

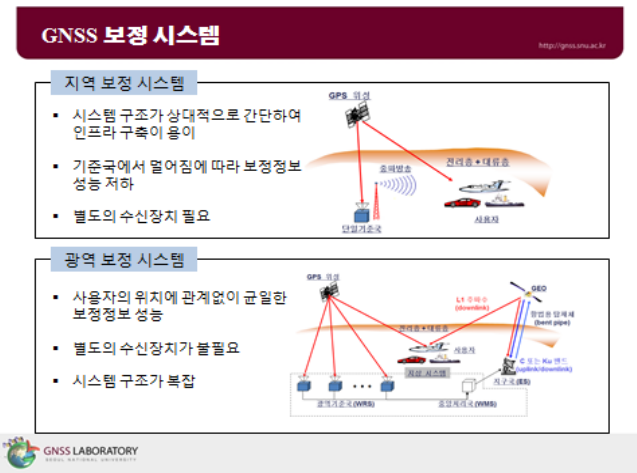
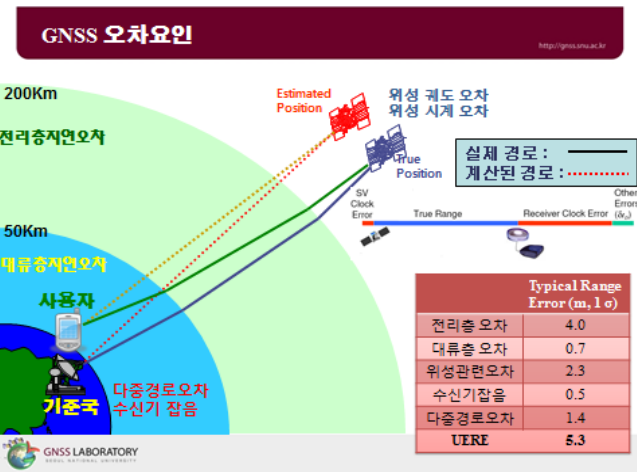
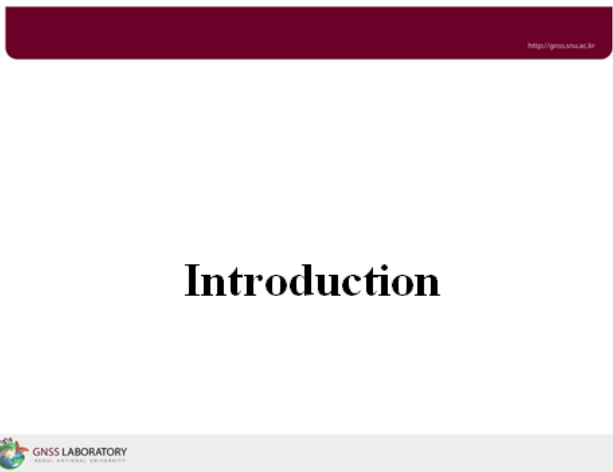
기준국 네트워크 선정에 따른 GNSS 광역보정시스템 성능 분석

† 한덕화 · 윤호 · 기창돈

† 서울대학교 기계항공공학부 항공우주신기술 연구소

요 약 : GPS 신호에는 여러 가지 오차가 포함되어 사용자가 이를 그대로 이용할 경우 높은 정확도의 위치를 얻을 수 없다. 따라서 신호의 오차를 제거하고 높은 위치 정확도를 얻기 위하여 여러 가지 보정시스템들이 개발되어왔다. 그 중에서 광역보정시스템은 여러 개의 기준국 네트워크로부터 데이터를 수집하여 3차원 위성궤도 오차, 위성 시계오차, 서비스 지역의 전리층 지연 오차를 추정하여 사용자에게 보정정보를 제공한다. 사용자는 보정정보를 수신하여 자신의 위치에 맞는 오차정보를 계산하여 정확도를 높일 수 있다. 이러한 광역보정시스템의 성능은 기준국의 배치에 따라 차이를 보일 수 있으므로 적절한 기준국 선정에 위해서는 기준국 네트워크 변화에 따른 성능 분석이 필수적이다. 본 논문에서는 국토해양부 NDGPS 기준국 중에서 후보군을 선정할 후 시뮬레이션을 통하여 기준국 네트워크 변화에 따른 사용자 정확도, 가용성을 분석하였다. 그리고 실제 기준국에서 수집된 측정치를 처리하여 성능분석을 수행하였다.

핵심용어 : GPS, 광역보정시스템, 위성궤도오차, 전리층지연;



