

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ROBOTİK PLATFORMLAR İÇİN KINECT KAMERA TABANLI HEDEF
TESPİT VE HARİTALAMA SİSTEMİ**

Görkem ŞAHİN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ROBOTİK PLATFORMLAR İÇİN KINECT KAMERA TABANLI HEDEF
TESPİT VE HARİTALAMA SİSTEMİ

Görkem ŞAHİN

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez / / 201..... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi İlker ÜNAL

Dr. Öğr. Üyesi Fırat YÜCEL

Dr. Öğr. Üyesi Bayram KILIÇ



ÖZET

ROBOTİK PLATFORMLAR İÇİN KINECT KAMERA TABANLI HEDEF TESPİT VE HARİTALAMA SİSTEMİ

Görkem ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İlker ÜNAL

Haziran 2019; 34 sayfa

Bu çalışmada, teknolojik gelişmelerle birlikte son yıllarda kullanımı hızla artan görüntü işleme metotları kullanılarak nesne tespiti ve belirlenen nesnenin kameraya olan uzaklığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, mobil bir robot platformu üzerine yerleştirilen Kinect kamera ve GPS alıcısı yardımı ile açık alanda hedef/engel tespiti yapılmış, ilgili hedef veya engele ait koordinatlar belirlenerek haritalandırılmıştır. İnsansız kara araçları için navigasyon sırasında karşılaşılabilecek engel veya hedeflerin Kinect kamera kullanılarak belirlenmesi ve koordinatlandırılması literatürde çok rastlanan bir uygulama değildir. İlgili kamera uygulamaları daha çok kapalı alanlarda gerçekleştirilmektedir. Açık alanda bu uygulamanın yapılmış olması çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Sistem, tarım alanlarında kullanılacak olan insansız kara araçlarında görme tabanlı navigasyon uygulamaları için tasarlanmış olup tarımsal uygulamalar haricinde insansız kara araçlarının kullanıldığı her yerde kullanılabilir niteliktedir. Projede, 4 tekerli, tarım alanlarında çalışabilir robotik bir platform için engel ve hedef tespit mekanizması tasarlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, mobil robot, kinect kamera, GPS alıcısı, dijital pusula, bilgisayar ve tarafımızca geliştirilen yazılım kullanılmıştır. GPS alıcısı ve Kinect kamera mobil robot üzerinde aynı doğrultuda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Mobil robot, hareket esnasında karşılaştığı engel/hedef koordinatlarını uzaklık ve kinect kameranın bulunduğu yerin koordinat bilgilerini kullanarak belirlemekte ve veri tabanına aktarmaktadır. Bu sayede anlık olarak alanda var olan her türlü engel ve hedef koordinatları toplanarak ilerki çalışmalar için veri tabanı oluşturulmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Haritalama, Kinect, Mobil, Robotik

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi İlker ÜNAL

Dr. Öğr. Üyesi Fırat YÜCEL

Dr. Öğr. Üyesi Bayram KILIÇ

ABSTRACT

KINECT CAMERA BASED TARGET DETECTION AND MAPPING SYSTEM FOR ROBOTIC PLATFORMS

Görkem ŞAHİN

MSc Thesis in Department of Remote Detection and Geographical Information
Systems

Supervisor: Asst. Prof. Dr. İlker ÜNAL

June 2019; 34 pages

In this study, it is aimed to perform object detection and determine the distance of the detected object from the camera by using image processing methods which have been increasingly used in recent years thanks to technological developments. In this context, with the help of a Kinect camera and a GPS receiver placed on a mobile robot platform, target / obstacle detection was performed in open area and the coordinates of the target or obstacle were determined and mapped. It is not a common practice in the literature to identify and coordinate the obstacles or targets encountered during navigation of unmanned land vehicles using the Kinect camera. Related camera applications are mostly carried out in closed areas. The fact that this practice was performed in the open area exposes the authenticity of the study. The system has been designed for vision-based navigation applications in unmanned land vehicles used in agricultural areas and can as well be employed in any other study utilizing unmanned land vehicles. In the project, an obstacle and target detection mechanism has been designed for a robotic platform which has the ability serve in agricultural areas. For this purpose, a mobile robot, a kinect camera, a GPS receiver, a digital compass, a computer and a software developed by us have been used. The GPS receiver and the Kinect camera were positioned in the same direction on the mobile robot. The mobile robot determines the obstacle / target coordinates encountered during the movement using the distance and the coordinate information of the location of the kinect camera and transfers it to the database. In this way, coordinates of all kinds of instant obstacles and targets available in the area were gathered and a database has been created for further studies.

KEYWORDS: Mapping, Kinect, Mobile, Robotics

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. İlker ÜNAL

Asst. Prof. Dr. Fırat YÜCEL

Asst. Prof. Dr. Bayram KILIÇ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, değişen yaşam şartlarıyla beraber, hata yapmanın lüks, verimliliğin ve zamanı en iyi şekilde değerlendirmenin zaruri olduğu bilinciyle sayıları gittikçe artan robotik uygulamalara bir yenisini eklemeye çalıştık. Gerçekleştirdiğimiz uygulama, robotik platform üzerine yerleştirilen Kinect kamera ile hedef tespiti ve haritalama yapmaktadır.

Öncelikle, emekleri için sayın tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İlker ÜNAL' a, büyük desteği için eşim Op. Dr. Seçil ÖZDEMİR ŞAHİN' e, doğduğu günden beri sınırsız sevgisi ile dünyamı aydınlatan biricik kızım Beliz ŞAHİN' e teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Nesne Algılama Kameraları	3
2.1.1. Monoküler kamera.....	3
2.1.2. Stereo kamera	6
2.1.3. Depth kamera (Derinlik kamerası)	10
2.2. Kinect Kamera Uygulamaları.....	12
3. MATERYAL VE METOD	16
3.1. Kinect Kamera.....	7
3.2. Kinect Microsoft SDK.....	17
3.3. Nesne Algılama ve Haritalama.....	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
6. SONUÇLAR.....	27
7. KAYNAKLAR	28
8. EKLER.....	30
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Robotik Platformlar İçin Kinect Kamera Tabanlı Hedef Tespit Ve Haritalama Sistemi**” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/06/2019

Görkem ŞAHİN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C : Işıık Hızı

, : Ondalık Ayracı

Kisaltmalar

GPS : Global Positioning System

USB : Universal Serial Bus

CNN : Convolutional Neural Network

SLAM : Simultaneous Localization and Mapping

MOD : Moving Object Detection

SURF : Speeded Up Robust Features

DSLR : Digital Single Lens Reflex

2D : 2-Dimensional

3D : 3-Dimensional

HD : High Definition

GPU : Graphics Processing Unit

ADAS : Advanced Driver Assistance System

KITTI : Karlsruhe Institute of Technology

SL : Structured Light

TOF : Time of Flight

LIDAR: Light Detection and Ranging

RGB : Red, Green and Blue

CIE : Commission Internationale de l'Eclairage

GNSS : Global Navigation Satellite System

PWML: Piece-Wise Multi Linear

KPS : Kinect Positioning System

RFID : Radio Frequency Identification

WMS : Wiimote Positioning System

SDK : Software Development Kit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Monoküler Kamera.....	3
Şekil 2.2. Monoküler Kameranın Kullanımına Örnek.....	4
Şekil 2.3. Yaklaşımına genel bakış (Chen vd. 2016).....	6
Şekil 2.4. Stereo Realist Kamera	7
Şekil 2.5. Sistemin Anahatları (Wang vd. 2014)	9
Şekil 2.6. Stereo LSD-Sistemine genel bakış (Engel vd. 2015)	9
Şekil 2.7. XBOX 360 Kinect	11
Şekil 2.8. XBOX One Kinect.....	11
Şekil 2.9. Solda, Kafasının üzerinde Derinlik Kamerası ile Nao Humanoid Robot, Sağda, mekanın 3 Boyutlu gösterimi	12
Şekil 3.1. Nesne Algılama ve Haritalama Akış Şeması.....	20
Şekil 3.2. RGB Ve Derinlik Görüntüleri	21
Şekil 3.3. Bağlı derinlik ve ölçülen eşitsizlik arasındaki ilişki.....	22
Şekil 3.4. Derinlik görüntüsünün elde edilmesi.....	22
Şekil 4.1. Hazırlanan programın ekran görüntüsü	23
Şekil 4.2. Kinect tabanlı dört tekerlekli bir mobil robot.....	24
Şekil 4.3. 3D harita çıkarma yöntemi	24
Şekil 4.4. Kinect kameranın lazer tarayıcı olarak kullanılması	25
Şekil 4.5. Geliştirilen yazılıma ait bir görüntü.....	25

1. GİRİŞ

Son yıllarda, teknolojideki gelişmelere paralel olarak bilgisayarla görme alanında yapılan çalışmalar hem nicelik hem nitelik bakımından yükselen bir grafik göstermektedir. Bir çok sosyal medya ve eğlence uygulamasında bile eğlenceli filtreler uygulamak ve yüz algılamak için görüntü işleme ve bilgisayarla görüntüleme kullanılmaktadır.

