



Akıllı Telefonların Kinematik Konum Belirleme Performansının Araştırılması

Investigation of Kinematic Positioning Performance of Smartphones

Berkay Bahadır^{1,✉}

¹Hacettepe Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 06800, Çankaya, Ankara

✉berkaybahadir@hacettepe.edu.tr

Özet

2016 yılında Android telefonlara ait ham GNSS (Global Navigation Satellite Systems) gözlem verilerinin kullanıcılarla paylaşılmaya başlanmasıyla birlikte akıllı telefonlarla konum belirleme uygulamaları GNSS kullanıcıları arasında oldukça ilgi çeken bir konu olmuştur. Bunun temel nedeni mevcut GNSS pazarının büyük bir bölümünü halen cep telefonu ve akıllı cihazlardaki GNSS alıcılarının oluşturmasıdır. Ancak, çift-frekanslı GNSS alıcısı bulunduran yeni nesil telefon modelleri olsa dahi mevcut akıllı telefonların önemli bir kısmı tek-frekanslı kod gözlemlerini kaydedebilen görece daha düşük maliyetli GNSS alıcılarına sahiptir. Dolayısıyla akıllı telefonlar ile yüksek konum doğruluğuna erişmek kendine has problemleri nedeniyle oldukça zor ve ileri düzey işleme teknikleri gerektiren bir konudur. Bu nedenle son yıllarda PPP (Precise Point Positioning), RTK (Real-time Kinematic), kısa baz çözümlerini içeren rölatif teknikler başta olmak üzere akıllı telefonların konum belirleme performansını iyileştirmek amacıyla birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın temel amacı da akıllı telefonlar ile gerçek-zamanlı kinematik konum belirleme performansının araştırılmasıdır. Bu çalışmada Google GNSS ekibi tarafından Android cihazlar kullanılarak toplanan ve araştırmacıların kendi algoritmalarını denemeleri için paylaşılan GNSS veri seti kullanılmıştır. İlgili veri seti 14 Mayıs 2020'de San Francisco'da bulunan bir otoyolda hareketli bir araç üzerine yerleştirilmiş Pixel 4 marka akıllı telefondan elde edilen ham GNSS verisini içermektedir. İlgili telefon GPS, GLONASS ve Galileo uydularına ait gözlemleri 1 saniye aralıkla kaydedebilen çoklu-GNSS bir alıcıya sahiptir. Buna ek olarak veri setinde harici bir INS (Inertial Navigation System) ile belirlenmiş ve kontrol için kullanılabilecek akıllı telefona ait referans konum bilgisi de sunulmaktadır. Çalışma kapsamında ilgili veri seti tek-frekanslı kod gözlemleri kullanılacak şekilde GPS, GLONASS ve Galileo sistemlerinin tekli çözümleri ve hepsinin dahil edildiği çoklu-GNSS çözümü olmak üzere toplamda 4 farklı senaryoda kinematik modda işlenmiştir. Çözümlerde uydu yörünge ve saat hatalarını gidermek için Wuhan Üniversitesi analiz merkezi (WHU) tarafından sağlanan ultra-hızlı (ultra-rapid) ürünlerin kullanıldığı gelişmiş bir işlem stratejisi kullanılmıştır. Bu ürünlerin en büyük özelliği tahmini uydu yörünge ve saat bilgilerini içerdiği için gerçek-zamanlı uygulamalarda herhangi bir harici bağlantı gerektirmeden kullanılabilir olmasıdır. Sonuçlar, GPS, GLONASS ve Galileo çözümlerinin 5,613, 10,103 ve 3,552 m yatay konum doğruluğu sağlayabildiğini göstermektedir. Düşeyde ise ilgili çözümler sırasıyla 6,891, 14,512 ve 6,688 m konum doğruluğuna sahiptir. Sonuçlardan gerek yatayda gerekse düşeyde Galileo çözümünün diğer sistem çözümlerine kıyasla çok daha iyi konum belirleme performansına sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca çoklu-GNSS çözümünden yatay ve düşey bileşenler için elde edilen konum doğruluğu sırasıyla 2,865 ve 3,760 m olarak hesap edilmiştir. Bu sonuçlar çoklu-GNSS çözümünün kullanılması durumunda akıllı telefonlar ile çok daha yüksek konum doğruluğu elde edilebileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: GNSS, Hassas Konumlama, Akıllı Telefonlar, Gerçek-zamanlı

Abstract

With initializing the share of raw GNSS (Global Navigation Satellite System) observation data of Android smartphones with users, the positioning applications with smartphones have been a topic attracting interest within the GNSS users. Its main reason is that GNSS receivers in smartphones and other smart devices still comprise the vast majority of the current GNSS market. However, a significant portion of existing smartphones contains relatively low-cost GNSS receivers that can collect single-frequency code observations only, while there exist some new-generation smartphone models with dual-frequency GNSS receivers. Therefore, achieving high positioning accuracy with smartphones is a rough topic that requires advanced processing techniques because of its specific restrictions. Hence, several



studies, including especially PPP (Precise Point Positioning), RTK (Real-time Kinematic), and relative positioning techniques that contain the short baseline solutions have been done to improve the positioning performance of smartphones. The main objective of this study is to investigate the performance of real-time kinematic positioning with smartphones. The GNSS dataset collected by the Google GNSS team with Android devices and provided for researchers to evaluate their algorithms has been used in this study. The related dataset includes the raw GNSS data acquired from the Pixel 4 smartphone placed on a vehicle moving along a highway in the US San Francisco on May 14, 2020. The smartphone has a multi-GNSS receiver that can collect GPS, GLONASS, and Galileo observations with a sampling interval of 1 second. In addition, the dataset provides the ground truth information for the smartphone obtained from an external INS (Inertial Navigation System), and it can be used for the performance assessment. As a part of this study, the related dataset was processed in kinematic mode using single-frequency code observations at four different scenarios, including single-system solutions of GPS, GLONASS, and Galileo in addition to their multi-GNSS solution. An advanced processing strategy, where ultra-rapid products generated by the Wuhan University analysis center (WHU) are utilized to mitigate satellite orbit and clock errors, was employed in the GNSS solutions. The main feature of these products is that they can be used in real-time applications without an external connection since they include the predicted satellite orbit and clock errors. The results indicated that GPS, GLONASS, and Galileo solutions provide horizontal positioning accuracies of 5.613, 10.103 and 3.552 m, respectively. Also, the corresponding solutions have positioning accuracies of 6.891, 14.512 and 6.688 m vertically. It can be seen from the results that the Galileo solution provides considerably better positioning performance for both horizontal and vertical components when compared with other single-system solutions. Besides, the positioning accuracies obtained from the multi-GNSS solution are computed as 2.865 and 3.760 m for horizontal and vertical components, respectively. The results revealed that substantially higher positioning accuracy could be acquired with smartphones when the multi-GNSS solution is employed.

Keywords: *GNSS, Precise Positioning, Smartphones, Real-time*