



T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE HARMONİK ANALİZLERİ

Ali KURU

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Osman YILDIRIM

İSTANBUL - 2018



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE HARMONİK ANALİZLERİ

Ali KURU

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Osman YILDIRIM

İSTANBUL - 2018

TEZ ONAYI

T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan “*ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE HARMONİK ANALİZLERİ*” konulu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 02.02.2018 tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Danışman: Prof. Dr. Osman Yıldırım

Üye:

ONAY

Bu tez, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih vesayılı kararıyla kabul edilmiştir.

İmza

.....

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Günümüzde örgüt güvenlik iklimi, iş özerkliği, duygusal zeka, akıllı sadelik ve kişilik tipleri benzeri örgütsel değişkenler ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Tez araştırmasında bu değişkenler araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında, Duygusal Zeka, Kişilik, Akıllı Sadelik, İş Özerkliği, Örgüt İklimi değişkenlerine ilişkin olarak hastane çalışanlarının görüşlerine anket yoluyla başvurulmuştur.

Bu çalışmada, yoğun akademik çalışmalarını arasında zamanını ayırarak bana yol gösteren ve yardımcı olan tez danışmanım Prof. Dr. Osman YILDIRIM'a ilgi ve desteğinden ötürü teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmam boyunca bana destek olan aileme, yardımlarından ötürü sonsuz teşekkür ederim.

İSTANBUL, 2018

Ali KURU

BEYAN

Bu çalışmanın kendi tez çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

02.02.2018

Ali KURU

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ONAY

ÖZET

ABSTRACT

ÖNSÖZ

BEYAN

İÇİNDEKİLER

TABLO DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

SİMGELER VE KISALTMALAR

GİRİŞ

SONUÇ

KAYNAKÇA

EKLER LİSTESİ

Ek 1. Referanslar..... 76

Ek 2.Özgeçmiş 79



TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. FEMA Sonuç Tablosu	36
Tablo 2. Yönergeler	52
Tablo 1. LiDAR Özellikler Tablosu	60



ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1 – Lidar Çalışma Metodolojisi [1]
Şekil 2 – Yükseklik Referans Noktaları
Şekil 3 – Lidar Kullanım Alanları
Şekil 4 – Haritalandırmada Lidar Kullanımı
Şekil 5 – Lidar Ortam Frekans Uygulaması [5]
Şekil 6 – Orman Haritalandırma Lidar Kullanımı
Şekil 7 – Ağaç Kesimlerin Hesaplanması
Şekil 8 – Sahil Lidar 3D Haritalandırma
Şekil 9 – Lidar Ağaç & Yükseklik Algılama
Şekil 10 – Lidar Kordinat Değerleri
Şekil 11 – DSM-DEM Modelleme Teknikleri
Şekil 12 – 2D DEM Analizi
Şekil 13 – Lidar Analiz ve Derinlik Verileri
Şekil 14 – USGS DEM Kaynakları
Şekil 15 – LAS Lidar Lab Sonuçları (Z domaininde)
Şekil 16 – Derin Noktalarının Bulunması
Şekil 17 - Seviyelendirme
Şekil 18 – ASPRS Sınıflandırma Örnekleri
Şekil 19 – FEMA Sonuç Çizlegesi
Şekil 20 – Biçimlendirme Analizi
Şekil 21 – Dijital Sahil Kesiti Analizi
Şekil 22 – Lidar Yeryüzü Ölçümlendirme
Şekil 23 – Kıyı Şeridi Belirleme
Şekil 24 – Kıyı Kesimi Haritalandırma
Şekil 25 – Derinlik ve Haritalandırma
Şekil 26 – Sulan Alan Habitatı
Şekil 27 – Sualtı Bölgeleri Haritalandırma
Şekil 28 – 3D Doğrusallık
Şekil 29 – Benzerlik, Projektif ve Afin dönüşümleri
Şekil 29 – Gizli Objelerin Algılanması
Şekil 30 – 3D Modelleme ve Derinlik Haritalandırılması
Şekil 31 – Fishbone Diyagramı Akış Şeması
Şekil 32 – Windows 10 IoT Platformu
Şekil 33 – Kinect Derinlik Algılama

Şekil 34 – Lidar TF Algılama Mesafesi

Şekil 35 – TF Similasyon Arayüzü

Şekil 36 – TF Sensörü Bağlantı Şeması

Şekil 37 – Microsoft Kinect Sensör

Şekil 38 – Spectural Analiz Diyagramı

Şekil 39 - Sensör Doğruluk Oranları

Şekil 40 - 2D Kinect Görüntü Alma

Şekil 41 - Algılama Çalışmaları -1-

Şekil 42 - Algılama Çalışmaları -2-



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

LAS	: Lidar Dosya Formatı
RMSE	: Kök Ortalama Hata Oranı
FVA	: Temel Dikey Doğruluk
SVA	: Standart Dikey Doğruluk
RTK GPS	: Gerçek Zamanlı Kromatik GPS
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
DEM	: Dijital Yükseklik Modellemesi
IMU	: Yükseklik Ölçümlendirme
INS	: Yükseklik Seviyelendirme
USGS	: US Geological Survey
NED	: Yükseklik Veri Seti

BÖLÜM 1: LİDAR

Giriş

LiDAR (ışık algılama ve aralıklandırma) mesafeleri ölçmek için bir lazer kullanan uzaktan algılama yöntemidir. Işık palsları bir lazer tarayıcıdan çıkarılır ve darbe hedefe geldiğinde, fotonlarının bir kısmı tarayıcıya geri yansıtılmaktadır. Tarayıcının konumu, darbenin yönü ve darbe emisyonu ile geri dönüş arasındaki süre bilindiğinden darbenin yansıdığı 3D konum (XYZ koordinatları) hesaplanabilmektedir. Kullanılan Lazer Ünitesi milyonlarca ışın atım yayını (Işık demeti) üretir ve hedef alanın 3D yapısını tahmin etmek için kullanılabilen son derece kesin 3D nokta kümesi ya da bulutunu (model) üreterek yansıyan ışınları kaydetmektedir. Peki bir çok alanda kullanılan bu cihazlar nasıl kullanıldığı ve haritalandırmadan, hava tahminlemesine kadar geniş yelpazede kullanılan bu cihazların basit kullanımı ve çalışma prensipleri bu çalışma içerisinde oldukları anlatılmaktadır. İklim değişikliği, yaşam alanı yok etme ve bozulma ve kirlilik gibi tehditler her yerde bulunur ve küresel ölçekte çözümler gerektirir. Uzaktan algılama, bu sorunları global olarak haritalamakla kalmayıp aynı zamanda karşı önlemleri uygun ölçekte planlamamız için bizlere uygun bir araç sağlamaktadır.

Işık Algılama ve Aralık Modeli veya LiDAR (Light Detection and Rancing), tamamlayıcı verilerle birleştiğinde mesafeleri kaydetmek için lazerler kullanan ve bir yüzeyin 3D yapısını modellemek için kullanılabilen bir uzaktan algılama yöntemidir. 1990 yılların başından bu yana oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle kullanım alanları kara, deniz yatağı veya orman kanadı olsun gibi ortamlarda LiDAR, dahili 3D yapıyı bazı durumlarda, örneğin bitki örtüsü ve bir orman kanopisinin altındaki arazi gibi modellemek için kullanılabilir. Çeşitli avantajlara rağmen LiDAR'ın göreceli yeniliği ve algılanan teknik karmaşıklık, yaygın kullanımı için engel oluşturmaktadır. Bu çalışmanın diğer bir amacı da 3D çalışma engellerini aşmak ve LiDAR'ı koruma uygulayıcıları için daha erişilebilir kılmak için tasarlanmıştır.

Tarihçe

Lidar teknolojisi yeni değil; 40 yıl önce geliştirilmiştir. Başlangıçta atmosferde partikülleri haritalamak için kullanılmıştır. Zemin tabanlı uygulamada, havada taşınan haritalamadan çok daha az pozisyon karmaşıklığını (yani, lazerin bulunduğu konumu hareket etmedi). 1980'li yıllarda, GPS'in gelişimi, hareketli sensörler (hava yoluyla çalışan lidar) uygulamaları açtı. Batimetrik lidar aslında havada bulunan lidarın ilk kullanımlarından biriydi. Suyun yüzeyi, uçağın mutlak yerini vurgulayan bir "referans" sağlamıştır. 1990'ların başında İMU'nun gelişimi ve daha hassas doğruluklara ulaşma yeteneği görüldü. Batimetrik olmayan daha önceki havadan yapılan bazı uygulamalardan bazıları buzulların ölçülmesinde ve nasıl değiştiğindeydi. Yer temelli lidar (karasal tarama), özelliklerin ve zemin yüzeylerin üç boyutlu doğasını son derece yüksek bir doğruluk derecesine (1 sn) yoğun olarak haritalamanın bir yolu olarak da kullanılmaya başlandı.

LiDAR, havadan lazer altimetre veya havadan lazer şerit haritalama olarak da adlandırılan Lidar, çok çeşitli uygulamalar için yaygın ve yaygın bir veri katmanı olarak birçok sektörde ve geniş kapsamlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Topografik lidar verileri tipik olarak uçaklardan toplanır ve GPS ve IMU teknolojisindeki son gelişmelerden yararlanırlar. Teknik, geniş bir alan üzerinde yüksek doğrulukta yoğunluk ölçümlerinin yoğun bir takımını sağlayabilir. Lidar ağaçların arasından nüfuz edemezken, nokta kapsama alanı, çoğu ormanlık ortamdaki gölgelikteki küçük deliklerden zemin ölçümünün yapılmasına izin verecek kadar yoğundur. Geleneksel yükseklik uygulamalarının birçoğu artan bu doğruluk ve kapsamdan yararlanıyor ve zengin veri yoğunluğu ve yüksek kalite nedeniyle yeni uygulamalar mümkün hale geliyor

Derinlemesine Lidar

Light Detection and Ranging (LIDAR) ile ışık algılama ve değiştirme haritalandırma işlemleri yapılabilmektedir. Dünya'nın şekli ve yüzey özellikleri hakkında kesin ve doğrudan doğruya coğrafi olarak referanslanmış

mekansal bilgi üretmek için kabul edilen bir modelleme yöntemidir. Lidar haritalama sistemlerinde yapılan son gelişmeler ve olanak sağlayan teknolojiler, bilim insanlarını ve haritalama uzmanlarını doğal ve yapılı çevreleri geniş kapsamlı bir ölçekte daha önce hiç olmadığı kadar hassas ve esnek olarak incelemelerine olanak tanımaktadır. Son beş yılda yayınlanan raporlar, lidar verisinin kritik önemini ve değerini vurguluyor.

Lidar verilerinin alınması, işlenmesi ve uygulanması hakkında sağlıklı kararlar vermek için anlaşılması gereken birçok husus ve takaslar vardır. Bu doküman, lidar projelerinin her aşamasında karar vermeyi desteklemek için tanıtım ve genel bilgi ile birlikte derinlemesine teknik bilgiler sağlar. Burada sunulan bilgiler kapsamlı değilken, kıyı yönetimi topluluğunda tartışmanın en yaygın konularından olan teknoloji yönlerini kapsamaktadır.

Lidar, manzara, sığ su alanları ve proje alanları arasında çok yoğun ve doğru yükseklik verileri toplamak için kurulmuş bir yöntem haline gelmiştir. Bu aktif uzaktan algılama tekniği radara benzer ancak radyo dalgaları yerine lazer ışığı darbeleri kullanır. Lidar, tipik olarak "geniş bir alana yayılır" veya hızlı alanlar toplamak için uçaklardan toplanabilmektedir (Şekil 1). Lidar ayrıca yeryüzündeki sabit ve hareketli platformlardan toplanmaktadır. Bu toplama teknikleri, son derece yüksek hassasiyetler ve nokta yoğunlukları üretebildikleri, bu sayede demiryollarının, yol yollarının, köprülerin, binaların, dalgakıranlar ve diğer alanların hassas, gerçekçi, üç boyutlu temsillerinin geliştirilmesine olanak tanıdığı için, ölçüm ve mühendislik toplulukları arasında popülerdir. kıyı yapıları[1].

Elevarasyon verisinin lidar kullanılarak toplanması diğer birçok tekniğe göre birçok avantaja sahiptir. Orman arazisinde daha yüksek çözünürlük, santimetrelik doğruluk ve zemin tespiti bunlardan biridir.



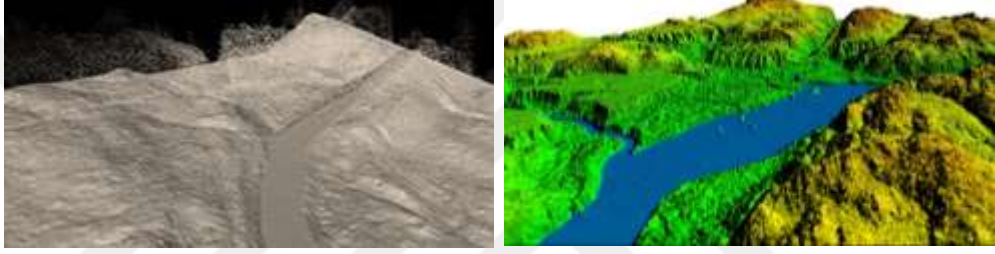
Şekil 1 – Lidar Çalışma Metodolojisi [1]

Lidar, yaygın olarak LiDAR olarak yazıldığından ve LADAR veya lazer altimetre olarak da bilinmektedir. Işık algılama ve ölçümünün kısaltmasıdır. Yoğun, odaklanmış ışık demetlerini yayar ve yansımaların sensör tarafından algılanması için gereken süreyi ölçen uzaktan algılama teknolojisine atıfta bulunur. Bu bilgi nesnelere için aralıkları veya mesafeleri hesaplamak için kullanılır. Bu şekilde, lidar radarla (radyo algılama ve aralıklandırma) benzer, ancak lazer ışığının ayrı pulslarına dayanması dışında. Hedef nesnelere üç boyutlu koordinatları (örn., x, y, z veya enlem, boylam ve yükseklik), yayılan ve geri gönderilen lazer darbeleri arasındaki zaman farkı ve Dünyanın yüzeyinde veya üstündeki sensörün mutlak konumu hesaplanmasına imkân sunabilmektedir.

Hedefi daha net algılamak için kullanılan enerji kaynağı tarafından farklılaşan iki uzaktan algılama teknolojisi arasında oluşturulan sınıflandırmalar mevcuttur: pasif sistemler ve aktif sistemler. Pasif sistemler, aktif sistemler enerjiyi bir hedefe doğru üretir ve yönlendirirken, daha sonra radyasyonu tespit ederken, güneş gibi harici bir enerji kaynağı tarafından üretilen radyasyonu tespit eder. Lidar sistemleri aktif sistemlerdir, çünkü ışık pulsları (yani lazer ışınları) yayarlar ve yansıyan ışığı algırlarlar. Bu özellik, hava genellikle daha açık olduğunda ve gökyüzünde gündüze göre daha az hava trafiği içerdiği gecelerde, lidar verisinin toplanmasına izin verir. Aslında, çoğu lidar verileri gece toplanmaktadır. Radarın aksine, lidar bulutlara, yağmura veya yoğun pusuya nüfuz etmez ve adil hava koşullarında uçuşması gerekir.

Lidar, 150 kilohertz'den büyük örnekleme hızlarında bir çok ortam yüzeyini hızla ölçebilir. Ortaya çıkan başarılı ürün ile, dünyanın yüzeyinin ve

özelliklerinin üç boyutlu tasvirlerini oluşturmak için kullanılabilen, nokta bulut adı verilen ve oldukça doğru bir şekilde coğrafi olarak referans verilen yükseklik noktaları ağındadır (Şekil 2). Pek çok lidar sistemi elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi bölgesinde çalışır, ancak bazı sensörler de suya nüfuz etmek ve alt özellikleri tespit etmek için yeşil bantta çalışırlar. Bu batimetrik lidar sistemleri deniz tabanları yüksekliklerini ölçmek için nispeten berrak su bulunan alanlarda kullanılabilir. Tipik olarak, lidar türevi yüksekliklerin daha eski veriler için yaklaşık 15 ila 30 santimetre ve daha yeni veriler için 10 ila 20 santimetre arasında kesin doğruluklara sahiptir; Nispi doğruluklar (ör., çatılar, tepeler, bankalar ve kum tepeleri) daha da iyi. Doğruluk tanımı lidar'ın önemli bir unsurudur ve aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.



Şekil 2 – Yükseklik Referans Noktaları

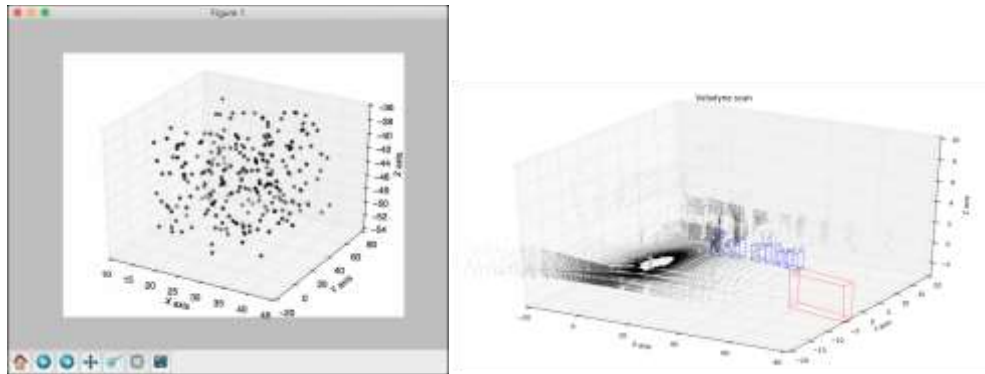
Ağaçların altını görme yeteneği, Dünya yüzeyinin üstünden (ör. Uçaklar veya uydular) toplanan uzaktan algılama verilerini kullanarak yükseklik verileri edinirken tekrar eden bir hedeftir. Daha büyük ölçekli yükseklik veri setlerinin çoğu vejetasyona nüfuz etmeyen uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak üretilmiştir. Lidar bir istisna değildir; Bununla birlikte, ağaçların arasından yalnızca bir kısmının azot yüzdesi yere ulaşsa bile, genellikle ormanlık alanlarda yeterli kapsama alanı sağlayacak yeterli "puan" vardır. Aslında, lidar gölgelik veya bitki örtüsünde delikler algılayabilmektedir. Yoğun ormanlar veya tam bir kapsama alanı olan alanlar (yağmur ormanlarında olduğu gibi) genellikle az sayıda "açıklık" bulunur ve bu nedenle zemin gösterimi zayıf olur (diğer bir deyişle, tüm noktalar ağaçlara ve gölet ortasında bitki örtüsüne düşer). Bir başlıca kural, ağaçlara bakıp gökyüzünü görürseniz o yerin lidar ile ölçülebileceğidir. Bu nedenle, "yaprak kestiği" koşullarda lidar toplamak, yoğun ormanlık alanlarda zemin özelliklerini ölçmek açısından avantajlıdır.

Lidar Uygulama Alanları

Hava topografik lidar sistemleri, geniş alanlar için sayısal yükseklik modelleri üretmek için kullanılan en yaygın lidar sistemlerdir. Hava platformu ve tarayıcı lidar sensörünün birleşimi, onlarca ila binlerce kilometre kare arasındaki yükseklik verilerini toplamak için etkin ve verimli bir tekniktir. Daha küçük alanlar için veya daha yoğun olması gereken yerlerde, lidar sensörleri helikoptere ve yeryüzüne sabit ve mobil platformlara da yerleştirilebilir.

Lidar ilk olarak atmosferik kompozisyon, yapı, bulutlar ve aerosoller için sabit konumlu yeryüzü tabanlı bir araç olarak geliştirilmiştir. Dünya çapında iklim gözlemleri için güçlü bir araç olmaktadır. Bazı araştırma kuruluşları iklim değişikliği konusundaki anlayışımızı geliştirmek için bu araçları kullanmaktadır. Lidar sensörleri ayrıca sabit konum tripodlarına monte edilir ve köprüler, binalar ve plajlar gibi belirli hedefleri taramak için kullanılır. Tripod tabanlı lidar sistemleri, santimetre hassasiyetle nokta verisi üretir ve sık sık anket gerektiren yerleştirilmiş arazi haritalama uygulamaları için kullanılır.

Modern navigasyon ve konumlandırma sistemleri, su ve kara tabanlı mobil platformların, lidar verilerini toplamak için kullanılmasını sağlar. Bu sistemler genellikle spor araçlarına ve arazi araçlarına monte edilir ve bir kilometreden daha uzun sensör-hedef aralıkları olabilir. Bu platformlardan toplanan veriler son derece doğrudur ve demiryolları, yollar, havaalanları, binalar, kamu koridorları, limanlar ve kıyı şeritleri gibi ayrı alanların haritasını çıkarmak için yaygın şekilde kullanılır (Şekil 3).



Şekil 3 – Lidar Kullanım Alanları

Uçaklar ve helikopterler, geniş, sürekli alanlar üzerinde lidar verileri edinmek

için en yaygın ve uygun maliyetli platformlardır. Havadan gelen veri, uçak içine yerleştirilmiş ve hedef bölgeler üzerinde uçarak elde edilmiştir. Çoğu hava platformu saatte yaklaşık 50 kilometrekareyi kaplayabilir ve yine de yüksek doğrulukta veri talep eden uygulamaların gereksinimlerini karşılayan veya aşan verileri üretebilir. Hava platformları, nispeten açık, sıg suda batimetrik veriler toplamak için de idealdir. Havadan uçuşan platformlarda kombine topografik ve batimetrik lidar sistemleri kıyı şeridini ve kıyı bölgelerini haritalamak için kullanılır.

Lidar tartışması, doğruluk düzeyini (lidar verisinin çok önemli bir yönü), veri toplama ve takip eden işleme adımlarını tanımlayan teknik terimleri içerir.

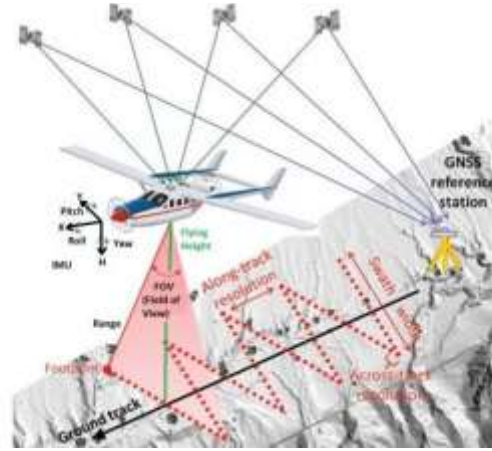
- i. **Sınıflandırma** - Darbelerin yansıtıldığı nesne türünü tanımlamak için işlenmiş veriler; binalar ve yüksek bitki örtüsü için sınıflandırılmamış kadar basit olabilir (yani tanımlanmamış nesne). En yaygın olanı, "çıplak toprak" olarak kabul edilen ve sınıflandırılmamış (sınıflandırılmamış) noktalar için veri kümesini sınıflandırmaktır.
- ii. **Doğruluk**, Temel Dikey Doğruluk (FVA) - açık alanlardaki verilerin doğruluğunun yüksek bir güven seviyesinde (% 95) bir ölçüsüdür; $RMSE \times 1.96 = FVA$ formülü kullanılarak RMSE'den hesaplanır.
- iii. **İade Numarası** - birçok lidar sistemi, tek, bir lazer darbesinden birinci, ikinci, üçüncü ve nihai olarak "son" dönüşü yakalayabilir. İade numarası, yansıyan darbenin ne olduğu (örneğin, zemin, ağaç, asal) belirlenmesine yardımcı olmak için kullanılabilir.
- iv. **Nokta Aralığı** - hava görüntüsünün piksel boyutuna benzer şekilde lazer noktalarının birbirlerine ne kadar yakın olduklarını; "gönderme yoğunluğu" veya "nominal nokta aralığı" olarak da adlandırılır. Nokta aralığı, türetilmiş ızgaralı ürünlerin çözünürlüğünü belirler.
- v. **RMSE** - kök ortalama karesi hata için kısaltma; veride herhangi bir önyargı yoksa standart sapmanın ölçüsüne benzer verilerin doğruluğunun bir ölçüsüdür.
- vi. **LAS** - lazer dosya formatı için kısaltma; LAS dosya biçimi, veri kullanıcıları arasındaki 3 boyutlu nokta bulutu verilerinin değış tokuşu için genel bir dosya biçimidir. Her ne kadar öncelikle lidar nokta bulutu

veri alışverişi için geliştirilmiş olsa da, bu format değişimi desteklemektedir. Herhangi bir 3-boyutlu x, y, z tupletin. LAS aşırı karmaşık olmamakla birlikte verilerin lidar niteliklerine özgü bilgileri koruyan bir ikili dosya biçimidir.

- vii. **Nabız Oranı** - lidar enstrümanının ateşlediği saniye başına ayrık lazer "çekim" sayısı. 2012'de kullanılan sistemler saniyede 300.000 darbeye kadar kapasiteydi. Daha yaygın olarak, veriler saniyede yaklaşık 50.000 ila 150.000 darbede yakalanır.
- viii. **DEM veya Dijital Yükseklik Modeli** - topografyayı temsil etmek için yükseklik noktası verilerinden yaratılan bir yüzey. Coğrafi bilgi sistemi (CBS) veya bilgisayar destekli tasarım (CAD) uygulamasında, kurulduğu ham nokta verilerinden daha kolaylıkla bir DEM kullanılır[4].
- ix. **Gerçek Zamanlı Kinematik GPS** - GPS sinyali yerine Global Konumlandırma Sistemi (GPS) sinyalini ileten (taşıyan) taşıyıcı fazı (dalga formu) kullanan uydu navigasyonu. Gerçek GPS sinyali yaklaşık 1 Mhz frekansa sahipken, taşıyıcı dalga 1500 MHz frekansına sahip. Bu nedenle sinyal varış süresinde bir fark daha kesin. Taşıyıcı fazın kullanımı daha zordur (diğer bir deyişle, ekipman daha maliyetlidir); Ancak, bir kez çözüldüğünde, daha yüksek frekansla ilişkili olarak daha doğru bir konum üretir.
- x. **Yoğunluk Verileri** - lazer geri dönüşü kaydedildiğinde geri dönüşün kuvveti de kaydedilir. Değerler, nesnenin lazer sistemi tarafından kullanılan ışığın dalga boyunu ne kadar iyi yansıttığını gösterir (örneğin, ABD'deki en ticari topografya sensörleri için 1.064 nm). Bu veriler siyah beyaz bir fotoğrafa benzemekle birlikte tam olarak aynı şekilde yorumlanamaz.