Günlük hayatımızın bir parçası haline gelmeye başlayan bilgisayarla görme çalışmaları 1960' larda başladı. Bilgisayarla görüntülemeyi kısaca bilgisayarlara görme yeteneğini kazandırmak olarak tanımlayabiliriz. Başka bir ifadeyle, dijital görüntüleri elde etmek, işlemek, analiz etmek ve anlamak olarak da ifade edebiliriz. Bilgisayarla görüntülemenin amacı, görüntü işlemeye ek olarak, mekanı tam olarak anlamak amacıyla görüntüden üç boyutlu bir yapı elde etmektir.

Yapay zeka ve yapay öğrenme yöntemlerinde yaşanan gelişmelerin etkisiyle birçok uygulamada bilgisayarla görme sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle, bir yapay öğrenme yöntemi olan derinlik öğrenme, bilgisayarla görmedeki gelişmelere ciddi ivme kazandırmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, günümüz sistemlerindeki muazzam miktarda görüntülemenin ve bu video verilerinin işlenmesi kolaylaşmaktadır. Bilgisayarla görme çalışmalarında, derinlik öğrenme amacıyla derinlik kameraları kullanılmaktadır.

Aslında derinlik algılama teknolojisinin temellerine baktığımızda, başlangıçta 2 ayrı kameradan elde edilen RGB görüntülerinin karşılaştırıldığını ve elde edilen eşitsizlik haritaları sayesinde nesnelerin derinlik bilgisinin elde edildiğini görüyoruz.

Ancak, zorlu hesaplama sürecini hem eğitim hem de çıkarım aşamalarında ele almak için güçlü donanımlar gerekir. Doğruluğu arttırmak, bir bilgisayarlı görme uygulaması için milyarlarca ek matematik işlemi gerekir.

Çözünürlük de, bilgisayarla görmenin en önemli unsurlarından biridir. Çözünürlük, bilgisayarla görme sistemlerinin nesneyi algılayıp sınıflandırmasını doğrudan etkiler. Güvenlik kameraları, gözetim sistemleri gibi mesafelerden nesnelerin algılanmasını ve sınıflandırılmasını gerektiren uygulamalarda daha iyi çözünürlük önemlidir.

Derinlik kameralarının kullanıldığı bilgisayarla görme uygulamalarına birkaç örnek olarak yüz tanıma ve yapay görme sistemlerini verebiliriz. Yapay görme, endüstriyel uygulamalarda otomatik inceleme ve robot rehberliği sağlamak için otomatik görüntü analizini diğer yöntem ve teknolojilerle birleştirme işlemini açıklamak için kullanılır. Bilgisayarla görme, birçok alanda kullanılan otomatik görüntü analizinin temel teknolojisini kapsar. Güvenlik, tıbbi görüntüleme, navigasyon sistemleri ve hatta otonom sürüş ve alışveriş gibi günlük aktivitelerimizde bile bilgisayarla görme teknolojilerinden yararlanılmaktadır.

Çalışmamızda tekrar değineceğimiz üzere, çoğunlukla yüksek çözünürlüklü haritalar yapmak için kullanılan LiDAR (Işık Algılama ve Değişme) sistemleri, otonom otomobillerin bilgisayardaki en önemli görüntü bileşeni olmuştur. Ancak, bir hedefi darbeli bir lazer ışığıyla aydınlatarak ve yansıyan darbeleri bir sensörle ölçerek bir

hedefe olan mesafeyi ölçen bir ölçme yöntemi olan LİDAR pahalı bir yöntem olduğu için, az önce bahsetmiş olduğumuz üzere, otonom araçlarda, LİDAR yerine derinlik kameraları kullanılmaya başlanmıştır.

Lazer mesafe ölçüm cihazları, Time Of Flight kameralar ve stereo kameraların hepsi bilgisayarla görüntülemenin temel bir konusu olan derinlik algılaması problemini çözmek için geliştirilmiş olan sistemlerdir. Derinlik sensörleri, görünür olmayan bir dalga boyu kullanarak sahneye bilinen bir desen yansıtan yapısal ışık sensörleridir.

Microsoft tarafından geliştirilmiş olan Kinect kamera, üzerinde yer alan kızılötesi projektörü ile bunu gerçekleştirmektedir. Daha net bir ifade ile Kinect, özünde, RGB görüntülerini piksel başına derinlik değerleri ile birlikte doğrudan yakalayan ve diğer çözümlerden daha hızlı ve daha ucuz olan bir tüketici tipi RGB-D sistemidir. Tezin ilerleyen kısımlarında görüleceği üzere günümüzde Kinect sensör kullanılarak pek çok çalışma yapılmaktadır.

Kinect sensör, başlarda Xbox' la beraber piyasaya sürülüp daha çok oyun amaçlı tasarlanmış olması itibariyle çok aydınlık ortamlarda sıkıntılar yaşama ihtimali olan bir teknolojiye sahipti Ancak, kinect sensörün ikinci nesli çok yüksek ışık seviyelerinde dahi sorunsuz bir şekilde çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Biz çalışmamızda, Kinect' i, literatüre girmiş yayınlar içerisinde sık görülmediği şekliyle açık ortamda kullandık. Bu çalışma kapsamında geliştirilen sistem, özet kısmında bahsetmiş olduğumuz üzere tarımsal uygulamalarda kullanılmak amacıyla tasarlanmış olup, askeri amaçlar başta olmak üzere insansız kara araçlarına ihtiyaç duyulan pek çok farklı alanda da kullanılabilir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Nesne Algılama Kameraları

2.1.1. Monoküler kamera

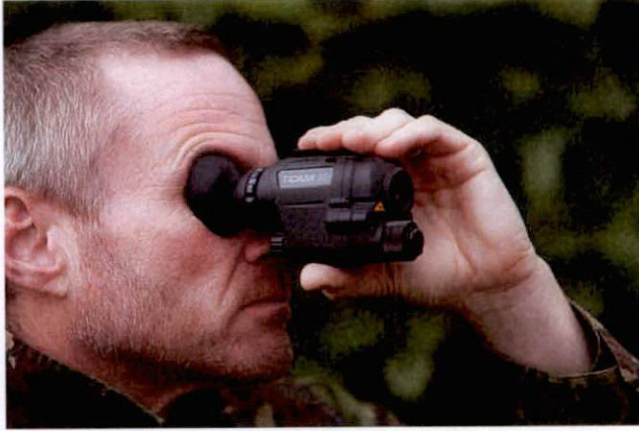
Monoküler, uzaktaki objelerin görüntülerini bir dizi mercek ve genellikle prizmalardan geçirerek, bu objelerin görüntülerini büyütmek için kullanılan, hafif ve kompakt yapıda bir merceklili teleskoptur.



Şekil 2.1. Monoküler Kamera

Benzer optik özelliklere sahip dürbünlere göre hacim ve ağırlıkları çok daha azdır. Monoküler, taşımayı kolaylaştırır ancak orantılı olarak daha pahalıdır. Monokülerler 2 boyutlu görüntüler üretirken, dürbünler görüntüye derinlik algısı (3 boyut) eklerler. Monokülerler, sadece tek gözleriyle görenler veya kompakt bir yapı ve hafifliği tercih edenler (Örn: Doğa yürüyüşü yapanlar) için idealdirler. Kısacası, monokülerler her iki gözü kullanmakta güçlük çekenler ya da pratik kullanım arayanlar için tercih edilmektedirler.

