

FOTOGRAMETRİ VE LASER TARAMA

Sıtkı Küllür

ÖZET

Cisimlerin üç boyutlu geometrisinin belirlenmesi fotogrametrik olarak çok resim kullanımı ile jeodezik ölçme yöntemlerinin bir kombinasyonu olarak gerçekleştirilmektedir. Gelişmekte olan ve bugün artık güçlü bir biçimde piyasaya giren 3D Laser tarayıcılar jeodezik ve fotogrametrik yöntemlere etkili bir alternatif olarak gösterilmektedir. Laser tarama tekniklerinin fotogrametrik yöntemler ile entegre edilmesi gündeme gelmektedir. Bu çalışmada laser Tarama teknikleri, uygulama alanları incelenerek, fotogrametrik yöntemler ile karşılaştırılması yapılarak 3D Geometri belirlenmesinde etkili yöntemlerin kullanımı anlatılmaktadır.

ABSTRACT

PHOTOGRAMMETRY AND LASERSCANNING

The 3D geometry of the complex shaped objects are determined today by means of photogrammetric methods using the combination of multy image and geodetic measurement methods. The developing 3D laser scanning techniques are seeming today as powerfull and efficient alternatives to replace geodetic and photogrammetric methods. Effords are given to integrate Laser Scanner methods with the photogrammetric methods. By this study, the laser scanning techniques and their application fields are analysed and efficient methods to obtain 3D Geometry comparing with the photogrammetric methods are explained.

1. GİRİŞ

Karışık yapıdaki cisimlerin üç boyutlu geometrik yapısı fotogrametrik olarak çok resim kullanımı ile jeodezik ölçme yöntemlerinin bir kombinasyonu olarak gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler esnasında cismin yapısının karışıklığına ve kullanılan ölçme yöntemine bağlı olarak epey bir zaman kaybı olmaktadır. 15 yıldır gelişmekte bulunan ve bugün güçlü bir biçimde piyasaya giren 3D Laser tarayıcılar jeodezik ve fotogrametrik yöntemlere etkili alternatif olarak gösterilmektedir. Kısa sürede tüm alanı kapsayan çok sayıda üç boyutlu ölçme noktasını işaretleme yapmadan elde etme özelliği mimarlıkta, tarihi eserlerin korunması ve dokü-

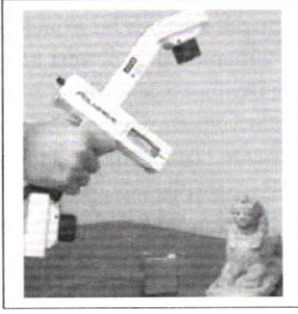
mantasyonunda, endüstri tesislerinin ölçülmesinde ve Mühendislik ölçmelerinde büyük bir uygulama potensiyeli oluşturmuştur.

3D Laser tarayıcılarının bu hızlı gelişimi birçok yeni soruyu da beraberinde getirmiştir. Laser tarama bu arada hızlı bir gelişme göstermiş olan dijital yakın Resim Fotogrametrisinin yukarda bahsedilen alanlarda yerini alacak mı? Büyük nokta kümelerinin değerlendirmesinde yazılımlar hangi olanakları ve sınırlamaları getiriyorlar? Bağımsız olarak elde edilen nokta kümeleri birbirlerine göre nasıl yönlendirilir? Laser tarayıcılarının doğruluk dereceleri nelerdir ve nasıl tahmin edilir? Laser tarama ve fotogrametri birbirleri ile anlamlı bir biçimde bir araya getirilebilirler mi? Tüm bu ve buna benzer soruların cevapları verilmeye çalışılmakta ve laser taramanın ölçme yöntemleri içinde önemli bir yer alması beklenmektedir.

