을 때 이를 전송하기 위한 대역폭이 3.6MHz이고 인접 채널과의 간섭 배제와 필터 통과 대역 등을 고려하면 6MHz의 채널 간격이 필요하다. 또한 주파수 재사용과 다른 용도와의 간섭을 피하기 위한 것을 고려하면 75MHz의 소요 대역폭이 필요하다.

나) 표준화에 의한 대량 생산

일본이나 유럽에서 5.8GHz 대역을 이용한 노변통신장치를 표준화하였으므로 미국에서도 이 대역을 사용하면 대량 생산에 따른 비용 감소가 예상된다.

다) 전파 전파 특성의 적합성

5.8GHz 대역은 직진성이 커서 주파수 재사용거리가 짧고, 작은 출력으로도 90m까지의 통신이 가능하며 악천후에도 영향이 없다.

이상은 ITS America에서 주장하는 내용인데 500kbps를 전송하는데 필요 이상의 과도한 대역폭을 사용하고 있어 주파수 자원을 낭비하는 점이 있고, 세계 표준화에 의한 대량 생산은 각 나라별로 사용 주파수가 조금씩 다르고 물리 계층 규격이 달라 동일 단말기를 사용할 수 없는 형편이다. 또한 5.8GHz 대역은 직진성이 매우 강해 10m이내의 LOS(line-of-sight)구간에서는 전파의 누설이 없고 채널 특성이 좋아 높은 전송율을 제공할 수 있으나, 그 이상으로 거리가 멀어져 가로수나 대형 차량, 도로 표지판 등의 장애물이 생길 때는 회절 현상이 적어 안정된 통신 회선을 구성하기가 어려운 단점이 있다. 또한 일본에서는 2.4GHz 대역에 잡음이 많아 5.8GHz를 사용한다고 하므로[14], 우리나라에서도 이에 대한 측정이 필요하다. 결론적으로 노변통신장치에 가장 적합한 주파수는 각 나라의 사정과 노변통신장치의 기능 요구사항을 고려하여 적절하게 배정되어야 한다.

4. 구현 및 진화 방안

현재 국내외에서 개발된 노변통신장치는 주로 ETC 용도로 설계되고 개발되었다. 따라서 값싼 장치를 사용하여 매우 근접한 거리에서 고출력이고 주파수 비효율적인 통신방식으로 양방향 통신을 수행한다. 그러나 다양한 ITS 서비스를 제공하려면 기능 요구사항이 달라지므로 설계 개념부터 바뀔 필요가 있다. 또한 노변통신장치를 사용하여 초기에는 교통 관련 정보만을 제공하지만, 점차로 차량에서의 멀티미디어 서비스가 가시화됨에 따라 향후에는 다양한 정보통신을 제공하는 효율적인 매체로 진화할 것이다. 이 경우 고속 전송율과 사용자 용량이 큰 노변통신장치가 다른 무선 통신망에 비해 월등한 경쟁력이 있을 것이다.

V. 결론

ITS 서비스에서 노변통신장치는 매우 중요한 역할을 하게 되며, ITS 서비스의 다양한 요구 사항과 우리나라의 여건을 고려한 노변통신장치의 설계 및 개발이 필요하다. 따라서 교통 전문가와 통신 전문가의 협력과 표준화 작업이 필수적이며, 막대한 투자비를 고려할 때 민간 부문과 공공 부문(정부)의 역할 분담과 협력이 있어야 한다. 본고에서는 노변통신장치에 관한 현황과 고려 사항을 분석하고 도출하여 노변통신장치의 개념 정립에 도움이 되도록 하였다. TTA

<참고 문헌>

[1] 지능형 교통 시스템(ITS) 동향, 오종택, TTA 저널, 54호, pp.99-113, 1997. 12.

[2] 지능형 교통 시스템 기본계획, 건설교통부, 1997.9.

[3] ITS 연구개발 현황 및 소요기술, 오종택, 차세대 통신기술 세미나, pp.1-27, 연세대학교, 1998. 4.

[4] Rec. ITU-R M.1310: Transportation Information and Control System (TICS)- Objectives and Requirements, 1997.

[5] Report of the Seventh Meeting of Working Party 8A, ITU-R SG8 WP8A, March 1998.

[6] The role of DSRC in ITS, Y.Kanazaki, T.Sasamoto, and H.Hirata, ITS World Congress, Berlin, Germany, Oct. 1997.

[7] Approach to study on DSRC of radio system in Japan, K.Tachikawa, ITS World Congress, Berlin, Germany, Oct. 1997.

[8] Progress towards implementing interoperable DSRC systems in North America, R.Schuman, ITS World Congress, Berlin, Germany, Oct. 1997.

[9] TC204 Transportation information and control systems, http://www.iso.ch/meme/TC204.html, Oct. 1997.

[10] 지능형 교통정보 시스템용 주파수 연구, 한국전파진흥협회 ITS용주파수분과위원회, 1997. 12.

[11] 국가 ITS사업의 핵심공유 기반기술 연구-vol.2:국가 ITS 사업 관리운영방안 연구, 국토개발연구원, 1997.8.

[12] 대한민국 주파수분배표, 정보통신부, 1996. 12.

[13] Petition for rulemaking, http://www.its.dot.gov/comm/PETITN10_FIN.htm, May 1997.

[14] Propagation characteristics of microwave at the toll gate on highway toll roads M.Oikawa, ITS World Congress, Berlin, Germany, Oct. 1997.

저자약력

이숭복

- '85. 2. 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업
- '79. 12. ~ '84. 6. 한국전자통신연구소 근무
- '84. 6. ~ 현재 한국통신 연구개발본부
- '95. 4. ~ 현재 무선통신연구소 무선통신망연구팀장

오종택

- '93. 2. 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사과정 졸업
- '93. 12 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 무선통신연구소 선임연구원