Düz ışık yollu monokülerler nispeten daha uzundur. Görme engelliler, normal görüşe sahip kişilerin görmekte zorluk çekmediği (Örn: kara tahta vb.) nesnelere görmek için monoküler kullanabilirler. Doğa tarihi ve denizcilik çalışmalarında, avcılıkta ve askeri alanlarda, uzak nesnelere görüntülemek için monokülerler kullanılmaktadır. Bunlara ilave olarak, kompakt yapıdaki monokülerler, sanat galerilerinde ve müzelerde de, sergilenen parçaları daha yakından inceleyebilmek amacıyla kullanılmaktadırlar.



Şekil 2.2. Monoküler Kameranın Kullanımına Örnek

Yüksek oranda büyütme, parlak görüntü ve uzaktaki görüntülerin yüksek çözünürlükte görüntülenmesi gerektiğinde, tripoda monte edilerek kullanılacak daha büyük bir cihaz (teleskop) tercih edilmektedir. Daha basit uygulamalar için küçük boyuta sahip olan monokülerleri kullanmak mümkündür. Dünya üzerindeki teknolojik marketlerde değişik marka ve özelliklere sahip pek çok dürbün bulunabilmekte olup, monokülerler hem daha az yaygındır hem de çeşitlilik ve kalite anlamında dar bir skalada arz edilmektedirler. Kalbur üstü optik firmalarının pek çoğu hiç monoküler üretimi yapmamaktadırlar. Monokülerler, dürbünler ve teleskoplara benzer olarak iki parametre ile tanımlanır: büyütme kapasitesi ve objektif lensinin çapı (Örn: 10x40; uzaktaki nesne 10 kat daha büyük görünür, lens çapı 40 mm' dir. büyütme ve 30, objektif lens çapı mm'dir). Günümüzde monokülerler, belli aralıklarda değişen özelliklerde (20 - 42 mm) üretilmesine rağmen, bu sınırların dışında kalan kupon ürünler de bulmak mümkündür. Bazı ürünlerde esnek büyütme özelliği bulunduğu bilinmektedir ancak bu durum belli sakıncaları da beraberinde getirdiğinden, iyi kalite molekülerlerde bu özellik tercih edilmemektedir.

Monokülerlerde, pek çok amaç için tercih edilen en yaygın büyütme oranının, dürbünlerde olduğu gibi 8x olduğu söylenebilir. Bu büyütme oranı pek çok durumda yeterli olup, bu monokülerin herhangi bir yere tutturulmaksızın elde kullanılması oldukça kolaydır. Bu büyütme oranıyla görüş alanı yeterli genişlikte olacaktır ve uzaktaki nesnelere bulmak ve izlemek mümkündür. Kullanıcılar, daha uzun mesafeler için monokülerini bir tripoda sabitleyerek 10-12x büyütme oranında kullanmayı tercih etmektedirler. Artan büyütme oranının görüş alanına ve nesnenin parlaklığına olumsuz etkileri olabileceği akılda tutulmalıdır. Çok yüksek sayısal büyütme oranları teknik anlamda cezbedici olsa da, uygulamada, dar görüş alanı, daha zayıf görüntü parlaklığı ve elde kullanımda görüntüyü sahip tutmakta yaşanacak zorluk nedeniyle seyrek tercih edilmektedir. Profesyonel kullanıcılar, bahsedilen büyütme oranlarının neden daha çok tercih edildiğini deneyimlerle fark etmektedirler.

Ne zaman monokülerin yeterli gelmeyeceği, teleskop kullanımına geçmek gerekeceği tartışmaya açık bir durumdur, ancak teleskopların genel olarak 20x den fazla büyütme oranları için ve büyük mercekle çaplarıyla (>60mm) kullanıldıklarını söyleyebiliriz. Teleskoplar, doğal olarak monokülerlerden çok daha ağır, hacimli ve

masraflıdırlar ve yüksek büyütme oranları bakımından tripod kullanımına ihtiyaç duyarlar. Temel tasarımları ve tasarım parametrelerinin pek çoğu dürbünlerle birebir aynıdır. Lens ve prizma kaplama kalitesi, ışık iletimine ve görüntü parlaklığına çok etki etmektedir. Bu kalite ürün fiyatına da yansımaktadır. Çıkış pupili, mm olarak ifade edilmektedir ve objektif lensinin çapı olarak büyütme oranına bölünmesiyle bulunur. 10x40 mm lik bir monokülerde çıkış pupili 5 mm' dir. Çıkış pupili değeri büyüdükçe, göze iletilen ışık miktarında da iyileşme olmaktadır. Bu bakımdan, matematiksel olarak da anlaşılacağı üzere, düşük büyütme değerine sahip büyük bir objektif bir lens, kötü ışık koşullarında önemli olan iyi ışık girişi sağlayacaktır. Bir diğer parametre olan alacakaranlık faktörü, büyütme ve objektif lens çapına bağlıdır ve düşük ışık koşullarında ayrıntı görebilmeyi etkiler. Geçirgenlik, monoküler ile iletilen ışık yüzdesini ve parlaklığı ifade etmekte olup kaliteli cihazlarda yüzde olarak 90' ın üzerindedir. Görüş alanı yine önemli bir parametredir. Görüş alanı ve büyütme birbiriyle bağlantılı parametrelerdir. Görüş alanı, büyütme oranı ile ters orantılıdır. Aynı şey, dürbün ve teleskoplar için de geçerlidir. Su ve sis geçirmezlik, kullanılan malzeme, gövde koruması vb. parametreler de üretim açısından önemlidir.

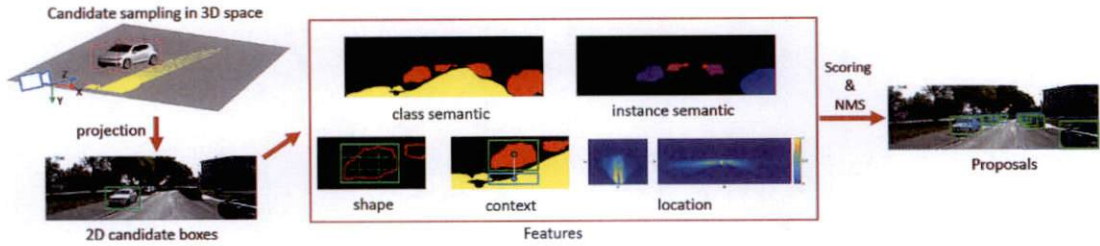
Monokülerler ve dürbünler arasındaki önemli bir fark odaklama sistemindedir. Hemen hemen tüm dürbünler merkezi bir tekerlek odaklama sistemini kullanmakta olup bazı büyük gözlem dürbünlerinde ve eski tasarımlarda, her mercek üzerinde ayrı odaklama sistemi kullanılmaktadır. Bununla birlikte, monokülerlerde, çeşitli avantaj ve dezavantajlara sahip farklı odaklama sistemleri kullanılır; Monokülerin gövdesi çevresinde yer alan büyük tırtıllı odaklama halkası, merceklere yakın küçük bir odaklama halkası, monokülerin yan tarafında ve üstünde yer alan küçük bir dış odaklama tekerleği, küçük odaklama kolu, kayan odak düğmesi, monokülerin üstüne geçen odaklama mekanizması, objektif lensini çevreleyen geniş tırtıklı bir halka, iki odaklama halkası sahip "İkili odaklanma". Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılan gövdenin etrafında yer alan odaklama halkasıdır. Bu, ünitenin kompakt yapısını korur ancak çalışması için iki el gerektirir ve özellikle hızlı odaklanma sağlamaz. İstisnalar haricinde en kaliteli monokülerlerde genellikle bu odaklama tekniği kullanılmaktadır. Monokülerin ergonomisini bozarak biraz daha hantal hale getirmesine karşın, bir elle (bir parmakla) odaklamayı mümkün kılar, hızlı ve pürüzsüzdür. Bu özellik, odak değişikliklerinin önemli olduğu durumlarda gereklidir.

