

RF 데이터 통신에 의한 교통정보 수집 방법 제안 및 현장 실험

류승기, 문학룡, 박근형, 박상규  
한국건설기술연구원 도로연구부

Field test traffic data collection by RF data communication

Seung-ki Ryu, Hak-Yong Moon, Gun-Hyoung Park, Sang-Gyu Park  
KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY Highway Research Dept.

**Abstract** - ITS 데이터 통신체계는 도로상의 현장설비 (차량 검지기, 도로전광표지, 번호인식장치 등)와 센터를 1:1로 직접 접속하는 방식(P2P)으로 구성하고 있다. P2P 데이터 통신은 안정적인 데이터 전송을 유지시켜주지만, 통신비용의 증가 원인이 되고 있다. 따라서, 본 연구는 1:1 유선통신 구성으로 인한 통신비를 줄이기 위해 RF 모듈을 사용하여 1:N 구성으로 통신비용을 줄이는 방법을 제안하였고, 적용 가능성을 확인하기 위해 국도 38호선 평택~안중구간(약 19Km)에 대해서 RF 장치를 설치한 후 데이터를 수집하였다. 적용한 RF 통신은 ISM 밴드의 2.4GHz 통신모듈을 사용하였고, 유선통신데이터와 통신 품질을 비교하였다. 데이터 품질은 기존의 1:1 구성 방식인 유선 전용회선에 의한 데이터(기준치)와 제한한 RF 통신의 데이터를 비교하는 과정이며, 이를 통해 RF 통신의 현장 적용 가능성을 검토하였다.

1. 서 론

국도교통관리시스템의 통신망 구성형태는 도로 현장의 검지기 및 지역처리장치를 1:1로 연결하는 P2P 구성을 사용하고 있으며, 지역처리장치와 중앙센터 간에는 E1(2.048Mbps) 전용회선을 사용하여 데이터를 수집하고 있다. 이렇게 지역처리장치로 모아서 중앙센터로 전송하는 이유는 임대망의 비용 산출이 회선의 대역폭과 거리를 기준으로 하기 때문에 통신비용을 절약하기 위한 것이다.

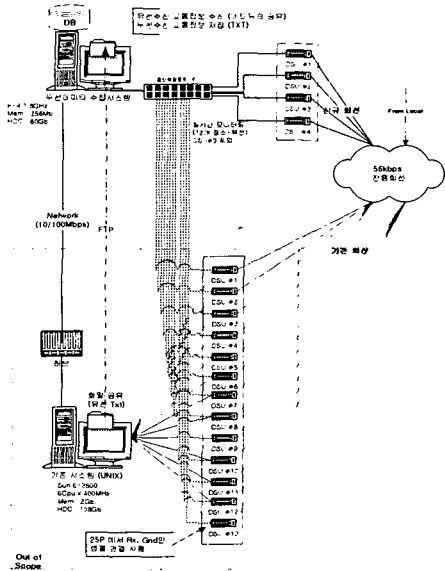
그러나 현장장비와 지역처리장치간의 P2P 구성은 여전히 통신비용부담을 가지고 있으므로 무선통신장비를 이용한 멀티드롭(Multi-drop)방식을 적용하여 통신비용 부담을 줄이고자 한다. 또한 무선통신장비를 사용하여 데이터를 수집할 경우 유선통신방식과 비교하여 안정성에 문제가 있는지를 검토하여 국도교통관리시스템에서 무선통신시스템 적용여부를 평가하고자 한다.

2. 시스템 구성 및 설치현황

2.1 시스템 구성

센터 시스템은 기존의 유선 수집서버와 현장의 무선통신 장비로부터 데이터를 수집하기 위한 무선통신 수집서버가 있으며, 통신장비로는 멀티포트와 DSU가 사용된다. 또한 유선데이터의 실시간 모니터링을 위해 유선 DSU에 시리얼 케이블(serialcable)을 직접 연결하였다. 시스템 구성도는 그림 1과 같다. 센터의 무선통신 수집서버는 통계처리 및 데이터 신뢰성 비교를 하기 위하여 유/무선 데이터를 통합 관리하며, 데이터 수집 방법으로 유선데이터는 기존 UnixSystem으로부터 FTP를 이용하여 데이터를 수집 통제처리하고 무선데이터는 실시간 수집 관리한다.

