

## CDMA를 이용한 RTK-GPS 적용 연구

### A study on the application of RTK-GPS by using CDMA

배경호<sup>1)</sup> · 박운용<sup>2)</sup> · 이기부<sup>3)</sup> · 이동락<sup>4)</sup>

Bae, Kyoung-Ho · Park, Woon-Yong · Lee, Kee-Booi · Lee, Dong-Rac

- 1) 동아대학교 토목공학과 박사과정(E-mail : qpandora@hanmail.net)
- 2) 동아대학교 토목해양공학부 교수(E-mail : uypark@daunet.donga.ac.kr)
- 3) 영남이공대학 토목과 교수(E-mail : kblee@ync.ac.kr)
- 4) 창신대학 건설환경과 교수(E-mail : drlee@csc.ac.kr)

#### 요 旨

기존 라디오파를 이용한 RTCM 방식에서는 전파의 직진성으로 인한 수신 장애가 많이 발생하였다. 이런 문제를 극복하기 위해 라디오 모뎀을 사용하지 않고 휴대폰에 내장된 CDMA 방식을 이용하여 이동전화국 기지국을 통한 오차 보정량을 전송하여 RTK-GPS의 문제점을 해결하고자 하였다.

연구 결과 기존 RTCM 방식과 같은 건물 차폐에 따른 신호 차단 영향은 없었으며, 궤적 작업 시에도 라디오 모뎀의 송수신의 장애로 인한 데이터 손실을 막을 수가 있었다. 마지막으로 10Km 이상의 거리에서도 작업을 수행하였다. 그 결과 이동전화국 기지국을 이용하였기 때문에 신호의 송수신에는 문제가 없었지만, 공간적 상관성의 문제로 인해 그 값을 쓸수가 없었다.

따라서, 최근 증가하고 있는 GPS 측량 기법중에서 현장에서 손쉽게 성과값을 구하는 실시간 이동측량(RTK GPS : Real Time Kinematic GPS)의 문제점을 보완하고 그 효율성을 제고하였다.

## 1. 서론

최신 측량기법인 GPS측량은 활용성과 대중성이 기하급수적으로 증가하고 있다. 여러 측위기법중에서도 DGPS를 이용한 차분측위는 여러 논문에서 이미 정확도와 정밀도를 입증하였으며 여러 기관에서 활용하고 있다. 하지만 라디오파를 이용한 RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Service)의 문제점은 위성의 기하학적 배치뿐만 아니라 라디오파의 직진성으로 인한 전파 차단 지역에서는 그 기능을 수행하기가 어렵다. 기존의 라디오 모뎀을 이용한 오차량 전송방식에서는 기지국과 이동국의 시통성에 영향을 받고 있다. 이론상의 10-15km의 전송거리보다 실제 현장에서는 장애물에 의한 간섭, 다른 측량 기관 주파수에 대한 영향을 받기에 각기 다른 주파수 채널을 가지며, 임의적인 Hz 증폭을 억제하였다.

이런 문제를 극복하기 위해 라디오 모뎀 대용으로 상용화 되어있는 휴대폰의 CDMA방식을 이용해 시통성, 채널 및 주파수 영역에 상관없이 오차 보정량을 전송할 수 있는 RTK-GPS의 활용성을 극대화하고자 한다.

## 2. 이론부

### 2.1 RTK-GPS 이론

실시간 동적 GPS (RTK-GPS : Real Time Kinematic GPS)는 기지국을 중심으로 변조장치(Modem)

을 이용하여 이동국에 오차량을 전송하는 신호 형식에 따라 코드만을 사용하는 RTCM(Radio Technical Commission for Marinetime Service), NMEA(National Marine Electronics Association)과 반송파 방식의 CPD(Carrier Phase Differential)로 나눌 수 있다. 일반적인 RTK-GPS의 구성은 기지국과 이동국으로 구성되어 있으며, 기지국은 위성신호를 수신하는 위성 안테나와 기지 좌표성과와의 차이를 발견하고 그 차이값을 변조하는 변조 장치, 이를 통하여 이동국으로 전송하기 위해 신호를 증폭시키기 위한 증폭기로 구성되어 있다. 그러나 휴대폰의 코드다중분할접속 방식을 이용한 신호 전달은 이런 증폭기의 구성이 필요없으며, 또한 인접 RTK-GPS측량시 영향을 최소화 시킬시 위한 주파수 증폭의 억제, 채널의 선택 등에 대한 문제도 원천적으로 막을 수 있다.

