

LiDAR Uygulamalarında 3B jeodezik Dönüşümler İçin Farklı Yöntemlerin Kullanımı

Using Different Methods for 3D Geodetic Transformations in LiDAR Applications

Ramazan Alper KUÇAK^{1,✉}, Ahmet Emin KARKINLI¹

¹Niğde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Geomatics Engineering Department, Central Campus, 51240, Niğde /TURKEY;
✉akucak@ohu.edu.tr

Özet

Mühendislik uygulamalarında birçok önemli alanda jeodeziden yararlanıldığı, gerçekleştirilen çalışmalarla görülmektedir. LiDAR (Light Detection and Ranging) uygulamaları da jeodezinin yoğun bir şekilde ihtiyaç duyulduğu bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte özellikle, LiDAR verilerinin değerlendirilmesi ve doğru bir 3B model elde edilebilmesi için yapılan 3B dönüşüm uygulamalarında, parametrelerin doğru bir şekilde hesaplanması çok önemli bir konudur. Diğer mühendislik uygulamalarında da, 3B datum dönüşümleri birçok mühendislik problemine çözüm getirirken, diğer yandan birçok problem ile de karşı karşıya kalınan ve kapsamlı ele alınması gereken bir konudur. Jeodezik olarak, koordinat dönüşümlerinin sonucundan beklenen en önemli özellik doğruluktur. Dönüşümün doğruluğu, dönüşümde kullanılacak eşlenik nokta sayısına ve bu noktaların yüzeye dağılımına, seçilen dönüşüm metodu ve dengeleme modeline bağlı olduğu gibi dönüşüm yapılacak alanın büyüklüğüne de bağlıdır. Bu yaklaşımla, mühendislik uygulamalarında genellikle 3B Helmert olarak da bilinen, yedi parametrelilik benzerlik dönüşümü yaygın olarak kullanılmaktadır. Benzerlik dönüşümü ile yapılan koordinat dönüşümü, şekil koruyan bir dönüşümdür ve dönüşüm sonrası şekil, ölçek oranında büyür ya da küçülür. Bu dönüşümde kullanılan parametreler bir datumu belirleyen parametreler ile aynıdır. 3B dönüşümde kullanılan bu parametreler; üç öteleme, üç dönüklük ve bir ölçek olmak üzere yedi adettir. Bu çalışmada da, Geomatik Mühendisliği uygulama alanlarından biri olan LiDAR verilerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan, 3B Helmert dönüşümü temel alınarak farklı yöntemler ile dönüşüm parametrelerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; 3B Helmert Bursa-wolf modeli temel alınmıştır ve dönüşüm parametreleri, tekil değer yaklaşımı (TDA) ve Diferansiyel Gelişim (DG) modelleri kullanılarak elde edilmiştir. Bu modellerden hesaplanan parametreler ve doğrulukları birbiri ile karşılaştırılarak, ilgili modeller değerlendirilmiştir. Tekil değer ayrıştırması (TDA) yöntemi büyük boyuttaki veri kümeleri için boyut azaltmak için kullanılan bir yöntemdir. Doğrusal sistemleri çarpanlara ayırmayı sağlayan bu yöntem matrisleri bir vektör uzayı oluşturmak için ayrıştırmaktadır. Diferansiyel Gelişim (DG) algoritması ise, Price ve Storn tarafından 1995 yılında geliştirilmiş, özellikle doğrusal olmayan problemlerde tercih edilen, işleyiş itibarıyla genetik algoritma temelli sezgisel bir optimizasyon tekniğidir. Yapılan çalışmada, 3B Helmert bursa-wolf modeli ile elde edilen 7 parametre ve karesel ortalama hatası (KOH), diğer algoritmalar TDA ve DG ile elde edilen 7 parametre ve KOH ile karşılaştırılarak, değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, DG ve Bursa-wolf modeli ile elde edilen parametrelerin yakın olduğu, TDA ile elde edilen parametrelerden ötelemelerde ve 1 adet dönüklük değerinde farklılık olduğu, gözlemlenmiştir. KOH değerleri ise, Bursa-wolf modelinde 0.0206 m, TDA ile 0.0311 m ve DG ile 0.0148 m olarak hesaplanmıştır. Parametreler ve dönüştürülmüş koordinat değerleri kıyaslandığında, DG ile daha doğru sonuçların elde edildiği görülmüştür. TDA algoritmasında ise özellikle öteleme ve ölçek değerlerinde, istenilen doğruluklara ulaşılamamıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, LiDAR verilerinden 3B modellerin elde edilmesi aşamasında kullanılan 3B dönüşümlerde, DG algoritmasının yeterli doğruluk ile kullanılabilmesi; fakat TDA yönteminin kullanılmasında parametreler hatalı elde edildiği için istenilen 3B dönüşümün doğru bir şekilde yapılamayacağı sonucuna varılmıştır. Sonraki çalışmalarda; TDA ile daha fazla nokta kümesi ile dönüşüm parametreleri elde edilecektir ve bu yaklaşımın, TDA'nın 3B Helmert dönüşümündeki doğruluğunu artırabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, DG algoritması ile elde edilen sonuçların; LiDAR ve diğer mühendislik uygulamalarında, 3B dönüşüm problemlerinde rahatlıkla kullanılabilmesi ve birçok probleme çözüm getireceği bu çalışmadaki sonuçlar ile desteklenerek, gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3B Helmert, 3B Dönüşüm, LiDAR, TDA, DG, Bursa-Wolf