Basit Prensipleri ve Teknikleri

Bir lazer darbesinin bir nesneye çarpması ve sensöre dönmesi için gereken zamanı ölçün (doğrudan yönlendirmeli sistemler nedeniyle kendisine bilinen bir yere sahiptir), mesafeyi seyahat süresi, lazer açısını kaydedin ve daha sonra bu bilgiden yansıtıcı nesnenin (örneğin yer, ağaç, araba vb.) üç boyutta nerede bulunduğu hesaplanmaktadır. Şekil 4'de temel hesaplama gösterimi olarak;



Şekil 4 – Haritalandırmada Lidar Kullanımı

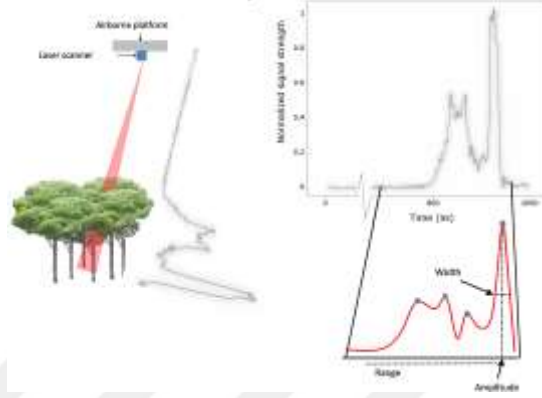
Yüksek düzeyde bir doğruluk elde etmek için, bu süreç biraz karmaşıktır; çünkü bir santimetre kadar bir süre içerisinde, saatte 100 ila 200 mil hızında uçup gidip geldiği, yukarı ve aşağı darbelediği, saniyede yüz binlerce lidar titreşimi takip ederken. Neyse ki, çeşitli teknolojiler - özellikle Küresel Konumlandırma Sistemi ve hassas jiroskoplar - mümkün hale getirmek için bir araya geldi.

Uzaklık Ölçüm Birimleri veya Uzaklık Mesafe Sistemlerindeki önemli ilerlemeler, uçağın tam konumlandırılmasını mümkün kılmak için bir araç olmuştur. Bu sistemler, her yönde hareketi ölçebiliyor ve bu ölçümleri bir konuma oturtabiliyor. Bununla birlikte, bunlar kusursuz değildir ve kısa bir süre sonra hassasiyetlerini kaybederler (ör., 1 sn). GPS uydularından çeşitli sinyal türlerini kaydeden çok gelişmiş bir GPS ünitesi INS veya IMU'yu saniyede bir "güncelleme veya sıfırlama" için kullanılır. GPS konumları, uçak tarafından kaydedilir ve bilinen bir konuma sahip bir yer istasyonunda kaydedilir. Yer istasyonu, uçak tarafından kaydedilen GPS konumuna "düzeltme" faktörü sağlar.

Aynı şekilde, lidar sistemleri önemli derecede gelişmiştir. Erken ticari üniteler, saniyede 10.000 puan (10 kHz) kapasiteye sahipti ve büyük ve hacimli idi. Yeni sistemler, daha kompakt, daha hafif ve daha yüksek açısız hassasiyete sahiptir ve havadaki çoklu lazer döndürmelerini işleyebilir (yani, bir önceki lazer atışından önceki ikinci bir lazer atışı alınır), 300.000'den fazla nabız hızı elde edilebilir

saniye (300 kHz).

Sık kullanılan çoklu dönüş sistemleri, nabız başına beş dönüş yakalayabilir (Şekil 5). Bu, veri miktarını% 30 veya daha fazla (100.000 puls / saniye \approx 130.000 geri dönüş / saniye) artırabilir ve orman kanopisi gibi "zemin yüzeyinin üzerindeki özelliklerin" üç boyutlu yapısına bakma yeteneğini artırır ve understory[5].

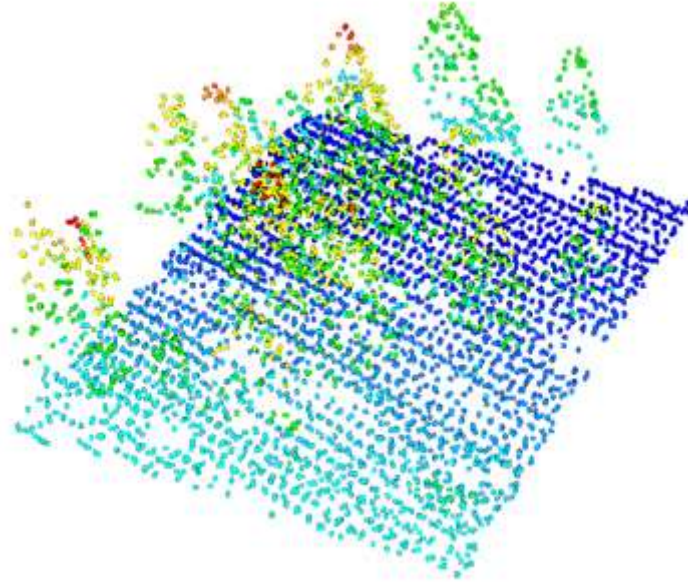


Şekil 5 – Lidar Ortam Frekans Uygulaması [5]

Uygulama Alanları

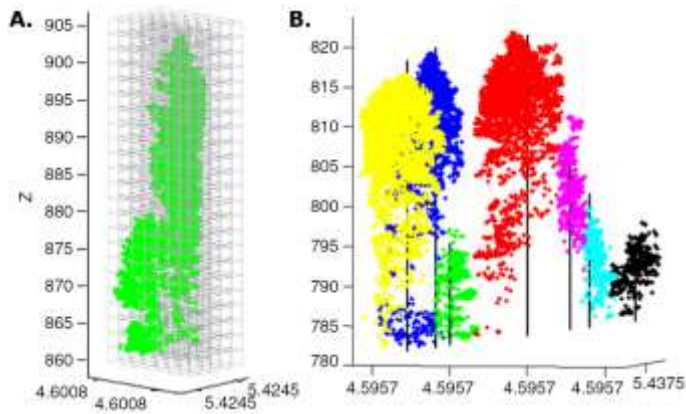
Uzaktan algılama tekniği olan Lidar, birçok avantaja sahiptir. Bunların arasında yüksek doğruluk, yüksek nokta yoğunluğu, geniş kapsama alanları ve kullanıcıların alanlarını hızlı ve verimli bir şekilde yeniden örnekleme yeteneği vardır. Bu, çok yüksek çözünürlükte ayrı değişiklikleri haritalama yeteneği, büyük alanları tek tek ve çok doğru kaplar ve hızlı sonuçlar üretir. Aşağıdaki uygulamalar lidar'ın ortak kullanım alanlarına örnektir.

Taşkın Sigorta Oranı Haritalarının Güncellenmesi ve Oluşturulması (Şekil 6) - Bu uygulama, lidar verisinin geliştirilmesinde ve kullanılmasında önemli bir sürücüdür. Kasırga Kuzey Carolina'yı vurduğunda uygulama mevcuttu ve haritalı taşkın bölgelerinin hızlı bir şekilde yetersiz olduğu gösterildi. .



Şekil 6 – Orman Haritalandırma Lidar Kullanımı

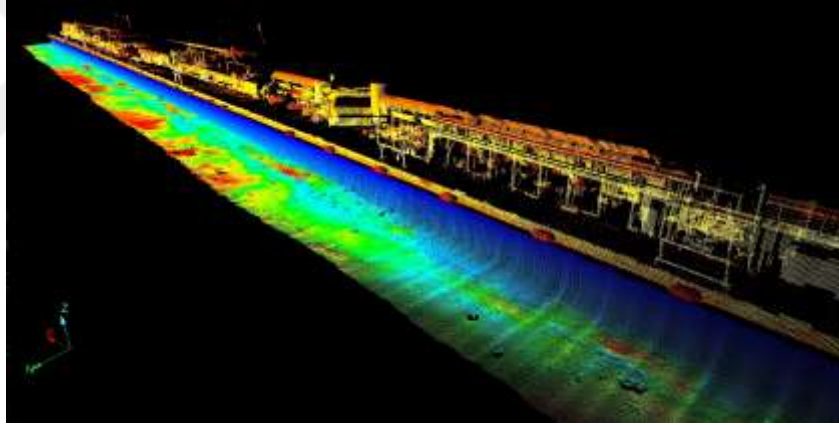
Orman ve Ağaç Çalışmaları - Kereste yönetiminin çok masraflı ve zaman alıcı bir yönü, ağaçları ölçen alanlarda harcanan çabadır (Şekil 7)[6][7]. Genellikle bir takım ağaçlar için bir dizi parametre ölçülür ve sonuçlar hasat alanı boyunca istatistiksel olarak çıkarılır. Ağaçların ne kadarının bulunduğu, ne zaman hasatın uygun olduğu ve ne kadarının hasat edildiği belirlemek için ağaçlar ölçülmelidir. Yüksek çözünürlüklü, küçük yer kaplayan lidar ağaçları saymak ve ağaç yüksekliğini, taç genişliğini ve taç derinliğini ölçmek için kullanılmıştır. Bu ölçümlerden, ahşabın duran hacmi, tek tek ağaç bazında veya daha büyük ayak izi Lidari olan bir stand seviyesinde tahmin edilebilir.



Şekil 7 – Ağaç Kesimlerin Hesaplanması

Kıyı Değişikliği Haritalaması - Kıyı kuşağının haritalandırılması, her iki veri setinin kullanımını arttırmak için CIS katmanlarıyla birlikte lidar verilerini kullanımını vurgulayan bir uygulamadır. Bu son derece dinamik bölge çok kısa zaman aralıklarında (ör. Dalgalar, gelgitler, fırtınalar) değişir, yüksekliğe oldukça bağımlı ve yoğun nüfus yapısına sahip birçok doğal ortam içerir.

Sonuç olarak, hızlı değişimler, her ikisi de değişime karşı daha az hoşgörülü hale gelen (yani geri çekilme kabiliyeti az olan) önemli popülasyonları ve yaşam alanlarını etkileyebilir. Lidar verileri, belirli olayları ve uzun vadeli eğilimleri ölçme olanağı sağlar. Bu, kritik alanlar için derhal restorasyon çözümlerine uygulanabilecek bilgileri ve gelecekteki etkileri en aza indirecek sürdürülebilir planlamayı sağlamaktadır. Şekil 8’de karasal olarak 3D modelleme



Şekil 8 – Sahil Lidar 3D Haritalandırma

Lidar Sensör ile Veri İşleme

Lidar kıyı haritalama ve doğal kaynak yönetimi uygulamaları için cazip bir veri kaynağı haline getiren bazı yönleri gözden geçirilmektedir. Lidar teknolojisinden gelen veri ürünleri çeşitli formatlarda teslim edilebilir. Bu bölüm, çeşitli biçimler ve bunların farklılıkları ile verilerin doğrulanması ve nicelendirilmesi yollarına bakmaktadır.

Lidar verileri, US Geological Survey (USGS) topografik dörtlü haritalar için

oluşturulan daha önceki ve yaygın olarak kullanılan dikey veri kümelerine kıyasla önemli bazı iyileştirmeleri temsil etmektedir. Yükseklik Veri Seti (NED) aracılığıyla elde edilen veriler büyük oranda fotogrametrik teknikler kullanılarak oluşturulmuştur. NED'in ortaya çıkardığı doğruluk, 10 ila 30 metre çözünürlükte 3 metre veya 10 feet (Gesch, 2007) düzeyindedir[8]. Fotogrametrik yükseltme üretimi, özellikle yüksek doğruluklu ürünler için çok zaman gerektiren, emek yoğun bir işlemdir ve bu nedenle sık sık güncellenen bir veri kümesidir. Dahası, ağaç ya da ağaçların altında gizlenmiş alanları haritalama kabiliyeti sınırlıdır, çünkü teknik, bir yerin iki görme noktasından (yani, iki resim) görülebilmelerini gerektirir. NED'in çoğu oldukça yaşlı, kıyı uygulamalarını sınırlayan düşey doğruluklara sahip ve kıyı özelliklerinin tanımlanmasını engelleyen yatay çözünürlüklere sahip. Lidar, fotogrametri ile aynı maliyette iken, sonuç üretmek için büyük ölçüde yeni teknolojiye dayanan daha hızlı bir tekniktir. NED'in, özellikle de yeni 1/9 yaklaşık 3 metre çözünürlüklü NED için erişilebilir hale geldiğinde lidar verileri ile güncellendiğini ancak 2011'in itibarıyla Alaska hariç tutulan ABD'nin sadece% 28'inin lidar kapsamı olduğu açıklanmıştır[8][9].

Doğruluk

Doğruluk, lidar verilerini kullanmanın başlıca nedenlerinden biridir. Lidar, büyük alanlar için topoğrafik yükseklik verilerini toplamak için doğru, düşük maliyetli bir yöntemdir [12]. Sonuç olarak, veri doğruluğunun gerekli seviyesinin belirlenmesi ve elde edilen seviyenin belgelendirilmesi, veri toplamanın ve onu müteakip kullanmanın önemli bir parçasıdır. Genellikle bir veri kümesi, bir hedef doğruluk değeri ile toplanır. Satıcı, gerekli doğruluk ve maliyet özelliklerine ulaşmak için uçuş ve enstrüman parametrelerini değiştirebilir. Veriler toplandıktan ve işlendikten sonra, toplanması ve sonraki işlemlerin arzulan spesifikasyonları karşılamada başarılı olduğundan emin olmak için test edilirler. Doğru ve yaygın kullanımı sağlamak ve veri kullanımını maksimize etmek için veri doğruluğunun belgelendirilmesi önemlidir[13]. Veri doğruluğu, kalite değerlendirme belgelerinde ve meta verilerde yaygın olarak sağlanmaktadır.

Lidar verilerinin dikey doğruluğu, lidar kaynaklarını içermeyen eski yükseklik verilerinden daha iyidir. Örneğin, yüksek doğruluk kontrol noktaları kullanarak

Yükseklik Veri Setinin son sürümünü incelemiş ve dikey RMSE'nin yaklaşık 2.4 metre (8 fit) olduğunu bulmuştur. Bu, 1999 yılındaki NED üzerinde 3.7 metrelik bir RMSE'ye sahip olan ve yüksek doğruluklu lidar verileri içermeyen belirgin bir gelişmedir. İlginçtir, eski lidar veri setleri bile genellikle 20 santimetreden daha düşük RMSE değerlerine sahiptir ve bu doğruluk seviyesi nedeniyle büyük değeri korur. NED, şu anda lidar yükseltme veri setlerini içeriyor ve zamanla daha iyi bir performans ve faydalı olacaktır. RMSE de dahil olmak üzere farklı doğruluk önlemleri konusu ("Veri Özelleştirme ve Şartname: Doğruluk Spesifikasyonu ve Testleri") belirtilmektedir.

Ağaç kapsayan alanlarda gövde kökenli yükselme değerleri, diğer lazer noktaları sayısından dolayı diğer tekniklerden daha güvenilirdir. Çoğu karanlık alanlarda (Şekil 9) yükseklikleri ölçme kabiliyeti, daha önce toplanan verilere göre lidar'ın doğruluğunun çok daha iyi (10x) olduğu bir neden. Bununla birlikte, fotogrametrik sayısal yükseklik modeli (DEM) verilerinin, puanların zemin yüzeyini ölçtüğünden daha yüksek bir güven seviyesi sağladığını unutmamak önemlidir. Lidar yer noktaları otomatik filtreler kullanılarak belirlenir; bu nedenle önemli derecede daha fazla nokta bulunurken, bazen zemin olmayan nesnelere veya özelliklere de düşebilirler. Örneğin, lidar profilinin ortasında şüpheli görünen ve bu alanda çıplak toprak DEM'in doğruluğunu azaltacak bazı zemin noktaları bulunmaktadır. O bölgedeki bitki örtüsü bazı noktalar fotogrametride yerini göremeyecek kadar yoğundu.



Şekil 9 – Lidar Ağaç & Yükseklik Algılama

Hassasiyet Değerlendirme Teknikleri

Bir doğruluk değerlendirmesinin temel amacı zemin üzerindeki bilinen noktaları (zemin kontrol noktaları veya GSO'ları) ölçmek ve bunları, lidar verilerinden üretilen noktalarla karşılaştırmaktır. Bu, genellikle, farklı zemin kaplama türlerine giren noktalar için ayrı ayrı yapılır. Örneğin, açık alanlardaki noktalar için çıplak-toprak lidar hataları muhtemelen ağaçların altındaki noktalardan daha düşük olacaktır. En yaygın toprak örtüsü türleri çıplak toprak, orman, çalı, kentsel ve yabani ot veya bitkilerdir. Çıplak-toprak noktaları, genel veri toplama kalitesini değerlendirmek için kullanılır, çünkü bu noktalar genellikle çok az sınıflandırma işlemi gerektirir. Diğer arazi örtüsü türleri, sınıflandırma işleminin, zeminden olmayan yüzeylere çarpıcı noktaları zemine çarpanlardan ne kadar iyi ayırdığını test etmek için kullanılır.

Pratikte, bağımsız ölçümler (sahada toplanan noktalar), lidar noktalarından yaratılan bir yüzeyle karşılaştırılır. Bir yüzey kullanılır, çünkü lidar noktaları, çoğu durumda, alan ölçümlerinin toplandığı noktaya düşmez. Lidar noktalarından üretilen test yüzeyi tipik olarak, en az miktarda "pürüzsüzleştirme" yapan üçgenlendirilmiş düzensiz ağ (TIN) yöntemini kullanarak oluşturulur. Sonuç olarak, lidar yüksekliği aslında en yakın üç noktayı kullanarak en iyi göstergedir (yani, üçgen üzerindeki üç nokta). Bu nedenle, test edilen alanın eğimli veya düzensiz olması önemlidir; eğimli veya düzensiz bir yüzey yükselmeleri potansiyel olarak önyargılı olabilir. Benzer şekilde, puanlar, lidarın zemine nüfuz edebileceği makul bir şansın bulunduğu alanlarda toplanmalıdır (ör., Lidar noktaların zemine ulaşma şansı az olan ağaçların tabanlarına toplanmamalıdır ve TIN üçgenler büyük olacak).

Değerler karşılaştırıldıktan ve hata değerleri üretildikten sonra, veri kalitesine genel bir bakış sağlamak için birkaç istatistiksel formül ve tanımlayıcı terimler kullanılmıştır. Tanımlayıcı terimler ve formülleri çeşitli gruplar tarafından geliştirildi ve veriler daha iyi anlaşılabilir ve test edildiğinde gelişti.

Tanımlayıcı Koşullar

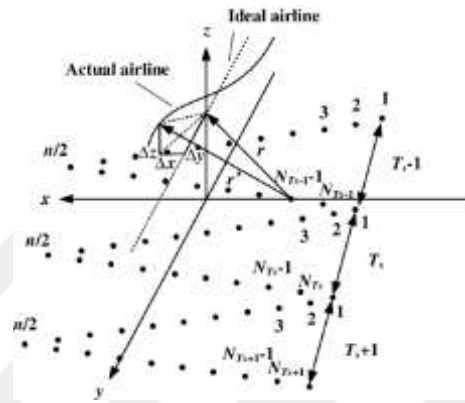
Bir lidar veri setinin doğruluğunu tanımlamak için kullanılan en yaygın terimler "Temel Terminoloji" bölümünde açıklanmıştır. Dört temel belge, lidar yüksekliği verisinin doğruluğunu ölçme, raporlama ve tanımlama sürecinin tanımlanmasına yardımcı olmuştur.

- Kök ortalama karesel hata (RMSE), standart sapmaya çok benzer değişkenlik istatistiksel bir ölçüsüdür; (yani, hata normalde sıfırın üstünde ve altında dağıtılır), iki değer aynı olacaktır. Bu önlem, genellikle lidar yükseltmelerindeki değişkenliği tanımlamak için kullanılır. Lidder için, doğrudan zemin kontrol noktaları ile Lidar yüksekliği arasındaki farktan hesaplanır ve lidar için tipik olarak 5 ila 30 santimetre arasında olur.
- Temel dikey doğruluk (FVA) belirli bir güven seviyesindeki çıplak nokta noktalarının doğruluk değeridir. Bu durumda% 95 güven seviyesidir ve "çıplak toprak noktalarının% 95'i belirtilen doğruluk düzeyini karşılar veya aşar" şeklinde ifade edilebilir. Bu istatistik veri toplama parametrelerinin kalitesi hakkında bilgi sağlar (global kalite), çünkü sadece çıplak-toprak noktalarını, sınıflandırma için işlenmemiş olanları açıklar. Hataların çıplak-toprak noktalarının çoğunun izlediği normal dağılıma sahip olması RMSE x 1.96 kullanılarak hesaplanabilir.
- Ek dikey doğruluk (SVA), FVA'ya (% 95 doğruluk) benzer ancak çıplak toprağın tek olduğu yerden örtme tipinin bir ölçüsüdür. Değer, genellikle, hataların normal dağılımı takip etmediği 95. yüzdelerde hesaplanır; burada, yükselme değerlerinin% 95'inde 95. yüzdeler değerine eşit veya daha düşük yükselme hataları bulunur. Örneğin, 20 puan toplanırsa, en kötü nokta (% 5) kaldırılabilir ve 19. nokta SVA değeri olarak sağlanır. SVA değeri, test edilen her kara örtü türü için ayrı olarak raporlanır ve bu nedenle, konsolide edilmiş dikey doğruluktan daha ayrıntılı bilgi sağlar.
- Konsolide dikey doğruluk (CVA) aynı zamanda% 95 düzeyindeki doğruluğun bir ölçümüdür. Bu, tüm veri kümesinin bir ölçütüdür; çeşitli zemin tiplerinde toplanan tüm noktalar birlikte kullanılır.

Veri Türleri

Çoğu yükseklik verisi gibi, lidar çok çeşitli formatlarda saklanabilir. Yerel veriler, DEM'ler veya TIN'ler (yüzeyler) oluşturmak üzere işlenebilecek noktalar (nokta bulutu) olarak teslim edilir; daha sonra yüzeyler kontur (çizgi) üretmek için kullanılabilir.

Nokta verileri genelde "aşırı karmaşık olmamakla birlikte verilerin LIDAR niteliklerine özgü bilgileri koruyan bir ikili dosya biçimidir" (ASPRS, 2007) olan LAS biçiminde saklanır. Lidar verileri, x, y ve z değerlerinden çok daha fazla bilgi içerebilir (Şekil 12) ve diğerlerinin yanı sıra, dönüşlerin yoğunluğunu, nokta sınıflandırmasını (eğer yapılırsa), dönüş sayısını, zamanı, ve her noktanın kaynağı (uçuş hattı). Bu bilgi aynı zamanda metin dosyaları olarak da gelebilir; Bununla birlikte, bu dosyaların boyutu oldukça büyük olabilir (birçok metin karakteri içeren birkaç milyon kayıt), bu da zorlanmalarını sağlar.

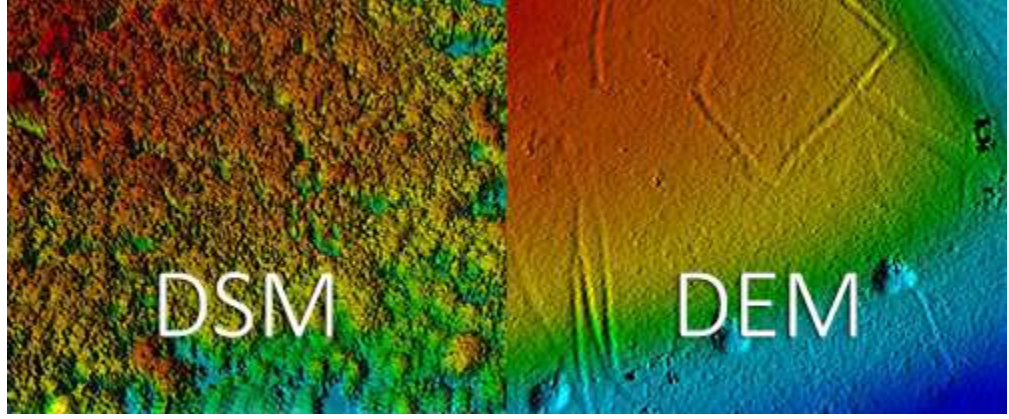


Şekil 10 – Lidar Kordinat Değerleri

Dijital Yükseklik Modelleri (DEM'ler)

DEM verileri genellikle GeoTiff (.tif), Esri Izgara (.adf), kayan nokta raster (.flt) veya ERDAS Imagine (.img) içeren formatlardaki raster dosyalardır (Şekil 13). Bazı durumlarda veriler bir TIN formatında (ör. Esri TIN) mevcuttur. Raster durumlarda, bunlar nokta dosyaları kullanarak oluşturulur ve birçok farklı teknikler kullanılarak enterpolasyon olabilir.

DEM'leri oluşturmak için kullanılan teknikler, basit (ör., En yakın komşu) alanından kompleks (ör. Kriging) gridleme rutinlerine kadar değişir ve hafifçe farklı yüzey türleri (Şekil 3-7) oluşturabilir. En yaygın olanları TIN'den veya ters uzaklığı ağırlıklandırılmış (IDW) rutinlerinden oluşturulan yüzeylerdir. Uygun enterpolasyon yöntemi, verilere ve DEM'in istenen kullanımına bağlıdır.