† 교신저자 연희원 gksejrghk@snu.ac.kr

중앙처리국 핵심 알고리즘

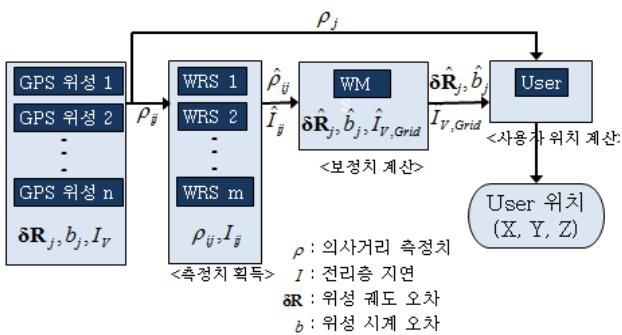
3차원 위성 궤도 오차 및 시계 오차 추정

- 미지수와 측정치/알고 있는 값으로 분리
- 각 위성(m개) 및 기준국(n개)에 대한 측정치

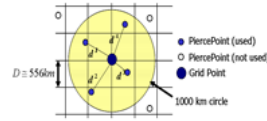
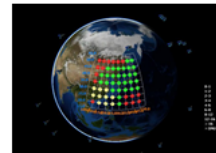
$$\begin{aligned}
 e_{11} \cdot \delta \mathbf{R}_1^T - b_1 + B_1 &= \rho_{11} - e_{11} \cdot (\mathbf{R}_1 - \mathbf{S}_1)^T \\
 e_{12} \cdot \delta \mathbf{R}_2^T - b_2 + B_1 &= \rho_{12} - e_{12} \cdot (\mathbf{R}_2 - \mathbf{S}_1)^T \\
 &\vdots \\
 e_{2m} \cdot \delta \mathbf{R}_m^T - b_m + B_n &= \rho_{2m} - e_{2m} \cdot (\mathbf{R}_m - \mathbf{S}_n)^T
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z &= HX + v \\
 X &= [\delta \mathbf{R}^T \ b^T \ B^T]^T
 \end{aligned}$$

광역보정 시스템 데이터 처리 흐름도



수직 전리층 지연 추정



가중치 보간법

$$I_{Grid, V} = \frac{\sum_{j=1}^n [I_{PiercePoint, V}^j \cdot w_j]}{\sum_{j=1}^n w_j}$$

$I_{Grid, V}$: 격자점에서 추정된 수직전리층 지연
 $I_{PiercePoint, V}^j$: 수직 전리층 지연 측정치
 w_j : 각 측정치에 대한 가중치

$$w_j = \left(\frac{d_j}{r_0} \right)^2$$

$$d_j = \cos^2 \left[\pi \cdot (d_j / 2D)^2 \right]$$

d_j : 격자점과 측정치 사이의 거리
 r_0 : 측정치 표준편차

3차원 위성 궤도 오차 및 시계 오차 추정

- i번째 WRS에서 받은 j번째 위성의 의사거리
 - 전리층 지연은 이중 주파수 수신기를 이용하여 제거
 - 대류층 지연은 적절한 모델링을 통해 제거

$$\begin{aligned}
 \rho_{ij} &= \mathbf{D}_{ij} \cdot \mathbf{e}_{ij} - b_j + B_i + v_{ij} \\
 &= \left[(\mathbf{R}_j + \delta \mathbf{R}_j) - \mathbf{S}_i \right] \cdot \mathbf{e}_{ij} - b_j + B_i + v_{ij}
 \end{aligned}$$

- ρ_{ij} : i번째 WRS에서 받은 j번째 위성의 의사거리
- \mathbf{D}_{ij} : i번째 WRS에서부터 j번째 위성까지의 거리 벡터
- \mathbf{e}_{ij} : i번째 WRS에서부터 j번째 위성까지의 방향 벡터
- \mathbf{R}_j : GPS 항법 message로 계산한 j번째 위성의 위치
- $\delta \mathbf{R}_j$: j번째 위성의 궤도 오차 벡터
- \mathbf{S}_i : 측정치를 통해 알고 있는 i번째 WRS의 위치
- b_j : j번째 위성의 시계 오차
- B_i : i번째 WRS의 시계 오차
- v_{ij} : 전리층이나 대류층에 대한 모델링 오차가 포함된 측정 잔음

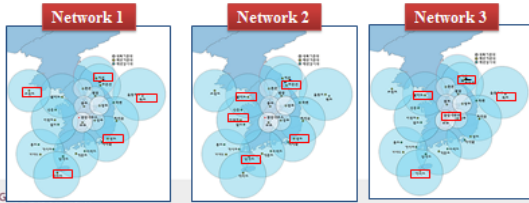
시뮬레이션 결과

광역사용자 성능 분석 시뮬레이션

<http://gnss.ums.ac.kr>

시뮬레이션 시나리오

- 24시간
- 측정치 생성
 - 위성 궤도 생성
 - 전리층 지연 오차 (IONEX)
 - 대류층 지연 오차 (Hopfield model)
- 기준국 네트워크
 - > 1: 기하학적 분포
 - > 2: 접근성
 - > 3: 현재 최신 수신기 보유
- 모든 기준국 측정치 품질은 동일하다고 가정



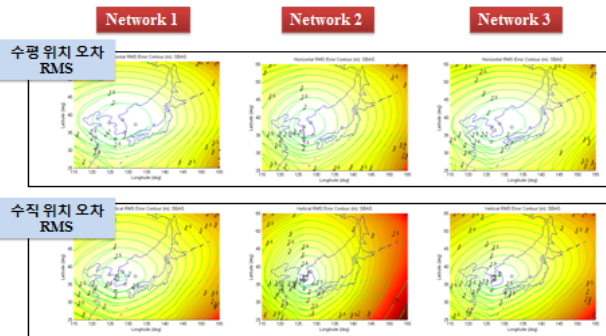
Conclusion

<http://gnss.ums.ac.kr>

- 광역 보정 시스템 핵심 알고리즘 구현
- 기준국 네트워크 후보군 선정
- 기준국 네트워크 변화에 따른 위치 정확성, 가용성 분석
 - 기준국 네트워크에 따라서 성능의 변화가 나타남을 확인
 - 기준국이 넓게 분포할수록 성능 개선
 - 네트워크 3
 - 최신형 수신기를 보유
 - 네트워크 1에 비해 크게 떨어지지 않는 성능
 - 최적의 기준국 네트워크로 판단

위치 정확도 분석

<http://gnss.ums.ac.kr>



가용성 분석

<http://gnss.ums.ac.kr>

