

BİNA EĞİK ÇATILARININ YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ RENKLİ-KIZILÖTESİ GÖRÜNTÜLERDEN ÜRETİLEN YOĞUN NOKTA BULUTLARINDAN OTOMATİK ÇIKARILMASI

H. ACAR¹, M. ÖZTÜRK², F. KARSLI¹, M. DİHKAN¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon,
h_acar@ktu.edu.tr, fkarsli@ktu.edu.tr, mdihkan@ktu.edu.tr

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Trabzon,
mehmetozturk@ktu.edu.tr

Özet

3B şehir modellerinin otomatik üretilmesi ve bunların güncel tutulması birçok disiplin için önemli konulardandır. 3B şehir modelinin hızlı ve otomatik şekilde üretilmesi modeli oluşturan detaylara (bina, bitki örtüsü, yol vb.) bağlıdır. Günümüzde, sayısal yükseklik modeli ve 3B şehir model detaylarının oluşturulması için havadan lazerle tarama sistemleri ve görüntüleme teknolojileri tercih edilmektedir.

Bu çalışma, yüksek çözünürlüklü renkli-kızılötesi fotogrametrik görüntülerin SGM (Semi Global Matching) algoritması ile eşleştirilmesi sonucunda elde edilen yoğun nokta bulutlarından bitki örtüsü ve eğik çatıların otomatik olarak çıkartılmasını sunmaktadır. SGM ile 3B renkli nokta bulutunun oluşturulabilmesi için Vaihingen Veri Setinden (ISPRS Projesi, tarihi binaları, yolları ve bitki örtüsünü içeren bir bölge) yüksek çözünürlüklü (GSD 8 cm) renkli-kızılötesi görüntüler kullanılmıştır.

Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır; ilk olarak 3B renkli-kızılötesi nokta bulutu içerisinde NDVI maskesi kullanılarak bitki örtüsü tespit edilmiştir. Daha sonra zemine ait noktalar Progressive TIN Densification (Aşamalı düzensiz uçgen yoğunlaştırma) algoritması ile bitki örtüsü noktaları elimine edilerek 3B nokta bulutu içerisinde tespit edilmiştir. Son aşamada ise, eğik çatı yüzeyleri, bitki örtüsü ve zemin elimine edilmiş son 3B nokta bulutu içerisinde Rastgele Örnek Uzlaşımı (RANSAC) kullanılarak tespit edilmiştir. Sonuçlar algoritmanın otomatik eğik çatı yüzeylerini çıkartmada başarılı olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Bina çıkarımı, eğik çatı noktaları, yoğun görüntü eşleştirme

AUTOMATIC EXTRACTION OF BUILDING OBLIQUE ROOF FROM DENSE IMAGE MATCHING POINT CLOUDS WITH HIGH RESOLUTION COLOUR-INFRARED IMAGES

Abstract

Automatic creation of the 3D city models and keeping up to date are important topics in many disciplines. Generating the 3D city models quickly and automatically depends on producing some of models' details (buildings, vegetation, roads etc.) and digital elevation model. Nowadays, the aerial laser scanner system and the aerial imaging technologies are preferred for collection of the digital elevation models and 3D city model details.

HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
8. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
19-21 Ekim 2016, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

This paper presents an automatic detection technique for extraction of building oblique roof and vegetation from dense image matching point clouds by Semi Global Matching (SGM) algorithm applied on high resolution colour-infrared (CIR) digital aerial images. The high resolution (GSD 8 cm) colour-infrared images from Vaihingen-Data Set (ISPRS benchmark Project, consisting of historic buildings with roads and trees) were used for producing the coloured 3D point clouds by SGM.

