

사용자 위치 측위 성능 향상을 위한 오픈소스 프로그램 성능 개선 알고리즘에 대한 연구

차윤호, 임철순, 박병운*

*세종대학교

ckdbsglh1141m@sju.ac.kr, csleem@sju.ac.kr, *byungwoon@sejong.ac.kr

A Study on the Performance Improvement Algorithm of Open-Source Program for the User Positioning Performance Improvement

Cha Yun Ho, Lim Cheol Soon, Park Byung Woon*

*Sejong Univ.

요 약

본 논문은 오픈소스 프로그램인 RTKLIB-2.4.3ver의 RTK 성능 향상을 위한 두가지 개선 알고리즘을 제안하고, 해당 알고리즘을 적용하지 않은 RTKLIB-2.4.3v 및 타 RTK 수신기들과 다양한 환경에서 성능 비교 실험을 통해 제안하는 알고리즘의 실효성을 검증하였다.

I. 서 론

RTK(Real-Time Kinematic)은 위성기반의 사용자 위치 측위 기법 중 하나로, 위성 신호 중 반송파 측정치의 미지정수를 실시간으로 추정 및 결정하여 지상 기준국 기준 사용자의 상대 위치를 cm 급으로 결정하는 고정밀 상대측위 기법이다. RTK 기법은 사용자의 관측데이터를 기준국 및 위성과의 이중 차분을 통해 거의 모든 공통 오차를 소거한 후, 반송파 측정치에 포함된 미지정수 오차를 추정한다. RTK 기법의 구체적인 알고리즘은 2006년 일본의 동경대학교에서 개발한 RTK 기법을 지원하는 오픈소스 프로그램인 RTKLIB와 그 소스코드가 공개되며 잘 알려지게 되었다.[1] 그러나 이 프로그램의 성능은 기존의 상용 수신기와 비교하여 실제 사용자에게 적용하기에는 부족함을 확인하였으며, 이에 본 연구에서는 이 프로그램의 성능 향상을 위한 두가지의 개선 제안 알고리즘을 제안하고, 실험을 통해 제안된 알고리즘의 실효성을 검증하였으며, 상용 수신기와 성능 비교를 통해 제안된 알고리즘의 성능을 평가하였다.

II. RTKLIB 성능 개선 제안 알고리즘

본 연구에서는 PAR(Partial Ambiguity Resolution) 알고리즘과 미지정수 해 검사(Fixed Solution Check) 알고리즘을 제안한다.

기존의 RTKLIB는 가용한 모든 위성을 이용하여 미지정수를 결정하는 FAR(Full Ambiguity Resolution) 알고리즘을 이용한다. 그러나 RTK 기법은 이중 차분의 과정을 수행하므로, 미지정수 추정시의 위성 간 상관성이 매우 높으며, 이로 인해 특정 위성의 측정치에 문제가 있는 경우 정상적인 위성의 미지정수 결정에도 영향을 주어 전체적인 미지정수 결정 성능이 저하된다. 본

연구에서 제안한 PAR 알고리즘은 FAR 기반 미지정수 결정이 실패할 경우, 가용한 위성중 일부만을 사용하여 다시 미지정수를 결정하는 과정을 포함한다.

기존의 RTKLIB는 LAMBDA 기반의 미지정수 결정 방법을 이용하기 때문에, 여러 미지정수 조합 후보군 중 잔차가 가장 작은 조합이 미지정수 참값일 확률이 높다는 가정하에 미지정수를 결정한다. 그러나 앞서 기술한 바와 같이 미지정수 자체가 잘못 결정될 가능성이 있고, 잘못 결정된 미지정수가 유효성 검사를 통과하는 경우가 발생할 수 있으며, 이는 위치 해의 신뢰성(integrity) 측면에서 매우 심각한 문제를 초래할 수 있다. 본 연구에서 제안하는 미지정수 해 검사 알고리즘은, 기존의 RTKLIB fixed solution의 신뢰성 개선을 위해 이전에 결정된 미지정수해와 현재 미지정수해의 잔차 비율을 비교하여 임계값을 초과할 경우, 현재 미지정수에 문제가 있다고 가정하여 이전의 미지정수해를 이용하여 구한 위치를 출력하는 과정을 포함한다.

III. 알고리즘 검증 실험 구성 및 실험 결과

본 연구에서는 제안된 알고리즘을 검증하기 위해서 개활지 정적실험, 개활지 동적실험, 도심지 동적실험 총 3가지 시나리오를 구성하고 실험을 진행하였다.

