

PPP-AR ve RT-PPP Tekniklerinin Yakınsama Süresi Üzerinden İncelenmesi

Analysis of PPP-AR and RT-PPP Techniques over Convergence Time

Furkan KARLITEPE^{✉,1}, Bahattin ERDOĞAN²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fak. Harita Mühendisliği Bölüm Başkanlığı, Merkez/TOKAT

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Esenler/İSTANBUL

✉ furkan.karlitepe@gop.edu.tr

Özet

Modern çağın gereksinimleri doğrultusunda, günümüzde yüksek konum hassasiyeti ve bu konuma hızlı yakınsama konularında araştırmalar yapılmaktadır. Konum belirlemede RT-PPP (Real Time Precise Point Positioning) ve PPP-AR (Precise Point Positioning- Ambiguity Resolution) tekniklerindeki hızlı gelişmelere bağlı olarak araştırmacılar bu iki tekniğe yoğunlaşmıştır. RT-PPP tekniğinde cm mertebesinde konum elde edebilmek için ihtiyaç duyulan yakınsama süresi araştırılan konulardan en önemlisidir. Bu teknikte yakınsama süresinin kısalması için RTCM-SSR (State Space Representation) mesajları ile uydu yörünge saat kombine ürünleri kullanılır. RTCM-SSR mesajları hem yörünge saat bilgisi hem de faz bias'ları yardımıyla konum doğruluğuna ve yakınsama süresine katkı sağlamaktadır. PPP-AR tekniğinde ise yörünge ve saat bilgisi uluslararası ağ istasyonlarından ölçü sonrası hesaplanarak çözüme dahil edilir. Bunun için PPP-AR'da günlük FCB (Fractional Cycle Bias) ürünleri yayınlanmaktadır.

Bu çalışmada 29 Eylül 2022 tarihinde yerel saat ile 13:00-16:00 zaman aralığında DLF1 ve GOPE istasyonlarında GPS-GLONASS uyduları ile BNC v2.12.18 yazılımı üzerinden RT-PPP ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Gerçek zamanlı ölçümlerde yörünge saat ürünü olarak SSRC00BKG0 tercih edilmiştir. Bu yörünge saat ürünü, almış olduğu 1265 mesaj ürünü ile GPS faz bias ürünlerine, 1266 mesaj ürünü ile GLONASS faz bias ürünlerine ait düzeltmeleri gerçek zamanlı olarak sağlamaktadır. PPP-AR tekniğinde ise aynı gün ve saat diliminde GRG ve WHU servislerinin üretmiş olduğu FCB ürünleri sırasıyla 4 ve 6 adet kombine faz ölçülerinin bias'larını sağlamaktadır. Buna göre öncelikle PPP-AR tekniğinde GRG ve WHU servislerinin sağlamış olduğu bias'lar kullanılarak yakınsama süreleri epok sayısı ve konum hassasiyetleri n, e, u (north, east, up) koordinatları üzerinden karşılaştırılmıştır. n, e ve u koordinatlarına ulaşabilmek için IGS'in (International GNSS Service) haftalık istasyon koordinatları referans alınmıştır. Ardından RT-PPP tekniğinin PPP-AR' a göre yakınsama süresi ve konum hassasiyetleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan analizlere göre GRG ve WHU servisleri sağlamış oldukları bias'lar sayesinde n, e ve u koordinatlarında ilk 50 epok için 0.05 m yakınsama sağlarken; gerçek zamanda bias çözümü için kullanılan 1265 ve 1266 RTCM mesajları ile bu yakınsama hassasiyetine ilk 200 epoktan sonra ulaşılabilmiştir. Bununla birlikte her üç alternatif gözlem (RT-PPP, PPP-AR/GRG, PPP-AR/WHU) için tam sayı belirsizliği çözümü sağlandıktan sonra; RT-PPP için n, e ve u koordinatlarının standart sapma değerleri sırasıyla 0.211 m, 0.130 m, 0.252 m, PPP-AR/GRG için n, e ve u koordinatlarının standart sapma değerleri sırasıyla 0.004 m, 0.010 m, 0.007 m ve PPP-AR/WHU için n, e ve u koordinatlarının standart sapma değerleri sırasıyla 0.004 m, 0.009 m, 0.008 m olarak bulunmuştur. Bu karşılaştırmadan yola çıkarak PPP-AR tekniğinin geliştirilen farklı servisleri yakınsama süresi ve konum hassasiyetleri yönünden oldukça başarılı iken servislerin kullanmış oldukları bias hesaplama yöntemleri geliştirilerek daha iyi sonuçlara ulaşılabilir. RT-PPP tekniği tam sayı belirsizliğini çözdükten sonra dm hassasiyetinde konum üretebilirken, yakınsama süresi yönünden RTCM-SSR mesajlarının gelişim süreci henüz hedeflenen sürelerle ulaştığı söylenemez.