이동국은 실시간으로 이동국 위치를 해석하기 위해서 자체 측정값과 전송된 자료를 조합함으로써 위성 시계오차, 위성궤도 오차, 전리층 및 대류권 오차 등이 상당히 감소하지만 오차의 공간적 상관성이 수신기 거리에서 많이 좌우되므로 10km미만 이 바람직하다.

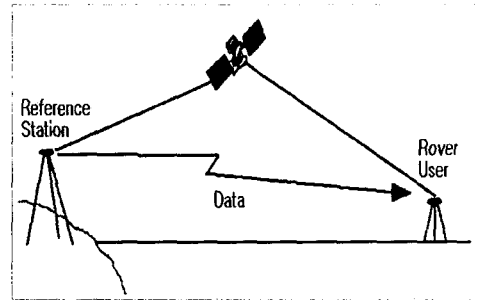


그림 1. RTK-GPS 개념

## 2.2 CDMA (Code Division Multiple Access)

이동통신에서 다수의 사용자들이 동시에 시간과 주파수를 공유하며 접속이 가능한 '다중접속(Multiple Access)' 방식의 하나. '코드분할다중접속' 혹은 '부호분할다중접속'이라고 한다.

이동통신은 주파수라는 한정된 자원을 이용하기 때문에, 쓸 수 있는 분량이 제한된 주파수 자원을 여러 사람이 효율적으로 함께 쓸 수 있도록 해주는 다중접속이 이동통신에서는 필수적인 기술이며, 다중접속 기술에는 FDMA, TDMA, CDMA 등의 방식이 있다.

이중 CDMA 방식은 대역확산이라는 기술을 이동통신에 적용한 것으로서 보내고자 하는 신호를 그 신호의 주파수 대역 보다 아주 넓은 주파수 대역으로 확산시켜 전송하는 방식이다.

또 통화자가 한 기지국의 서비스 영역을 넘어 다른 기지국 영역으로 들어가는 통화절환(핸드오프)시 기존의 방식들은 이전 기지국과의 연결을 끊은 후 새로운 기지국과 연결한다. 반면 CDMA에서는 소프트 '핸드오프' 라는 기술을 이용해 새로운 기지국과 먼저 연결시킨 뒤 기존 기지국과의 연결을 끊는다. 이에 따라 통화품질이 우수하고 통화 절단율도 훨씬 줄어 들게 된다.

## 3. 실험부

실험은 부산 강서구 녹산에 위치한 개활지에서 현장 실험을 수행하였다. 이 지역은 택지조성이 이루어진 지역으로 아직 건물이 많지 않아 위성의 시계상태가 양호하며, 멀티패스 등의 오차를 유발할 요인이 적었다. 전파의 시통성에 영향을 줄 수 있는 도근점과 시통성이 원활한 도근점을 선점하여 정지측량을 수행하였으며, 이 점들에 대해 CDMA를 이용한 RTK-GPS로 비교 고찰하였다.

그리고 기지국에서 이동국까지 건물 차폐가 있는 도로와 없는 도로에 대한 궤적 측량을 수행하여 CDMA RTK-GPS 측량 작업의 효율성에 대한 검증을 수행하였다.

마지막으로 약 12km 정도 떨어진 국가 기준점에 대해 RTK-GPS 측량에서 오차의 공간적 상관성을 검토하기 위해 CDMA를 이용한 RTK-GPS로 실시간 측량을 수행하였다.

사용한 장비는 sokkia사의 GSR 1000을 사용하였으며, 장비제원은 아래 표와 같다.

표 1. GPS 장비 제원

측위 기법	수평 정확도	수직 정확도
RTK-GPS	1.0 cm + 2 ppm	2.0 cm + 2 ppm
Static	0.5 cm + 2 ppm	1.0 cm + 2 ppm
Kinematic	1.0 cm + 2 ppm	2.0 cm + 2 ppm

휴대폰의 사용은 일반적인 휴대폰이 아닌, CDMA 칩을 내장한 실험용 장비를 구비하였다. RTK-GPS 기지국에서 휴대폰의 CDMA로 이동 전화국 기지국을 통해 이동국 휴대폰의 CDMA로 오차량을 전송하였다.