(그림 1)은 센터내부의 유선 및 무선통신 시스템 구성도이다.



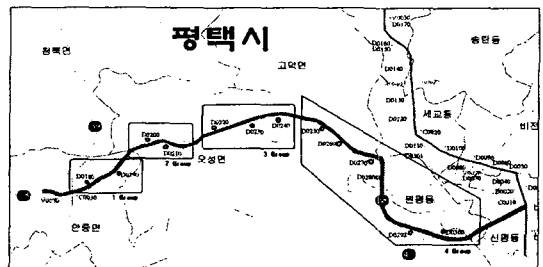
(그림 1) 교통정보 수집 구성도

2.2 무선통신 시스템 설치현황

수도권 남부 국도 38호선 평택에서 안중구간(약 19Km)에 기 설치된 차량검지기에 무선통신 장비를 추가하여 기존의 유선통신과 데이터 전송 품질을 비교할 수 있도록 무선통신을 구성하였다.

차량검지기 제어함체 내부에 무선 브리지모듈 및 무선 안테나를 설치하고, 센터에는 무선통신 수집 시스템을 구성하여 무선데이터를 수집 유선데이터와 비교 분석한다.

(그림 2)는 무선통신 장비가 설치될 기존의 차량검지기 13곳에 대한 설치위치와 무선통신 시스템 구성을 위한 그룹구성 현황을 나타낸 것이다.



(그림 2) 차량검지기 위치도

### 3. 데이터 전송 검증

#### 3.1 데이터전송 현장 실험

데이터 전송테스트는 다음과 같이 2단계에 거쳐 데이터 전송테스트를 수행하였다. 1단계 기준자료 검증은 현장에 설치되어있는 차량검지기의 제어기에서 추출한 기준자료와 센터에서 수집된 유선데이터 자료를 비교하여 유선데이터의 신뢰성을 검증한다. 2단계 센터수집데이터 검증은 1단계에서 검증된 유선데이터를 기준자료로 사용하여 위성데이터의 신뢰성을 검증한다.

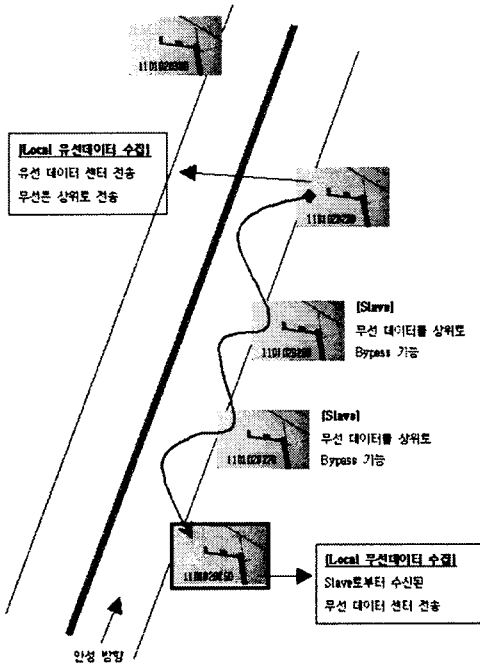
#### 3.2 현장 수집 교통데이터 신뢰도 검증

현장 장비 검증은 무선통신 장비를 현장 차량검지기에 설치한 후 현장에서 수집한 유/무선 데이터의 신뢰도를 검증하는 것이다.

