

SAYISAL ARAZİ MODELLERİNİN KARAYOLU PROJELERİNDEKİ HACİM HESAPLARINA ETKİSİ

M. DOĞRULUK¹, A. CEYLAN²

¹ Hacettepe Üniversitesi, Polatlı Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Harita ve Kadastro Programı, Ankara, mehmet.dogruluk@hacettepe.edu.tr

² Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, Konya, aceylan@selcuk.edu.tr

Özet

Karayolu projelerinde yapılacak toprak işleri, yapım maliyetlerini doğrudan etkiler. Bu nedenle yapılacak toprak işi miktarının bilinmesi gerekir. Bu amaçla yapılan hacim hesapları Sayısal Arazi Modeli (SAM) ile kolaylıkla yapılabilmekte, hesaplamalar olası güzergah seçenekleri için ayrı ayrı yapılarak sonuçlar klasik yöntemlere göre daha etkin bir biçimde analiz edilebilmektedir. SAM ile yapılan hacim hesaplarında, kazılan ve doldurulan bölgeler birer yüzey olarak temsil edilir. Özellikle araziyi temsil eden yüzeyin nokta sayısının fazla olması arazi yüzeyinin daha duyarlı temsil edilmesini ve hacim hesabının gerçeğe yakın sonuç vermesini sağlar. Bu amaçla yapılan nokta sıklaştırmaları, farklı hesaplama algoritmalarına sahip enterpolasyon fonksiyonları ile yapılabilir. Ancak farklı hesaplama algoritmaları ile üretilen yüzey noktalarının araziyi temsil yeteneği de farklı olacaktır.

Bu çalışmada belirlenen bir karayolu koridoru için SAM oluşturulmuş ve bu sayede karayolu projelendirmesi yapılmıştır. Ayrıca farklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak oluşturulan arazi yüzeyleri ile proje kotlarını ifade eden yüzey arasındaki hacim hesabı SAM ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Kriging yöntemi ile oluşturulan yüzey, istatistiksel olarak arazi ile en uyumlu sonuçları vermiştir ($\pm 0,148m$). Ayrıca arazi ile iyi uyum gösteren yüzeyler ile projelendirme yüzeyi arasında yapılan hacim hesap sonuçlarına göre %1'in altındaki bağıl doğrulukla hacim hesabı yapılabildiği görülmüştür. Tüm bu sonuçlar farklı enterpolasyon algoritmalarının yüzeylerin araziyi temsil etme yeteneğini etkilediği göstermektedir. Bununla beraber araziyi iyi temsil eden yüzeyler ile yapılan hacim hesaplarının daha doğru sonuçlar verdiğini görülmektedir.

Anahtar kelimeler : Sayısal arazi modeli, enterpolasyon yöntemleri, kriging, variogram, hacim hesabı, karayolu koridoru

THE EFFECT OF DIGITAL TERRAIN MODELS ON VOLUME COMPUTATION AT HIGHWAY PROJECT

Abstract

HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum,

Amount of volume effects directly coast of construction of highway project. Therefore we need to know amount of volume. Volume computation for this purpose can be made easily with DTM. It can be obtained for each alternative route and results can be analyzed effectively with respect to traditional methods by using DTM. Excavated and filled areas are represented as surfaces which consist of surface points. The number of reference points effects representation of the terrain surface. For this purpose, point densifications can be made with different interpolation methods which have different calculation algorithm. The points generated by different computational algorithms will have different ability to represent the terrain surface.

In this study, a digital terrain model was generated to represent a part of terrain corridor. The highway project was also designed by DTM. Terrain surfaces were created by using different interpolation methods with the combination project surface. Furthermore, volume computation was maintained between terrain surfaces and project surface. According to the results, statistically, the most appropriate surface was created by using Kriging method ($\pm 0,148m$). Additionally, volume computation was performed with an relative accuracy less than %1. All of results indicates that the selected interpolation methods affected the ability of representation of the terrain surface.

Keywords: Digital terrain model, interpolation methods, kriging, variogram, volume computation, highway corridor.