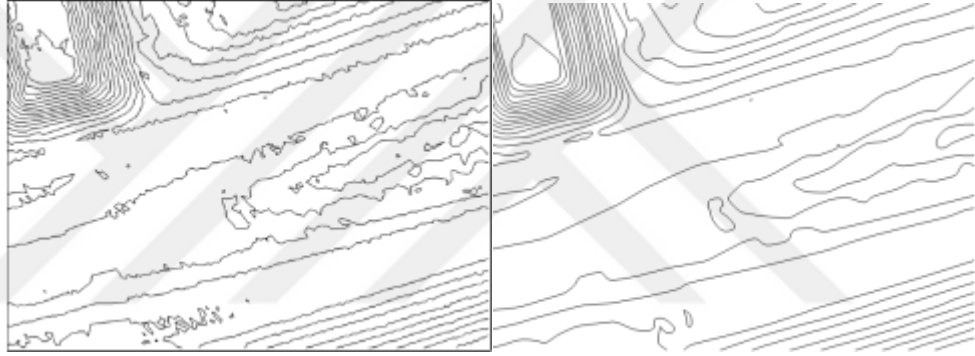
Şekil 11 – DSM-DEM Modelleme Teknikleri

Hillshading, yükseklik verilerinde küçük değişiklikler meydana getirmeye yardımcı olan bir tekniktir. Bu, güneşin belli bir açıdan parlaması halinde yerin nasıl olacağını taklit etmek içindir. Bu etki, normal olarak, yükseklik verileri ile çalışmak için kullanılan birçok program tarafından üretilebilir. TIN yüzeyindeki dokuyu vurgular ve önceden belirlenemeyen yol yüzeyindeki kusurları (darbe ve sırt) gösterir. Bu teknik, kalite güvencesi incelemeleri ve lidar verilerinin görselleştirilmesi sırasında yararlıdır.

Yükseklikten çizilen grafikler genellikle ek bilgi sağlar ve görüntü efekti eklenir. Bu sadece "engebeli" yükseklik yüzeyinde bir "resim" uzanır ve tırmanıyor efektlerini kullanır. Basit bir teknik olmasına rağmen, özellik çıkartılması için ilave görselleştirme ipuçları sağlar (ör. Kum tepeleri, sulak alanlar).

Konturlar genellikle vektör biçimlerinde bulunur (ör. .shp, .dxf) ve en sık önceden oluşturulmuş bir DEM veya TIN'den türetilir. Konturlar, yükselmeler için en yaygın kullanılan temsilciler arasındadır ve USGS dörtlü haritalarında bulunur. Doğrudan lidar verilerinden elde edilen konturlar doğru ancak "temiz" değildir ve insan gözü tarafından daha kolay yorumlanabilecek bir ürün oluşturmak için genellikle bir seviye enterpolasyon, sadeleştirme, yumuşatma veya manuel düzenleme gerektirir (Şekil 14). Vektörlerin temizlenmesi ve düzenlenmesi sürecinde kontürlerin konumu biraz değişebilir ve bazı küçük özellikler ortadan kalkabilir. Doğruluk ve yorumlanabilirlik arasındaki bu ticaret-dışılık, tipik olarak kabul edilebilir, çünkü orijinal lidar DEM'ler veya TIN'ler analitik amaçlar için kullanılırken, kartuşlu amaçlar için en çok tercih edilen, kapak sağlanan kontürlerdir.

Temel rapordaki verilerin doğruluğu ile hoş bir kontur elde etmek için son derece hassas manuel olarak üretilen kopma çizgileri (eğik kesmeleri belirten vektörler) gereklidir; Bu genellikle çok pahalı bir işlemdir. Fotogrametrik teknikler, belirli doğrusal özellikler boyunca üç boyutlu kopuş çizgileri oluşturmak için sıklıkla kullanılır. Daha yakın zamanlarda, "lidargrammetry" olarak bilinen bir teknik kullanılmaktadır. Lidargrammetri, nokta yüksekliklerini kullanarak üç boyutlu bir görüntüye dönüştürülen "fotoğraf" olarak, lidar noktalarındaki yoğunluk değerlerini kullanır. Daha sonra üç boyutlu görüntü, kırık çizgileri tanımlamak için kullanılabilir. Sonuç olarak, koparma çizgilerinin gerekli olduğu alan için ayrı görüntülerin çekilmesi gerekmez; Bununla birlikte, sonuçta ortaya çıkan lidargrametri kırılma çizgileri, fotogrametrik olarak türetilmiş olanlar kadar yüksek bir çözünürlüğe sahip değildirler



Şekil 12 – 2D DEM Analizi

Konturlar oluşturulduğu verilere kıyasla daha az doğru olabilsede, bunların üretimi ve özellikleri, lidar veri doğruluğu tanımını büyük ölçüde yönlendirir. Bu, mühendislik ve diğer yaygın tasvirler için yaygın şekilde kullanıldıklarının doğrudan bir sonucudur. Birçok projede, "2 m'lik kıvrımların oluşturulmasını destekleyin" veya benzer ifadeler için, lidar verileri toplanır; bu, verilerin dikey doğruluğu belirtmek için bir yöntemdir ancak yatay çözünürlüğü belirtmemektedir. Bir kural olarak, desteklenebilecek kontur aralığı Amerikan Toplumu için yaklaşık $3.0 \times \text{RMSE}$ 'dir

Mekansal Veri Doğruluğu Standardı (NSSDA) için Fotogrametri ve Uzaktan Algılama (ASPRS) Sınıf 1 konturları veya $3.5 \times \text{RMSE}$. Bu standartların her ikisi de, geleneksel çizim yöntemlerinden dönüştürmeye dayanıyordu ve bu yöntem, kontür oluşturmak için kullanılan verilerin tanımlanan konturların en az

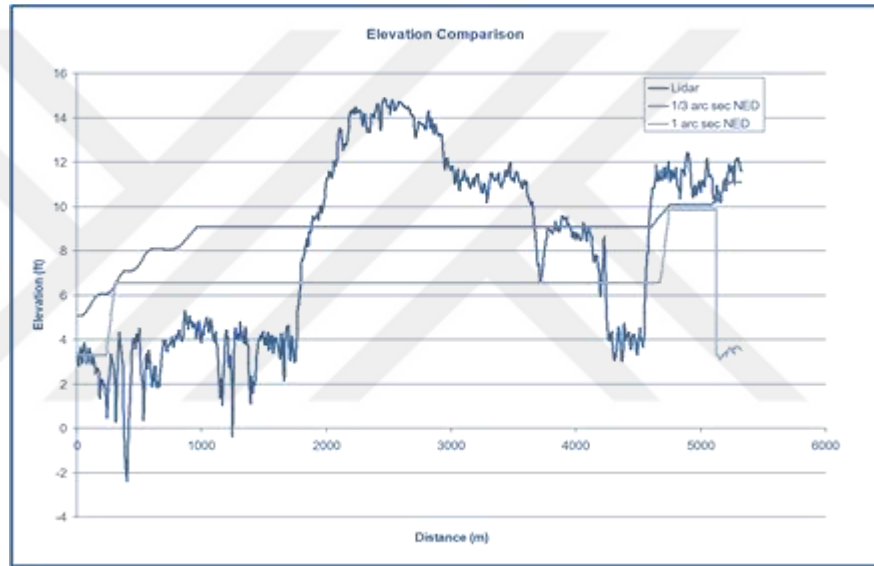
iki katı kadar kesin olduğunu belirtti. Dolayısıyla, geleneksel olarak, 1 ayak (% 90 güven düzeyinde) ile doğru olan veriler 2 ayaklık kontür oluşturmak için kullanılabilir; ASPRS ve NSSDA değerleri sırasıyla 93 ve % 95 güven düzeylerine tekabül etmektedir. Diğer ASPRS kontur sınıfları (örn., Sınıf 2 ve Sınıf 3) mevcuttur ve Sınıf 1'e göre daha katıdır. Standartdan bağımsız olarak, konturların yaygın kullanımı ve üretilmesi, lidar veri koleksiyonlarının doğruluk spesifikasyonlarında büyük bir rol oynamaya devam etmektedir.

Lidar'dan üretilen veriler "çiğ" nokta verilerinin yanı sıra kontür ve yüzeyler (DEM'ler) gibi işlenmiş türevleri de içerir. Nokta verileri, yalnızca yükseklik değerlerini değil aynı zamanda sınıflandırma değerleri, yoğunluk değerleri ve birkaç diğer nokta özneliklerini de içerir. DEM'ler noktalardan oluşturulur ve puanların sınıflandırılması durumunda çıplak toprakları veya birinci yüzey veya son dönüş yüzeyi gibi diğer yüzeyleri temsil edebilir. DEM'ler, sık kullanılan bir türev olan konturları oluşturmak için de kullanılır. Kısacası, lidar verileri basit "x, y, z noktaları" ve "lidargrammetry" ve lidar ile görüntü arasındaki kaynaşma (yani, hiperspektral veya doğal renk imaj değerlerini de içeren puan değerleri) gibi gelecekteki türevlerden çok daha fazlasıdır. teknolojinin yüksek doğruluk ve giderek daha yüksek veri yoğunluğu kapsama alanından yararlanmak için geliştirildi

Çözünürlük

Bir veri kümesinin nokta aralığının yatay çözünürlüğü dikkate alınması gereken önemli bir noktadır ve test edilen dikey doğruluğu etkileyebilir. Örneğin, Şekil 3-2 ve 3-3, zemin yüzeyindeki yüksek frekans değişkenliğinin (örneğin, eğim değişiklikleri, çukurluklar, oluklar, höyükler) düşük çözünürlüklü veri setlerinde (örn., Büyük pikseller veya geniş aralıklı noktalar) örtülmüş olabileceğini göstermektedir. . Bu durumlarda, noktalardaki yüksekliklerin dikey doğruluğu iyi olabilir, ancak önemli özellikler mevcutsa fakat çözümlenmiyorsa puanlar arasındaki enterpole edilmiş yüzeyin doğruluğu zayıf olabilir. Dolayısıyla, ölçülecek özelliklerin boyutu bir husustur ve drenaj kalıplarını etkileyen birçok özellik, NED verilerinin çoğunun çözünürlüğü olan 10 metreden daha az olduğundan, gerçek seyrini, konumunu ve yüksekliğini ayırt etme becerisi zor olabilir. Yakın tarihli lidar verileri (yani, son beş yıl içinde yakalanan) genellikle

1 ile 2 metre arasında bir nokta aralığına (yatay çözünürlük) sahiptir. Yüksek yoğunluklu lidar (metre kare başına birden fazla nokta), metre başına sekiz puan artabilir ve bu nedenle, 30 santimetre veya daha düşük bir yatay çözünürlüğe sahiptir. Zemin veya özellikteki lidar "spot" un fiili boyutu 30 ila 50 santimetre arasında olduğu ve bu da bitişik noktaların gerçekten çakıştığı anlamına gelmektedir. Bu "oversampling" tekniği, çoğunlukla bitki örtüsüne nüfuz eden noktaların sayısını artırmak, böylece zemin yüzeyinin daha doğru bir gösterimini sağlarken, bitki örtüsünün dikey yapısını daha iyi karakterize etmek için kullanılmaktadır.



Şekil 13 – Lidar Analiz ve Derinlik Verileri

Ölçümler arasındaki zaman ve verilerin güncelliği, özellikle de insan ve doğal değişikliğin dramatik ve hızlı olabileceği kıyı bölgelerinde veri doğruluğu kadar önemli olabilmektedir (Şekil 11)[9]. Lidar koleksiyonunun son derece otomatikleştirilmiş özelliği hızlı dağıtım ve veri yakalama olanağı sağlar. Zamansal çözünürlük, gelgit kontrollü lidar koleksiyonlarında da önemlidir. Günün her saatinde uçuş yeteneği, görev planlamasını fotogrametrik tekniklerden çok daha kolay hale getirir

Lidar Verileri Elde Etmek

Mevcut lidar verileri birçok kamu ve özel kuruluştan edinilebilir ve özgürce veya maliyetle elde edilebilir. Her iki durumda da, amaçlanan kullanımını destekleyecek verileri seçmek önemlidir. Kapak verisi alınırken göz önüne alınması gereken birçok spesifikasyon (ör. Biçim, projeksiyon, referans noktası, sınıflandırmalar) vardır ve farklı kaynaklardan gelen esneklik derecesi büyük ölçüde değişir.

Birçok yerel, eyalet ve federal ajans çevrimiçi olarak ücretsiz lidar verileri sağlamaktadır. Bu siteler üzerinden genel olarak iki tür lidar ürünü bulunur: DEM'ler (raster) ve noktalar. Lidar bir yükleniciden de satın alınabilir. Mevcut veriler (kamusal alanda olmayan) genellikle yeni bir kazanım için sözleşme yapmaktan daha ucuzdur, ancak müşteri belirli nokta aralığı ve doğruluk gibi belirli özellikleri daha az kontrol altındadır. Veriler bir müteahhit tarafından edinilecekse, birçok veri belirtimi iş bildiriminde (SOW) ele alınacaktır. SOW, mümkün olan yerlerde, arzu edilen biçimleri, projeksiyonları, datumları, post-processing (sınıflandırma) gereksinimleri, doğrulukları ve türetilen ürünleri (ör. Kütle noktaları, konturlar, DEM'ler) tanımlamalıdır. Bu parametrelerin oluşturulması kritik bir adımdır ve dikkatle düşünülmelidir.

Veri formatı ve diğer spesifikasyonlar, önemli hususlar olmasına rağmen, kapsam kapsamı için çoğunlukla ikincildir, bu nedenle bir veri kaynağı bulmak sadece ilk büyük adımdır. Web erişilemeyen veri bulma araçları gelişmişlik derecesine sahiptir. Örneğin, Puget Sound Lidar Konsorsiyumu sitesi basit bir tıklanabilir harita arayüzü aracılığıyla DEM ızgaraları sağlar . Bu yaklaşım, mevcut ızgaralara kolay ve hızlı erişim sağlar, ancak son kullanıcıya sunulan özelleştirme miktarını sınırlar. Daha sofistike veri keşfi araçları sıklıkla bir Web harita arayüzü (ör. Google Haritalar) veya Web GIS arabirimi (ör. ArcGIS Server, MapServer) kullanır. Veriler genellikle bu sitelerden de seçilebilir ve indirilebilir. USGS Earth Explorer ve NOAA'nın Dijital Kıyı Veri Erişim Görüntüleyicisi (Şekil 14), verileri de indirme seçeneği ile arama ve keşif işlevselliği sağlar. USGS Earth Explorer'a aşağıdaki adresten erişilebilir: <http://earthexplorer.usgs.gov>. NOAA Digital Coast Veri Erişim Görüntüleyicisi daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır;

www.csc.noaa.gov/digitalcoast

adresindeki Dijital Sahil sitesinde erişilebilmektedir.



Şekil 14 – USGS DEM Kaynakları

Bir CBS'ye Veri Yükleme

Verilere erişildikten ve bir nokta dosyası, bir raster dosyası veya satır dosyası olarak indirildikten sonra, ek veri içeren bir CBS sisteminde yaygın şekilde görüntülenir ve manipüle edilir. Bu, kullanılan ek verilerle uyumlu veya en azından bu değerleri bilen bir formatta, projeksiyonda, ölçüm biriminde ve datumda veri belirlemenin önemini vurgular.

En çok kullanılan CBS sistemlerinden biri Esri'nin ArcGIS'idir. ArcGIS, lidar türevi konturları ve yüzeyleri diğer yaygın CBS veri katmanları ile örtüşmesi ve analiz yapması için güçlü ve esnek bir ortamdır. Lidar verilerini iyi işleyen diğer CBS yazılım paketleri Global Mapper ve AutoCad Map (Land Survey) 'yi içerir. Ek olarak, birçok Lidare özgü yazılım paketleri ArcGIS için eklentiler veya bağımsız programlar olarak mevcuttur. LAsTools gibi bu paketler, veri analizi ve daha sonra ortak CBS formatlarına ürün ihracı için sofistike ve çoğunlukla çok etkili algoritmalar sağlar. Tipik olarak, lidara özgü paketler, nokta verileriyle

çalışmak için daha genel CBS veya CAD odaklı paketlerden daha fazla yetenek sunacaktır.

Lidar Verileri ve ArcGIS

Esri'nin Desktop yazılımı için ArcGIS, tipik lidar veri kümelerindeki karmaşıklık ve yığın hacim yüzünden, lidar noktası verileriyle birlikte kullanmak için en kolay veya en sağlam sistem olmamıştır. Bununla birlikte, bu yazılım, kıyı yönetimi topluluğunda en yaygın kullanılan coğrafi ortam paketidir, bu yüzden NOAA, daha lidar'a özgü diğer paketler yerine onun üzerine yoğunlaşmaktadır. Esri, ArcGIS 9.2 sürümüyle LAS dosyalarıyla çalışmak için sınırlı yetenekler sunan arazi veri setlerini tanıttı. ArcGIS 10.1'in piyasaya sürülmesi, kullanıcıların LAS verilerini üç kap türünde birleştirmesine olanak tanıyan lidar nokta bulutları için çok daha sağlam destek sağlamıştır: arazi veri setleri, mozaik veri setleri ve LAS veri setleri. İkinci konteyner türü, disk üzerindeki LAS dosyalarını işaret eder ve kullanıcıların nokta bulutlarını ve üçgenli yüzeyleri iki ve üç boyutlu olarak render etmelerini, çeşitli analitik işlemleri gerçekleştirmelerini, filtrelenmiş ve sınıflandırılmış noktaları görüntülemelerini, noktaları düzenlediklerini ve yüzey gelişimi sırasında kopmalarla birleşmelerini sağlar. Esri'nin, farklı lisans düzeyleri ve yazılım uzantıları aracılığıyla farklı düzeylerde LAS işlevselliği sunduğunu belirtmek önemlidir. En kullanışlı işlevsellik, ArcGIS for Desktop Standard lisansı (eski ArcEditor) ile başlar ve Uzamsal Analist ve 3D Analist uzantıları, çoğu veri analizi ve görselleştirme görevi için yetenekler ekler.

ArcGIS'deki lidar verileri ile çalışmak, dikkatli bir planlama ve uyumluluk düşüncesini gerektirir. Lidar verileri, birkaç farklı veri yapısı (ör., Noktalar, çizgiler, yüzeyler) ile temsil edilir ve birçok farklı formatta kullanıcılara sunulabilir. Bununla birlikte, tüm formatlar ArcGIS tarafından desteklenmiyor; bu nedenle kullanıcılar, hangi formatların belirli sürümleri ve lisans seviyeleri ile uyumlu olduğunu anlamalıdır. Örneğin, ASCII metni veya LAS dosyaları en yaygın nokta biçimidir, ancak yalnızca belirli sürümler (ArcGIS 10.1 ve üstü) LAS dosyalarını okuyabilir ve verimli bir şekilde işleyebilir ve sıkıştırılmış LAZ sürümünü okumak için bir üçüncü taraf uzantısına ihtiyaç duyulacaktır. LAS Raster (ızgaralı) veriler bazen Esri Izgaralar olarak kullanılabilir, ancak tutarlı

değildir; Genellikle ASCII şebekesi veya ikili raster (kişisel olmayan) biçimler yalnızca mevcut türlerdir ve kullanılmadan önce diğer biçime dönüştürme gerektirebilir. Konturlar, diğer taraftan Esri destekli şekil dosyaları olarak bulunur.

Konturlar, ArcGIS'de (Uzaysal Analist veya 3D Analist ile birlikte) oluşturulabilir veya çevrimiçi kaynaklardan (ör. Digital Coast) ürünler olarak .shp veya .dxf biçimleri olarak indirilebilir. Aşağıdaki örnek, Digital Coast tarafından sağlanan konturları kullanacaktır. Konturların nasıl elde edildiği önemli değil, bunları oluşturmak için genellikle bir yüzey gereklidir. Yüzey, konturların yerini, geometrisini ve görünümünü etkileyebilecek birkaç farklı teknik özellik veya teknik ("Yüzeyler" e bakınız) kullanarak oluşturulabilir. Örneğin, Dijital Kıyı Veri Erişim Görüntüleyicisi arayüzünde, kontürlerin oluşturulduğu her tarama hücresine bir yükseklik atamak için birkaç farklı teknik bulunur. Oluşturulduktan sonra, ArcGIS'de konturları görüntüleme işlemi herhangi bir .shp veya dxf için olduğu gibi yapılır.

Sınıflanmamış veriler veya çıplak toprak veri seti oluşturmak için filtrelenmemiş veriler son derece gürültülü ve büyük kontur veri setleri üretir. Lidar zemin noktalarını tanımlayacak şekilde işlenmediyse ortaya çıkan konturlar bitki örtüsü ve yapıları ile çıplak zemin gösterecektir. Bu ortak bir sorundur; Bununla birlikte, eğer alan küçükse, evlere düşen konturlar fotoğraflarla, lidar yoğunluk görüntülerinde veya bariz "ev" imzalarıyla manuel olarak kaldırılabilir (veya sınıflandırılabilir). Sonuç, zemin özelliklerini incelemek veya yerel hidrolojiyi modellemek için daha yararlı olabilecek bir üründür

Diğer vektör biçimi de yerli lidar veri biçimi olan noktalardır. Puanlar için iki yaygın dosya biçimi LAS ve ASCII'dir. ArcGIS'de, işlemi zorlaştırabilecek noktalar kullanılırken boyut ve biçim sorunları vardır. ArcGIS'in yeni sürümleri (9.2 ve üstü), lidar noktası kullanımında önemli ölçüde yardımcı olan yeni veri kapsayıcılarına sahiptir. Nispeten küçük ölçekli bir araştırma alanı için bir lidar noktası dosyası 1-2 milyondan fazla puanı barındırabilir; bu, şekilfil biçiminde olsaydı uygulama değerinde olabildiğince yavaşlatabilir. Bu nedenle, dışarıdaki puanları projeden hariç tutmanız veya yalnızca ilgilendiğiniz puan türlerini seçmeniz önemlidir (ör. Yalnızca topografya ile ilgileniyorsanız, puanları

yalnızca sınıflandırılmış zeminlere en aza indirin veya son dönüşler için).

ASCII dosyaları (ayrılmış metin), bu örnekte olduğu gibi virgülle ayrılmış bir biçime sahiptir:

Boylam, Enlem, Yükseklik :

76.883745,36.231292,11.64 -56.345225,36.562892,12.35

ArcGIS'de bir ASCII nokta dosyasını açmak genellikle aşağıdakileri gerektirir:

1. Virgülle ayrılmış bir metin biçimi, veritabanı veya elektronik tablo biçimine dönüştürme.
2. Tabular verileri ekleme (ArcGIS'te: Dosya> Veri Ekle> XY Verileri Ekle) ve doğru x, y ve z alanlarını ve koordinat sistemini belirleme.

İpucu: .csv veya .dbf dosyasını oluşturmak, Microsoft Excel veya Access gibi yaygın programlar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Dosya orta ölçekte (mahalle bloğunun ötesinde) boyutlandırılmışsa, Microsoft Excel 65.000 puana sınırlanmış olduğundan Microsoft Access daha iyi seçenektir. Access'te xyz.txt dosyasını yeni bir tabloya alın ve daha sonra bu dosyayı .dbf olarak dışa aktarın (tabloyu vurgulayın; Dosya> Dışa Aktar'ı seçin; .dbf biçimini seçin.).

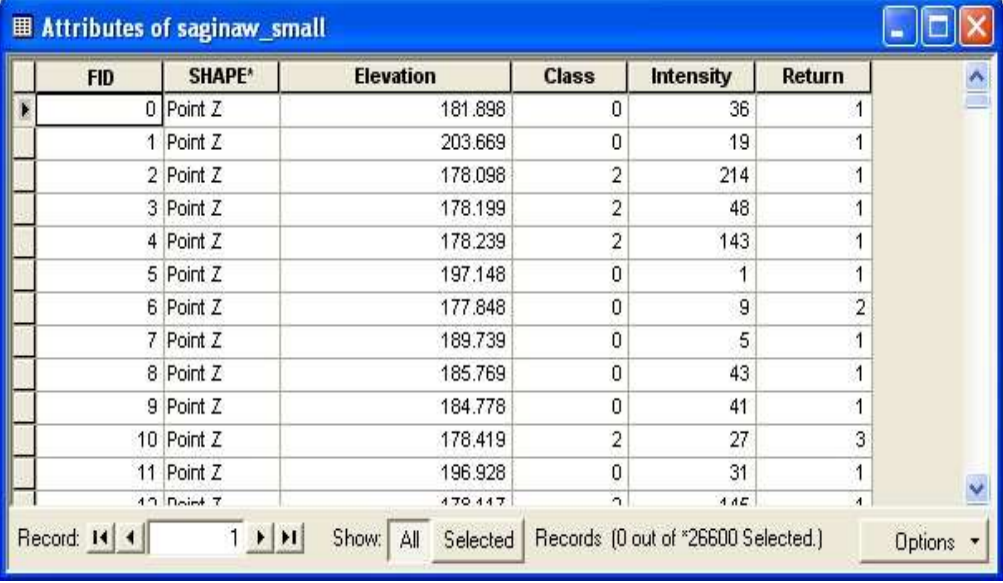
LAS nokta dosyaları ArcGIS tarafından okunabilen (sürüm 10.1'den önce) ikili biçimlerdir ancak ArcGIS araçlarını veya üçüncü parti bir yardımcı programı kullanarak ön işleme tabi tutmayı gerektirir. LAS verilerini ArcGIS'e getirmeye yardımcı olmak için çeşitli ücretsiz araçlar mevcuttur. En basitine ArcGIS için LAS Okuyucu denir.