검증방법에 따라 2회에 걸쳐 현장의 유/무선 교통정보 데이터를 수집 분석하였다. 1차에서는 제4그룹 D0290번 차량검지기의 1시간 현장 유/무선 데이터를 검증한 것으로 D0290에서 유선데이터를 수집하고 D0250에서 무선데이터를 수집하여 분석한 결과 유선 대비 무선데이터 수신율이 97.8%로 나타났으며, 2차에서는 현장데이터 수집 프로그램을 수정하여 D0300번 차량검지기의 1시간 현장 데이터를 검증한 것으로 D0300에서 유선데이터를 수집하고 D0250에서 무선데이터를 수집하여 분석한 결과 유선 대비 무선데이터 수신율이 98.6%로 나타났다.

#### 3.2.1 1차 현장수집 교통데이터 신뢰도 검증

차량검지기 D0290번의 현장수집 교통데이터 신뢰도를 검증하기 위해 <그림 3>과 같이 무선데이터는 Master 장비인 D0250에서 수집하고, 유선데이터는 D0290에서 수집한다. 수집하는 방법은 차량검지기 합체 내부에 있는 제어기의 시리얼 포트를 사용하여 노트북으로 데이터를 저장한다.



<그림 3> 현장 데이터 검증을 위한 구성도

<표 1>은 2003년 01월 27일 1시간 현장 유/무선 수집 교통데이터를 비교한 것이다.

<표 1> 1차 현장 유/무선 수집 데이터 비교표

검지시간	수집방법		오차	오차율	비고
	차량대수(5분별)	유선			
15:41~15:45	55	54	-1	98.2	
15:46~15:50	58	58	0	100.0	
15:51~15:55	37	37	0	100.0	
15:56~16:00	53	51	-2	96.2	
16:01~16:05	44	38	-6	86.4	
16:06~16:10	42	40	-2	95.2	
16:11~16:15	53	60	7	100.0	
16:16~16:20	40	41	1	100.0	
16:21~16:25	39	39	0	100.0	
16:26~16:30	40	39	-1	97.5	
16:31~16:35	44	46	2	100.0	
16:36~16:40	37	37	0	100.0	
합 계	542	540	-2	97.79	

#### 3.2.2 2차 현장수집 교통데이터 신뢰도 검증

1차와 같은 방법으로 데이터를 수집하였으며, 현장 무선데이터는 Master인 D0250에서 Notebook을 이용하여 수집하며, 유선데이터는 D0300에서 수집한다.

<표 2>는 2003년 02월 4일 1시간 현장 유/무선 수집 교통데이터를 비교한 것이다.

<표 2> 2차 현장 유/무선 수집 데이터 비교표

검지시간	수집방법		오차	오차율 (%)	비고
	차량대수(5분별)	유선			
20:00~20:05	50	50	0	100.0	
20:05~20:10	41	41	0	100.0	
20:10~20:15	29	29	0	100.0	
20:15~20:20	51	51	0	100.0	
20:20~20:25	33	33	0	100.0	
20:25~20:30	44	42	-2	95.4	
20:30~20:35	37	37	0	100.0	
20:35~20:40	32	30	-2	93.7	
20:40~20:45	36	35	-1	97.2	
20:45~20:50	44	44	0	100.0	
20:50~20:55	30	29	-1	96.6	
20:55~21:00	33	33	0	100.0	
합 계	460	454	-6	98.58	

#### 3.3 센터수집 교통데이터 신뢰도 검증

무선통신 시스템의 수집 서버는 무선데이터를 실시간 수집하여 데이터베이스에 저장하고, 유선 데이터는 기존 Unix 시스템에서 FTP로 전송 받아 데이터베이스에 저장한다. 이와 같이 저장된 유/무선 데이터의 신뢰성을 분석하는 것으로 센터 시스템을 검증한다.

센터 시스템을 검증하기 위해 센터로 전송된 유/무선 데이터를 2회 수집 분석하였으며, 그 결과 1차 검증의 경우 D0290번 차량검지기의 유선 대비 무선데이터 수신율은 99.4%로 나타났다. 또한 2차 검증의 경우 D0300번 차량검지기의 유선 대비 무선데이터 수신율은 98.6%로 나타났다.