Abstract

It is seen from the studies carried out that geodesy is used in many essential areas of engineering applications. For example, LiDAR (Light Detection and Ranging) applications are also an application field where geodesy is needed intensely. With the development of technology, it is crucial to calculate the parameters correctly, especially in 3D transformation applications for evaluating LiDAR data and obtaining an accurate 3D model. In other engineering applications, while 3D datum transformations provide solutions to many engineering problems, on the other hand, it is a subject that is faced with many problems and needs to be dealt with comprehensively. Geodesically, accuracy is an essential property expected from coordinate transformations. The accuracy of the transformation depends on the number of conjugate points to be used in the transformation and the distribution of these points on the surface, the selected transformation method and adjustment model, and the size of the area to be transformed. With this approach, seven-parameter similarity transformation, also known as 3D Helmert, is widely used in engineering applications. Coordinate transformation with similarity transformation is a shape-preserving transformation, and after transformation, the shape grows or shrinks in scale. The parameters used in this transformation are the same parameters that determine data. These parameters used in 3D transformation are three translations, three rotations, and a scale. This study aims to obtain transformation parameters with different methods based on the 3D Helmert transformation, which is widely used in the evaluation of LiDAR data, which is one of the application areas of Geomatics Engineering. For this purpose, it is based on the 3D Helmert Bursa-wolf model, and the transformation parameters are obtained using the singular value decomposition (SVD) and Differential Evaluation (DE) models. The parameters calculated from these models and their accuracy were compared, and the relevant models were evaluated. The singular value decomposition (SVD) method reduces large datasets' size. This method, which enables linear factor systems, creates a vector space by decomposing matrices. On the other hand, the differential Evaluation (DE) algorithm is a genetic algorithm-based heuristic optimization technique developed by Price and Storn in 1995 and preferred especially for nonlinear problems. The study evaluated seven parameters obtained with the 3D Helmert bursa-wolf model and root mean square error (RMSE) by comparing seven parameters obtained with RMSE and other algorithms SVD and DE. As a result of the evaluation, it was seen that the parameters obtained with DE and Bursa-wolf model were close to each other, and there was a difference in translation and one rotation value from the parameters obtained with SVD. RMSE values were calculated as 0.0206 m in the Bursa-wolf model, 0.0311 m in SVD, and 0.0148 m in DE. When the parameters and the transformed coordinate values were compared, it was seen that more accurate results were obtained with DE. However, the desired accuracy could not be obtained in the SVD algorithm, especially in the translations and scale values. According to the results obtained in this study, the DE algorithm can be used with sufficient accuracy in 3D transformations used in the process of obtaining 3D models from LiDAR data; however, it was concluded that the desired 3D transformation could not be performed correctly because the parameters were obtained incorrectly in the use of the SVD method. In later studies, transformation parameters will be obtained with more point sets by the SVD method, and it is thought that this approach can increase the accuracy of SVD in 3D Helmert transformations. The results obtained with the DE algorithm; Supported by this study, it has been observed that it can be easily used in LiDAR and other engineering applications and 3D transformation problems and will provide a solution to many geodetic problems.

Keywords: 3D Helmert, 3D Transformation, LiDAR, SVD, DE, Bursa-Wolf