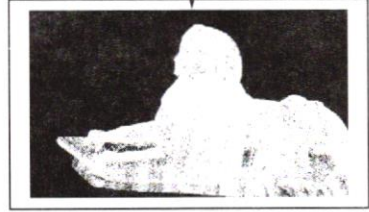
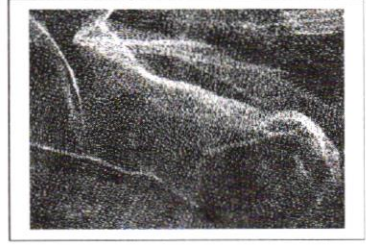
2. GENEL ESASLAR

Tarama kavramı bugün için birçok teknik alanda farklı alet ve yöntemlerle uygulanmaktadır. Genel olarak tarama işlemi adı altında bir cisme dokunmadan onu tamamen taramak ve bu biçimde elde edilen bilgilerle bilgisayar ortamında işlem yapmak anlaşılmaktadır. Tarayıcılar tek, iki veya üç boyutlu bilgiler üreten bir Analog-Dijital Dönüştürücü olarak da ele alınabilir. Tek boyutlu taramaya örnek olarak supermarket kasalarında basılı barkodlardan elektronik kasalarda okunan fiyat bilgileri anlaşılabilir. İki boyutlu tarama ise resimlerin bilgisayarlar tarafından tanınabilen dijital biçime getirme işlemidir. Üç boyutlu tarama işlemi de artık gerçekleştirilmiş ve piyasaya sürülür duruma gelmiştir. Endüstri alanında 3D Tarayıcılar üretilen parçaların biçim kontrolünde kullanılmaktadır. Ölçme yöntemleri birbirlerinden farklılıklar göstermekte ve her seferinde ki amaca göre belirlenmektedir. Aletlerin çoğunda ışık bilgi taşıyıcı olarak en önemli rolü oynamaktadır. Işık düzenli bir raster içinde tarayıcının göndericisinden ölçülecek cisme doğru yönlendirilir. Tarayıcının alıcı düzeni içerisinde bulunan ışığa duyarlı algılayıcılar cisimden yansıyan ışığı değerlendirirler. Işık cisim geometrisine ve yansıtma özelliklerine göre saptırılır, saçılır veya başka bir biçimde değişir. Karakteristik değişimler cismin geometrisini elde etmekte kullanılır. Laser tarama yersel olarak karışık yapılı cisimlerin biçim belirlenmesi ve havadan uçağa takılarak dijital arazi modellerinin elde edilmesinde kullanılır.

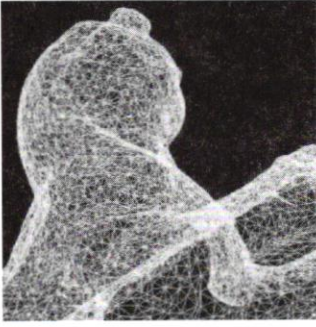
3. LASER TARAMA İLE YERSEL OLARAK KARIŞIK YAPILI CİSİMLERİN BİÇİM BELİRLENMESİ



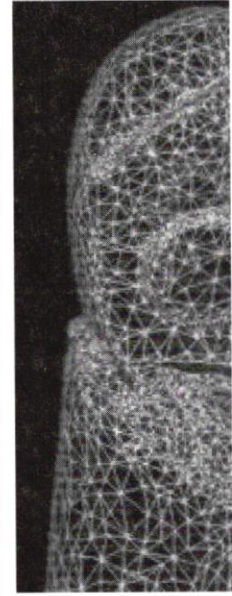
Cisim yüzeyi bir nokta kümesi olarak elde edilir.



500000 noktadan oluşan tüm nokta kümesi



Nokta kümesi bir üçgen ağına dönüştürülür.