(www.geocue.com/support/utilities.html), ArcGIS'in doğal olarak LAS dosyalarını okumasına izin verir. Bu yardımcı programla, ArcCatalog'da veri dosyaları görüntülerken veya ArcMap'te veri eklerken LAS dosyaları görünür. Başka bir seçenek ise LAsTools LiDAR işleme alet kutusudur

(<http://rapidlasso.com> adresinden), ArcGIS'den verimli LAsTools komut satırı araçlarının toplanmasına olanak tanır. Araç kutusu ArcToolbox'a basitçe eklenir ve üç boyutlu çok noktalı ve noktalı şekil dosyaları, konturlar, DEM'ler ve daha fazlasını oluşturmak için farklı işleme araçları bulunur. LAsTools değerlendirmek amacıyla serbestçe kullanılabilir olduğunu unutmayın, ancak lisans sınırlamaları

belirli kullanım durumları (<http://lastools.org/LICENSE.txt> bakınız) için geçerlidir. Bir .dbf (Şekil 15) olarak ve LAS Reader ile yüklü dosyalar için özellik tabloları alanları CBS veri aktarmak için teknikler arasındaki farklılıkları vurgulamak.

LAS Okuyucu ve LAStools "las2shp" programları puanlara bir 3B koordinat atamaktadır (PointZ); veritabanı metodu değildir, ancak nitelik tablosunda bir semboloji tanımlamak veya yüzey oluşturmak için seçilebilecek bir yükseltme alanı içerir



FID	SHAPE	Elevation	Class	Intensity	Return
0	Point Z	181.898	0	36	1
1	Point Z	203.669	0	19	1
2	Point Z	178.098	2	214	1
3	Point Z	178.199	2	48	1
4	Point Z	178.239	2	143	1
5	Point Z	197.148	0	1	1
6	Point Z	177.848	0	9	2
7	Point Z	189.739	0	5	1
8	Point Z	185.769	0	43	1
9	Point Z	184.778	0	41	1
10	Point Z	178.419	2	27	3
11	Point Z	196.928	0	31	1
12	Point Z	178.417	2	145	1

Şekil 15 – LAS Lidar Lab Sonuçları (Z domaininde)

Noktalar eklendikten sonra, yüksekliği sembolize etmek için bağımsız olarak kullanılabilirler veya yüzeyleri veya konturları oluşturmak için ArcGIS uzantılarından biriyle daha ileri analiz için kullanılabilirler (Bkz. "Yüzeyler"). Basit Bir DEM, Mekansal Analist veya 3D Analist uzantıları mevcut değilse, ArcToolbox'ı (Dönüştürme Araçları> Raster için> Özelliğe Raster'e) kullanarak oluşturulabilir. Yoğunluk da, "sahte bir görüntü" yaratmak için nokta niteliklerinde mevcutsa sembolize edilebilir.

Yüzeyler (Izgaralar) - En yaygın olan lidar ürünü, ızgaralı veya sıva yüksekliği bir yüzeydir. Lidar verilerinden geliştirilen yüzeyler, verilerin içsel değerini vurgular (ör. Geniş alanlar üzerinde yüksek doğruluk) ve türetilen ürünlerin birden çok formunun temelini oluşturur.

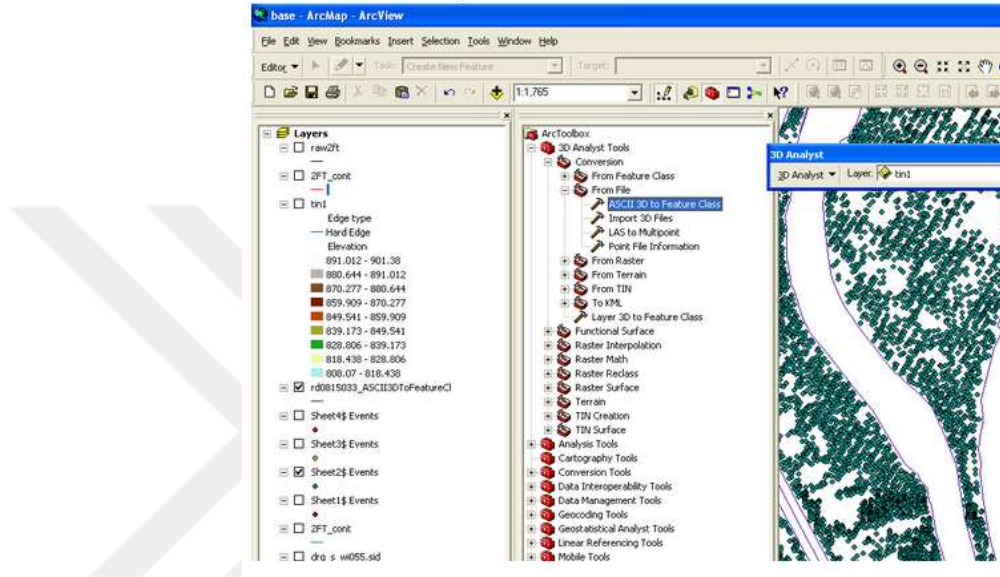
Yükseklik ürünlerini veya yüzeyleri açıklamak için çeşitli veri monikerleri veya açıklamaları kullanılır. Bir yükseltme ürününü tarif ederken sıklıkla bahsedilen üç terim

- bir dijital yükseltme modeli (DEM),
- bir dijital arazi modeli (DTM) ve
- bir dijital yüzey modeli (DSM).

"DEM" terimi tipik olarak bir yükseltme yüzeyinin genel bir açıklaması olarak kullanılır. Genellikle daha ayrıntılı bilgi veren çıplak toprak DEM veya topobati DEM gibi belirli veya ek açıklamalarla birlikte kullanılır. Bir "DTM", yaygın olarak çıplak bir dünya ürünü veya arazinin en iyi temsilini sağlamayı amaçlayan ve yüzeyin daha iyi temsil edilmesi için yardımcı bilgiler (yani kırılma çizgileri) içerebilen bir üründür. Bir "DSM" daha gevşekçe tanımlanmış bir terindir ve çıplak toprak veya ağaçların tepeleri boyunca yüzey olan herhangi bir yüzeyi temsil eden herhangi bir ürünü içerebilir. Çoğu yükseklik uygulaması, çıplak Yeraltı DEM'leri veya DTM'ler tarafından en iyi şekilde sunulmaktadır. Daha önce gösterildiği gibi, bu, arazi dışı özelliklere (örneğin ağaçlar, arabalar, evler) düşen noktaların kaldırılmasını gerektirir. Bu tür bir işlem çoğunlukla lidar'a özgü yazılımlar kullanılarak gerçekleştirilir; Ancak ArcGIS içerisinde puanları sınıflandırmak ve çıplak nokta DEM oluşturmak için kullanılabilen bazı lidar'a özgü yazılım uzantıları vardır.

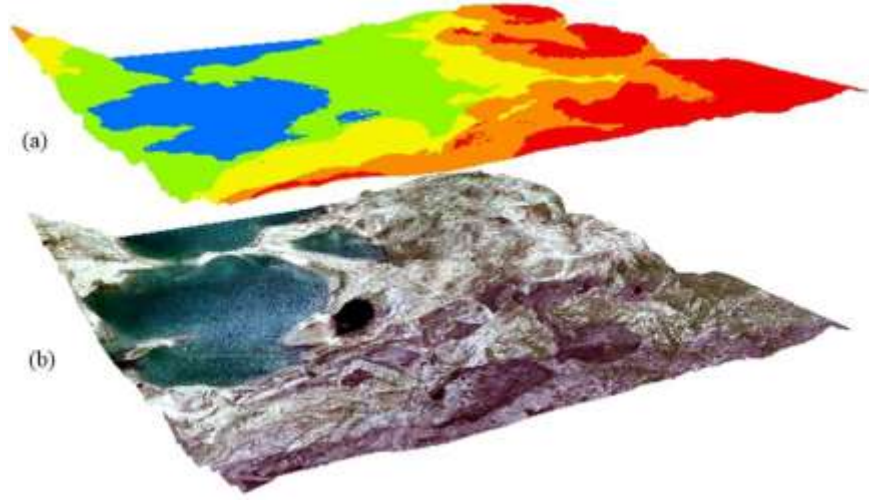
3D Analist veya Mekansal Analist bulunan ArcGIS, nokta verilerinden DEM'leri araya getirebilir ve herhangi bir uzantı içermeyen ArcGIS, ayrı yazılımla oluşturulan birkaç farklı DEM biçimini okuyabilir ve görüntüleyebilir. DEM'in analizi (ör. Yükseklik farklarının hesaplanması, eğim ve eğim ızgaraları üretilmesi, 3D profiller oluşturulması veya kontur oluşturulması), uzantılardan birini gerektirir. Belirtildiği gibi ArcGIS doğal olarak GeoTiffs (.tif), Esri Izzaraları ve ERDAS Imagine (.img) dosyaları gibi birkaç ızgaralı biçimi işleyebilir. Diğer yaygın formatlar için "Dönüşüm Araçları" araç kutusu, gereken grid veya raster içe aktarma özelliklerinin çoğuna sahiptir. Lidder verileri için en yaygın olarak kullanılan örnek ASCII - Raster ve Float (.flt) - Raster araçlardır. Mümkünse, şamandıra veya doğal olarak ele alınan formatların kullanılması tavsiye edilir.

Herhangi bir analiz türü planlanırsa, çoğu kullanıcının 3D Analyst veya Mekansal Analisti olması gerekecektir. İlk önce bir TIN (üçgenleştirilmiş düzensiz ağ) veri seti oluşturmak ve daha sonra bir tabloya (raster) dönüştürmek için 3D Analyst kullanılarak ArcGIS'de oluşturuldu. Veriler, sınıflandırılmış bir nokta veri setinden alınmıştır. DSM tüm noktaları kullanarak oluşturuldu ve DTM yalnızca "2" sınıflandırmasına sahip olanlar (Şekil 16) seçilerek oluşturuldu. zemin noktaları



Şekil 16 – Derin Noktalarının Bulunması

Son olarak, bir yüzeyin ortak bir analizi, bir kıyı şeridinin oluşturulmasını (örneğin, ortalama yüksek suyu veya ortalama deniz seviyesini temsil eden bir yüksekliği) içerebilen kontürlerin (Şekil 17) oluşturulmasıdır. Daha önce belirtildiği gibi, veri, önemli derecede yüksek frekanslı "gürültü" (yani, hafifçe değişen yükseklik değerlerine sahip çok sayıda birbirine yakın noktalar) içerdiğinden, lidar verilerinden üretilen konturlar tipik olarak yalnızca çıplak toprak kullansa da yumuşak bir görünüme sahip olmayacaktır.



Şekil 17 - Seviyelendirme

Meta Veri (Meta Data)

Meta veriler, genellikle, tam toplama ve kalite kontrol raporlarını içerebilecek daha fazla bilgi için toplama parametrelerini, doğruluğu ve kişileri sağlayan olduğundan, meta veriler, lidar verilerini maksimize etmek için ayrılmaz bir araçtır. Meta verinin temel özellikleri, diğer verilere benzer ve açıklamayı, veri kalitesini, mekansal başvuru bilgilerini ve kişileri içerir. "Neyin", "nerede", "ne zaman" ve "ne kadar iyi" sorularına cevap verir. Lidar'ın genellikle küçük proje boyutları üzerinden toplandığını ve birden çok kez toplanabileceğini akılda tutmak önemlidir; Bu nedenle, veri kümesi değişkenlerini takip etmek, birkaç veri kümesine örtüşen bir alan üzerinde çalışılıyorsa önemlidir. Meta veriler, ele alınmayan veri sorularını cevaplamak için en uygun kişileri de içeren bu bilgiyi sağlar. Örneğin, iki lidar veri seti arasında göze çarpan bir fark oluşursa, meta veriler sorunu düzeltmek için atılması gereken adımları veya ek bilgi sağlayabilecekleri belirlemenize yardımcı olur. Tam uyumlu meta veriler mevcut olsa bile, ele alınmayabilecek özellikler vardır ve yalnızca irtibat noktaları aracılığıyla belirlenebilir.

Bazı CBS programlarında lidar verilerini kullanmak, küçük alanlar için bile büyük miktarda veriden kaynaklanan zorluklara sahiptir. Puanlar çeşitli biçimlerde yüklenebilir; Bununla birlikte, bunların sayıca azlığı kullanım sorunları yaratabilir. Verileri önceden yapılmış bir DEM (raster) veya kontur

(çizgiler) olarak almak basit bir çözümdür; Her ikisi de ham puanlara göre genellikle daha kolaydır. Özel yüzeyler isteniyorsa, noktalar bazı programlarda veya ArcGIS'te ek uzantılarla yüzey oluşturmak için kullanılabilir. Yüzeyler oluşturulduktan sonra, hem görselleştirme hem de analitik amaçlar için farklı analizler gerçekleştirilebilir. Analizlerin kullanımını maksimize etmek ve veri kümesinin sınırları içinde çalışmak için, ham verileri üretmek için kullanılan süreçlerin doğruluğu ve aynı zamanda meta verileri incelenmesi önemlidir. Bu bölüm, Esri'nin ArcGIS platformunu ve ilişkili yöntemleri, kıyı yönetimi topluluğu içinde yaygın olarak kullanıldığı için vurgulamıştır

Veri Özellikleri

Bazı kullanıcı veya müşteri özellikleri, belirli uygulamalar için verilerin en üst düzeye çıkarılmasına yardımcı olabilir. Çoğu uzaktan algılama bilgisi gibi, Lidar verileri, belirli bir kullanıma cevap verecek şekilde özelleştirilebilir. Bununla birlikte, olumsuzluk, kullanımda geçmesi gereken bir dizi "seçenek" olabilir. Bu bölüm, kullanıcı tarafından seçilebilen ve DEM'ler ve konturlar gibi türetilmiş yükseklik ürünlerinin formunu ve temsilini doğrudan etkileyen iki lidar nokta verilerine odaklanmaktadır. Bu özellikler, lidar nokta bulutları için kullanılan standart LAS biçimi bağlamında ele alınmaktadır. Lidar ürünlerinin rafine edilmesinde kopma hatlarının kullanımını açıklamak için devam ediyor. Veri doğruluğu ve tutarlılığı hakkında kapsamlı bir tartışma var, çünkü lidar verileri satın alırken ve genellikle birincil maliyet sürücüsünde en önemli seçenek doğruluk gereksinimidir. NOAA'nın Dijital Kıyı Veri Erişim Görüntüleyicisinde kullanıcıların seçebileceği seçeneklerin araştırılması ve bu kaynaktan gelen lidar verileri edinmek isteyenlerin düşünceleri ile sonuçlanmaktadır.

Veri Öznitelikleri

Bu kılavuzun önceki bölümlerinde sınıflandırılmış verilerle ilgili çeşitli referanslar yapılmıştır; sınıflandırma, veri kümesindeki önemli bir öznitelik örneği veri özelliklerinin kullanımı, ne olduklarını ve bir dereceye kadar dosyada nerede olduklarını anlamayı gerektirir. En yaygın lidar nokta bulut dosyası

biçimi LAS biçimidir. Bir LAS dosyasının iki temel "bölümü" vardır: başlık ve veriler. Başlık, özgür yazılım da dahil olmak üzere çoğu lidar yazılımı kullanılarak erişilebilir. Kutu 1'deki bilgiler, dosya bilgilerinin depolandığı başlığın ilk bölümünün bir örneğidir. Kutu 2, birincil başlık bilgisini takip eden değişken uzunlukta kayıtlar olarak sağlanabilecek coğrafi referanslama bilgileri de dahil olmak üzere ilave başlık bilgisine bir örnektir;

Statistics

```
-----  
Horizontal Mean:      3.11  
Biased Horizontal Mean: 2.35 Biased Point Density : 2.48  
Source ID Count : 2 LAS Header  
-----  
GUID:                00000000-0000-0000-0000000000000000  
LAS Version:         1.0  
System ID:           <empty>  
Generating Software: TerraScan  
  
Header Size:         186  
Point Data Offset:   405  
VLR Count:           3  
  
Point Data Format:    Format 1 Point Data Record Length: 37  
Number of Point Records: 128  
Points By Return  
    Return 1: 116      Return 2: 118  
  
X,Y,Z Scale Factors: 0.0100, 0.0100, 0.0010  
X,Y,Z Offsets:       0.00, 0.00, 0.00
```

Başlığın ve değişken uzunluk kayıtlarının ardından veriler bulunur. Veriler, çoğu metin düzenleyicisinde okunamayan ikili biçimde (tüm dosya olduğu gibi) bulunmaktadır. Aşağıda, bir LAS dosyasında bulunan öznitelikleri ve değerleri olan üç nokta kayıtlarına bir örnek verilmiştir. Bazı durumlarda, orijinal lidar sistemi tüm alanlar için veri üretmeyebilir; Örneğin, tarama açısı öncelikle salınım ayna sistemleri için geçerlidir.

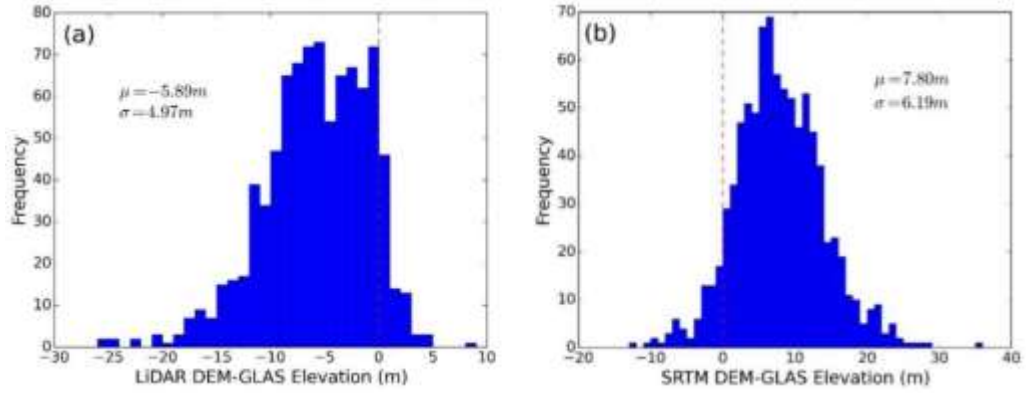
Verilerin x, y, z bölümlerine ondalık sayıların olmadığını unutmayın. Ondalık kısımlar üstbilgisinde "X, Y, Z Ölçek Faktörleri" satırında işlenir, bu durumda 0.0100, 0.0100, 0.0010'dur. İade numarası (ret #) ve iade sayısı (#ret), lazer

darbesinin kaç tane "nesnesinin" (Şekil 5-1) vurduğuna ve hangi değere ulaştığına ilişkin göreceli bilgi sağlar. "Scandır" alanı tarama aynasının hangi yönde hareket ettiğini (sol veya sağ) tanımlar. "Kenar" değeri, tarama yönündeki son noktayı temsil eder (diğer bir deyişle, tarama ayna çevirmeden ve diğer yönde gitmeden önceki son nokta). "Sınıf", puanların sınıflandırılmasını ifade eder (aşağıya bakın); "Açı" yukarıda tartışılmıştır. "Kullanıcı verileri", lidar satıcısı tarafından kullanımı için kullanılabilen açık bir alandır. "Pt_src_id" genelde uçuş hattı ve "gps_time" noktası toplanan zamandır.

Sınıflandırma (Classification)

Son DEM doğruluğunu ve kullanılabilirliğini artırmak için lidar noktası verilerini düzenleme genellikle LAS veri iş akışı içinde yürütülür. Sınıflandırılmış veri modelleri üretildiğinde, orijinal noktaların tümünün korunması sağlanırken, kullanıcıya nihai yüzey üretimi için belirli sınıf puanları seçme esnekliği sağlanır. Lidar verisinin sınıflandırılması, sadece "çıplak zemin" e çarpan dönüşleri temsil eden bir nokta seti üretmek üzere genellikle üstlenilir (Şekil 18). Geri kalan puanlar genellikle "sınıflandırılmamış" sınıfına taşınır. Bir DEM oluştururken, çıplak toprak yüzeyinin mümkün olan en iyi temsili oluşturmak için tüm "gereksiz" noktaları kaldırmak mümkündür. Bu, en basit sınıflandırma durumunu temsil eder; daha fazla özellik elde edilebilir ve özelliklerin sınıflandırılması (örneğin, ağaçlar, evler) ortak bir eğilim haline geliyor.

Birçok lidar üreticisi tarafından kullanılan bir Amerikan Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Sınıfı (ASPRS) sınıflandırma şeması vardır (Kutu 3). Birinci değerler 1, 2 ve 9'dur. Su esasen düz olduğundan ve otomatik işlemlerde "zemin" olarak sınıflandırılabileceği için kıyı alanları için özellikle önemli bir husustur; bu havuzlar ve diğer su yapıları için de geçerlidir.



Şekil 18 – ASPRS Sınıflandırma Örnekleri

Sınıflamaların kullanımı, bitki örtüsü ve yapılar arasında ya da uzun ve kısa bitki örtüsü arasında farklılaşmayı da içerecek şekilde giderek genişlemektedir. Bu sınıflamalardan, hibrit veya özelleştirilmiş DEM'ler, yapı altyapı veya bitki örtüsü modellerini temsil etmek üzere üretilebilir. Buna ek olarak, veriler farklı arazi örtü tiplerini karakterize etmek için kullanılabilir; Örneğin, belirli bir alan için ortalama veya maksimum bitki örtüsü yüksekliği diğer alanlarla veya tüm veri seti ile karşılaştırılabilir.

Kırılım Noktaları (Breaklines)

Nokta sınıflandırması ve filtrasyon, arazinin son temsiliyi büyük ölçüde geliştirir ancak hidrolojik ve kartografik açıdan doğru DEM'ler üretmek için ek düzenleme ve bilgi gereklidir. Bu, tipik olarak üç boyutlu kırılma çizgilerinin uygulanmasıyla yapılır. Kırılma çizgileri eğimde önemli kırılmaları temsil eden veya nehirler, koylar ve diğer su gövdeleri gibi özelliklerin kenarlarını çizen özelliklerdir. Kesme hatlarının en yaygın kullanımlarından biri, DEMS'de hidrolojik düzeltme sürecindedir.

Hidrolojik düzeltme ve düzeltme gibi çeşitli hidrolojik düzeltme türleri vardır; Hidrolojik uygulama, genel bir iniş akışı ile bir su gövdesi ağı oluşturur; hidrolojik düzeltme, su gövdelerini düzleştirerek DEM için daha hoş bir görünüm oluşturur. Bu işlemler,

- 1) su yüzeylerinden gelen ışıksız dönmeler ne tutarlı ne de doğrudur ve bu nedenle mutlaka su yüzeyi yüksekliklerini veya sınırlarını tanımlamak için kullanılmalıdır;
- 2) lidar koleksiyonlarının, belirli gelgit aşamaları veya su seviyelerinde veri elde etmek için her zaman zamanlaması yoktur; ve
- 3) sonuçta, başarılı hidrolik ve hidrolojik modelleme faaliyetlerini kolaylaştırmak için hidrolojik özelliklerin doğru bir şekilde temsil edilmesi önemlidir.

düzeyde, USGS Jeospatial Programı, Yükseklik Veri Setinde (National Elevation Dataset - NED) tüm DEM'lerin iç ve kıyı sularının düzleşmesini gerektirir. Bunu başarmak için kırılma çizgileri DEM geliştirme sürecinde kullanılır. Düzleştirilmiş DEM'lerde, kırılma çizgileri değerleri genellikle göllerdeki en düşük yer noktasında ve nehirlerde ölçülen yükseklikteki bank yüksekliğini koruyan degradeler kullanılarak ayarlanır. Kıyı değerleri genellikle mümkün olduğunca çok veri bulduran bir değerle seçilir. Bazı durumlarda, kırılma çizgilerine doğrudan bitişik olan çıplak dünya lidar noktaları (Sınıf 2), "Yoksayılmış Zemin" (sınıf değeri = 10) olarak yeniden sınıflandırılır ve yüzey üretimi sırasında hariç tutulur. Bu, yüksek yerlerden kıyı şeridinde daha yumuşak bir geçiş meydana getirir.

Lidar sistemleri ve işleme algoritmaları, hidroflattenleştirme için gereken kırılma çizgileri içermez. Bununla birlikte, bunlar, lidar noktalarını veya yardımcı verileri kullanarak çeşitli teknikler yoluyla ayrı olarak üretilebilir. DEM gelişmesinde kırılma çizgilerinin kullanıldığı durumlarda, bunlar genellikle PolylineZ veya PolygonZ Esri özellik sınıfları (shapefile veya geodatabase formatlarında) olarak teslim edilir. Bu lidar veri çıktısına eşlik eden Lidar İşleme raporunda, koparma tahsilatı için kullanılan yöntemin bir açıklaması da bulunmalıdır.

Doğruluk Spesifikasyonu ve Testleri

Bir önceki bölümde de belirtildiği gibi, doğruluk belirtimi önemli bir bilgi parçasıdır ve meta verilerde yaygın olarak bulunur. Buna ek olarak, çoğu veri

setinde, toplama parametreleri ve veri kalitesi hakkında bir rapor da bulunmaktadır (Tablo 1). Doğruluğu ifade etmenin en yaygın yolu, kök ortalama karesi hatası (RMSE) aracılığıyla yapılır. RMSE, verilerin yaklaşık % 68'i RMSE veya 1'in aralığına düşecek şekilde, önyargılı olmayan bir veri kümesinin (yani, sıfıra eşit ve sıfırın altında eşit dağılım gösteren bir veri kümesi) standart sapmasına benzemektedir standart sapma.