Monokülerlerde, dürbünlerde olduğu gibi, zoom büyütme bazen kullanılabilir ancak optik kaliteyi ve görüş alanını ciddi şekilde düşürdükleri için yüksek kalitedeki ürünlerde bu özellik hiç tercih edilmemektedir.

Günümüzde üretilen kaliteli monokülerlerin çoğu video ve/veya USB çıkışları ile üretilmekte olup, video kayıt ekipmanlarına bağlanabilmekte ve monoküler kamera olarak adlandırılmaktadırlar. Bu gelişme ile birlikte, insan gözüne ihtiyaç duymayan alanlarda da monokülerler kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayarla görme ve uzaktan algılama alanlarında monoküler kullanılarak yapılmış çalışmalar mevcuttur. Biz tezimiz gereği uzaktan algılama alanında yapılan iki çalışmayı örnek vereceğiz.

Birinci çalışma (Chen vd. 2016), otonom sürüş üzerine yapılmış olup, tek bir monoküler kullanılarak 3 boyutlu nesne tespiti yapılması amaçlanmıştır. Öncelikle, yüksek kalitede nesne tespitleri yapmak amacıyla standart bir CNN iletişim hattından geçirilecek sınıflandırmaya dayalı aday nesnelere yaratılması amaçlanmıştır. Çalışmanın

odak noktası aday nesnelere belirlemektir. Özellikle, nesnelere yer düzleminde olması gerektiği gerçeği kullanılarak, nesne adaylarını 3 boyuta yerleştiren bir enerji minimizasyonu yaklaşımı önerilmiştir. Sonrasında, görüntü düzlemine yansıtılmış olan her aday kutusu, anlamsal bölümlenmeyi, bağlamsal bilgileri, boyut ve konum önceliklerini ve tipik nesne şeklini kodlayan çeşitli sezgisel potansiyellere göre puanlandırılmıştır. Deney sonuçlarına göre kullanılan nesne oluşturma yaklaşımının tüm monoküler yaklaşımlardan çok daha iyi performans sergilediği değerlendirilmiştir.



Şekil 2.3. Yaklaşımın genel bakış (Chen vd. 2016)

İkinci çalışmada (Wang vd. 2013), monoküler görme kullanılarak hareketli nesne algılama amaçlanmıştır. Robot görsel simültane lokalizasyon ve haritalamada (SLAM) hareketli nesne tespiti (MOD) yapmak için bir algoritma tasarlanmıştır. Algoritma, görüntü düzleminde karşılık gelen özellik noktalarındaki epipolar kısıtlamalara dayalı olarak tasarlanmıştır. Epipolar kısıtlamayı temsil etmesi için durum tahmin edicisi vasıtasıyla elde edilen bir esansiyel matris kullanılmıştır. Aynı zamanda, hem sınır işaretlerinin ve görsel SLAM sistemindeki hareketli nesnelere tanımlanması hem de görüntü özelliklerinin isabetli tespiti için hızlandırılmış sağlam özellik (SURF) metodu kullanılmıştır. Önerilen algoritmanın performansını doğrulamak için elde kullanılan bir monoküler kamera ile deney gerçekleştirilmiştir. Sonuçları MOD ve SURF entegrasyonunun dinamik ortamlarda robot navigasyonu uygulamaları için verimli çalıştığını göstermiştir.

2.1.2. Stereo kamera

Stereoskopi (stereoskopik/ stereo görüntüleme), bir görüntüde derinlik yansımaları sağlama amacıyla kullanılan bir tekniktir. Herhangi bir stereoskopik görüntü, stereogram olarak adlandırılır.

Stereoskopik yöntemlerin pek çoğu iki ofset görüntüyü, izleyicinin sol ve sağ gözüne ayrı ayrı sunar. Bu iki boyutlu görüntüler daha sonra 3 boyutlu derinlik algısı vermek için beyinde birleştirilir. Bu teknik, bir görüntüyü üç tam boyutta gösteren 3 boyutlu ekranlardan ayırır ve gözlemcinin, baş ve göz hareketleriyle, görüntülenen 3 boyutlu nesnelere hakkındaki bilgileri arttırmasını sağlar.

İnsan görüşü, derinlik algısı dahil olmak üzere yalnızca gözlerden alınan görsel bilgilerin edinilmesiyle başlayan karmaşık bir süreçtir. Beynin içinde, ham bilgiyi yorumlayıp görüntüyü anlamak için pek çok işlem gerçekleşir. Beynin, gözlerin

gördüklerini yorumlarken gerçekleştirdiği işlevlerinden biri, nesnelerin izleyiciden göreceli mesafelerini ve bu nesnelerin derinlik boyutlarını değerlendirmektir.

Birden Fazla Kamera Kullanımı (Dual Kameralar):

Hem modern düşük maliyetli dijital kameralar hem de DSLR kameralar, aynı anda tetiklenerek çiftler halinde monte edilebilirler. Bu uygulama, hareketsiz görüntüler için her iki kamera çalıştırma düğmesine aynı anda basılarak yapılabilir, ancak hareketli nesnelere iş görmez. Belirli kamera modellerinin yazılımları, görüntü çipi kullanılarak modifiye edilebilmekte olup, ana makineden bir ikincil kamerayı tetikleyen açık kaynak kodlu bir yazılım geliştirilmiş durumdadır. Buna Samsung' un Galaxy S4 modeli örnek verilebilir.

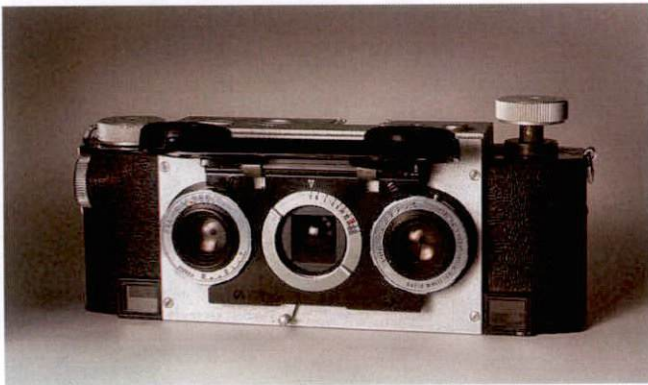
Bir Kamera Ve Bir Objektif Kullanımı:

2012 yılının sonlarında, bir kamera üreticisi tek bir (isteğe bağlı) lens kullanan ve 2D, 3D fotoğraflar veya full HD film çekme özelliğine sahip bir modelini piyasaya çıkardı.

Stereo Kamera:

Stereo kamera, her bir lens için ayrı bir görüntü sensörüne veya film karesine sahip iki veya daha fazla lensli bir kamera türüdür. Bu özelliği sayesinde kamera, insan görmesini (iki gözle görme – binoküler görme) taklit eder ve stereo fotoğrafçılık olarak bilinen üç boyutlu görüntüleri yakalama işlemini gerçekleştirir.

Stereo kameralar, filmler için stereo görüntüler ve 3 boyutlu görüntüler hazırlamak veya aralıklı görüntüleme için kullanılabilir. Tipik bir stereo kamerada lensler arası mesafe (eksen içi mesafe), yaklaşık olarak bir insanın gözlerinin arasındaki mesafedir (göz içi mesafesi) ve yaklaşık 6,35 cm'dir. Stereo kameralar, 1950' lerde, David White Company tarafından üretilmiş olan Stereo Realist adlı kamera ve bu kameranın benzeri olup, 135 film adlı film formatını kullanarak stereo slaytlar hazırlayan diğerleriyle birlikte bir miktar popülerlik kazandı.