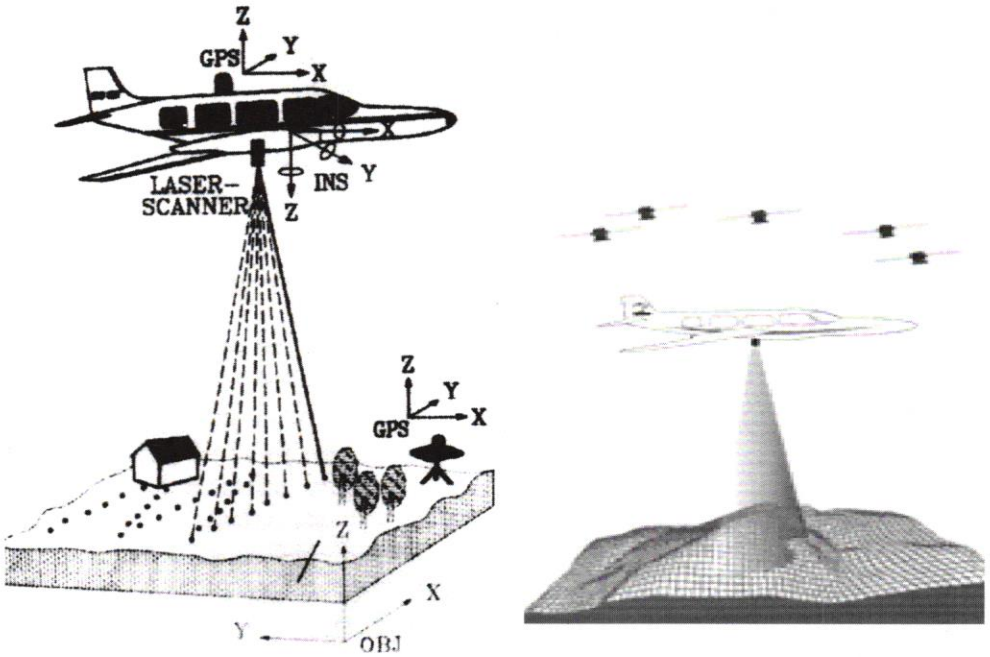
Oluşturulan ver (nokta kümesi veya ağ biçiminde) tüm uygulamalarda kullanılabilir. Bu uygulamalar animasyon, rendering veya istatistiksel uygulamalar olabilir.

4. UÇAKLARA TAKILI LASER TARAMA İLE DİJİTAL ARAZİ MODELLERİ ELDE ETME

Laser Tarama ile ölçme arazi yüzey bilgilerinin elde edilmesi için uçak destekli bir yöntemdir. Bu yöntem otomatik biçime getirilmiş bir ölçme işleminden, tamamen dijital veri kaydından ve bilgisayara dayalı bir değerlendirmeden oluşmaktadır. Uçığa yerleştirilmiş olan sistemden düzenli aralıklarla laserimpulsları gönderilir. Bu impulslar yer yüzeyinden ve üzerinde bulunan cisimlerden yansır. Laser tarama ile yapılan ölçmede laser ışını tarayıcıda döner bir ayna ile uçuş doğrultusunun eni boyunca yönlendirilerek uçuş rotası üzerinde zikzak çizgi ile tarama yapılır. Yer yüzeyine olan uzaklık ışının gidiş zamanı ile belirlenir. Çok Algılayıcı sistemi (Multisensorsystem)

- Laser tarayıcı,
- GPS alıcısı ve bir GPS yer referans noktası,
- İnertiyel navigasyon,

Düzenlerinden oluşur. (Şekil 1)



Şekil 1: Laser Tarama.

Üç boyutlu laser noktaları uzaysal vektörler ile hesaplanır. Bu vektörlerin başlangıç noktaları GPS ile, yönleri Inersiyal ölçmelerle, uzunlukları da uzaklık ölçmesi ile bulunur. başka bir biçimde ifade edileirse, Algılayıcının uzayda üç boyutlu konumu, yani dış yöneltme elemanları GPS ve Inersiyal ölçmelerden elde edilir. Böylece Laser ışınının yer yüzeyindeki her noktadaki yansımalarının konum koordinatları tarama açısı ile birlikte belirlenir. Lasertaramanın en önemli özelliği de çok kezli yansımaların ayırt edilmesidir. Tek bir laser impulsu için arazideki bitki örtüsü üzerinde birçok yansıma görülebilir.

Şekil 2: Işık impulsunun bir kısmı bitki örtüsü üzerinde yansıtılabildiği gibi, bir kısmı da arazi yüzeyine kadar inebilir ve oradan yansır.



Şekil 2: Laser ışık impulsunun bitki örtüsü üzerinde çoklu yansımaları.