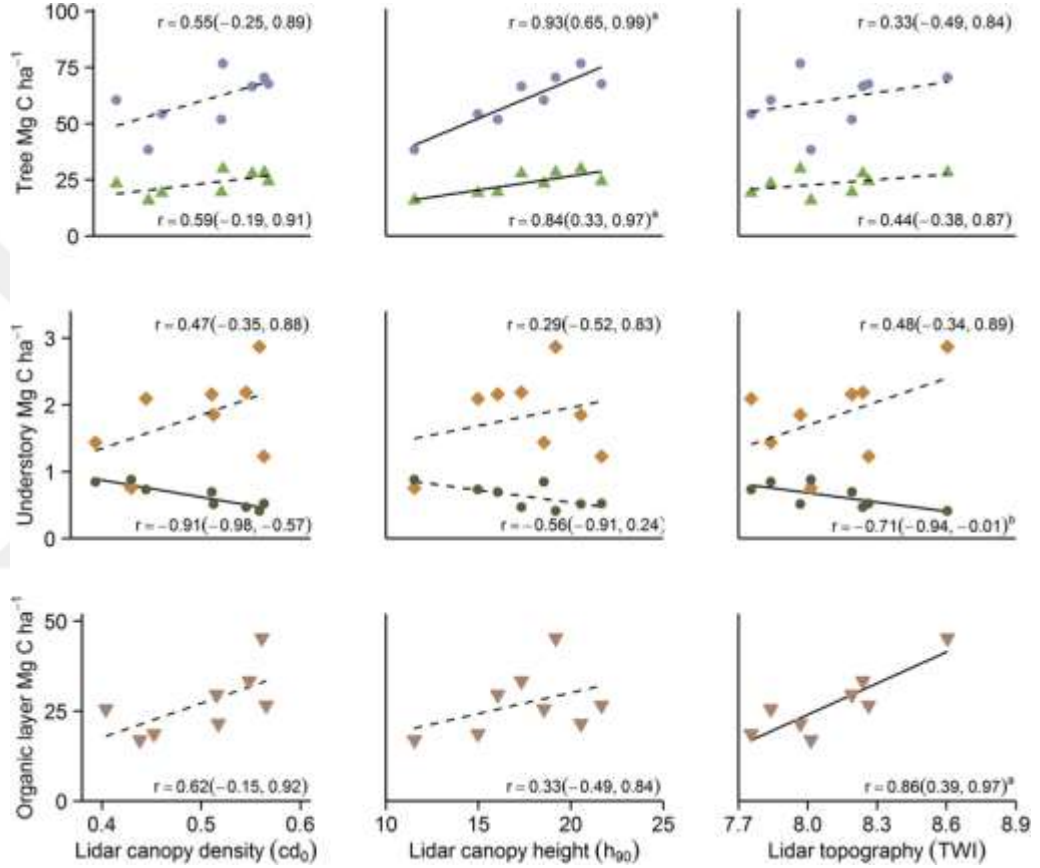
Ortak olan diğer terim doğruluk değeridir. Bu genellikle 2 standart sapmaya (veri önyargısız verilerle) karşılık gelir; böylece verilerin% 95'i Accuracyz değeri altına girer. Örneğin, 25 cm'lik Accuracyz'li bir veri kümesinin, verilerin% 95'inin gerçek değerinin 25 santimetre içinde olması gerekir.

Doğruluk değerleri, toplama alanları boyunca incelenmiş ve doğru yükseklik değerlerine sahip olan yer kontrol noktaları (GCP) kullanılarak hesaplanmıştır. Lidder verileri, GCP puan verileriyle karşılaştırılan bir TIN yüzeyi oluşturmak için kullanılır. Bir TIN yüzeyi kullanılır çünkü GCP noktalarının, lidar veri noktaları ile tam olarak çakışması olasılığı çok azdır ve bir TIN, en yakın noktalardan bir değeri enterpole etmek için basit, önyargısız bir yöntemdir.

Çoğu durumda, arazi örtüsü kategorisi başına en az 20 GCP noktası toplanır. Bu, bir noktanın, tüm veri kümesinin% 95 güven sınırını aşmasına neden olmadan dikey doğruluk belirtiminin başarısız olmasını sağlar. Analiz örneği, çıplak toprak, ormanlık, ovucu / çalılık, yabancı ot ve bitkiler ile kentsel alanlar için ayrı doğruluk değerleri ve nüfus grafikleri hesaplanan Tablo 1'de sunulmuştur.

Arazi Çeşiti	Nokta Sayısı	RMSE (cm)	Doğruluk FVA	Dikey	Dikey
				Konsadilasyon , CVA	Suppliminyasyon, SVA
Toplam nokta sayısı	166	0.094	0.19	0.19	
Açık ölçümler	47	0.081	0.16		0.12

Weeds/Crops	36	0.098	0.19	0.18
Scrub/Shrub	24	0.100	0.20	0.18
Ağaçlık	35	0.116	0.23	0.26
Yerleşim alanı	24	0.071	0.14	0.13



Şekil 19 – FEMA Sonuç Çizlegesi

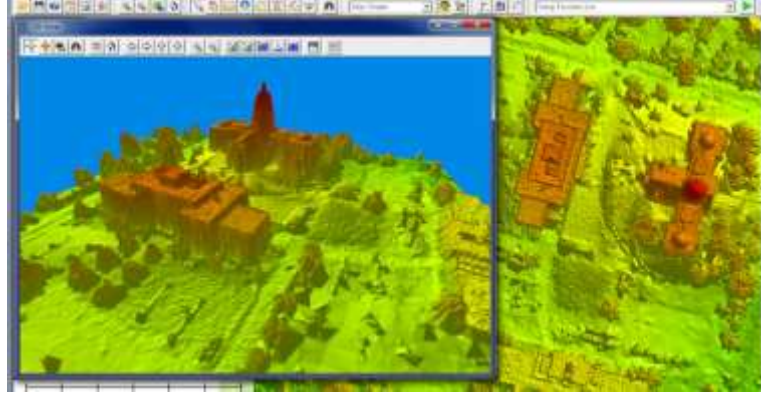
Temel önceli, "çıplak yer" noktalarının sistemin ve toplama parametrelerinin mümkün olan en iyi doğruluğunu temsil etmesi. Diğer arazilerdeki doğruluklar genellikle bitki örtüsünü ve yapıları çıplak noktadan kaldırmak için işlemenin ne kadar iyi yapıldığı ile ilgilidir. Kentsel veya yerleşik kategori ayrıca ayrıca test edilir, çünkü çok karanlık ve çok parlak yüzeyler (ör. Yollar) lazer darbelerini bu alanlarda hatalar oluşturacak şekilde absorbe eder veya yansır. Verilerin

spesifik uygulamalar için kullanımı belirli arazi örtüleri için verilerin doğruluğuna bağlı olabilir. Örneğin, kıyı şeridinin çizilmesi çıplak toprak kategorisinde (FVA) sadece yüksek düzeyde bir doğruluk gerektirirken, sel saptaması hem çıplak toprak hem de ormanlık alanların belirli bir kontur aralığını (CVA) oluşturmak için uygun doğruluklara sahip olmasını gerektirir. Bir veri setinin çıplak topraklarda iyi doğruluğu varsa ancak bitki örtüsü için kötü bir şekilde sınıflandırılmışsa, sellerle haritalama için kullanılamayabilir; Ancak, veri seti, kıyı çizgisi çizimi için hala iyi çalışacaktır.

Lidar Verilerinin İncelenmesi

Açıkça tanımlanmış doğruluk gereksinimlerinin aksine, verilerin niteliği biraz daha sübjektiftir. Ön uçta aynı miktarda dikkat çekmezken, verilerin başarılı bir şekilde kullanılması kritik bir sorundur. Özünde, doğruluk değerlendirmesi, bir milyar puanlık bir veri setinde yalnızca 200 ila 300 puan test eder, bu nedenle niteliksel inceleme diğer milyarların bir noktasında test edilebilir. Bununla birlikte, belirtilen nitel doğruluk prosedürleri yoktur, dolayısıyla genel olarak lidar verisine aşinalık ve özellikle yer ve amaçlanan kullanımı genellikle gereklidir. "Bulanık" bir analiz olduğu için genellikle üçüncü taraflar, satın alanlar veya bir kullanıcı grubu tarafından gerçekleştirilmesi en iyisidir.

En yaygın nitel "hatalar" dan bazıları, bitişik uçuş çizgilerinden kaynaklanan noktaların uyuşmadığı ve "mısır soyu" olarak da bilinen yüksek frekanslı bir gürültüye (Şekil 21) sistematik bir kaymanın görünüşünü ürettiği uçuş hattı uyuşmazlıklarıdır biçimlendirme, yanlış sınıflandırma ve veri tatilleri veya boşlukları. Bu sorunların birçoğu giderilebilirken, mısır sıralarının giderilmesi daha zordur. "Mükemmel" veri kümelerinin bulunmadığı belirtilmelidir, ancak genellikle veri kümesinin kullanılabilirliğinin bir kısmını kaybettiği bir düzey vardır; veriyi belirtirken bu eşik dikkate alınmalıdır.



Şekil 20 – Biçimlendirme Analizi

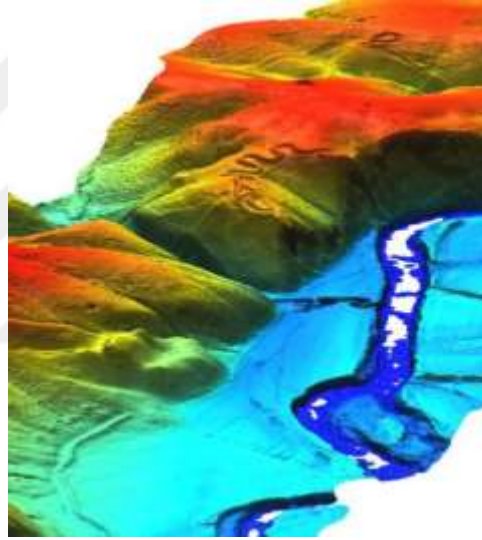
Dijital Veri Özellik Tanımlaması

Verileri indirmek için birçok site bulunsa da, Dijital Kıyı Veri Erişim Görüntüleyicisi veri sınıflandırmalarını (çıplak toprak için işlenen veriler için) belirleme olanağı sağlar ve verilerin hazırlanması sırasında (birden fazla iade içeren veri için) geri getirir (NOAA , 2011). Bu bilgi, LAS dosyalarını talep ederken de mevcuttur, ancak bir LAS dosyasıyla genel olarak tüm verileri almak ve kullanıcı tarafında nokta seçimi yapmak (yani, kullanılan yazılım bu işlemi gerçekleştirebilirse zemin seviyesini düşürür) fonksiyonu).

Veriler sınıflandırılmadığında, ancak çıplak toprak arandığında, zemin noktası sayısını azaltmak için depo yöntemi, hücre boyutu ve dönüş değerleri belirtilebilir. Şartnamede "minimum" kutu seçeneğinin kullanılmasıyla birlikte daha büyük bir hücre boyutu, bitki örtüsü ve ev gibi diğer zemin özelliklerini kaldırmaya yardımcı olur ve eğer kontur aranıyorsa pürüzsüzleştirme daha yüksek çözünürlüklü artışlara tercih edilebilir. Bununla birlikte, pürüzsüzleştirme, geri dönüşün azalmasıyla sonuçlanır. Özellik kaldırma işlemindeki kazançlar, çözünürlük kaybıyla dengelenir ve herhangi bir avantajın kazanıldığı düzey, büyük oranda, amaçlanan kullanıma bağlı olacaktır.

Örnek olarak, veri setlerinin birkaç yinelemesi, grid hücre boyutlarını giderek artırarak ve her hücredeki minimum noktaları seçerek yaratılmıştır (Şekil 22). 5 metrelik bir hücre büyüklüğünde, tüm sahil özellikleri, evleri ve bitki örtüsü büyük oranda kalır ve veriler önemli bir detay seviyesi sağlar. Hücrenin boyutunu 10 metreye çıkarmak, evlerin çoğunu kaldırmasına rağmen bazılarını

kaldırır ve bazı uzun bitki örtüsünü (sağ üst köşe) kaldırmaya başlar. 10 metrede, ince arazi özelliklerinin birçoğu hala mevcut olup, adil bir miktar ayrıntı sağlar. 20 metrelik bir hücre boyutuna genişletildiğinde tüm evler kaldırılır ve çıplak toprak yüzeyi esasen geride kaldı. Bununla birlikte, kum tepeleri büyük bir olasılıkla ortadan kaldırıldığı gibi ince özelliklerde önemli bir ayrıntı kaybı var - ve bir hücre içindeki küçük çöküntülerin hücrenin genel değeri haline gelmesi nedeniyle toplam yükseltme olasılığı biraz düşük. Bu yinelemeli yaklaşımı kullanarak 15 metrelik bir hücre büyüklüğü birçok çevre ve yaşam alanı uygulaması için bir doğruluk ve yeterli topografik bilgi tutarken yapıları ve ağaçları kaldırmak için en uygun olduğu kanıtlanabilir

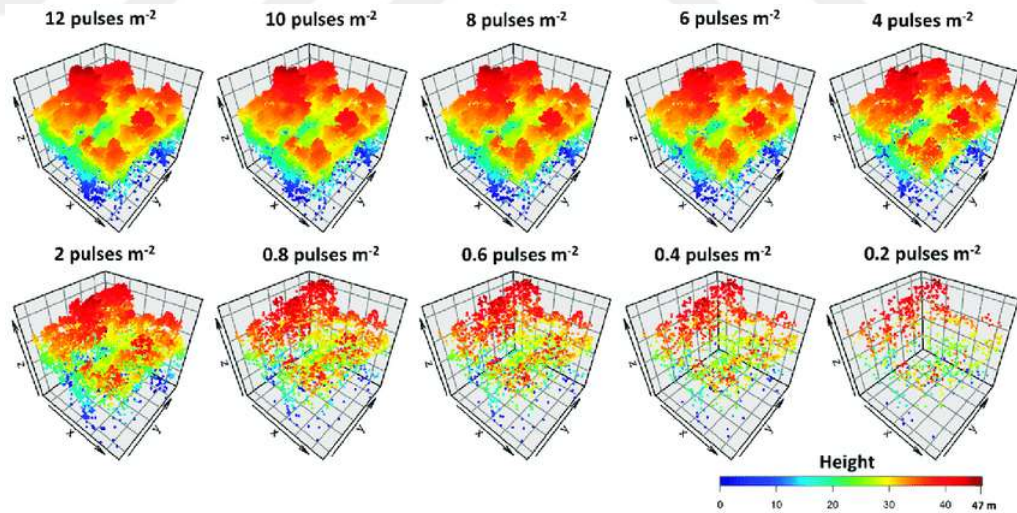


Şekil 21 – Dijital Sahil Kesiti Analizi

Digital Coast'ta belirli kullanımlar için bilgiyi en üst düzeye çıkarmak için kullanılacak diğer belirtim varyasyonları da vardır; önceki örnek, daha yaygın olanlardan biridir. Neyse ki, verilerin daha kullanıcı dostu olmasını sağlamak için daha geniş kitlelerle daha yeni veri setleri üretilmektedir (yani, çıplak toprak, özelliklerin daha kolay çıkartılabilmesi için sınıflandırılmıştır) ve birçok farklı uygulama ve analiz için kullanılabilir .

Lidar verileri basit x, y, z noktalarından benzersiz niteliklere ve sınıflandırma şemalarına sahip sınıflandırılmış veri setlerine doğru gelişmektedir. LAS biçimi,

veri depolama verimliliğini en üst düzeye çıkarırken, ortak öznitelikleri, veri parametrelerini ve sınıflandırmaları işlemek üzere tasarlanmıştır. Veri kalitesini belirlemek veya tanımlamak, lidar verilerini alırken veya indirirken çok önemlidir; veri kalitesi seviyesi büyük bir maliyet sürücüsüdür. Doğruluk değerlendirmeleri, belirli veri kullanımını tanımlamak için önemli bilgiler sağlar. Nitel değerlendirmeler, verilerin genel kullanımını kapsamlı bir şekilde kontrol eder. Çıplak yer fiçı ürünlerini tanımlamak için çoğunlukla kullanılan sınıflamalar, özellikleri tanımlamak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Sınıflandırmaların olmadığı veri setlerinde, çıplak yer fiçı ürününün yakınlştırılmasına başlamak için bazı seçim (son iadeler) ve yeniden örnekleme (ızgara boyutlarının arttırılması) gerçekleştirilebilir. USGS'nin Temel Lidar Şartnamesi - Sürüm 13 (USGS NGP, 2010), havadan gelen veri satın almak isteyen kuruluşlar için değerli bir kaynaktır. Belge, temel verilerle (diğer bir deyişle asgari parametreler) ve lidar veri setleri arasında tutarlılığın sağlanmasına yardımcı olan ve veri yararını arttıran lidarların edinilmesi için öneriler içermektedir.



Şekil 22 – Lidar Yeryüzü Ölçümlendirme

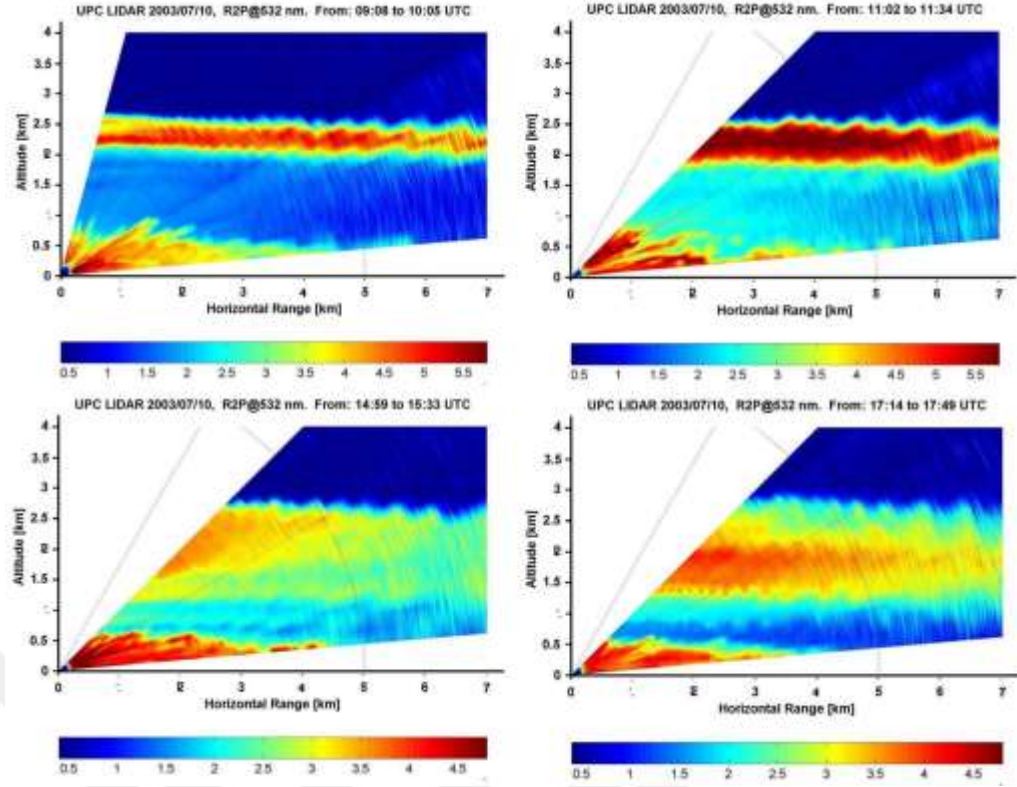
Bir analizin sonuçları, farklı işleme teknikleri kullanıldığında aynı temel verileri kullanırken farklılık gösterebilir; bu hem lidar verilerin kullanımında bir avantaj ve dezavantaj. Bu varyasyon, muazzam miktarda veriden ve onları yeniden

örnekleme veya gruplandırmaya (yani, onları şebekeye ayırma) ihtiyaç duyulduğundan kaynaklanır. Olumlu tarafta, yalnızca aranan bilgiyi elde etmek için önemli miktarda veri kaldırılabilir; Olumsuz taraftan veriyi örnekleme için kullanılan teknikler değişebilir veya değişebilir ve uyumsuz sonuçlar doğurabilir. Belirli bir kullanımın en üst düzeye çıkarılması için verilerin nasıl belirtilebileceğini ve bunun bir veri kümesinde nasıl değişkenlik yaratabileceğini göstermek için bazı örnekler sağlanmıştır.

Kıyı haritası haritalama

Lidar kapsama alanı kıyı şeridi boyunca hızla genişlemektedir ve sonuç olarak, kıyı çizgileri konumlarını tanımlamak ve kıyı şeridi değişim oranlarını belirlemek de dahil olmak üzere kıyı haritaları için, lidar verileri giderek daha fazla kullanılmaktadır. Kıyı şeridi ve birçok gelgitlikli veri varyasyonu, hukuki tanımlarda, yargılama menşei için menşe noktası ve kamu ve özel mülkiyet arasındaki sınır olarak yaygın olarak sınır unsuru olarak atıfta bulunmaktadır. Kıyı çizgilerinin bu çeşitli tanımları gelgit ve akımlardan etkilenen su seviyelerine dayanır. Yukarıda gösterilen farklı kıyı şeridi geleneksel olarak bitki örtüsü hatları, kum tepeleri, plaj kazıntıları, yaş kuru hatlar ve daha fazlası gibi çeşitli göstergelerden veya vektörlerden (Beyaz ve diğerleri, 2011) anlaşılmaktadır. Uzun vadeli su seviyesi kayıtları gelgit, ortometrik ve elipsoid al dikey datuamlar arasındaki bilinen ilişkilere dayanan referansa dayalı kıyı şeridinin geliştirilmesine yol açmıştır.

Yığınlanma ve erozyon süreçleri boyunca kıyı şeridindeki değişiklikler, geçmiş ve günümüz kıyı bölgelerindeki farklılıkların ölçülmesiyle analiz edilebilir (Şekil 23). Bu bilgi, erozyon hızlarını ölçmek ve geri adım atma yönetmeliklerini düzenlemek için kullanılır.

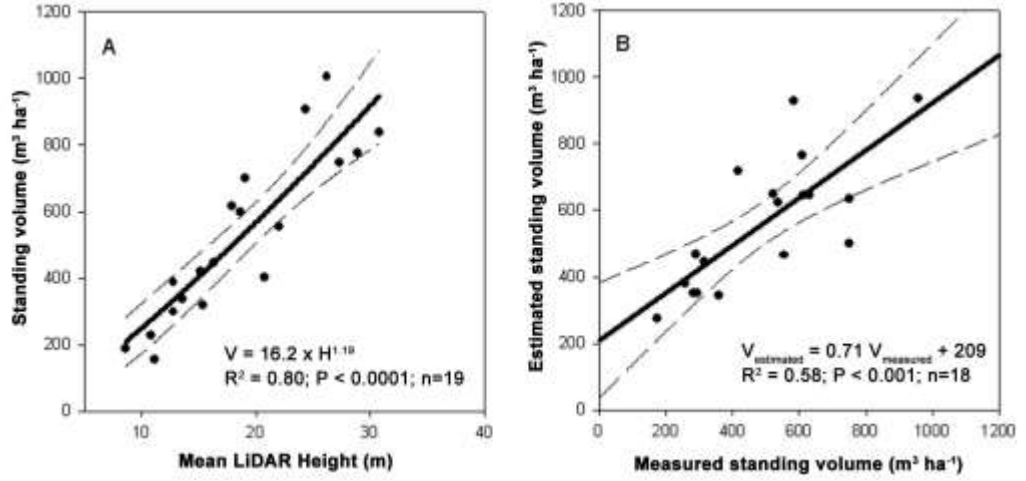


Şekil 23 – Kıyı Şeridi Belirleme

NOAA'nın Jeodezik Araştırması (NGS), ya da NGS, 2000 yılında kıyı şeridini haritaya koymak için lidar verilerini test etmeye başlamış ve 2004 yılında ilk kez bir listede bir haritadan bir lidar türevi kıyı çizgisi eklemiştir. Sahildeki kıyı çizgilerini haritaya taşımak için lidar'ı kullanmanın başlıca yararlarından biri bu gelgit koordinasyonudur gereksinimler geleneksel fotogrametrik prosedürler kadar sıkı değildir: Genellikle dar bir gelgit penceresinde değil, belirli bir gelgit aşamasının altındaki verileri toplamak yalnızca gereklidir (White ve diğerleri, 2011). Topografik lidar metrekare başına birden çok yükseklik okuması sağlar ancak su yüzeyine nüfuz edemez (lazerin dalga boyu nedeniyle). Bu, çoğu sahil şeridinde çok yoğun örneklenmiş "kuru" alana neden olurken, satın alma sırasındaki su kenarının denize doğru bilgi eksikliği ile sonuçlanır. Batimetrik lidar, farklı bir dalga boyuyla su yüzeyine nüfuz eder ve temiz suda yaklaşık 70 metreye kadar derinlik veya "banyo" bilgisi sağlar. Çok bulanık suları veya dalgalı dalgaları olan bölgelerde penetrasyon derinliği aylar ya da daha azdır. Çoğu kıyı şeridi çıkarma ve kıyı bilimi uygulamaları için, kıyı şeridinde, karaya

oturtulmuş bölgelerde ve sığ nearshore bölgelerinde yüksek çözünürlüklü, kesintisiz veri olması daha önemlidir. Kıyı ve kıyı alanlarını haritalamak için kapsamlı olarak kullanılan birkaç kombine topografik ve batimetrik lidar sistemi vardır. Müşterek Havadan Lidar Batimetri Teknik Uzman Merkezi (JALBTCX) tarafından toplananlar gibi topografik batimetrik lidar veri setleri, referansa dayalı kıyı şeridini oluşturmak için gereken kritik yükseklik verilerini sağlar. Bununla birlikte, batimetrik noktalar için aralık, topografik noktaların sıkı aralığıyla karşılaştırıldığında oldukça geniştir ve belirgin dalga etkisi ve yüksek bulanıklık alanlarında sıklıkla büyük boşluklar vardır. Bu nedenle, düşük gelgit aşamasında toplanan topografik lidar kullanarak kıyı şeridinin türetilmesi çoğunlukla tercih edilir (örneğin, düşük düşük su (MLLW)). Alçak gelgit aşamasında toplama, tek bir veri seti (örn., Ortalama deniz seviyesi (MSL), ortalama yüksek su (MHW)) kullanarak daha yüksek kıyı şeridinin haritasına çıkarılmasına izin verir. Bununla birlikte, pratikte MLLW'yi topo-only lidar verilerinden haritalamak son derece zor. Bunun nedeni, pek çok proje alanında, MLLW hattının proje sahası boyunca maruz kalacağı (yani, suyun üstünde) yeterince düşük bir gelgit aşamasında veri elde etmek için operasyonel olarak zorlu olmasıdır.