Anahtar Kelimeler: RT-PPP, PPP-AR, IGS, RTCM-SSR

Abstract

Depending on the needs of the modern age, nowadays, high precise positioning and rapid convergence time are carried out. Due to the rapid developments in RT-PPP (Real Time Precise Point Positioning) and PPP-AR (Precise Point Positioning- Ambiguity Resolution) techniques, researchers have focused on these two techniques. In the RT-PPP technique, the convergence time for cm precision is one of the most important subject. In this technique, satellite orbital clock combined products are used with RTCM-

SSR (State Space Representation) messages to shorten the convergence time. RTCM-SSR messages contribute to position accuracy and convergence time by providing both orbital clock information and phase biases. In the PPP-AR technique, the orbit and clock information that are used in the solution are calculated from the international network stations. The FCB (Fractional Cycle Bias) products for PPP-AR are published daily.

In this study, RT-PPP measurements were carried out for the DLF1 and GOPE stations at the 13:00-16:00 (local time) time interval on September 29th, 2022 with GPS-GLONASS satellites and using BNC v2.12.18 software. SSR00BKG0 is preferred as the orbital clock product for real time measurement. This orbital clock product provides real-time corrections in 1265 message products for GPS phase bias products, and 1266 message products for GLONASS phase bias products. In PPP-AR technique, FCB products produced by GRG and WHU services on the same days and time period provide biases of 4 and 6 combined phase measurements, respectively. First of all, in the PPP-AR technique, the biases provided by the GRG and WHU services were used to compare the convergence times, epoch number and positioning accuracy over n, e, u (north, east, up) coordinates. Weekly station coordinates of IGS (International GNSS Service) were taken as reference coordinates in order to determine the n, e, u coordinates. Then, the convergence time and positioning sensitivities of the RT-PPP technique compared to the PPP-AR technique were examined. According to the analyzes made within the scope of the study, thanks to the biases provided by the GRG and WHU services, they provide 0.05 m convergence for the first 50 epochs in n, e and u coordinates; 1265 and 1266 RTCM messages delivered for real-time bias resolutions achieved this convergence precision after the first 200 epochs. Moreover, after implementing the integer ambiguity solution for all three techniques (RT-PPP, PPP-AR/GRG, PPP-AR/WHU), the standard deviations of n, e, u coordinates are 0.211 m, 0.130 m and 0.252 m; 0.004 m, 0.010 m, and 0.007; 0.004 m, 0.009 m, and 0.008 m, for RT-PPP, PPP-AR/GRG and PPP-AR/WHU respectively. Based on these results, while the different services developed by the PPP-AR technique are quite successful in terms of convergence time and positioning accuracy, better results can be achieved by developing the bias calculation methods used by the services. While the RT-PPP technique can produce dm positioning precision after solving the integer ambiguity, it cannot be said that it reaches the desired results in terms of convergence time.

Keywords: RT-PPP, PPP-AR, IGS, RTCM-SSR