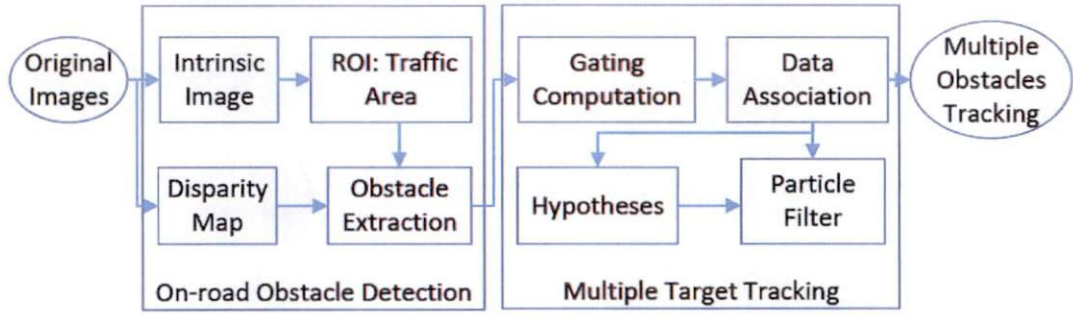
Şekil 2.4. Stereo Realist Kamera

3 boyutlu resimler, aynı kamerayı sola veya sağa birkaç inç hareket ettirerek çekilecek iki adet resim kullanılarak, stereo kameraların çalışma arka planındaki mantıktan yola çıkılarak daha ucuza hazırlanabilir. Eğer resim her bir göz tarafından farklı bir resim görülecek şekilde düzenlenirse, 3 boyutlu olarak görülecektir. Bu yöntem, hareketsiz nesnelere iyi sonuç verse de, hareket eden nesnelere sonuç vermez. Stereo kameraların, şerit genişliğini ve yol üzerindeki nesnelere yakınlık durumlarının tespit edilebilmesi için arabalara monte edildiği uygulamalar bulunmaktadır. Stereoskopik fotoğraflar çekmek için tüm iki lensli fotoğraf makineleri kullanılmaz. Çift merceklili yansıtımlı kamera, bir odaklama ekranına görüntü yansıtmak için bir merceği ve bu görüntüyü filme yansıtmak için diğer merceği kullanır. Bunlar genellikle dikey yapılandırılmıştır.

2014 yılından itibaren bilgisayarla görmenin gelişmesi ve GPU hesaplama güçlerinin artması, stereo kameraların farklı uygulamalarda kullanılmaya başlanmasının önünü açtı. Bu sayede, gelişmiş görüntü işleme teknikleri kullanarak derinlik haritası hesaplamak mümkün olabilmektedir. 2015 yılının Nisan ayında, Intel, bir akıllı telefona sığabilen ve fotoğraf çekildikten sonra odağını değiştirme, 3 boyutlu tarama ve hareket kontrolü gibi çeşitli derinlik algılama uygulamalarına imkan veren bir kamerayı piyasaya sürdü.

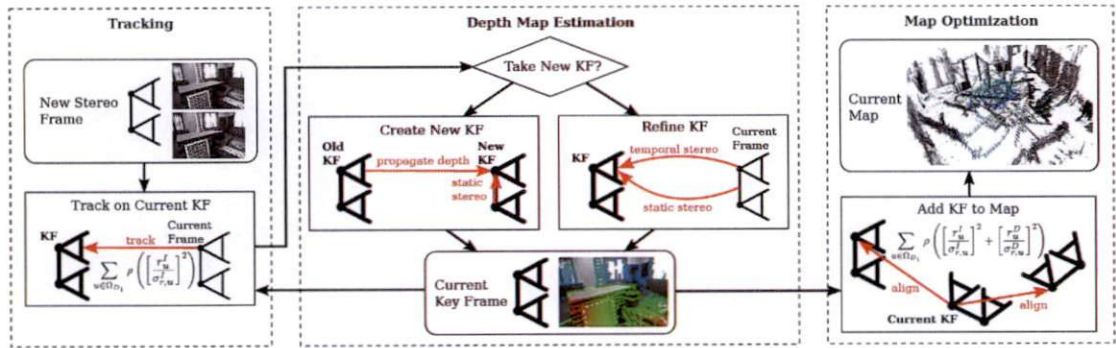
Stereo Kameralar kullanılarak hedef tespiti ve haritalama üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara iki örnek vererek devam edelim.

Birinci çalışmada (Wang vd. 2014), stereo görüntüleme kullanılarak çoklu engel tespiti ve takibi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Görüntüleme sistemleri, algılama uygulamaları için geniş bir fonksiyonel spektrum sağlamaktadır. Bu sistemler, Gelişmiş Sürücü Yardım Sistemleri (ADAS) ve Otonom Taşıtların geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada, bir trafik alanı belirleme yaklaşımı ve U-eşitsizlikten engel çıkarmada yeni bir strateji sunulmaktadır. Çoklu nesne takibi için modifiye edilmiş bir parçacık filtreleme yöntemi önerilmiştir. Önerilen salt görüş tespit sisteminin algılama stratejisi şu şekilde yapılandırılmıştır: İlk olarak, serbest yol alanı tespiti için erken bir aşamada aydınlatıcı değişmez görüntüye dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Daha sonra, ana trafik yol alanını içeren bir ilgi bölgesi oluşturmak amacıyla dışbükey bir gövde inşa edilmiştir. Bu ilgi bölgesine dayanarak, yoldaki engelleri karakterize etmek amacıyla bir U-eşitsizlik haritası oluşturulmuştur. Bu yaklaşımda, nesne tespiti için, standart Hough Dönüşümü yerine bağlı bölgeler çıkarımı uygulanmıştır. Son olarak, önceki tespit sonuçlarına dayanarak çoklu hedeflerin izlenmesi için değiştirilmiş bir parçacık filtresi çatısı kullanılmıştır. Ayrıca, engelin boyut doğrulaması ve gereksiz tespitlerin kombinasyonu gibi çoklu ipuçları, doğruluğu artırmak amacıyla sisteme yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, kamuya açık bir veritabanından farklı trafik video sekanslarına uygulandığında sistemin etkili ve güvenilir bir şekilde çalışacağı gözlemlenmiştir.



Şekil 2.5. Sistemin Anahatları (Wang vd. 2014)

İkinci çalışmada (Engel vd. 2015), Stereo Kamera ile büyük ölçekli doğrudan SLAM gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, stereo kameralar için, standart işlemcilerde yüksek kare hızında gerçek zamanlı olarak çalışan yeni bir büyük ölçekli doğrudan SLAM (Stereo LSD SLAM) önerilmektedir. Yaklaşım, aralıklı ilgi alanına dayalı yöntemlerin aksine, görüntüleri köşeler, kenarlar ve yüksek doku alanlarını dahil edecek şekilde tüm yüksek kontrast piksellerinin foto tutarlılığına göre hizalamaktadır. Eş zamanlı olarak bu piksellerdeki derinliği iki tür stereo işaretinden tahmin eder: Hem kamera hareketinden faydalanan zamansal çoklu görüş stereosu hem de anahat stereo kamera düzeneği. Algoritma, her iki eşitsizlik kaynağını da dahil ederek sadece sabit temelli stereo kullanıldığı zamandaki kısıtlı piksel derinliğini bile tahmin edebilir. Öte yandan, sabit bir anahat kullanılması, saf monoküler SLAM’de tipik olarak meydana gelen ölçek kaymasını önler. Çalışmada ayrıca, kareler arasında agresif parlaklık değişikliklerinin üstesinden gelme kapasitesine sahip, gerçekçi ayarlarda performansı büyük ölçüde iyileştiren, aydınlatma değişmezliğini güçlendirmek için sağlam bir yaklaşım önerilmiştir. Deneylerde, KITTI gibi stereo SLAM benchmarklarında harika sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 2.6. Stereo LSD-Sistemine genel bakış (Engel vd. 2015)

2.1.3. Depth kamera (Derinlik kamerası)

Bilgisayarla görme, dijital görüntüler ve videolar hakkında üst düzey bilgiler edinmemize yardımcı olan disiplinlerarası bir alandır. Son yıllarda, bilgisayarla görme geniş ve çok çeşitlilik barındıran bir alana dönüşmüştür. Üç boyutlu görüntüleme ve yeniden yapılandırma kavramları araştırmacıların en çok mesai harcadıkları konuların başında gelmektedir.