**3.3.1 1차 센터수집 교통데이터 신뢰도 검증**  
 (표 3) 1차 센터 유/무선 수집 데이터 비교표

검지시간	수집방법		차량대수(5분별)		오차	오차율	비고
	유선	무선	유선	무선			
15:41~15:45	55	54	-1	98.2			
15:46~15:50	58	58	0	100.0			
15:51~15:55	37	37	0	100.0			
15:56~16:00	54	54	0	100.0			
16:01~16:05	45	44	-1	97.7			
16:06~16:10	42	42	0	100.0			
16:11~16:15	56	56	0	100.0			
16:16~16:20	41	41	0	100.0			
16:21~16:25	39	39	0	100.0			
16:26~16:30	40	40	0	100.0			
16:31~16:35	46	46	0	100.0			
16:36~16:40	37	36	-1	97.2			
합 계	550	547	-3	99.42			

**3.3.2 2차 센터수집 교통데이터 신뢰도 검증**  
 (표 4) 2차 센터 유/무선 수집 데이터 비교표

검지시간	수집방법		차량대수(5분별)		오차	오차율 (%)	비고
	유선	무선	유선	무선			
20:00~20:05	50	50	0	100.0			
20:05~20:10	41	41	0	100.0			
20:10~20:15	29	29	0	100.0			
20:15~20:20	51	51	0	100.0			
20:20~20:25	33	33	0	100.0			
20:25~20:30	44	42	-2	95.4			
20:30~20:35	37	37	0	100.0			
20:35~20:40	32	30	-2	93.7			
20:40~20:45	36	35	-1	97.2			
20:45~20:50	44	44	0	100.0			
20:50~20:55	30	29	-1	96.6			
20:55~21:00	33	33	0	100.0			
합 계	460	454	-6	98.58			

**4. 무선통신 시스템 평가결과**

무선통신 시스템의 평가는 유/무선시스템에서 수집한 월별 교통데이터를 유선대비 무선데이터 수신율로 나타내어 데이터의 신뢰성을 평가할 수 있도록 하였다.

**4.1 평가결과**

수도권 남부 국도 38호선에 설치된 차량검지기 12개소에 대한 월별 유/무선 데이터 수집 결과는 <표 5>와 같다. (자료수집기간 : 2003년 8월~2004년 5월)

(표 5) 월별 통계 결과표

구 분	유선	무선	오차율	오차율	비고
2003년 08월	4,372,580	4,346,198	-26,382	99.4	
2003년 09월	5,635,885	5,511,886	-123,999	97.8	
2003년 10월	5,812,495	5,773,907	-38,588	99.3	
2003년 11월	4,328,388	4,301,088	-27,300	99.4	
2003년 12월	4,759,185	4,743,376	-15,809	99.7	
2004년 01월	4,223,948	4,185,521	-38,427	99.1	
2004년 02월	1,142,187	1,134,587	-7,600	99.3	
2004년 04월	4,341,125	4,322,572	-18,553	99.6	
2004년 05월	4,775,995	4,772,458	-3,537	99.9	
총 계	39,391,788	39,091,593	-300,195	99.2	

월별 유선 대비 무선 수신율은 99.2%로 통계결과가 도출되었다. 단, 검지기의 유무선 수신 데이터의 동등한 비교를 위하여 차량검지기 및 기타 장비의 장애로 인하여 데이터 수집이 안된 기간(2004년 3월) 및 일부 장애 발생 지점에 대해서는 유무선 모두 통계대상에서 제외하였다.

**4.2 비용 검토**

수도권 남부 국도 38호선 평택에서 안중구간 약 19Km 구간에 설치된 차량검지기 13개소를 운영하는 교통정보 시스템에 본 무선통신 시스템을 적용할 경우 <표 6>과 같이 연차적으로 통신비용 절감효과를 볼 수 있다.