Dahası, MLLW kıyı şeridindeki veriler, yakın kıyı ötesi dalga boylarında çalışırken ıslak yüzeylerden düşük geri yansımının olması nedeniyle genellikle seyrek ve gürültülüdür. Ve son olarak, birçok algoritma, bir veri kümesindeki kapsama kenarlarına yakın yerlerde dengesizdir. Bu zorluklar, bu tür ortamlar için konfigüre edilen sistemlerden üretilen kesintisiz topo-bathy verileri ile en iyi şekilde üstesinden gelir, ancak bu sistemleri kullanmak kara suyu arayüzünde iyi ve sürekli kapsama garantisi vermez (Parrish, 2012)



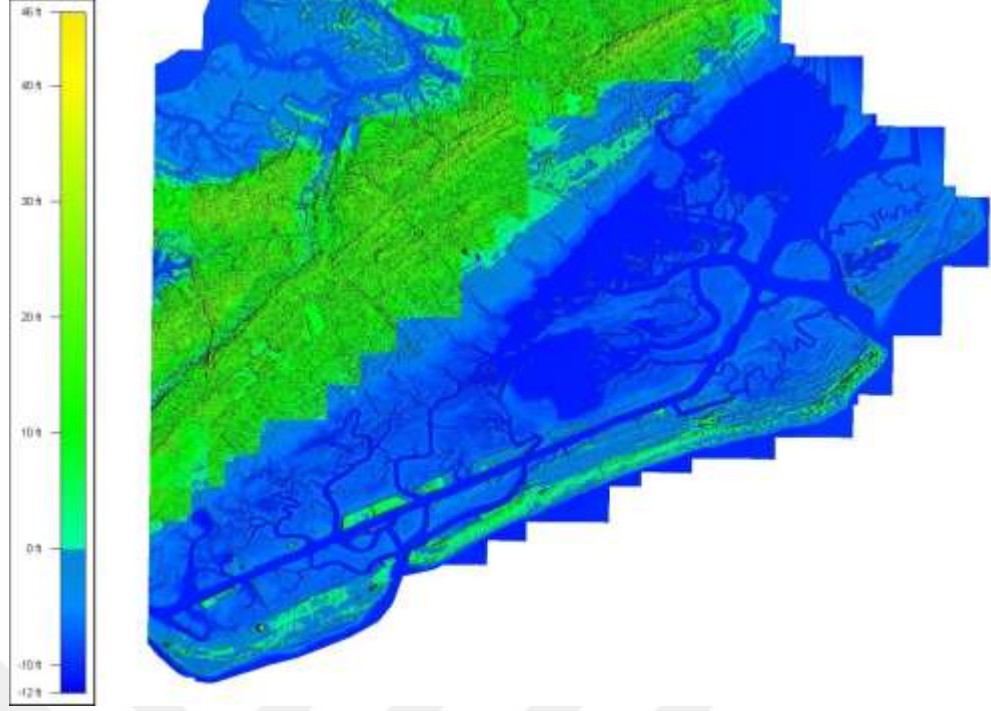
Şekil 24 – Kıyı Kesimi Haritalandırma

Belirli bir kıyı çizgisini (örneğin, MLLW, MHW) haritalama amacıyla, lidar tabanlı prosedürler, fotogrametrik tekniklerle (Espy, 2003; White ve diğerleri, 2011) ortak olan öznel ve yorumlama yanlılıklarının bazılarını ortadan kaldırmaya yardımcı olur. Bir temel DEM, lidar noktalarından oluşturulduktan sonra, farklı kullanıcılar bilgileri alabilir ve belirli bir yüksekliğe dayalı tekrarlanabilir bir kıyı şeridi oluşturabilir; bu, eksiksiz bir dijital sahil yükseltme modelinin avantajıdır (Guenther, 2007). Lidar verilerinden bir DEM yaratmanın birçok yolu vardır. Bazı durumlarda, kullanıcı, DEM'i oluşturmak için kullanılan rutinleri veya yöntemleri kontrol eder ve diğer durumlarda, önceden hazırlanmış bir DEM verilir. NOAA'nın NGS, lidar tabanlı sahil haritalama iş akışını White ve diğerlerinde yayınladı (2011). İş akışı, işlenen ve sonuçta ızgaralı bir DEM'e dönüştürülen (kesin gereklilikler kullanılarak toplanan) lidar noktası verileriyle başlar (Şekil 6-4). Gelgit, ortometrik ve elipsoidal dikey datumlar arasındaki dönüşümleri mümkün kıldığı için NOAA'nın VDatum aracının kullanılması bu iş akışının kritik bir bileşenidir. Lidar verilerinden bir DEM oluşturulması, her biri kendi avantajları ve dezavantajları olan farklı enterpolasyon rutinleri kullanılarak yapılabilir; ancak NGS metodolojisi, olarak tutarlı bir datumbased kıyı şeridi oluşturmak için hizmet eder.

Deniz aşırı yükselmeden ya da fırtına dalgalanmasından kaynaklanan su baskını, yükseklik verileri kullanan yaygın bir kıyı uygulamasıdır. Lidar verileri, verilerin yüksek doğruluğu ve akış yollarını etkileyen küçük özellikleri

özzebilme yeteneği nedeniyle, her iki modelin doğruluğunu ve farklı su baskınlarına maruz kalmanın potansiyel boyutunu belirtir. Deniz seviyesindeki yükseliş senaryolarında, lidar verileri topografik değişikliği (veya morfolojik değişikliği) modüle etmek için kullanılabilir; bunlar, neredeyse düzgün bir su seviyesindeki yükselişten elde edilebilir ve aynı zamanda, taşkınlarla potansiyel olarak maruz kalan alanları tanımlayabilir. Fırtınadan kaynaklanan sahil sel, su seviyesinde düzgün olmayan bir yükseliş temsil eder. Lidar verileri, harita suyunun taşma derecesinin yanı sıra yüzey suyu modellerinde de girilebilir.

Fırtına dalgalanması, genellikle, Deniz, Göl ve Kasırgadan Karayolu Şişmeleri (SLOSH) modeli veya Gelişmiş Sirkülasyon (ADCIRC) modelini kullanarak modellenmiştir. Her iki model de avantaj ve dezavantajlar vardır ve her iki modelde de lidar verileri bulunabilir ve dahil edilmiş olabilir. ADCIRC modelinin kullandığı DEM ızgaraları genellikle SLOSH modelinden daha yüksek bir çözünürlüğe sahip ancak ADCIRC yaklaşmakta olan fırtınalar için operasyonel olarak çalıştırılmıyor. Tabii ki, ne SLOSH ne de ADCIRC en kaba lidar verilerinin çözünürlüğünde veya yakınında çalışmıyor. SLOSH modelinin çıktısı suyun derinliğini içeren bir "zarf" (Şekil 25) şeklindedir. Bu çıktılar, bir lidar türevi topografik yüzey ile birleştirildiğinde, sel alanları, uzantıları ve derinlikleri, "en iyi" bölgesel verileri kullanarak üretilenlerden daha net tanımlanmıştır. Bu durum, daha düşük bir mekansal çözünürlüğe ve daha düşük doğruluklara sahiptir.

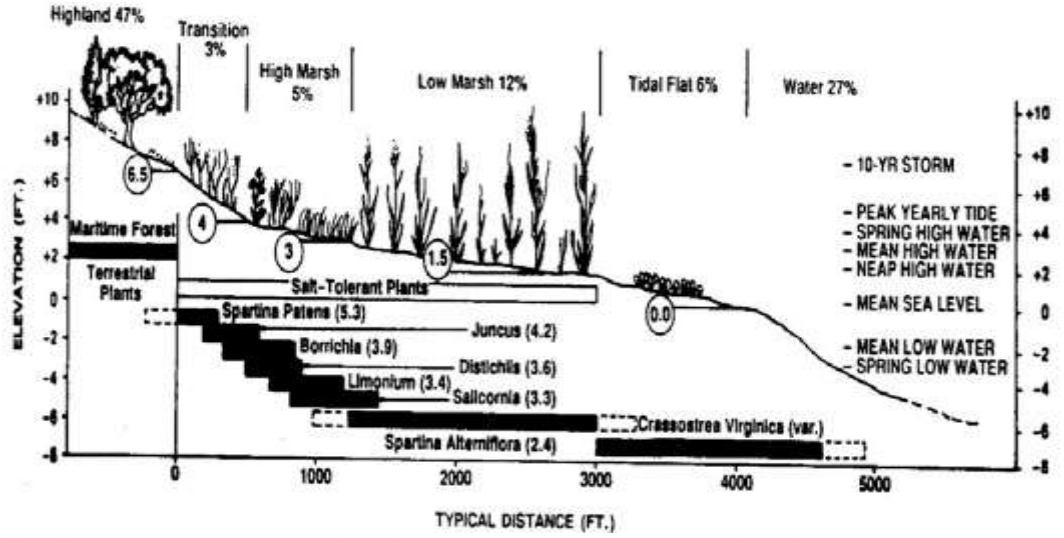


Şekil 25 – Derinlik ve Haritalandırma

Sulak Alan Habitatı

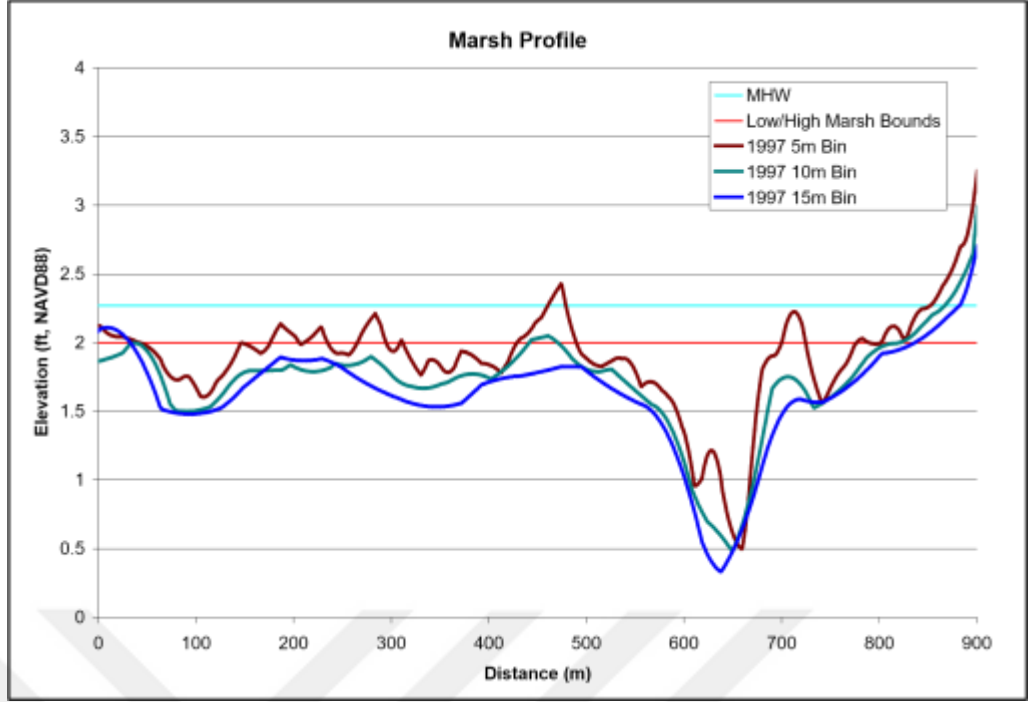
Yükseklik, kıyı sulak alanları habitatlarının belirlenmesinde son derece önemli bir değişkendir (Şekil 26) ve değişen deniz seviyeleri karşısında, bataklık mikro habitatlarındaki (yani, düşük bataklık / yüksek bataklık) evrim, deniz seviyesine bağlı olacaktır değişme oranlarını ve bataklığın dikey olarak akma kabiliyetini (örn., tortu ve parçacıkların çökmesi yoluyla yükseltmeyi artırma). Sistem, tortu ya da biyojenik (ör., Bitki materyali, kabuklar) birikimine sahip değilse, mümkünse deniz seviyesinin yükselmesiyle bataklık habitatları daha yüksek rakımlara göç edecektir. Tortu veya biyojenik çökelinin deniz seviyesindeki yükselişlerle eşleşebildiği bir sistemde, bataklıklar ve mikro habitatları bir denge sürdürmeye devam edecektir. Her iki durumda da, çevresel değişkenler izin veriyorsa, yüksek yerlerin bulunduğu yerlerde yeni bataklık yaratılır.

COMPOSITE TRANSECT—CHARLESTON, S.C.



Şekil 26 – Sulak Alan Habitatu

Örneğin, Charleston, Güney Carolina, alan, Kana ve diğerleri (1988) sulak alan yaşam alanları üzerine bir raporda bataklıkların yaşam alanlarını, türlerini ve göreceli yükseklik bölgelerini tanımlanmıştır. Birçok tür için oldukça dar yükseklik bölgeleri bulunduğunu tespit etmiştir. Bu alan ölçülü dağılımlar ve lidar yerden yüksekliklerin kullanılması, çeşitli türler veya daha büyük bataklık habitatları için uzamsal bölgelerin (yüksekliğe dayalı) daha fazla tanımlanmasına yardımcı olabilir; ve önemli ölçüde, bataklık biriktirme ya da deniz seviyesindeki yükseliş senaryosu altında, bölgelerin kapsamı ne kadardır? Lidar verileri, bataklık vejetasyonu etkili bir şekilde ortadan kaldırma konusuna yaklaşmak için birkaç farklı grid hücre boyutu için minimum değer grid yöntemini (diğer bir deyişle her bir grid hücresi içinde en alçak nokta) kullanarak Digital Coast'tan indirilmiştir (bkz. Schmid ve diğerleri, 2011). Floranadan ziyade alt tabakaya (yani çamur) vuran bir noktayı yakalama potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için hücre boyutları kademeli olarak artırılmıştır (Şekil 27). Daha önce gösterildiği gibi, trade-off azaltılmış bir detay seviyesidir ve minimum değer seçim yöntemi ile hücre boyutunu artırırken potansiyel düşük önyargı verir.



Şekil 27 – Sualtı Bölgeleri Haritalandırma

Farklı hücre boyutlarındaki lidar yüzey verileri, kademeli çözünürlük kaybını vurgular. Transektten alınan bataklık profilleri, giderek büyüyen hücre boyutlarının, dik dikey bitki örtüsüne düşen noktalardan kaynaklanan daha yüksek noktaları etkili bir şekilde nasıl kaldırdıklarını göstermektedir. Veri setleri arasındaki toplam fark genellikle sadece altı ila sekiz inçtir - ancak bir bataklıkta bu fark, yaşam alanı (yani, düşük ila yüksek bataklık türleri) açısından büyük olabilir. Örneğin, düşük ve yüksek bataklık vejetasyon bölgelerini haritalamak için önceki çalışmadan alınan yüksekliği (Kana ve diğerleri) kullanırken, 3 çözünürlük arasındaki farklar oldukça dramatiktir. Aynı gridleme şemasını kullanarak, bataklık yüksekliklerine veya habitat bölgelerine farklı tarihlerde bakmaya başlamak için daha fazla çalışma yapılabilir. Bununla birlikte, farklı veri kümelerini karşılaştırırken, yaklaşık 0.5 ila 1 ayaklık verilerin özünde bir hata olduğu unutulmamalıdır. Diyelim ki, göreceli hata (yani, aynı alan içindeki noktalar arasındaki hata, belirlenmiş bir datumla ilgili hata değil) önemli ölçüde daha az olmalıdır.

Bataklık yüzeyinin haritalanmasında büyük bir sorun, bitkide hafif düşüşleri onurlandırırken, bitki örtüsüne düşen noktaları kaldırmaktır. Yukarıdaki örnek

yaklaşık 1.5 metrelik bir orta nokta aralığına sahip bir veri kümesinden alınmıştır. Daha yoğun örneklenen bir veri kümesi, belli bir alan üzerinde bataklık yüzeyine çarpan noktaların sayısını artıracak ve daha küçük depo kullanılacaktır. Lidar piyasada bulunan en yüksek çözünürlüklü, en yüksek hassasiyetli yükseklik verileri arasında yer alıyor olsa da, verilerin kullanımı, veri kümesinin kendine özgü sınırlamalarına riayet etmelidir. Bir takım kusursuz işlemler ilave işlemler yoluyla üstesinden gelinebilir, ancak bazı hatalar en aza indirilebilir.

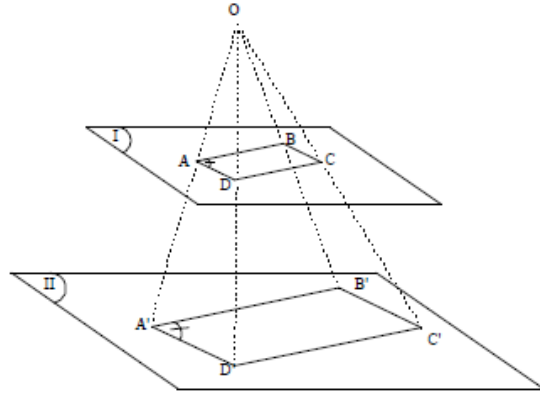


LİDAR SENSÖR ÖRNEK ÇALIŞMASI

İki farklı lidar sensörü üzerinden alınacak çalışmalara istinaden yukarıda anlatılan literatür araştırma bilgilerine göre çalışma yapılmıştır. İki farklı sensörden gelen veriler neticesinde oluşan sonuçların kıyaslanması ve bu verilerin daha küçük kapsamlı olarak kullanım alanlarına göre sağlık uygulamaları ya da kriminal alanlarda kullanılabilir yapı oluşturulmuştur. Böylece küçük ortamlarda da bu sistemleri yalnız 3D modelleme dışındanda kullanılabileceği ispatlanmaktadır. Garmin Lidar sensörü ve Microsoft Kinect sensörü üzerinden yapılan çalışmalar kapsamında akademik olarak değer hesaplamaları ve bulgular neticesinde de cihaz doğrulukları elde edilmiştir.

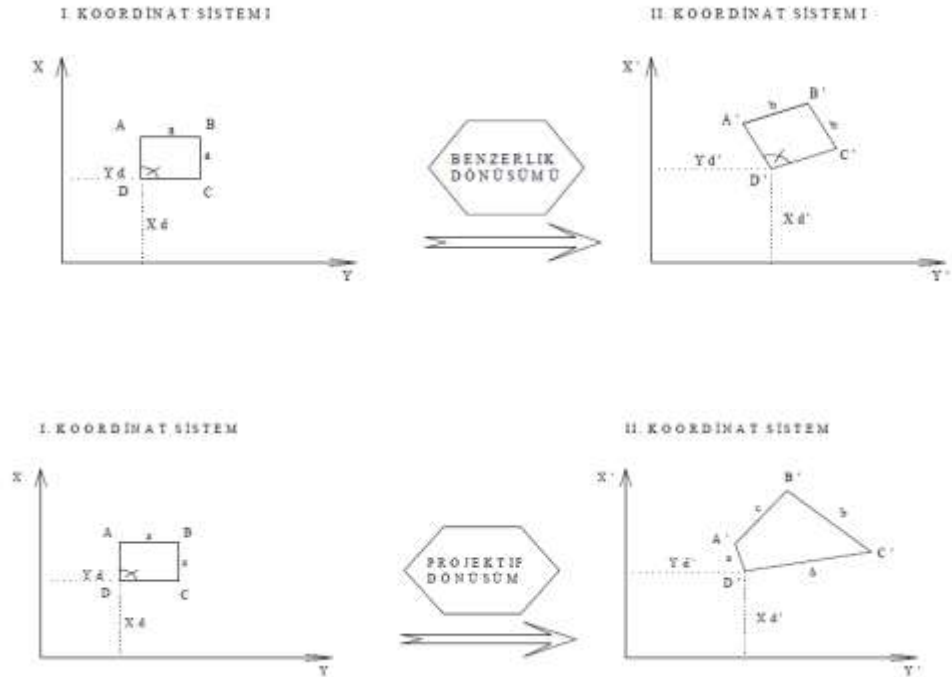
Öncelikle kordinat sistemi noktalarının bulunması gerekmektedir. Genel olarak bir koordinat sistemindeki noktaların bir diğer koordinat sistemindeki tasvirine koordinat dönüşümü adını veriyoruz. Koordinat dönüşümleri sonucunda arazide ölçülmüş ve koordinat değerleri bir koordinat sisteminde hesaplanmış olan noktaların fiziksel konumları değişmediği halde, koordinat değerlerinin dönüşüm nedeniyle değiştiği, bir diğer koordinat sisteminde hesaplandığını söyleyebiliriz. Temel sorun koordinat dönüşümlerinin matematik ve geometrik modellerine göre hangi uygulamalarda hangi tür dönüşümlerin seçilmesi gerektiğine karar verilmesidir.

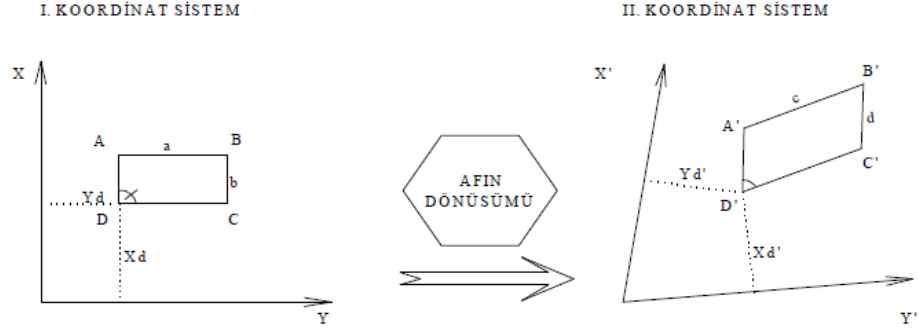
Birbirine paralel iki düzlem düşünelim, bu iki düzlemin içinde veya dışında bir izdüşüm merkezi olsun, bir düzlemden diğer düzleme merkezli izdüşüm ile izdüşürülürse elde edilen şekil esas şekle benzerdir. Düzlemler herhangi bir konumda çakıştırılırsa benzerlik dönüşümüne konu olan şekiller ortaya çıkar.



Şekil 28 – 3D Doğrusallık

Benzerlik, Projektif ve afin dönüşümlerinde, dönüşümden önceki şekil, dönüşümden sonraki şekle benzerdir. Dönüşüm parametrelerinde tek bir ölçek faktörü olduğu için açılar korunur. Dönüşümden önceki şekil bir kare ise dönüşümden sonraki şekil de bir karedir. Şekil ölçek katsayısı miktarına göre büyür veya küçülür. Parametreleri: X ekseninde kayma, Y ekseninde kayma, Dönme ve Ölçek alanları oluşturularak yapılandırılmaktadır.