4.1. LASER IŞIK IMPULSUNUN BİTKİ ÖRTÜSÜ ÜZERİNDE ÇOKLU YANSIMASI

Yeni nesil laser tarayıcılarda hem birinci yansımalar(first-pulse) hem de son yansımalar (last pulse) kaydedilebilir. Komşu noktaların yükseklik bilgilerine dayalı filtreleme algoritmaları yardımıyla elde edilen noktalar çeşitli nokta gruplarına düzenlenebilir.(sınıflandırma) Noktalar, yer noktaları diye adlandırılan en alçaktaki noktalar ve bitki örtüsü üzerindeki noktalar diye ayırt edilebilir.kural olarak en alçaktaki noktalar arazinin last pulse kaydındaki noktalarlardır.

5. FOTOGRAMETRİ

Fotogrametrik yöntemler ağırlıklı olarak ölçülecek cisimlerin geometrisinin yeniden oluşturulmasında belirli bir ölçek dahilinde küçültülmüş izdüşümleri kullanmaktadırlar. Resimler, cisimden resim çekme makinesine yansıyan doğal veya doğal olmayan ışık kaynağından çıkan görünen ışıktan oluşmaktadır. Bundan dolayı bir resim üzerinde direkt olarak cisim ge-

ometrisi değil de, cisim geometrisinin farklı malzeme özelliğinden ve cismin ışık konumundan oluşan renk farkları depolanmaktadır. Geometrik değerlendirmede ise cisim detayları bu renk farkları yardımıyla elde edilmektedir. Resimdeki her piksel cismin bir bölgesinin toplam sinyalidir. Böylece piksel çözünürlüğü direkt olarak cisim bölgesindeki çözünürlüğe bağlıdır. Laser tarama ve fotogrametri ilke olarak cisim taraması bakımından bir ayrılık göstermemektedirler. Ancak Laser tarayıcılar fotoğrafik sistemlere göre daha düşük bir tarama çözünürlüğüne sahiptirler.

5.1 DİJİTAL YAKIN RESİM FOTOGRAMETRİSİ

Dijital Yakın resim fotogrametrisi cisimlerin kısa süre içinde o anda buldukları durum içerisinde belirlenmelerini sağlar. Resimlerin sabit durak noktalarından çekilme zorunluluğu olmadığından, cismin belirlenmesi tüm yerel zorluklara rağmen mümkündür. Sonuç olarak resmi çekilen cismin bulunduğu yere bağımlı olmayan kullanılma ve değerlendirme olanağına sahip görsel bir dokümantasyonu elde edilir. Yakın resim fotogrametrisinin kullanım araçları olarak resim çekme için kamera sistemleri, değerlendirme için de özel yazılımlar gereklidir.

6. FOTOGRAMETRİ VE LASER TARAMANIN KARŞILAŞTIRILMASI

Uçağa takılı Laser Tarama araziye ait bilgileri elde etmek için geliştirilmiş çok yönlü bir otomatik yöntemdir. Bu yöntem ile veri işleme ve cisim modelleme ile yüzeyin geometrik tanımına ilişkin bilgiler elde edilir. Laser tarama artık günümüzde hava fotogrametrisine rakip olmaktadır ve fotogrametri ile özellikle dijital görüntülerden sayısal arazi Modellerinin üretilmesi konusunda karşılaştırılabilir. Otomasyona yönelik her iki yöntemde sonuçlar geometriktir ve yüksek prezisyonlu Sayısal Arazi Modellerinde benzer doğruluk derecelerine ulaşırlar. Her iki yöntemde de geniş araziler kolayca taranabilir, ancak fotogrametri de birim alan için uçuş süresi daha azdır. Dięer taraftan her iki yöntem arasında önemli farklar vardır. Laser tarama aktif bir sistemdir ve gece bile uygulanabilir. Arazi yüzeyi ve yüzeyi örten yapının geometrik özelliklerinden etkilenen sistem tasarımı ile belirli bir düzen içinde arazi noktalarını belirler. Otomatik veya interaktif olarak ölçülen fotogrametrik noktalar önceden belirlenmiş rijit bir örnek ile düzenlenirler. Ancak bunlar ekseriya görüntü özellik ve yapısına göre keyfi olarak seçilebilirler. Arazinin bitki örtüsü ile kaplı olması durumunda bu noktalar bu örtünün altında kalırlar, laser Tarama noktaları ise bitki örtüsünün altında veya içinde olabilir. Binalar söz konusu olunca her iki yönteminde ilaveli özellikleri vardır. Laser sistemi yüksek yoğunluklu nokta kümeleri ortaya çıkartır, ancak kırık noktaları, çatı ve benzeri özellikleri direkt olarak belirtmez. Dięer taraftan fotogrametri de görüntü hakkında bilgi vardır ve bu özellik de kırık noktaları, lineer ve üç boyutlu cisimlerin kolayca belirlenmesini sağlar. Fotogrametride binaların ve diğer insan eliyle yapılmış yapıların tanınması için gerekli tüm bilgiler bulunmaktadır.ancak, yine de görüntülerden binaların otomatik ölçülmesinde hala büyük problemler vardır.