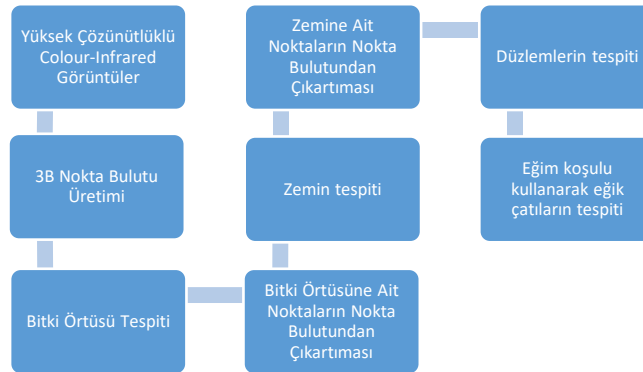
The study consists of three steps; firstly, the vegetation points were detected by using NDVI mask from the infrared-coloured 3D point clouds. Then, the bare-earth points were extracted by Progressive TIN densification algorithm from the 3D point clouds that have been eliminated the vegetation points. As a final step, the oblique roof planes were obtained by Random Sample Consensus (RANSAC) from the latest point cloud without the vegetation and the bare-earth points. The results show that the algorithm is successful for automatic extraction of oblique roof planes.

Keywords: Building extraction; oblique roof points; dense image matching.

1. Yöntem

Çalışmanın ilk aşamasında yoğun nokta bulutu verisinin üretilmesi amacıyla çeşitli görüntü eşleştirme yazılımlarından (VisualSFM, Agisoft Photoscan, nFrame Sure vs.) faydalanılmıştır. Bu programlar yardımıyla iç ve dış yöneltme parametreleri bilinen görüntüler eşleştirilerek neredeyse her bir piksele 3B koordinat değeri atanmıştır. Söz konusu programlarla ilgili geçmişte yapılmış çalışmalar (Remondino vd., 2013, Ahmadabadian vd., 2013) değerlendirilerek çeşitli kriterlere göre performansı öne çıkanlar test aşamasında kullanılmıştır. Yapılan testlerde zaman ve elde edilen 3B nokta miktarı kriterlerine göre en iyi sonucun SGM (Semi Global Matching) algoritmasını kullanan nFrames Sure yazılımı ile elde edildiği tespit edilmiştir. SGM görüntüleri piksel bazında eşleştirerek, eşleşen her bir piksele 3B koordinat değeri üretebilme imkânı sunmaktadır (Hirschmüller, 2008).

Sure Programı ile elde edilen nokta bulutları için MATLAB ortamında renk bilgisi ve binaların oluşturduğu yüzeyler gibi çeşitli geometrik koşullar dikkate alınarak bitki örtüsü ve eğik bina çatıları çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışmaya ilişkin işlem adımları aşağıda belirtilmiştir (Şekil 1.).



Şekil 1. İşlem aşamaları

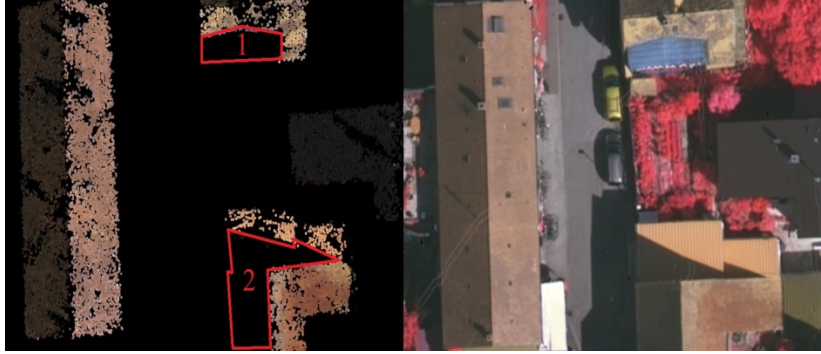
İlk aşamada üretilen nokta bulutu içerisinde yakın kızıl ötesi bant değerleri dikkate alınarak hesaplanan bitki örtüsü indeksi ($NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$) ile bitki örtüsüne ait pikseller büyük oranda tespit edilmiştir. Tespit edilen yeşil alanlara ait noktalar renk değerleri ve 3B konum bilgisi yardımıyla ayrıştırılarak bitki örtüsünün belirlenmesi sağlanmıştır. Bitki örtüsü verilerinin çalışmaya devam edilecek nokta bulutu verisi içerisinde çıkartılması yoluyla toplam nokta miktarı düşürülerek eğik bina çatı çıkarımı aşamasında veri hacmi azaltılmaktadır.