1. Yöntem

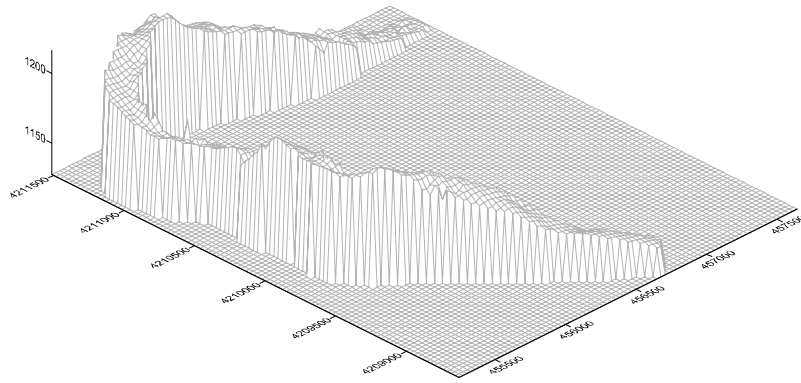
Bu çalışmada yaklaşık 5,3 km uzunluğunda ve ortalama 200 m genişliğindeki bir arazi koridoru uygulama bölgesi olarak seçilmiştir. Belirlenen karayolu geçki koridoru için altlık olarak kullanılmak üzere 4338 adet dayanak noktası kullanılmıştır. Dağınık yapıdaki dayanak noktalarının konum bileşenleri (x,y,z) gerçek zamanlı kinematik ölçü yöntemi (RTK) ile toplanmıştır. Dayanak noktaları yardımı ile arazi koridorunu temsil etmek üzere SAM oluşturulmuştur. SAM ile farklı enterpolasyon yöntemleri ve üç farklı örnekleme aralığı (5,15 ve 30m) kullanılarak arazi koridorunu temsil eden yüzey verileri elde edilmiştir. Farklı örnekleme aralığı ve enterpolasyon yöntemleri ile oluşturulan yüzeylerin dayanak noktaları ile uyumu çakışma artıkları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Diğer taraftan geçki koridoru için 12 m platform genişliğine sahip ve karayolu tasarım kriterlerine uygun nitelikte iki şeritli bir karayolu projesi tasarlanmış ve platformu ifade eden bir yüzey oluşturulmuştur. Araziyi istatistiksel olarak iyi temsil eden farklı yüzeyin her biri ile platformu ifade eden yüzeyin enkesitleri oluşturulmuş ve her bir arazi yüzey için ayrı ayrı olmak üzere paralel kesitler yöntemine göre hacim hesapları yapılmıştır. Son olarak ise hacim hesap sonuçlarının kıyaslaması yapılmıştır.

Karayolu koridorunun projelendirilmesi, hacim hesapları ve hacim hesaplarında kullanılan yüzeyler Netcad 5.1 yazılımında oluşturulmuştur. Arazi yüzeyini temsil eden yüzey noktaları ve perspektif görüntüler Surfer 9 yazılımında çizilmiştir. Ayrıca histogram çizimi ve bazı istatistik değerlendirmeler Grapher 9 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Veri dağılım testleri ve çizimleri için ise Minitab 16 yazılımı kullanılmıştır.

2. Sonuç ve Öneriler

Enterpolasyon sonuçlarının genel değerlendirmesi yapıldığında; Kriging yönteminin en iyi KOH değeri ($\pm 0,148$ m) ile en doğru sonucu verdiği belirlenmiştir. Ayrıca Modified Shepard's ve Uzunluk temelli fonksiyonlar yöntemlerinin de arazi koridorunu Kriging yöntemine yakın bir duyarlılıkta temsil edebildiği görülmüştür ($\pm 0,160$ m ve $\pm 0,152$ m). Kriging yöntemde, çakışma artıklarının % 71'lik kısmı (2144 nokta) $\pm 0,050$ m aralığındadır. Çakışma artıklarının % 98'i (2940 nokta) ise $\pm 0,500$ m aralığında bulunmaktadır.

Uygulamanın hacim hesapları kısmında arazi koridorunu temsil eden farklı yüzeyin her biri ile platformu ifade eden üst yüzeyin enkesitleri oluşturulmuş ve her bir arazi yüzey için ayrı ayrı olmak üzere paralel kesitler yöntemine göre hacim hesapları yapılmıştır. Elde edilen hacim sonuçlarına göre; kullanılan enterpolasyon yöntemine bağlı olarak farklı hacim hesabı sonuçları elde edilmiştir. Kriging Yöntemi ile elde edilen hacim hesabının referans(doğru) olduğu kabulüne göre, Modified Shepard's ve Uzunluk temelli fonksiyonlar yöntemleri ile yapılan toprak işi hacim hesaplarının % 1'in altındaki hata oranıyla hesaplanabildiği görülmektedir.