Fotogrametrik ve Laser Tarama ile veri elde etme yöntemleri birbirleri ile karşılaştırılınca yöntemlerin birinin zayıf tarafının diğerinin güçlü tarafı olduğu ortaya çıkar. Tablo:1

	FOTOGRAMETRİ	LASER TARAMA
AVANTAJLARI	<ul style="list-style-type: none"> • Resimler basit bir biçimde yorumlanabilir ve kabul edilmiş bir dökümantasyon araçlarıdır. • Eş zamanlı veri elde edilir. • Cısmiden yansıyan ışık ölçülür. Işık kaynağı gereklidir. • Yüksek doğruluk dercesine ve çözünürlüğe sahip güvenilir bir yöntem 	<ul style="list-style-type: none"> • 1:1 ölçüğünde 3D geometri • Hızlı ve otomatik veri elde etme • Ölçme sonuçları çevredeki ışıktan bağımsızdır. • Kıs men veya otomatik değerlendirme olabilir.
DEZAVANTAJLARI	<ul style="list-style-type: none"> • Resimler basit bir biçimde yorumlanabilir ve kabul edilmiş bir dökümantasyon araçlarıdır. • Eş zamanlı veri elde edilir. • Cısmiden yansıyan ışık ölçülür. Işık kaynağı gereklidir. • Yüksek doğruluk dercesine ve çözünürlüğe sahip güvenilir bir yöntem 	<ul style="list-style-type: none"> • Renk, doku ve malzeme hakkında detay bilgi yok • Nokta kümelerinin zor veya bazen imkansız olan yorumlanması

Tablo: 1 Fotogrametri ve Laser Taramanın Karşılaştırılması.

Her iki veri elde etme yöntemi karşılaştırıldığı zaman, bu yöntemlerin birbirlerini çok iyi bir biçimde tamamladıkları ve birbirleri ile integre oldukları zaman çok etkili ve çok yönlü bir veri elde etme yöntemi oluşturacakları görülebilir.

KAYNAKLAR

- ACKERMANN,F., Airborne laser scanning—present status and future expectations, ISPRS Journal of Photogrammetry&remote Sensing 54 Sayfa 64-67, 1999
- HOSS, H., Einsatz des Laserscanner-Verfahrens beim Aufbau des Digitalen Gelände höhenmodells in Baden-Württemberg, Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation (PFG), 1997/2,S.131-142
- KERN,F.,THOMSEN,S., MITTELSTADT,D.,GAY,O., Integrierte Auswertung von Laserscanner und Bilddaten für das Facility Management, Photogrammetrie und Laserscanning Anwendung für As-Built-Dokumentation and Facility Management, Wichmann Verlag,2002, Oldenburg
- LUHMANN, T., Analoge und Digitale Aufnahmesysteme, Photogrammetrische Messtechnik in der Ingenieur-vermessung, VDV Schriftenreihe Bd. 12, Verlag Chmielorz, Wiesbaden, S9-21, 1996
- NIEMEIER,W., THOMSEN,S.,SCHAFER,M.,3D Geometrie Erfassung mit terrestrischen Laserscannern, Photogrammetrie und Laserscanning Anwendung für As-Built- Dokumentation and Facility Management, Wichmann Verlag, 2002, Oldenburg.