아래 그림 2와 그림 3에서 기지국에 설치한 CDMA를 보여주고 있다.

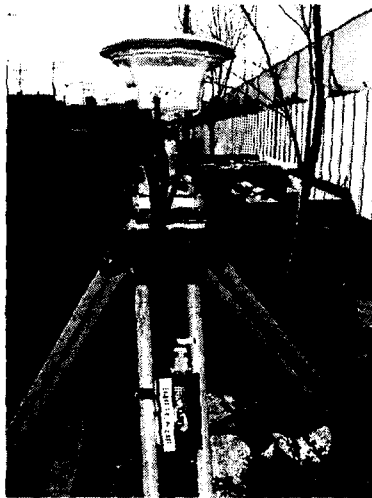


그림 2. 기지국 GPS 수신기



그림 3. 기지국 휴대폰의 CDMA

그림 4는 체크점과 궤적에 대한 그림으로 현장의 도근점을 대상으로 한 정지측량과 CDMA RTK-GPS측량과의 비교 고찰을 수행하였다. 또한 궤적은 시통성이 불량한 건물에 인접하여 순항하였으며, 반대로 기지국과 시통성이 원활한 지역으로 구분하여 순항하였다.

그림 5는 12 Km이상 떨어진 점에 대해 CDMA를 이용한 RTK-GPS 측량을 수행하였다. 기존 RTCM에서는 기지국과 이동국사이에 라디오 모뎀을 이용한 직접 연결이었지만, CDMA를 이용한 RTK-GPS는 이동전화국 기지국을 이용한 간접 연결 방식이다. 따라서 지속적인 송,수신 상태에서 오차의 공간적 상관성을 확인해 보기 위한 실험이었다.



그림 4. 이동국 수신기 궤적 작업



그림 5. 이동국 수신기

#### 4. 자료분석 및 처리

표 2는 체크점에 대한 정지측량을 수행한 성과값을 나타내고 있다.

표 2. 정지측량 성과값

No	N	E	구 분
244	177157.502	184513.807	시통성 불량
245	177176.143	184419.175	시통성 양호
303	177409.946	184426.854	기지국 이용
304	177410.101	184493.755	시통성 양호
314	177394.064	184592.828	시통성 양호
317	177271.386	184594.406	시통성 불량

표 3. CDMA를 이용한 RTK 성과값

No	N	E	Z	R.M.S.E(mm)	구 분
244	177157.336	184513.803	9.5134	26-50	이동국
245	177175.998	184419.118	9.7901	26-50	이동국
303	177409.946	184426.854	10.000		기지국
304	177410.071	184493.771	9.9993	0-25	이동국
314	177394.000	184592.877	10.0218	251+	이동국
317	177271.368	184594.445	11.1603	0-25	이동국

다음 표는 CDMA를 이용해 체크점에 대한 RTK 측량을 수행한 성과값을 나타내고 있다. 여기서 R.M.S.E는 건물에 근접하여 선점하였기에 DOP 치수가 다소 높게 나왔다. 반면 개활지의 R.M.S.E는 0-25, 26-50 mm로 원활한 측량 작업이 수행되었음을 알 수 있다.

표 4는 도근점에 대한 정지측량 성과값과 CDMA를 이용한 RTK-GPS 성과값을 비교하였다. R.M.S.E의 값이 큰 경우에 대해 편위량이 증가함을 알 수가 있었으며, 기존 RTCM에서는 라디오 모뎀을 통한 송,수신이었기에 오차 보정량을 전송받지 못하였다. 하지만 CDMA를 이용한 RTK-GPS에서는 송,수신의 문제는 전혀 없었다.