şekil. 2.1. Kriging yöntemi ile elde edilen perspektif görüntü

Mühendislik projelerinde toprak işleri sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Toprak işlerinin maliyetinin doğru belirlenmesi ise hem projelendirme aşamasında hem de projenin uygulanması aşamasında büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle araziyi temsil eden verilerin doğru toplanması gerektiği kadar, hacim hesaplarının da doğru yapılması gerekir. Özellikle hacim hesabında kullanılan yüzeyler oluşturulurken enterpolasyon yöntemlerinin iyi belirlenmesi gerektiği açıkça görülmektedir. Hacim hesabı yapmadan önce bilgisayar ortamında oluşturulan yüzeyin araziye ne ölçüde temsil ettiğinin kontrol edilmesi bu açıdan faydalı olacaktır. Kriging Yöntemi güçlü bir veri modelleme algoritmasına sahip bir yöntemdir ve yüzey elde etmede iyi sonuç vermiştir. Bu çalışmada koridor şeklinde seyreden arazileri iyi temsil eden yüzeyler ile yapılan hacim hesaplarının daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

Kaynaklar

Aıköz, M., 2002, İzmit Deprem Anı Yer Değiştirmelerinin Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul

Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum

- Alkanalka, E., 2005, Kestirim Metodlarının Sayısal Yükseklik Modeli Üzerindeki Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 14-15
- Basso, K., De Avila Zingano P. R., Dal Sasso Freitas, C. M., 1999, Interpolation of Scattered Data: Investigating Alternatives for the Modified Shepard Method, *Computer Graphics and Image Processing, Proceedings XII Brazilian Symposium*, Brazil, 39-47
- Carlson, R. E. and Foley, T. A., 1991, The Parameter R^2 in Multiquadric İnterpolation, *Computers & Mathematics with Applications*, vol. 21, no 9, 29-42
- Dressler, M., 2009, Art of Surface Interpolation, Kunštát, [online], <http://m.dressler.web.cz/AOSIM.pdf>, [16 Kasım 2012]
- El Sheimy, N., Valeo, C. and Habib, A., 2005, Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation And Applications, *Artech House*, Boston, 2-18
- Franke, R., and Nielson, G., 1980, Smooth Interpolation of Large Sets of Scattered Data, [online], <http://archive.org/stream/smoothinterpolat00fran#page/n1/mode/2up>, [25 Ocak 2013]
- Genceli, M., 2007, Tek Değişkenli Dağılımlar İçin Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors ve Shaphiro-Wilk Normallik Testleri, *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Dergisi*, Cilt 25, Sayı 4, 306-328
- Golden Software, Surfer 9 Programı Yardım Menüü
- Isaaks, E. H., Srivastava, R. M. 1989, *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, 561
- Journel, A.G. and Huijbregts, C.H.J., 1978, *Mining Geostatistics*, Academic Press, London
- Koparan C. Y., 2006, Karayolu Projelendirilmesinde Kullanılan Grafik Tasarım Programlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, 16-40
- Liu, K., Sessions J., 1993, Preliminary Planning of Road Systems Using Digital Terrain Models, *Journal of Forest Engineering*, volume 4, number 2, 27-32
- Louie, J. N., 2001, Surfer Gridding (Golden Software), [online], <http://crack.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/333/contour/surfer.pdf>, [25 Şubat 2013]
- Renka, R. J., 1988, Multivariate Interpolation of Large Sets of Scattered Data, *Association for Computing Machinery (ACM) Transactions on Mathematical Software*, 14, 2, 139-148
- Smith, W. H. F. and Wessel, P., 1990, Griding with Continuous Curvature Splines in Tension, *Geophysics*, 55, 3, 293-305
- Soycan, A. ve Soycan, M., 2002, Yol Projelerinde Sayısal Arazi Modellerinin Kullanılması, *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği öğretiminde 30.yıl Sempozyumu*, Konya, 495-504

- Tercan, A. E., Saraç, C., 1998, Maden Yataklarının Değerlendirilmesinde Jeostatistiksel Yöntemler, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 21-26
- Topaloğlu, V., 2007, Yapay Sınır Ağları İle Dalga Yüksekliği Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 17
- Yanalak, M., 1991, Sayısal Arazi Modelleri ve Kullanılan Enterpolasyon Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 14-19
- Yanalak, M., 1997, Sayısal Arazi Modellerinden Hacim Hesaplarında En Uygun Enterpolasyon Yönteminin Araştırılması, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3-54
- Yang, C. S., Kao, S. P., Lee, F. B., Hung, P. S., 2004, Twelve Different İnterpolation Methods: A Case Study of Surfer 8.0, *Proceedings of The XXth ISPRS Congress*, İstanbul, 778-785
- Yaprak, S., 2007, Kriging Yönteminin Geoit Yüzeyi Modellemesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması ve Varolan Yöntemlerle Karşılaştırılması, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 31-35