3 boyutlu veri esas olarak iki yolla sağlanabilir: Bunlar Pasif 3 Boyutlu Görüntüleme ve Aktif 3 Boyutlu Görüntülemedir. Pasif bir 3 boyutlu görüntüleme sistemi, bir sahnenin 3 boyut bilgisini yakalamak için kendisi ışık kaynağı veya diğer bir elektromanyetik radyasyon formunu yansıtmaz. Pasif bir görüntüleme sistemi, ortam aydınlatmalı görüntülere dayanır. Başka bir deyişle, 3 boyutlu model oluşturmak için sahnenin renkli görüntülerini kullanır. Pasif 3 boyutlu görüntüleme iki farklı yaklaşımla elde edilebilir; çoklu görünüm ve tek görünüm yaklaşımları. Çoklu görüntülemede, aynı anda birden fazla kamera veya farklı zamanlarda tek bir hareketli kamera kullanılarak birden fazla görüş açısı kullanılır. Sahnenin birden fazla görüntüsünü yakalamak için aynı anda birden fazla kamera kullanan sistemlere stereo vizyon sistemi ve kullanılan tüm kameralara stereo kamera denir. Bu yöntemler, ortamdaki aynı noktanın 3 boyut bilgisini tespit etmek için birden fazla görüntüde üçgenleme tekniğini kullanır.

Stereo görüntülemenin aksine 3 boyutlu model oluşturmak için belirli bir süre boyunca hareket eden ve sahneyi farklı açılardan yakalayan tek bir kamera, "Structure From Motion" olarak adlandırılır. Öte yandan, tek bakış açısı yaklaşımı, bir nesnenin bir ortamdaki 3 boyut bilgisini tespit etmek için sadece bir görüş açısına bağımlıdır. Esas olarak, nesnenin 3 boyutlu modellemesi için gölgelendirme, doku ve odaklanma gibi bilgi parçalarına dayanmaktadır.

Bunların aksine, aktif 3 boyutlu görüntüleme sistemleri, ortamın yoğunluk dağılım haritalarını minimum belirsizlikle elde etmek amacıyla kontrollü sanatsal aydınlatma veya diğer elektromanyetik radyasyon formlarından yararlanırlar. Yapay aydınlatma kullanımı, "doku" suz nesnelerin yoğunluk haritalarının ve isabetli derinlik haritalarının alınmasını kolaylaştırır. Aktif 3 boyutlu görüntüleme sistemleri, bir ortamın derinlik haritasını doğru bir şekilde oluşturmak için çok çeşitli yöntemler kullanırlar. Kullanılan tekniğe bağlı olarak çalışma aralığı ve sistemin isabet tutarı değişiklik gösterir.

Structured Light (SL) ve Time of Flight (ToF) aktif 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinde kullanılan tekniklerden bazılarıdır. Derinliği ölçmek için SL kullanan sistemlerde, ortama bir dizi bilinen elektromanyetik radyasyon yansıtılır. Elektromanyetik radyasyondaki örüntüler, ortamdaki nesnelerin geometrik yapıları nedeniyle bozulmaya uğrar. Bozuk desenler bir kamera kullanılarak gözlemlenir ve ortamın derinlik haritalarını oluşturmak amacıyla, yansıtılan desende oluşan farklılığa ve kameranın yapısal parametrelerine göre analiz edilir. Bu sistem, kameralardan bir tanesinin bir projektör ile değiştirildiği bir pasif 3 boyutlu görüntüleme sistemi olan dürbün stereo görüntüleme sistemine benzer. Bundan dolayı bu tekniğe aktif stereo görüntüleme de denir. XBOX 360 Kinect buna örnek verilebilir.



Şekil 2.7. XBOX 360 Kinect

ToF teknolojisi ise temelde bir kaynaktan yayılan ışığın bir nesneye ulaşip geri dönmesi için geçen sürenin hesaplanmasına dayanmaktadır. Aydınlatma, çoğu durumda sürekli dalga olarak kabul edilir çünkü gecikme tahminine yardımcı olmaktadır. Aydınlatma kaynağı ve sensörün aynı konumda olduğu varsayılmaktadır. Nesne ile sensör arası uzaklık sabit ve ışık hızı C , sonlu olduğundan, gönderilen sinyalde oluşan zaman değişimi, alınan sinyaldeki faz değişimine eşdeğerdir. Alınan sinyal ve gönderilen sinyal arasındaki faz kaymasına göre ToF hesaplanır ve bu bilgi derinlik haritalarının oluşturulmasında kullanılır. Örnek vermek gerekirse, XBOX One Kinect' in bu şekilde çalışan aktif bir 3 boyutlu görüntüleme sistemi olduğu söylenebilir.

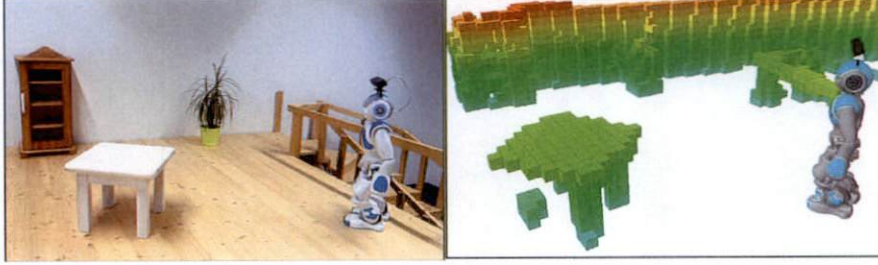


Şekil 2.8. XBOX One Kinect

Derinlik algılamaya yönelik irdelenmiş olduğumuz teknoloji ve kameralara ilave olarak LIDAR' dan da kısaca bahsetmek gerekir. Derinlik algılamaya başka bir yaklaşım olan LIDAR genellikle arazi ölçümlerinde kullanılan ve son zamanlarda şoförsüz yol alan araçlarda kullanılan eski bir tekniktir. LIDAR, Kinect'ten daha yüksek kaliteli derinlik haritaları sağlamakta olup tarama lazeri ihtiyacı nedeniyle pahalıdır ve daha yavaştır.

Derinlik kameraları kullanılarak pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak Derinlik Kamerası Verilerine Dayalı 3 Boyutlu Ortamlarda Gerçek Zamanlı Gezinme (Maier vd. 2012) verilebilir. Bu çalışmada, derinlik kamerası verileri kullanarak 3 boyutlu ortamlarda robot lokalizasyonu, engel haritalama ve yol planlaması için entegre bir yaklaşım sunulmuştur. Çevre modellemesi ve lokalizasyon için depth kamera için genişletilmiş en son teknolojiler kullanılmıştır. Sistem, başına

Axus Xtion Pro Live derinlik kamerası bulunan bir Nao insansı ile en ince ayrıntısına kadar incelenmiş ve hem statik hem de statik olmayan engeller içeren çok-seviyeli bir ortamda navigasyon deneyleri yapılmıştır. Çalışma, gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmiş olup ortam 3 boyutlu ve robotun hareketleri 6 boyutlu olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda derinlik kamerasının sağlam bir lokalizasyon uygulaması için çok uygun olduğu, kompleks iç ortam koşullarında çok güvenilir sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 2.9. Solda, Kafasının üzerinde Derinlik Kamerası ile Nao Humanoid Robot, Sağda, mekanın 3 Boyutlu gösterimi

Diğer bir çalışma (Tian vd. 2018), derinlik kamerası ile kompleks iç ortamlarda 3 boyutlu insan tespiti üzerine yapılmıştır. Çalışmada, 3 boyutlu insan tespiti problemine odaklanılmıştır. Temel hedef, sadece derinlik bilgisi kullanılarak insan bedenlerini bulmak ve 3 boyutlu koordinatlarını karmaşık 3 boyutlu uzayda belirlemektir. Hedef lokalizasyonu için geleneksel kayan pencereye dayalı yaklaşımların zaman alıcı olduğu değerlendirilmiştir ve son senelerde derinlik öğrenmeye dayalı nesne algılayıcılarının çok fazla bölge oluşturması nedeniyle, makul lokasyonların verimli ve çabuk bir şekilde bulunması için aday kafa üstü yer saptama aşamasının kullanılması önerilmiştir. İkinci aşamada, aday bölgeleri sınıflandırmak amacıyla, düzgün açıklamalı veri setlerinde önceden test edilmiş sinir ağlarını kullanmak amacıyla her aday bölge için üç bilgi kanalını kodlayan bir derinlik haritası, çok sıralı derinlik taslağı ve yükseklik farkı harita sunumu önerilmiştir. Yöntem, halka açık dört zorlu veri seti üzerinde değerlendirilmiştir. Kapsamlı deney sonuçları, yöntemin, gerçek zamanlı uygulamalarda son teknoloji metotlardan çok daha üstün bir performansa sahip olduğunu göstermiştir.