표 4. 정지측량과 RTK 성과값 비교

No	$\Delta N$	$\Delta E$	구 분
244	0.166	0.004	26-50
245	0.145	0.057	26-50
303	0		
304	0.030	-0.016	0-25
314	0.064	-0.049	251+
317	0.018	-0.039	0-25

그림 6. N축에 대한 편위 그래프

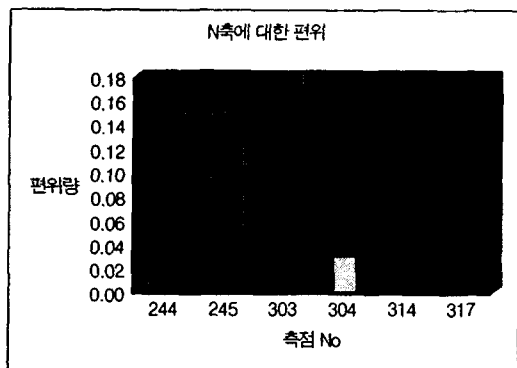


그림 7. E축에 대한 편위 그래프

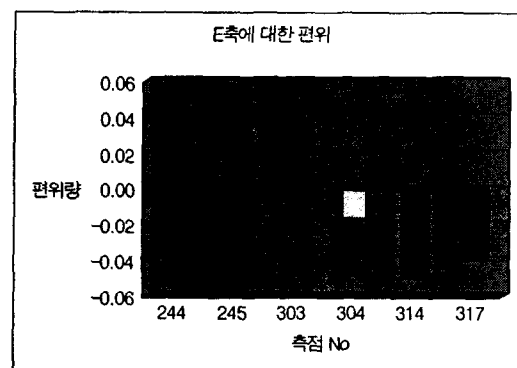


그림 6은 CDMA로 취득한 궤적을 나타낸 그림이다. 여기서 붉은 색은 정지 측량으로 수행한 값을 도해한 것이다. 궤적은 도로의 보차도 경계선을 순항하였으며, 데이터 취득 간격은 5초로 설정하였다. 인접 건물에 대한 영향을 분석하기 위해 도로 양쪽을 왕복 횡단을 하였다.

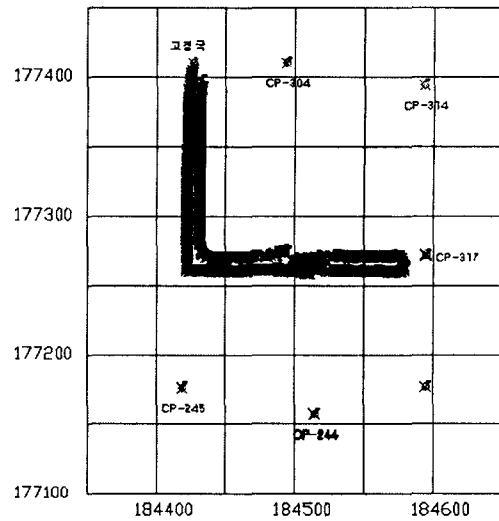


그림 8. CDMA로 취득한 궤적도

## 5. 결론

CDMA를 이용한 RTK-GPS의 결론은 다음과 같다.

1. 기존 RTCM방식에서는 전파의 직진성으로 인한 신호 차단이 있었지만, CDMA를 이용한 측량기법에서는 fixed해를 구하는데 차폐에 따른 영향은 없었다.
2. No. 244와 No. 245는 오차량 전송에 따른 문제보다는 건물에 근접해서 측점을 선정하였기 때문에 위성의 가시성과 멀티패스의 영향으로 사료된다.
3. 이동 궤적을 구한 결과 기존 RTCM 방식에서는 해를 구하지 못하지만, CDMA를 이용한 RTK에서는 원활하게 작업을 수행할 수 있었다.
4. 12 Km 이상의 거리에 대해서는 휴대폰 기지국을 통한 전송방식이므로 오차 보정량 취득에는 문제가 없었으나, 공간적 상관상의 문제로 그 값을 쓸 수가 없었다.

## 참고문헌

1. 서동주 (2002), GPS측량기법을 이용한 교량경보시스템 개발, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 20권, 제4호, pp.416
2. 박운용 외 2인 (2004), RTK GPS를 이용한 대형구조물의 실시간 경보시스템, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 22권, 제 1호, pp.12
3. 박운용 외 3인 (2001), Real-time DGPS/DGLONASS에 의한 차량의 동적위치결정에 관한 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 19권, 제 3호, pp.12