Şekil 29 – Benzerlik, Projektif ve Afin dönüşümleri

Proje çalışmaları kapsamında Afin Dönüşüm Metodolojisi kullanılmıştır. Afin Dönüşüm Metodu kullanılarak yapılan çözümde birbirine paralel olmayan iki düzlemden biri, diğeri üzerine izdüğümlendirilirse resim ve esas şekil arasında bir afin dönüşüm bağıntısı vardır. Arka arkaya paralel izdüğümlerle elde edilen şekiller arasında afin dönüşüm bağıntısı kurulabilir. Genel bir afin dönüşüm bağıntısını kurulabilmesi için arka arkaya altı paralel izdüğümler yeterli olmaktadır. Benzerlik dönüşümü, dik koordinat sistemleri arasındaki bir dönüşüm bağıntısı idi. Ancak, afin dönüşümünde dik koordinat eksenlerinin eğik olması durumunda da koordinatlar dönüştürülebilir. Afin dönüşümüne, dik ve eğik koordinatlar arasındaki bir dönüşüm bağıntısıdır diyebiliriz

X	Y
yönünde kayma X	yönünde kayma Y
yönünde dönme X	yönünde dönme Y
yönünde ölçek	yönünde ölçek

Tablo 2 - Yönelgeler

Dolaylı ölçüler dengelemesine göre düzelme denklemleri matris gösterimiyle,

$V = K_a - X$ buradan yola çıkılarak kurulan normalizasyon denklemi $(K_a^T K_a) a = K^T X$ ve buradan $a = (K_a^T K_a)^{-1} K^T X$

Bütün koordinatlar, başlangıç ortak noktalar kümesinin ağırlık merkezine kaydırılarak açık olarak yazılırsa, Normal denklemler;

$$\begin{aligned} [\overline{xy}] a_2 + [\overline{x^2}] a_1 &= [\overline{xx'}] \\ [\overline{xy}] a_1 + [\overline{y^2}] a_2 &= [\overline{yx'}] \\ [\overline{x^2}] a_4 + [\overline{xy}] a_5 &= [\overline{xy'}] \\ [\overline{xy}] a_4 + [\overline{y^2}] a_5 &= [\overline{yy'}] \end{aligned}$$

$$\underline{V} = \begin{bmatrix} v_{x_1} \\ v_{x_2} \\ M \\ v_{y_1} \\ v_{y_2} \\ M \end{bmatrix} \cdot \underline{K}_s = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ M & M & M & M & M & M \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 \\ M & M & M & M & M & M \end{bmatrix} \cdot \underline{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \end{bmatrix} \cdot \underline{X} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ M \\ y'_1 \\ y'_2 \\ M \end{bmatrix}$$

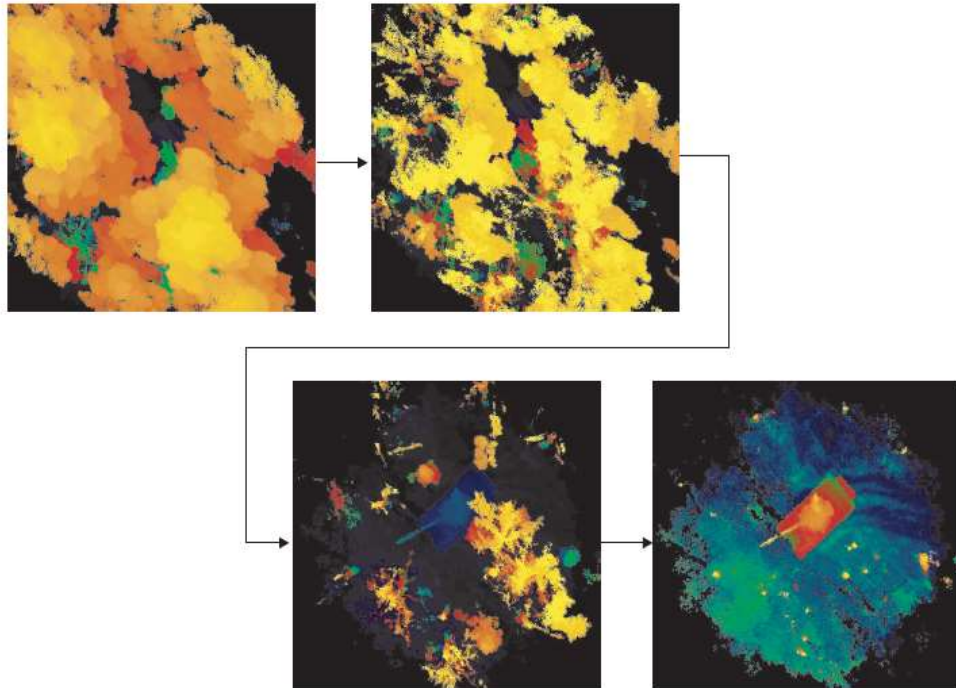
Kordinat ortalama hatası $m_0 \sqrt{\frac{[v_x v_x] + [v_y v_y]}{2n-6}}$, konum ortalama hatası ise $m_p \sqrt{\frac{[v_x v_x] + [v_y v_y]}{n-3}}$, formülleri bileşimleri sonucu dönüşüm kordinat ortalama hatası ise $m_x = m_y = m_0 = \sqrt{\frac{[x_i [yy]] + [y_i [xx]]}{[xx][yy] - [xx][yy]} + \frac{1}{n}}$

Afin dönüşümü, X ve Y eksenleri yönünde farklı ölçek ve dönüklük parametreleri olması sebebiyle açı koruma özelliğine sahip değildir. Dönüşümden sonraki şekil dönüşümden önceki şekle benzemez. Afin dönüşümü özellikle eksen deformasyonları olduğu bilinen kartoğrafya uygulamalarında kullanım alanı bulmaktadır. Sayısal ortamda bulunmayan paftaların sayısallaştırılması sırasında paftaların çevresel etkilerden kaynaklanan boyut değişiklikleri, paftalarda eksen deformasyonlarına neden olmaktadır. Deforme olmuş paftaların sayısallaştırılmaları sırasında afin dönüşümü uygun bir çözüm sağlayabilmektedir. Dengelemeli afin dönüşümü yapılabilmesi için gereken en az ortak nokta sayısı dördür.



Şekil 29 – Gizli Objelerin Algılanması

Daha önceki verilen haritalandırma sistemlerinde kullanılan hassas değerliklere sahip endüstriyel Lidar sensörleri sayesinde gizlenmiş casus ya da teklikli cisimlerin algılanması kolaylıkla sağlanabilmektedir. Şekil 30'da 3D modelleme çerçevesinde oluşan imajın içerisine gizlenmiş olan asgeri bir tankın ağaçların altında ya da kamufraj ile kaplı olmasına rağmen Lidar ile algılanabilir olması sağlanabilmektedir.




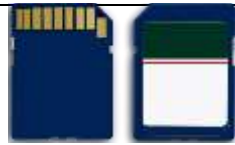

Şekil 30 – 3D Modelleme ve Derinlik Haritalandırılması

Tüm bu endüstriyel ürünlerin ve akademik çalışmaların akabinde daha standart olan Kinect ve Garmin Lidar sensörü ile yapılan çalışmada daha kısa mesafede en uygun doğrulukta veriler edinilebilmektedir.

Örnek Proje Gereksinimleri

Proje kapsamında yapılacak olan işlemleri kontrolünü sağlanabileceği, bir kontrol ünitesi gerekmektedir. Bu kontrol ünitesi Raspberry PI kartı olarak seçilmiştir. Tüm tasarımlar ve kod çalışmaları Raspberry PI (Rasp-Pi) üzerinde çalışabilecek yapıda tasarlanacaktır.

Raspberry PI çalışmaları için öncelikle aşağıdaki ayalar tamamlanması gerekmektedir. Öncelikle, cihaz üzerinde çalışma yapabilmek aşağıdaki donanımların temini sağlanmalıdır

No	Ürün	İmaj
1	Raspberry PI	
2	SD ya da MicroSD Kart	
3	Klavye/Mouse	

4 Ekran (HDMI Çıkışlı)



5 5VDC – 2A adaptör



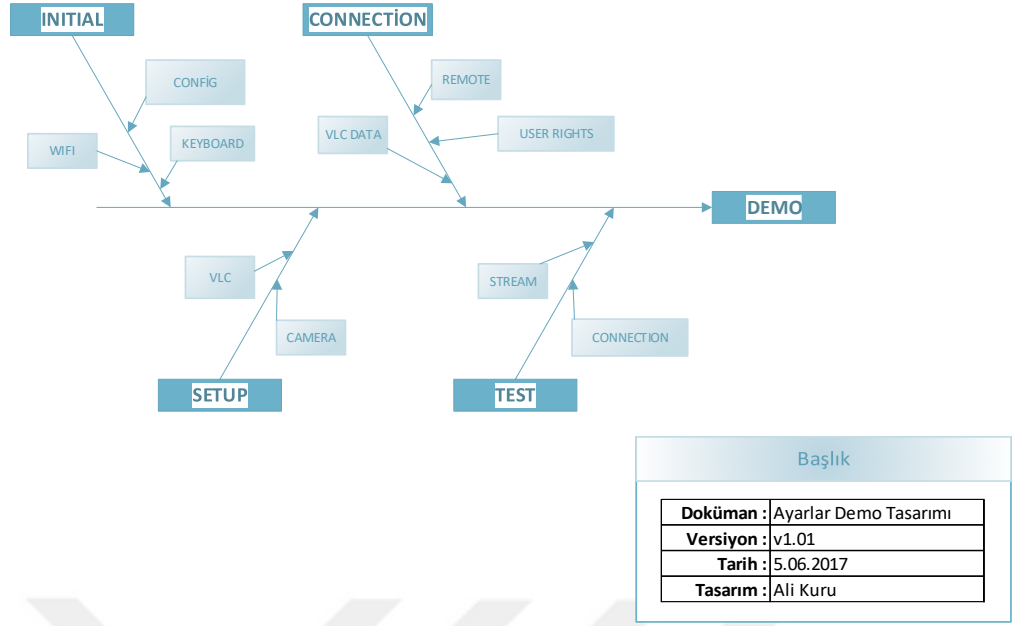
6 MicroUSB kablo



7 Görüntü işleme için Kamera
ya da RaspiCAM



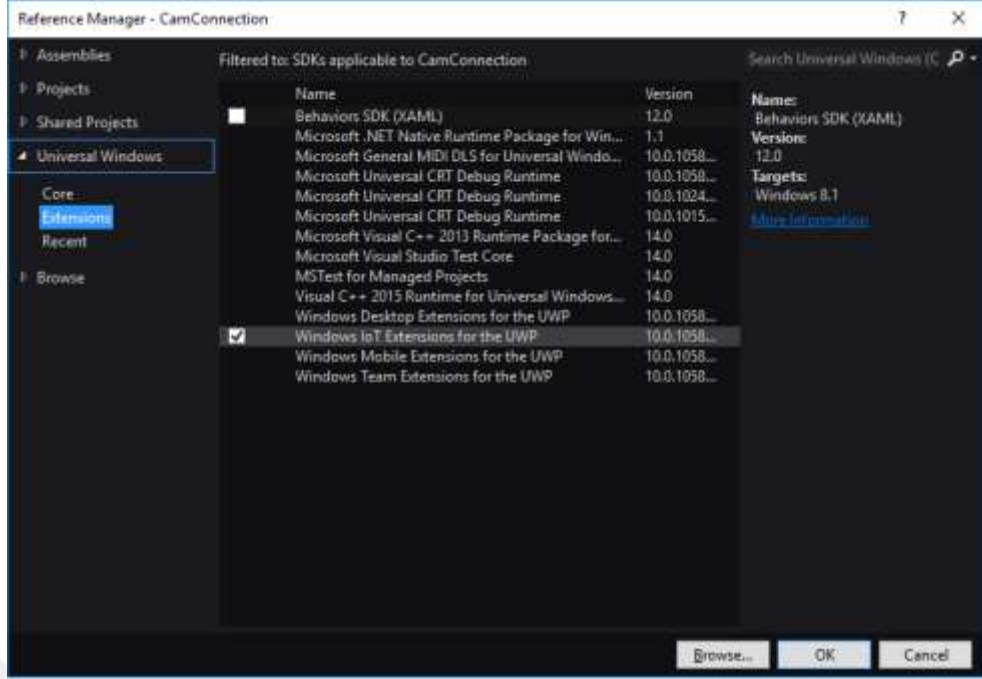
Sistem yapılandırması için gerekli analiz çalışmaları kapsamında yapılmıştır. Yapılandırma öncelikle sistem üzerinde kurulum aşaması sonrasında yapılacak olan işlemler ile belirlenmektedir.



Şekil 31 – Fishbone Diyagramı Akış Şeması

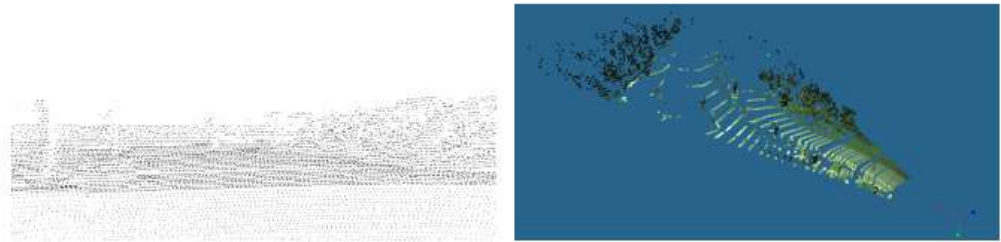
Öncelikle yapılacak çalışma kapsamındaki ürünlerin test analizlerin ve bağlantılarının yapılması gerekmektedir. Sornasında yapılacak derinlik algılaşma ön çalışmalarına istinaden basit görüntü işleme çalışmaları afin metodu ile yapılmıştır.

Microsoft Kinect Sensör bağlantısı Raspberry PI Windows 10 IoT platformu üzerinden kurulumları yapılmıştır. Windows 10 IoT platformu üzerinde kinect sensörü çalışmalarına öncü olacak bu modelleme çalışması sayesinde oluşturulacak veri setleri ve analiz çalışmaları yapılmasına olanak sağlayabilir yapı oluşturmuştur.



Şekil 32 – Windows 10 IoT Platformu

Yapılan analiz çalışmalarını neticesinde ilk oluşturulacak olan derinlik modellemesi afin metodları ile çalışmaların derinlik hesaplamaları daha hızlı olarak yapılabilmek yapıya kavuşmaktadır. Raspberry PI hızlı işlemci mimarisi ile multi process ile daha hızlı model oluşturmaya imkaan sağlamaktadır. Şekil 33'de hızlı modelme ve derinlik algılaması ilk olarak yapılmıştır. Cizim sensörden uzaklaştığında ise kayıpların yaşanması ve gürültü oranların oldukça arttığı görülmüştür. Farklı filtreleme teknikleri ile çalışmalar güçlendirilebilmektedir.



Şekil 33 – Kinect Derinlik Algılama



Garmin Lidar Sensörü ile yapılan çalışmada ise sensör daha küçük işlemci ve hafıza birimlerine sahip olan Arduino Geliştirme kartı üzerinden bağlantıları yapılarak cisim mesafe ölçme ve şekillendirme başarıları test edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda Garmin Lidar Sensör teknik özellikleri bulunmaktadır. Özellikler bakımından Windows Kinect Sensör ile aynı özelliklere sahip olması fakat oyun sensörü olan Kinect sensörüne oranla daha endüstriyel olmasından kaynaklı olarak Garmin ile de testlerin yapılması ile başarı oranları oldukça yüksek seviyelere çıkarılmıştır.

Özellik	TFmini
Operasyon Mesafesi	0.3m-12m
Max Operasyon 10%	5m
Güç Tüketimi	0.12W
Çalışma Voltajı	4.5V-6V
Çalışma Açısı	2.3°
Min Çözünürlük Oranı	5mm
Frekans	100Hz
Doğruluk	1% (az 6m), 2% (6m-12m)
Mesafe Algılama	mm
Dalga Boyu	850nm
Boyut	42mm×15mm×16mm
Operasyon Sıcaklığı	-20°C-60°C

Işık Algılama	70,000lux
Ağırlık	6.1g
İletişim Arayüzü	UART

Tablo 3 - Lidar Özellikleri

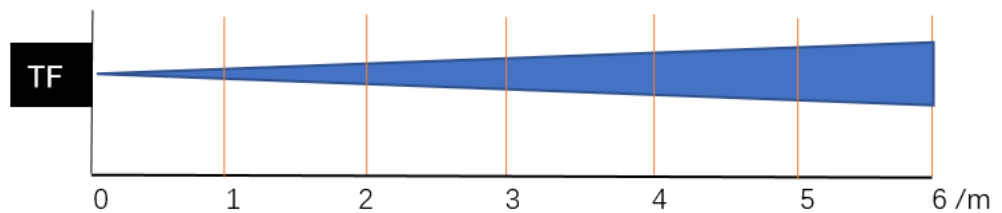
ToF, Time of Flight teknolojisinin kısaltmasıdır ve çalışma prensibi şöyledir: sensörden modüle edilmiş bir yakın kızılötesi ışık gönderilir ve bir nesne tarafından yansıtılır; çekilecek nesneye olan mesafe, ışık gönderimi ile ışık yansıması arasındaki zaman farkını veya faz farkını hesaplayarak, derinlik bilgisini üretmek üzere sensörle dönüştürülebilir.



TFmini ölçüm aralığı

Kapalı koşullar: Tespit edilecek nesne% 90 yansıtma özelliğine sahiptir ve etkili algılama mesafesi 12m'dir. Tespit edilecek nesne% 10 yansıtma özelliğine sahiptir ve etkili algılama mesafesi 5m'dir. Açık hava koşulları: Genel güneş ışığı koşullarında (70kluksun altındaki aydınlatma ile) etkin algılama mesafesi 7m. Yazındaki yüksek güneş ışığı koşullarında (100klux'un üstünde aydınlatma ile) veya dış mekan siyah arka plan tahtası ile durum, etkin algılama mesafesi 3m'dir.

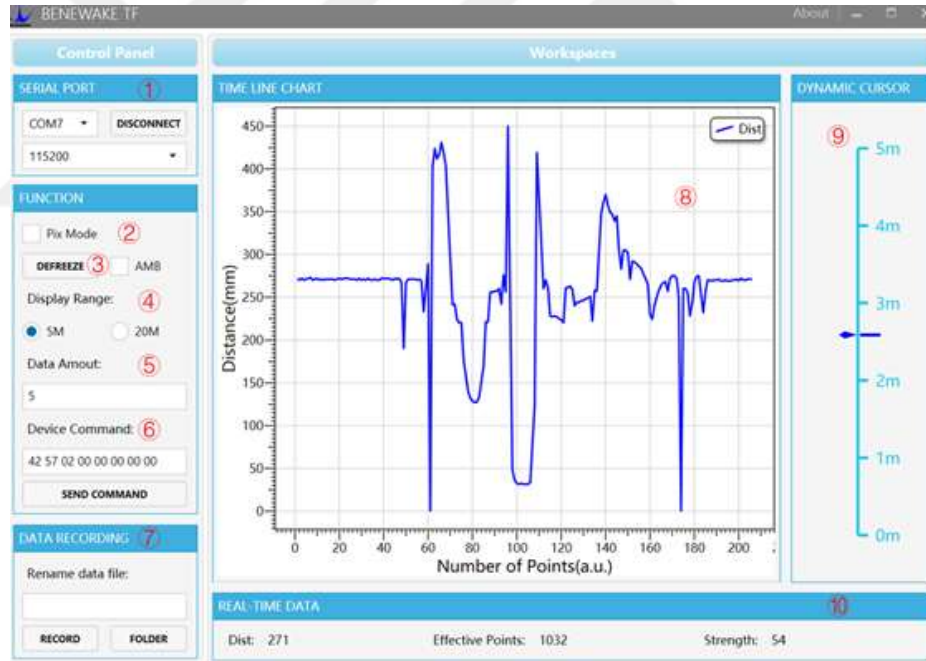
Not: Tüm mesafe parametreleri, algılanacak nesneyle ters yönde ayarlanmaktadır.



Şekil 34 – Lidar TF Algılama Mesafesi

Şekildeki mesafe, algılama nesnesi ile sensör arasındaki dikey uzunluğu temsil etmektedir. Metre cinsinden ifade edilir; algılama aralığının yan uzunluğu milimetre olarak ifade edilir. Genel olarak, yalnızca algılanan nesnenin yan uzunluğu algılama aralığı yan uzunluğundan fazla ise, LiDAR'dan gelen çıktı verileri güvenilir olmamaktadır. Algılanan nesnenin yan uzunluğu algılama aralığı yan uzunluğundan daha düşükse, LiDAR'ın çıkış verileri dalgalanabilir ve hata oranı artabilmektedir. Algılama aralığı yan uzunluğu, karşılık gelen mesafedeki nesne çözünürlük oranına eşit değildir.

Üst bilgisayar şu anda windows sistemi ile desteklenmekte ve seri haberleşme protokolüne uygun olarak Benewake (Beijing) Co. Ltd.'den çıkan TF serisi ürünler için kullanılmaktadır. Spesifik işlemler aşağıdaki gibi detaylandırılmıştır



Şekil 35 – TF Similasyon Arayüzü

Seri iletim bağlantı noktası ve baud hızı seçimleri: TTL-USB adaptör plakasını takım, ilgili bağlantı noktası numarasını ve baud hızını seçin ve bağlantı kurmak için "CONNECT" düğmesi üzerinden çalışma başlamaktadır. Mod seçimi: TF01 ve TF02 ürünlerinin Pix sürümü için belirtilen özel mod, TF_mini'de

sağlanmamaktadır;

3- Duraklat düğmesi: 8'daki görüntüler üzerinde analiz yapmak için üst bilgisayarı duraklatmak için tıklayın; Özel durumlar altında dahili hata ayıklama için "AMB" kullanılır ve herhangi bir durumda ayarlanamaz;

4- Ölçüm aralığı alanı seçimi: 5m veya 20m'yi tıklayın, 9 alanındaki aralık ölçeği ilgili değere ayarlanır.

5- Veri ortalaması: Varsayılan değer 5'dir; yani, üst bilgisayar tarafından kabul edilen her 5 puanın değerleri ortalaması alınır ve bir nokta değerinde çıkarılır. Değiştirildikten sonra, komut klavyede "Enter" tuşuyla gönderilir;

6- Seri port komutu gönderme alanı: Bu pencere onaltılık TF seri port komutu göndermek ve değiştirmek veya fonksiyonu ayarlamak için kullanılır;

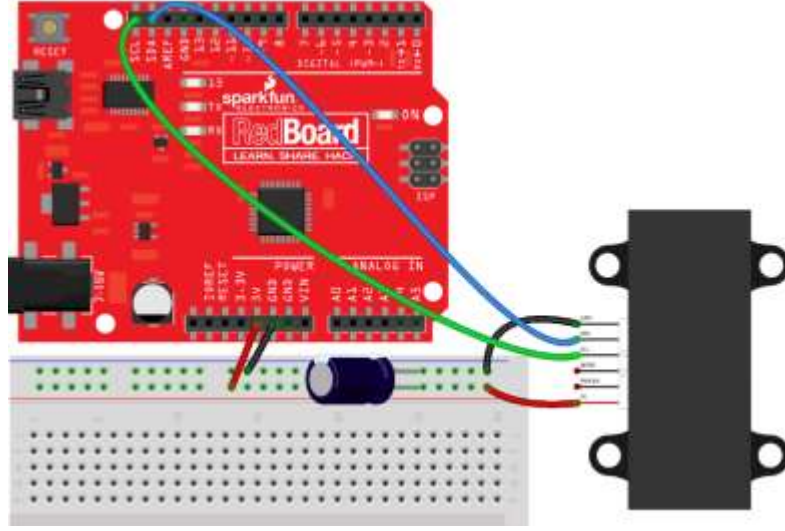
7- Veri kayıt çubuğu. Bu metin penceresi kaydedilecek verilerin adını yazmak için kullanılır; ad girildikten sonra, "KAYIT" düğmesini tıklayarak TF verilerini kaydetmek için "Enter" tuşuna basın ve düğmeyi tekrar tıklayarak kaydı sonlandırın; kaydedilmiş verilerle klasör "FOLDER" butonuna tıklayarak açılabilir;

8- Veri görüntüsü görüntüleme alanı: üst bilgisayar, alınan verilerle sürekli bir aralıklı görüntü çizebilir;

9- Ölçüm aralık ölçeği: Gerçek zamanlı algılama mesafesi değerini gösterin;

10- Veri görüntüleme alanı: Dist, mesafe tespit değerini mm olarak gösterir; EffectivePoint, TF tarafından toplam etkili veriyi gösterir; Mukavemet sinyal gücünü gösterir, pix modunda Mukavemet varsayılan olarak 0 olarak ayarlanır; ayrıca farklı güç girişi yoktur.

TF sensörünün Arduino Board bağlantıları şekil 36'da gösterilmektedir. 5v 10mF kapasitör ile besleme filtrelemesi yapılmaktadır.



Şekil 36 – TF Sensörü Bağlantı Şeması

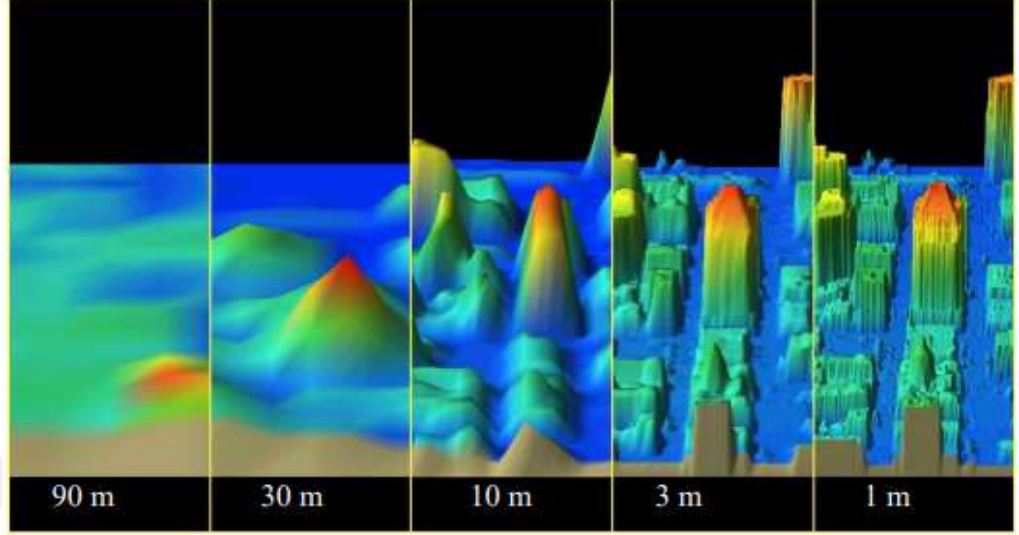
Şekil 37’de Microsoft Kinect sensörü ve Raspberry PI ile yapılan derinlik çalışmalarında TF sensörüne göre daha fazla işlemçi gücüne ihtiyaç duyması ve daha fazla güç tüketmesinden kaynaklı olarak Raspberry PI board kullanılmıştır.



Şekil 37 – Microsoft Kinect Sensör

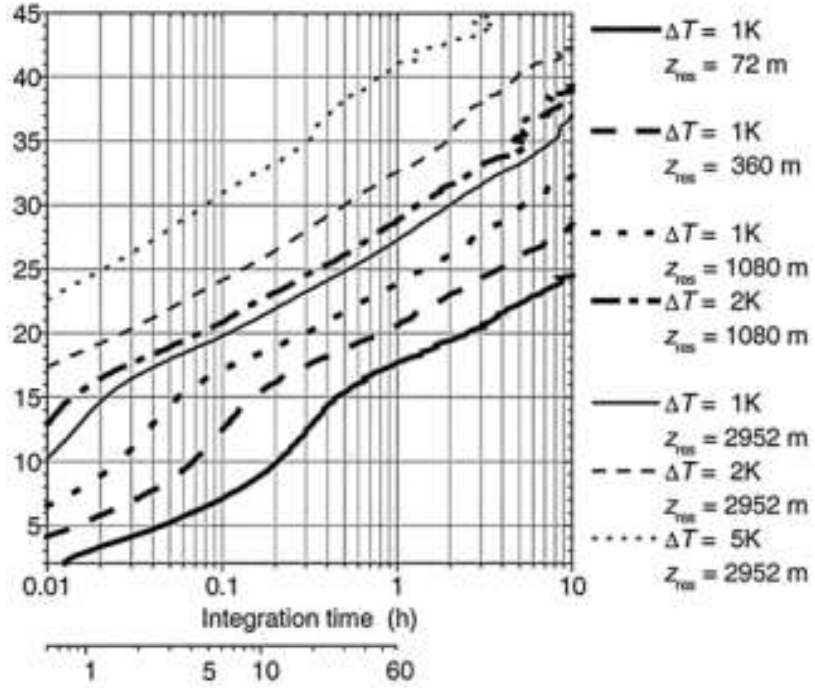
Farklı spectral çözünürlükteki detaylar (Şekil 38) arazi yüzeyi haritalandırılmasında uzaktan algılama ve diğer hava sistemlerinin çok ötesinde harita verileri sunmaktadır. Üç boyutlu (x-y-z) mesafe ölçmede ve yer yüzeyinin tanımlanmasında en güçlü tarama sistemidir. Bu teknoloji, yakın kızılötesi (1064 nanometre) laser dalga genişliği ile gönderilen ışınların yer yüzeyindeki yansıma zamanını hassas oranda ölçerek, verileri dijital ortamda depolamaktadır. İleri düzey yüzey modellemede ve yersel yüksekliklerin (SYM) doğru olarak ortaya konmasında, SAR görüntülerine oranla daha detay tanımlama gücüne sahiptir. Lidar ile elde edilen sayısal yükseklik modelleri (DEM), yeryüzünün herhangi

bir mekânsal ünitesinin ortaya çıkarılması ve bu alanla ilgili görsel objeler hakkında hızlı karar verme kolaylığı sağlamaktadır.