2.2. Kinect Kamera Uygulamaları

Kinect kamera kullanılarak pek çok çalışma yapılmış olup aşağıda bu çalışmalara bazı örnekler verilecektir.

Yapılan bir çalışmada (Fitzpatrick vd. 2013), akıllı bir ev ortamında kullanılmak üzere otomatik bir izleme ve kullanıcı tanımlama sistemi tasarlanıp uygulanması amaçlanmaktadır. Mevcut akıllı ev sistemlerinin çoğu, kullanıcıların, evin saptayabileceği bir nesneyi taşımasını veya komutlarını bir çeşit tanımlama yaparak vermelerini gerektirir. Çalışmada, bu rahatsızlıkların ortadan kaldırılmasına uğraşmış ve kullanıcıların basit sesli komutlarla akıllı evlerine komutlar vermeleri sağlanmıştır. Microsoft'un Kinect sensör ünitesi, işlevselliği ve kullanım kolaylığı açısından tasarım platformu olarak seçilmiştir.

Diğer bir çalışmada (Hernandez-Lopez vd. 2012), kinect sensörle, renk ve derinlik segmentasyonu kullanılarak hedeflerin tespiti amaçlanmaktadır. Bir robotun hareketlerini optimize etmek için çalışma ortamında bulunan nesnelere sadece tanımlanmakla kalmamalı aynı zamanda robotun kendisine referansla konumlandırılmalıdır. Bir görüntüden nesne segmentasyonu genellikle renk segmentasyonu kullanılarak elde edilir. Bu segmentasyon R, G ve B kromatik bileşenlerinin işlenmesiyle elde edilebilir. Bununla birlikte, bu yöntemin aydınlatmadaki değişikliklere karşı çok hassas olma dezavantajı vardır. RGB görüntüsünün CIELAB renk uzayına dönüştürülmesi, renk segmentasyonunun doğruluğunu artırarak hassasiyet problemini ortadan kaldırır. Maalesef, ortamda aynı renge sahip çok sayıda farklı nesne sunuluyorsa, yalnızca bu renk alanını kullanarak bu nesnelere birini tanımlamak mümkün değildir. Onun için, çalışmada, ilgilenilen nesne ile aynı düzlemde olmayan nesnelere ayırt etmek için ilave bir veri kaynağı (derinlik) göz önünde bulundurulmuştur. CIELAB ve derinlik segmentasyonu teknikleri kullanılarak özellikle iç ortamlardaki nesnelere tespit etmek için bir algoritma hazırlanmıştır. Gerçek zamanlı bir görüntüleme stratejisi oluşturmak için Kinect sensörünün sağladığı renk ve derinlik görüntüleri işlenmiştir.

Çalışmalardan birisinde (Pagliari vd. 2016), dış ortam navigasyonu için kinect ve düşük-bütçeli GNSS entegrasyonu hedeflenmiştir. Microsoft Kinect sensörü, özellikle iç mekan robotik uygulamalar için düşük maliyetli navigasyon alanında büyük bir devrim yarattı. Kinect, düşük maliyetli bir ürün olmakla beraber hem derinlik kamerası hem de RGB ile donatılmıştır. Sensörün özellikleri ve potansiyeli hakkında iç mekan uygulamalarında geniş çaplı çalışmalar yapılmıştır. Sensörün ikinci neslinin doğrudan güneş ışığı altında açık havada bile veri alabileceği ilan edilmişti. İç-dış mekanlar arasında geçiş yapmak genel olarak zordur, çünkü sensörler çalışmalarını bakımından ortam seçebilirler. Bu çalışmada, yeni nesil Kinect sensörünün doğruluğu ve uygulama alanı, farklı aydınlatma koşulları ve yayılan ışığın farklı malzemeler üzerindeki yansıtıcı özellikleri dikkate alınarak dış mekânlarda test edilmiştir. İlave olarak, uydu görünürlüğü koşulları yeterince iyi olduğunda, GNSS konumlandırılmadan yararlanmak amacıyla düşük maliyetli bir GNSS alıcısına sahip entegre bir sistem üzerinde çalışılmıştır. Bir Kinect sensörü ve bir GNSS alıcısı kullanılarak dış mekânda kinematik bir test yapılmıştır.

Bir diğer çalışmada (Rasmussen 2012), düşük güneş ışıklı ve güneşsiz dış ortamlarda yol takip sistemi oluşturulmaya uğraşmıştır. Otonom dış mekan robotu navigasyonu için Kinect tabanlı bir sistem tasarlanmıştır. Çevredeki arazi yapısına kontrast yükseklik veya düzgünlük yapısı bakımından, kinect tarafından sağlanan yoğun ve kesin yapısal data, devam eden yolun şekli bakımından çok bilgilendiricidir. Ayrıca, RGB kamerasının sahneyi yakalamasına yetecek kadar ışık hala mevcutsa, Kinect' in derinlik algılaması dış ortamda çalışmakta ve kontrast renkli yol kenarlarını belirlemek için nokta bulutunun görüntü bazlı analizini mümkün kılmaktadır. Sistemin, çok çeşitli parkurları bölümlere ayırma yeteneği, mobil bir robot platformdan toplanan video sekansları aracılığıyla gösterilmiş ve çevrimdışı analiz edilmiştir.

Farklı bir çalışmada (Robledo vd. 2011), bir bisikletin içine monte edilmiş bir kinect kamerasının veri birleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Güvenli bir yolun sentezlenmesi amacıyla arazi kalitesini algılamak için düşük maliyetli bir 3 boyutlu sensör olan Kinect kamera kullanan bir testin deneysel sonuçları verilmiştir. 3 boyutlu

görüntüler bisikletin önünde yerel bir 3 boyutlu harita oluşturmak için işlenmiştir. Gerçek zamanlı işlem, 3 boyutlu yüzeylerin PWML (Parçalı Çoklu Lineer) yaklaşımına dayanmaktadır. PWML yamaları, arazinin hareket kabiliyetini anlamak amacıyla sınıflandırılmıştır. Ayrıca, elde edilen veri setleri, eğitim ve araştırma topluluğu için ulaşılabilir hale getirilmiştir.

Kinect konumlandırma sistemi üzerine yapılan bir çalışma (Nakano vd. 2012), KPS'nin mekanizmasını ve potansiyel uygulamalarını özetlemektedir. KPS yani Kinect Konumlandırma Sistemi, öğretmen eğitimi, özel destek eğitimi, spor koçluğu vb. için eğitim teknolojilerine yeni yaklaşımlar geliştirmeyi mümkün kılan çığır açıcı bir sistemdir. Mevcut iç mekan konumlandırma sistemlerinin çoğu, büyük ölçekli cihazlara gereksinim duyuyor olmalarına rağmen yeterli doğruluk başarısını gösteremediklerinden dolayı bu konuya elverişli değildir. Pozisyonun, hedef kişinin bir video kamera ile fotoğraflanması ve yüz tanımanın veya terliklerin konumunun büyük miktarda RFID ile kaplı zemin tarafından tespit edildiği sistemler vardır ancak bu sistemlerin pek çok sorunu bulunmaktadır. Örneğin, yüz fotoğraflarını çekmek bazı gizlilik sorunlarına neden olabilir veya büyük ölçekli özel cihazlar önemli miktarda maliyet ve hazırlık gerektirebilir. Bu zorlukları çözmek zordur. 2009 yılında aynı çalışma ekibi, Wiimote oyun makinesi Wii kontrolörünü kullanan oldukça hassas bir iç mekan konumlandırma sistemi olan WPS'yi geliştirdi. Sadece düşük maliyetli ekipmana ve kolay ayarlara ihtiyaç duyan WPS, iç mekan konumlarını daha doğru bir şekilde tespit edebilmektedir. Çalışma ekibi, gizlilik problemlerini aşmak açısından WPS' in en iyi iç mekan konum tespit sistemi olduğunu iddia etmektedir. WPS, hedefin omzuna bir kızılötesi fotofor kurulmasını gerektiren bir kızılötesi ışın izleme cihazı kullanmaktadır. KPS' nin geliştirilmesi sayesinde zorluklar aşılmıştır. KPS, kızılötesi bir fotofora ihtiyacı olmaksızın Kinect kamera kullanılarak hedefin iç mekan konumunu tespit edebilmektedir. Kinect, iskeletini kullanarak hedefi tespit edebilmektedir. Bu nedenle, hedefe herhangi bir cihaz yüklemek gerekmemektedir. Bunlara ek olarak, KPS bir Wiimote kullanarak daha geniş bir WPS aralığını da kapsayabilmektedir. Bu da, WPS' in kısıtlamalarından arındırılmış daha kolay ayarlama yapmayı mümkün kılmaktadır.