(표 6) 경제성 분석표

(단위 : 백만원)

항 목		초기 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	비고
유선	통신비	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	
	장비비	9.1	-	-	-	-	
소 계		71.5	133.9	196.3	258.7	321.1	
무선	통신비	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	
	장비비	90.0	-	-	-	-	
소 계		109.2	128.4	147.6	166.8	205.2	
비용 분석	유선	71.5	133.9	196.3	258.7	321.1	
	무선	109.2	128.4	147.6	166.8	205.2	
증 감		37.7	-5.5	-48.7	-91.9	-135.0	

[참조]

- 회선당 연간비용 : 480만원 (40만원 × 12개월)
- 무선통신 시스템 장비비는 구축사업 프로젝트 금액
- 유선통신/무선통신에 의한 회선 수 : 13회선 / 4회선

결론적으로 무선통신 장비를 설치하였을 경우 <표 6> 분석표와 같이 2년이면 손익분기점을 넘는 것으로 판단되며, 향후 5년간 사용할 경우 약 1.3억의 통신비용 절감 효과가 예상된다.

향후 수도권 남부 국도 전체 시스템에 대한 경제성 분석은 현장 여건에 따라 그룹 수가 결정되므로, 실제 실사를 통한 실시설계가 수행되어야 정확한 금액이 산정될 수 있다.

**5. 결 론**

본 연구는 국도교통관리시스템에 대하여 무선통신시스템 적용성과 무선통신 데이터의 신뢰도를 평가하였다.

적용성 평가 결과 유선 대비 무선 수신율은 99.2%로 높은 신뢰성을 보여주고 있으며, 경제성 분석에서도 2년이면 손익분기점을 넘는 것으로 나타나 유선통신망을 대체하여 무선통신시스템을 적용할 수 있다고 판단되어진다.

물론 전체 유선통신망을 대체하기에는 도심부에서의 Line-of-Sight(LOS) 확보 및 멀티드롭(Multi-drop) 방식에 따른 데이터 손실 등 몇 가지 문제점이 있지만 대부분의 유선통신망을 대체하는 것에는 문제가 없을 것이다.

무선통신 시스템에서 교통데이터 수집을 위해 현장장비에 사용된 회선 접속형태는 멀티드롭(Multi-drop) 방식이며, 현재 나타난 문제점으로는 센터와 연결되어 있는 마스터장비와 밀어질수록 데이터 손실이 많아지는 것에 있다. 문제해결의 방법으로 마스터에서 터미널 장비까지를 최대 5개를 넘지 않도록 그룹을 구성하고, 하드웨어적으로는 무선장비간 통신 오류 발생시 기존 3회 재전송에서 10회 재전송으로 늘려 데이터 손실을 줄이는 방안을 검토해야 할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 김재선, 구기준 공저, 최신 무선통신기기, 도서출판 광명, 2002
- [2] 이인행, 김영훈 공저, 데이터통신과 패킷교환, 홍릉과학출판사, 1995
- [3] 채해수, 정보통신 설비설계 및 현장실무, 영진출판사, 1999
- [4] Finkenzeller, Klaus, RFID Handbook: Radio-frequency Identification Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons Ltd, 1999
- [5] Ganesh, Rajamani and Kaveh Pahlavan(Eds.), Wire less Network Deployments, Kluwer Academic Publisher, 2000
- [6] Razavi, Behzad, RF Microelectronics, Prentice Hall PTR, 1998
- [7] Behrouz Forozan, Introduction to Data Communications and Networking, McGraw-Hill, 1999
- [8] 용영중, 윤용식, 이현호, 무선LAN에 대한 기술 분석, 군산대학교 전자공학과, 1999
- [9] 이춘길, 무선 LAN 구현 방식의 기술적 고찰, 쌍용정보통신 연구소