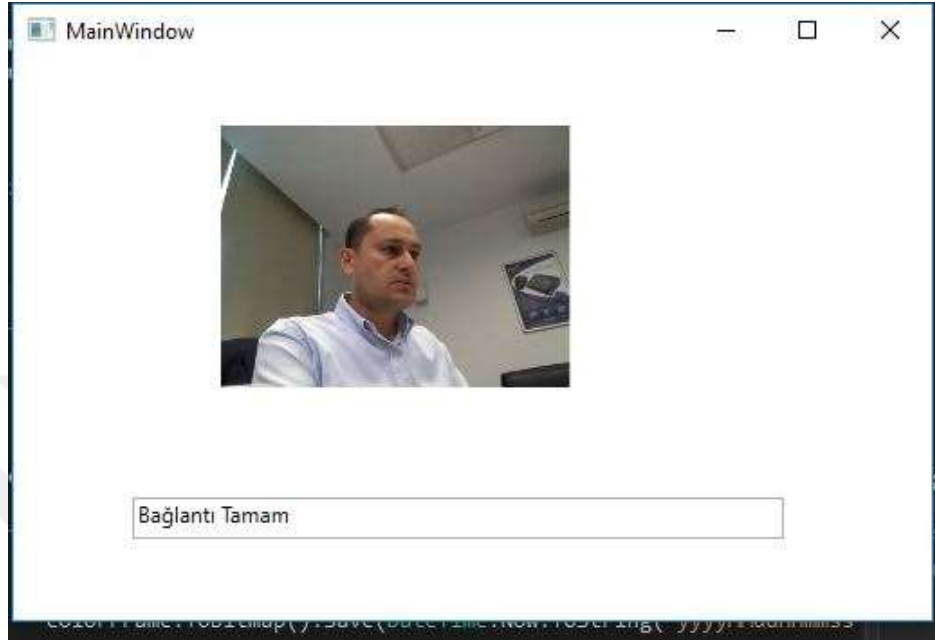
Şekil 38 – Spectral Analiz Diyagramı

Farklı flitreleme yöntemleri ile görüntü detaylandırma ve öznelik sınıflandırma algoritmaları ile taranan üç boyutlu objeler hakkında daha detaylı bilgi sahibi olunabilmektedir.



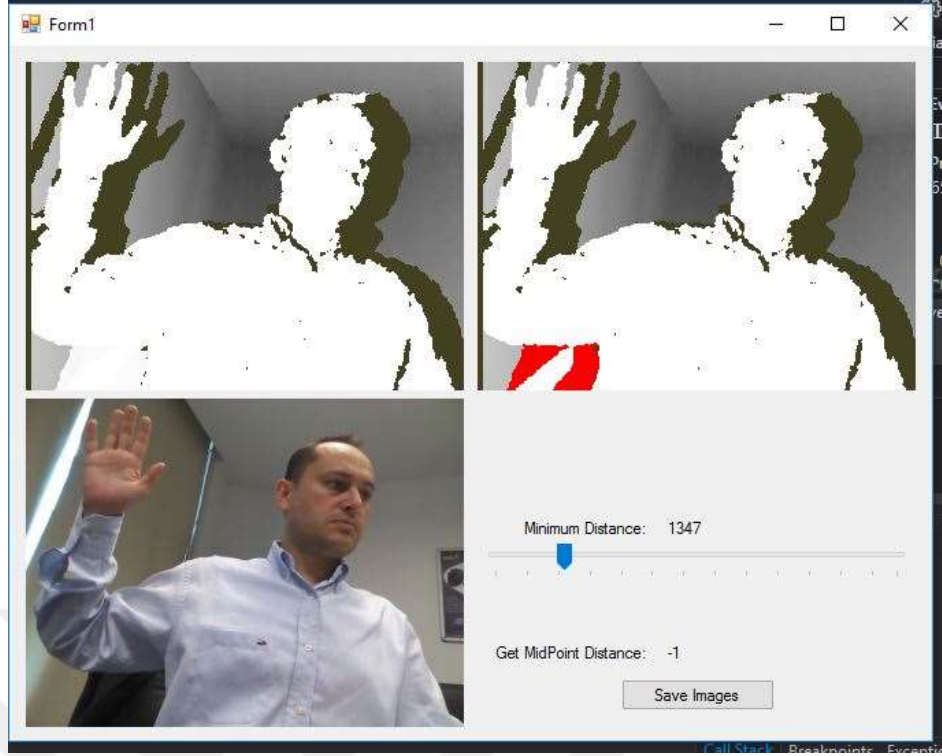
Şekil 39 - Sensör Doğruluk Oranları

Kullanılan sensörlerin çalışma kapasite eğrileri ve istenilen değerlerde çalışmaları sağlanabilmesi için 10x1 ölçek boyutunda küçültülerek testler yapılmıştır. Öncelikle Microsoft Kinect ile yapılan tarama çalışmalarında 2D çalışma modellenmektedir.



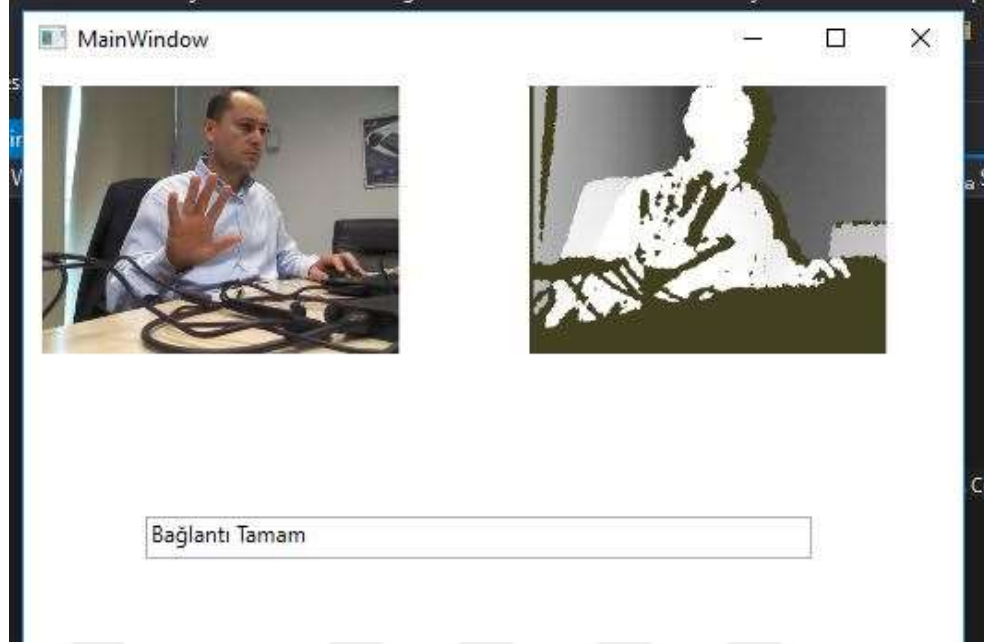
Şekil 40 - 2D Kinect Görüntü Alma

Yapılan .Net platformu üzerinden raspberry Pi ile alınan görüntü 2D olarak kaydedilmektedir. Oluşturulan data setlerin sağlıklı ve çözünürlüklerinin kaliteli olması için 2A güvenilir adaptör kullanılması gerekmektedir. Cihazda donmalar ya da görüntü bozulmaları yaşıyorsa farklı bir güç kaynağı ile test edilmelidir. Yapılan çalışma kapsamında kinect sensörü üzerinden gelen verilerin doğruluğu için derinlik hesaplaması ve belirlenen eşik değerlerinin dışındaki alanlara ise kırmızı olarak ikaz vermesi sağlanmıştır.



Şekil 41 - Algılama Çalışmaları -1-

Şayet çalışma kapsamında bir hasta takip programı için kullanılması durumunda, fizik ve rehabilitasyon hastalarının yapmaları gereken egzersiz çalışmalarını doğru ve istenilen değerlerde yapabildikleri ölçüle bilinmektedir. Benzer bir örnek olarak kriminal bir olay sonrasında taranan olay yerinin suç bulgularının tam lokasyonları ve konu - pozisyonlarının kolaylıkla gösterilebilmektedir.



Şekil 42 - Algılama Çalışmaları -2-

Sınıflandırma çalışmaları sonrasında ise algılanan üç boyutlu obje hakkında daha detaylı yargılara varılmaktadır. %93 doğruluk oranlarında objenin bir insana ve ele ait olduğu belirlenebilmektedir. Doğruluk oranları ucuz olarak alınan sensörlerin kullanılmasından dolayı %50 kadar düşebilmektedir. Fakat uygun ortam şartları altında istenilen değerlere ulaşılabilmektedir.

Özet

Lidar sensörleri doğruluk oranları yüksek ve çözünürlük lidar verileri, arazinin genellikle düz olduğu ve ince yükseklik değişikliklerinin genellikle önemli bir öneme sahip bulunduğu kıyı ortamlarında özellikle kullanışlı ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Kıyı ortamlarında sadece lidar uygulamalarının küçük bir alt kümesini temsil etmektedir. Lidar'ın diğer potansiyel uygulamaları arasında ormancılık, jeoloji, havza ve su kalitesi çalışmaları, ulaşım, emniyet, kadastro haritalama ve arkeoloji yer almaktadır. Lidar kıyı alanları için giderek daha fazla mevcut olduğu için kaba verilere dayanan uygulamalar, lidar verileri kullanılarak geliştirilmektedir. Bunun bir örneği Acil Durum Yönetim Ajansı'nın Risk MAP programı ile devam eden ve yeni taşkın haritaları oluşturmak için daha doğru verilerin kullanıldığı bir çalışmadır. Proje kapsamındaki çalışma sonunda hasta rehabilitasyon süreçleri takibinde ya da olay yeri inceleme için kolluk kuvvetleri tarafından kolalıyla kullanılabilir yapıda çalışma yapılmıştır.

Ayrıca diğer 3D modelleme sistemlerine de kolay entegre olabilir bir yapıya sahip, özüm üretebilmektedir.



```

#define OBJLOAD_H_
#ifndef OBJLOAD_H
#include <algorithm>
#include <fstream>
#include <iostream>
#include <sstream>
#include <string>
#include <map>
#include <set>
#include <vector>
#include objload.h"

```

```

int main(int argc, char ** argv){
    if(argc > 1){
        obj::Model m = obj::loadModelFromFile(argv[1]);
    #if 1
        std::cout << m << std::endl;
    #else
    #endif
    }
    return 0
}

namespace obj {
struct Model {
    std::vector<float> vertex;
    std::vector<float> texCoord;
    std::vector<float> normal;

    std::map<std::string, std::vector<unsigned short> > faces;
};

struct ObjModel {
    struct FaceVertex {
        FaceVertex() : v(-1), t(-1), n(-1) {}
        int v, t, n;

        bool operator<( const FaceVertex & other ) const;
        bool operator==( const FaceVertex & other ) const;
    }

    typedef std::pair<std::vector<FaceVertex>,
std::vector<unsigned> > FaceList;
    std::vector<float> vertex;
    std::vector<float> texCoord;
    std::vector<float> normal;
    std::map<std::string, FaceList > faces;
};

```

```

inline ObjModel parseObjModel( std::istream & in);
inline void tessellateObjModel( ObjModel & obj);
inline ObjModel tessellateObjModel( const ObjModel & obj );
inline Model convertToModel( const ObjModel & obj );
inline Model loadModel( std::istream & in );
inline Model loadModelFromString( const std::string & in );
inline Model loadModelFromFile( const std::string & in );
inline std::ostream & operator<<( std::ostream & out, const
Model & m );
inline std::ostream & operator<<( std::ostream & out, const
ObjModel::FaceVertex & f);

```

```

inline bool ObjModel::FaceVertex::operator<( const
ObjModel::FaceVertex & other ) const {
    return (v < other.v) || (v == other.v && t < other.t ) || (v ==
other.v && t == other.t && n < other.n);
}
inline bool ObjModel::FaceVertex::operator==( const
ObjModel::FaceVertex & other ) const {
    return (v == other.v && t == other.t && n == other.n);
}
template <typename T>
inline std::istream & operator>>(std::istream & in,
std::vector<T> & vec ){
    T temp;
    if(in >> temp)
        vec.push_back(temp);
    return in;
}
template <typename T>
inline std::istream & operator>>(std::istream & in, std::set<T>
& vec ){
    T temp;
    if(in >> temp)
        vec.insert(temp);
    return in;
}
inline std::istream & operator>>( std::istream & in,
ObjModel::FaceVertex & f){
    int val;
    if(in >> f.v){
        if(in.peek() == '/'){
            in.get();
            in >> f.t;
            in.clear();
            if(in.peek() == '/'){

```

```

        in.get();
        in >> f.n;
        in.clear();
    }
}
in.clear();
--f.v;
--f.t;
--f.n;
}
// std::cout << f << std::endl;
return in;
}
ObjModel parseObjModel( std::istream & in ){
    char line[1024];
    std::string op;
    std::istringstream line_in;
    std::set<std::string> groups;
    groups.insert("default");
    ObjModel data;
    while(in.good()){
        in.getline(line, 1023);
        line_in.clear();
        line_in.str(line);
        if(!(line_in >> op))
            continue;
        if(op == "v")
            line_in >> data.vertex >> data.vertex >> data.vertex;
        else if(op == "vt")
            line_in >> data.texCoord >> data.texCoord >>
data.texCoord;
        else if(op == "vn")
            line_in >> data.normal >> data.normal >> data.normal;
        else if(op == "g"){
            groups.clear();
            while(line_in >> groups) ;
            groups.insert("default");
        }
        else if(op == "f") {
            std::vector<ObjModel:FaceVertex> list;
            while(line_in >> list) ;

            for(std::set<std::string>::const_iterator g =
groups.begin(); g != groups.end(); ++g){
                ObjModel:FaceList & fl = data.faces[*g];
                fl.second.push_back(fl.first.size());
                fl.first.insert(fl.first.end(), list.begin(), list.end());
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    for(std::map<std::string, ObjModel::FaceList>::iterator g =
data.faces.begin(); g != data.faces.end(); ++g){
        ObjModel::FaceList & fl = g->second;
        fl.second.push_back(fl.first.size());
    }
    return data;
}

inline void tessellateObjModel(
std::vector<ObjModel::FaceVertex> & input,
std::vector<unsigned> & input_start){
    std::vector<ObjModel::FaceVertex> output;
    std::vector<unsigned> output_start;
    output.reserve(input.size());
    output_start.reserve(input_start.size());

    for(std::vector<unsigned>::const_iterator s =
input_start.begin(); s != input_start.end() - 1; ++s){
        const unsigned size = *(s+1) - *s;
        if(size > 3){
            const ObjModel::FaceVertex & start_vertex = input[*s];
            for( int i = 1; i < size-1; ++i){
                output_start.push_back(output.size());
                output.push_back(start_vertex);
                output.push_back(input[*s+i]);
                output.push_back(input[*s+i+1]);
            }
        } else {
            output_start.push_back(output.size());
            output.insert(output.end(), input.begin() + *s,
input.begin() + *(s+1));
        }
    }
    output_start.push_back(output.size());
    input.swap(output);
    input_start.swap(output_start);
}

void tessellateObjModel( ObjModel & obj){
    for(std::map<std::string, ObjModel::FaceList>::iterator g =
obj.faces.begin(); g != obj.faces.end(); ++g){
        ObjModel::FaceList & fl = g->second;
        tessellateObjModel(fl.first, fl.second);
    }
}

Model convertToModel( const ObjModel & obj ) {
    std::vector<ObjModel::FaceVertex>
unique(obj.faces.find("default")->second.first);
}

```

```

std::sort(unique.begin(), unique.end());
unique.erase( std::unique(unique.begin(), unique.end()),
unique.end());

```

```

Model model;
for(std::vector<ObjModel::FaceVertex>::const_iterator f =
unique.begin(); f != unique.end(); ++f){
    model.vertex.insert(model.vertex.end(), obj.vertex.begin()
+ 3*f->v, obj.vertex.begin() + 3*f->v + 3);
    if(!obj.texCoord.empty()){
        const int index = (f->t > -1) ? f->t : f->v;
        model.texCoord.insert(model.texCoord.end(),
obj.texCoord.begin() + 2*index, obj.texCoord.begin() +
2*index + 2);
    }
    if(!obj.normal.empty()){
        const int index = (f->n > -1) ? f->n : f->v;
        model.normal.insert(model.normal.end(),
obj.normal.begin() + 3*index, obj.normal.begin() + 3*index +
3);
    }
}
for(std::map<std::string,
ObjModel::FaceList>::const_iterator g = obj.faces.begin(); g !=
obj.faces.end(); ++g){
    const std::string & name = g->first;
    const ObjModel::FaceList & fl = g->second;
    std::vector<unsigned short> & v = model.faces[g->first];
    v.reserve(fl.first.size());
    for(std::vector<ObjModel::FaceVertex>::const_iterator f =
fl.first.begin(); f != fl.first.end(); ++f){
        const unsigned short index =
std::distance(unique.begin(), std::lower_bound(unique.begin(),
unique.end(), *f));
        v.push_back(index);
    }
}
return model;
}

```

```

ObjModel tessellateObjModel( const ObjModel & obj ){
    ObjModel result = obj;
    tessellateObjModel(result);
    return result;
}

```

```

Model loadModel( std::istream & in ){
    ObjModel model = parseObjModel(in);
    tessellateObjModel(model);
    return convertToModel(model);
}

```

```

Model loadModelFromString( const std::string & str ){
    std::istringstream in(str);
    return loadModel(in);
}

```

```

Model loadModelFromFile( const std::string & str) {
    std::ifstream in(str.c_str());
    return loadModel(in);
}

```

```

inline std::ostream & operator<<( std::ostream & out, const
ObjModel::FaceVertex & f){
    out << f.v << "\t" << f.t << "\t" << f.n;
    return out;
}

```

```

std::ostream & operator<<( std::ostream & out, const Model &
m ){
    if(!m.vertex.empty()){
        out << "vertex\n";
        for(int i = 0; i < m.vertex.size(); ++i)
            out << m.vertex[i] << (((i % 3) == 2)?'\n':'\t');
    }
    if(!m.texCoord.empty()){
        out << "texCoord\n";
        for(int i = 0; i < m.texCoord.size(); ++i)
            out << m.texCoord[i] << (((i % 2) == 1)?'\n':'\t');
    }
    if(!m.normal.empty()){
        out << "normal\n";
        for(int i = 0; i < m.normal.size(); ++i)
            out << m.normal[i] << (((i % 3) == 2)?'\n':'\t');
    }
    if(!m.faces.empty()){
        out << "faces\t";
        for(std::map<std::string, std::vector<unsigned short>
>::const_iterator g = m.faces.begin(); g != m.faces.end(); ++g){
            out << g->first << " ";

```

```
}  
out << "\n";  
  
}  
return out;  
}  
  
}  
  
#endif
```



Referanslar

1. Gill, S.K., and J.R. Schultz, 2001. Tidal Datums and Their Applications. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Special Publication NOS CO-OPS 1. Accessed November 6, 2012, at http://tidesandcurrents.noaa.gov/publications/tidal_datums_and_their_applications.pdf.
2. Guenther, G.C. 2007. "Airborne Lidar Bathymetry." In Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual, 2nd Edition, David F. Maune, editor, 2007. Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
3. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS). 2004. "ASPRS Guidelines: Vertical Accuracy Reporting for Lidar Data." American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Accessed November 2007 at www.asprs.org/a/society/committees/lidar/Downloads/Vertical_Accuracy_Reporting_for_Lidar_Data.pdf.
4. Federal Geographic Data Committee (FGDC). 1998. "National Standard for Spatial Data Accuracy." Part 3 of Geospatial Positioning Accuracy Standards. FGDC-STD-007.3-1998. Federal Geographic Data Committee. Accessed November 2007 at www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/accuracy/part3/chapter3.
5. Fowler, Robert A., Andre Samberg, Martin Flood, and Tom Greaves. 2007. "Topographic and Terrestrial Lidar." In Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual, 2nd Edition, David F. Maune, editor, 2007. Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
6. Gesch, 2007. "The National Elevation Dataset." In Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual, 2nd Edition, David F. Maune, editor, 2007. Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
7. Heidemann, Hans Karl. 2012. Lidar Base Specification Version 1.0. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, 11-B4

10. ASPRS. 2007. "Common Lidar Data Exchange Format – .LAS Industry Initiative."
11. Webpage: www.asprs.org/a/society/committees/lidar/lidar_format.html. Accessed June 2008.
12. ASPRS. 2009. "LAS Specification: version 1.3, R10." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Volume 75, Number 9. Pages 1,035 to 1,042.
13. Espy, Gary M., 2003. Moving Toward Achieving Consistency in Coastal GIS Shorelines with VDatum. Unpublished Master's Thesis, University of Redlands, Redlands, CA.
14. Environmental Systems Research Institute. 2003. Virtual Campus Course, "Learning ArcGIS Spatial Analyst." Accessed December 9, 2008, at <http://campus.esri.com>.
15. National Digital Elevation Program (NDEP). 2004. Guidelines for Digital Elevation Data: Version
16. 1.0. U.S. Geological Survey. Accessed November 2007
17. at www.ndep.gov/NDEP_Elevation_Guidelines_Ver1_10May2004.pdf.
18. NDEP. 2012. National Enhanced Elevation Assessment. Fairfax, VA: Dewberry. Accessed October
19. Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2003. "Guidance for Aerial Mapping and
20. Surveying." Appendix A in Guidelines and Specifications for Flood Hazard Mapping Partners. Federal Emergency Management Agency. Accessed November 2007 at www.fema.gov/plan/prevent/fhm/dl_cgs.shtm.
21. FEMA. 2010. "Procedure Memorandum No. 61 – Standards for Lidar and Other High Quality Digital Topography." Accessed October 2012 at www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=4345.
22. Kana, Timothy W., Bart J. Baca, and Mark L. Williams, 1988. "Chapter 2: Charleston Case Study." In Greenhouse Effect, Sea Level Rise and Coastal Wetlands, James G. Titus, editor, 1988. EPA 230-05-86-013. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

23. Parrish, Christopher E. 2012. "Shoreline Mapping." In *Advances in Mapping from Aerospace Imagery: Techniques and Applications* (Yang, X, and J. Li, Eds.). Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor and Francis Group.
24. Schmid, K., B. Hadley, and N. Wijekoon. 2011. "Vertical Accuracy and Use of Topographic Lidar Data in Coastal Marshes." *Journal of Coastal Research*. Volume 27. Number 6A. Pages 116 to 132.
25. U.S. Geological Survey, National Geospatial Program (USGS NGP). 2010. Lidar Guidelines and Base Specification – Version 13. Accessed October 2012 at [http://lidar.cr.usgs.gov/USGSNGP%20Lidar%20Guidelines%20and%20Base%20Specification%20v13\(ILMF\).pdf](http://lidar.cr.usgs.gov/USGSNGP%20Lidar%20Guidelines%20and%20Base%20Specification%20v13(ILMF).pdf).
26. 2012 at www.dewberry.com/Consultants/GeospatialMapping/FinalReportNationalEnhancedElevationAssessment.
27. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Coastal Services Center. 2011. Lidar
28. Provisioning Guidance for the Digital Coast Data Access Viewer. Charleston, SC: NOAA Coastal Services Center. Accessed November 29, 2012, at www.csc.noaa.gov/digitalcoast/_/pdf/Lidar-provisioning-guidance.pdf.
29. National Research Council (NRC). 2007. *Elevation Data for Floodplain Mapping*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
30. NRC. 2009. *Mapping the Zone: Improving Flood Map Accuracy*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
31. White, S., C. Parrish, B. Calder, S. Pe'eri, and Y. Rzhanov. 2011. "LIDAR-Derived National Shoreline: Empirical and Stochastic Uncertainty Analyses." *Journal of Coastal Research*. Special Issue 62. Pages 62 to 74.
32. <https://www.anditi.com/2017/05/not-all-lidar-is-equal-part-2-the-role-of-the-imu/>
33. <https://www.gim-international.com/content/article/the-fierce-rise-of-airborne-lidar>

Ek 2. Özgeçmiş

Ali KURU

26 Yaşında, Evli, Erkek

Uyruk : T.C.

Doğum Yeri / Tarihi : KDZ. Ereğli

E-posta : kuru_ali@hotmail.com

Eğitim

İlkokul : TC. KDZ. Ereğli Nimet İlk Öğretim Okulu

İlköğretim : TC. KDZ. Ereğli Atatürk Orta Okulu

Lise : TC. KDZ. Ereğli Lisesi

Lisans : London Metropolitan Üniversitesi

Yüksek Lisans : İstanbul Arel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Bölümü Yüksek Lisans
Programı

Deneyim :