Bitki örtüsüne ait noktaların elimine edilmesinin ardından geriye kalan insan yapımı objeler ve bitki örtüsü içermeyen alanlara ilişkin nokta bulutu içinden Progressive TIN densification algoritması kullanılarak zemine ait noktalar tespit edilmiştir. Bu işlemin ardından zemine ait noktalar da nokta bulutu verilerinden çıkartılmıştır. Büyük oranda arındırılmış nokta bulutu içerisinde düzlemleri temsil eden noktalar iterasyon ile RANSAC algoritması kullanılarak tespit edilmiştir (Tomasi ve Kanade, 1991).

En son aşamada bitki ve zemin haricinde binalara ait düzlem noktaları tespit edilmiştir. Bununla birlikte az miktarda temizlenemeyen zemin ve bitki örtüsüne ait noktaların oluşturduğu düzlemler de tespit edilmiştir. Bu aşamada sadece eğimli düzlemlerin çıkartılabilmesi için nokta yoğunluğu ve %25 eğim koşulu konularak zemine paralel olan diğer bütün düzlemler elenerek sadece eğimli çatılar çıkartılmıştır. Çeşitli geometrik şekillere dayanan insan yapımı yapıları oluşturan düzlemlerin tespit edilebilmesi yapının harita üzerinde temsil ettiği alanı belirlemek anlamına gelmektedir.

2. Tartışma

Bu çalışmada lazer tarama verisi olmaksızın yüksek çözünürlüklü renkli-kızılötesi görüntülerin eşleştirilmesiyle üretilen nokta bulutu üzerinden sadece eğik çatılara ait noktaların çıkartılması irdelenmiştir. Çalışma alanındaki yoğun binaların birbirleri üzerine düşen gölgeleri, yüksek bitki örtüsünün oluşturduğu gölgeler ve çatıların eğimsiz parçaları bazı bölümlerde piksellerin eşleşmemesinden ötürü boşluklar oluşmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Çatılardaki boşluklar (1. Düz çatı parçası, 2. Diğer binanın çatı üzerine düşen gölgesi)

Gölgelerin en az olduğu şartlarda yüksek çözünürlüklü görüntülerin daha yüksek bindirme ile temin edilmesi durumunda gölge sebebiyle ortaya çıkan boşlukların azalacağı düşünülmektedir. Boşluklarla birlikte tespit edilen eğik çatı düzlemlerinin temsil ettiği noktalar aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4.).



Şekil 4. Eğik çatı noktaları

2. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışma sonucunda lazer tarama teknolojisine alternatif olarak yüksek çözünürlüklü ve bindirmeli görüntüler kullanılarak çalışma bölgesine ait 3B nokta bulutu verisi üretilmiştir. Bu veri içerisinde bitki ve zemine ait noktalar eleminde edilerek geriye kalan noktalar içerisinde eğik çatı düzlemleri otomatik olarak çıkartılmıştır.

Gölge, bitki ve eğik çatıların bazı eğimsiz parçalarından ötürü eğik çatı düzlemlerinde boşluklar meydana getirdiği görülmüştür. Otomatik olarak çıkartılan eğik bina çatılarının normal bina çatıları ile birlikte çıkartılması 3B şehir modelleri için gereklidir.

Sonraki çalışmalarda eğik olmayan bina çatılarının da otomatik olarak çıkartılması ve elde edilen bütün çatı düzlemleri ile çalışma bölgesine ait prototip 3B şehir modellerinin yüksek doğrulukta oluşturulması planlanmaktadır.

Kaynaklar

A.H. Ahmadabadian, S. Robson, J. Boehma, M. Shortis, K. Wenzel, D. Fritsch. A comparison of dense matching algorithms for scaled surface reconstruction using stereo camera rigs. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 78 (2013), pp. 157–167

Hirschmüller, H., 2008. Stereo processing by semi-global matching and mutual information. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(2), pp. 328-41.

Remondino, F., Spera, M.G., Nocerino, E., Menna, F., Nex, F., Gonizzi-Barsanti, S., Dense image matching: Comparisons and analyses, *Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)*, 2013, vol. 1, pp.47-54, doi: 10.1109/DigitalHeritage.2013.6743712

Tomasi, C.; Kanade, T., 1991. “Detection and Tracking of Point Features”, Carnegie Mellon University Technical Report, CMU-CS-91-132.