개활지 정적실험은 국토지리정보원 수원기준국을 기준국으로 지정하여 세종대학교 충무관 옥상 안테나의 위치를 측정하였으며, 이때 기선거리는 약 31km로 일반적인 RTK 기선거리(10km 이내)보다 매우 멀게 설정하였다.[2] 실험 결과 미지정수 결정 성능이 기존 1.1%에서 98.2%로 대폭 상승하였으며, 측위 정확도는 수직 RMS 오차가 약 5cm 수준으로 기존 대비 약 75% 감소한 것을 확인하였다.



그림 1. 개활지 동적 실험 전경 및 채적

개활지 동적실험은 경기도 시흥시에 위치한 갯골생태공원 주차장에서 시속 약 20km/h의 속도로 약 45 분간 원형 궤적을 주행하였으며, 이때 RTK 기준국의 위치는 실험의 시작점으로 설정하며, 국토지리정보원 VRS 에서 제공하는 보정정보를 이용하였다. 또한 채택된 산출은 상용 GNSS 정밀 후처리 소프트웨어인 TBC(Trimble Business Center)를 이용하였다. 실험 결과 미지정수 결정 성능이 기존 88.9%에서 100%로 상승하였으며, 측위 정확도는 기존의 프로그램이 미지정수 결정에 실패하여 수십 cm 수준의 오차가 발생한 반면, 제안된 알고리즘을 적용하면 실험 전 구간 측위 오차가 5cm 미만으로 유지됨을 확인하였다.

도심지 동적실험은 서울 시내 고속화도로 (강변북로 및 올림픽대로)와 도심지를 약 77 분간(1 차: 32 분, 2 차: 45 분) 주행하였으며 RTK 기준국은 용산 기준국으로 설정하여 기선거리를 11km 이내로 유지하였다. 이때 채택된 산출 방법은 상용 정밀 관성 센서(SBG-Ellipse)의 GNSS/INS 후처리 결합 소프트웨어를 이용하였다.

1 차 실험(강변북로) 결과 미지정수 결정 성능은 기존 81.25%에서 91.75%로 개선되었으나, 상용 저가형 수신기인 Ublox-f9p 의 96.26%에는 미치지 못하는 것을 확인하였다. 또한 제안된 알고리즘을 적용한 경우 미지정수 결정에 성공한 구간에서의 성능은 기존의 프로그램 및 상용 수신기와 성능의 차이가 mm 수준으로 미미하나, 미지정수 결정에 실패한 구간을 포함하면 수직 RMS 및 95% 오차가 각각 약 0.2m, 0.3m 수준으로 상용 수신기(약 0.1m)의 성능에 미치지 못하는 것을 확인하였다.

2 차 실험(올림픽대로) 결과 미지정수 결정 성능은 기존 62.86%에서 74.09%로 개선되었으나, 상용 저가형 수신기인 Ublox-f9p 의 95.02%에는 미치지 못하는 것을 확인하였다. 또한 제안된 알고리즘을 적용한 경우 미지정수 결정에 성공한 구간에서의 성능은 기존의 프로그램 및 상용 수신기와 성능의 차이가 최대 1~2cm 수준으로 미미하나, 미지정수 결정에 실패한 구간을 포함하면 기존의 프로그램 대비 성능의 개선을 확인할 수 있으나, 여전히 상용 수신기의 성능 수준에 도달하지 못하는 것을 확인하였다.

IV. 결론

본 연구에서는 RTKLIB 의 RTK 성능을 향상시키기 위한 두가지 알고리즘을 제안하고, 실험을 통해 그 실효성을 검증하였다. 실험 결과 제안된 알고리즘은 기존의 RTKLIB 의 RTK 성능을 매우 효과적으로 개선할 수 있는 것을 확인하였으나, 기존의 수신기들과 비교하여 여전히 부족한 성능을 보임을 확인하였다. 향후 RTKLIB 의 성능을 더욱 개선시키기 위해서 강력한 dynamic 필터를 설계하고, 실시간으로 잘못 정해진 미지정수를 재결정하는 알고리즘 등을 추가하여

RTKLIB 의 성능을 상용 수신기와 비슷한 수준으로 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022 년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 미래우주교육센터 (2022M1A3C2074404, 미래우주항법 및 위성기술 연구센터)의 지원과 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단, 무인이동체원천기술개발사업단의 지원을 받아 무인이동체원천기술개발사업을 통해 수행되었음(No. 2020M3C1C1A01086407)

참 고 문 헌

- [1] Tomoji, T. 2013, RTKLIB ver. 2.4.2 Manual, (http://www.rtklib.com/prog/manual_2.4.2.pdf).
- [2] Byungwoon, P. "Study on reducing temporal and spatial decorrelation effect in GNSS augmentation system: consideration of the correction message standardization." PH. D dissertation, Seoul National University Graduate School, Seoul, 2008