Diğer bir örnek çalışma kapsamında (Nissimov vd. 2015) , kinect sensör kullanılarak sera ortamında engel tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Birçok tarımsal robotik uygulamada, robotik taşıtın, doğru bir şekilde seyredebilmesi için engelleri tespit etmesi gerekir. Bu durum, seraları otonom bir şekilde keşfeden robotik püskürtme araçları için de geçerlidir. Bu çalışma kapsamında, sera ortamında engel tespiti için senkronize renk ve derinlik bilgisi sağlayan Kinect sensörün kullanıldığı bir yaklaşım sunulmuştur. Öncelikle, derinlik verileri eğilim hesaplaması uygulanarak işlenmiştir. Bu şekilde, önceden tanımlanmış olan eğimi aşan pikselleri şüpheli engel, diğerlerini yüzey olarak etiketleyen bir engel haritası oluşturulmuştur. Sonrasında, sistem, şüpheli engel piksellerini sınıflandırmak için hem renk hem de doku özelliklerini kullanır. Engel algılama kararı, piksel eğimi, yoğunluğu ve çevresindeki komşu pikseller hakkındaki bilgiler kullanılarak verilir. Önerilen sensör ve algoritmanın engel tespit performansı, Kinect tarafından bir serada kaydedilen verilerde gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sistemin tatmin edici bir performans sergilediğini ve düşük özelliklere sahip bir bilgisayarda çalışacak kadar hızlı olduğunu göstermiştir.

Son olarak, diğer bir çalışma (Suarez vd. 2012), robotik arama ve kurtarma uygulamaları için kinect kullanımı üzerine gerçekleştirilmiştir. Microsoft Kinect, Kasım

2010' da ortaya çıkmasından bu yana robotik kurtarma uygulamaları dahil olmak üzere robotik uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ancak uygulama limitleri kısmen ele alınmıştır. Düşük maliyetli derinlik sensörü, robot navigasyonu, haritalama ve insan-robot etkileşimi uygulamaları için ilgi çekici bir seçenek olsa da, parlak güneş ışığındaki düşük performansı, sensörün dış mekan uygulamalarında kullanımını elverişsiz kılmaktadır. Çalışmada, Kinect' in kurtarma robotiği ve benzeri uygulamalardaki kullanımını analiz edilirken, ilgili kullanım zorlukları vurgulanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kinect Camera

Kinect, yapılandırılmış ışık ve makine öğrenimi kullanır. Örneğin, bir kişinin vücut pozisyonunu yorumlamak için iki aşamalı bir işlem gerçekleştirir. Öncelikle yapılandırılmış ışık kullanarak, bir derinlik haritası hesaplar ve ardından, makine öğrenimi kullanarak vücut pozisyonunu çıkarır.

Sistem birçok kompleks matematik kavramı kullanmaktadır. Derinlik haritası, kızılötesi lazer ışığının benek deseni analiz edilerek oluşturulur. Bu teknoloji, Microsoft tarafından PrimeSense adlı bir şirketten lisanslanmıştır. Derinlik hesaplamasını Kinect kamerada yerleşik halde bulunan PrimeSense donanımıyla yapılır.

Yapılandırılmış aydınlatma, bilinen bir deseni analiz etme tekniğine verilen isimdir. Mahale, bilinen bir desen yansıtılır ve bu desenin deformasyonundan derinlik bilgisi elde edilir. Bahsetmiş olduğumuz üzere, derinlik haritası, kızılötesi lazer ışığının benek deseni analiz ederek inşa edilir. Kinect kamera bu işlemi gerçekleştirmek için kızılötesi bir projektör ve sensör kullanır. RGB kamera derinlik hesaplama işlemi için kullanılmaz.

Kinect, yapılandırılmış ışığı, iki klasik bilgisayar görme tekniğiyle birleştirir: odaktan ve stereodan derinlik. Odaktan derinlik tekniği, daha bulanık olan şeylerin daha uzakta olduğu ilkesine dayanmaktadır. Kinect kamera, odaktan derinliğin doğruluğu konusunda geleneksel yöntemlere göre çok daha isabetlidir. Kinect, x ve y yönlerinde farklı odak uzunluklarına sahip özel bir (astigmatik) mercek kullanmaktadır. Astigmatik mercek, yansıtılan bir dairenin, sonrasında, derinliğe dayalı yönelim gösteren bir elips halini alır. Stereodan derinlik için paralaks (ıraklık açısı) kullanılmaktadır. Buna göre, mahale başka bir açıdan bakarsanız, yakın şeylerin değişme miktarı uzaktaki şeylerin değişme miktarına göre daha fazla olacaktır. Kinect, benek deseninin değişme miktarını bir konumdan yapılan projeksiyonu diğerinden gözlemlemek suretiyle analiz eder.

Anlatmış olduğumuz üzere, vücut pozisyonunu yorumlama işlemi iki aşamalıdır:

- 1)Derinlik haritası, kızılötesi lazer ışığının benek deseni analiz edilerek oluşturulur.
- 2)Gövde parçaları, bir milyondan fazla eğitim örneğinden öğrenilmiş olan bir randomize karar ormanı (randomized decision forest) kullanılarak yorumlanır.

Gövde parçalarını yorumlama iki aşamada gerçekleştirilir. İlk aşamaya, bilinen iskeletlere sahip 100.000 derinlik görüntüsüyle başlanır ve kinect, bilgisayar grafik tekniklerini kullanarak her gerçek görüntünün onlarca görüntüsünü daha alır. Sonuç olarak, bir milyondan fazla eğitim örneği elde edilmiş olur. Randomize karar ormanı, klasik karar ağacının daha karmaşık bir versiyonudur. İkinci aşamada, vücut kısım görüntüsü iskelete dönüştürülür. Ortalama değişim algoritması, olasılık dağıtım biçimlerini sağlıklı bir şekilde hesaplamak için kullanılır. Ortalama değişim algoritması basit, hızlı ve etkilidir. Elde edilecek sonuçları daha da iyileştirmek için, Microsoft Kinect ekibi, zamansal bilgileri kullanmak amacıyla bir izleme algoritması geliştirdi.

Kinect (Geliştirilme aşamasındaki kod adı Project Natal), Microsoft tarafından üretilen bir hareket algılama giriş cihazı ailesidir. İlk olarak, Kinect, Xbox 360 ve Xbox

One video oyun konsolları ve Microsoft Windows PC'ler için bir oyun aksesuarı olarak geliştirildi. Web kamerası tarzı bir çevre birimine yerleşik olarak, kullanıcıların, oyun kumandasına ihtiyaç duymaksızın doğal bir kullanıcı arayüzü aracılığıyla, jestlerini ve konuşma komutlarını kullanarak konsollarını/bilgisayarlarını kontrol etmelerini ve etkileşimde bulunmalarını sağladı. Oyun ailesi çok ilgi görmeyip nihayetinde sonlandırılmış olsa da, üçüncü parti geliştiriciler ve araştırmacılar Kinect'in gelişmiş düşük maliyetli sensör özellikleri için birçok kullanım alanı bulmuşlardır ve nihayetinde cihaz ailesi, Microsoft tarafından yine Microsoft' a ait bulut bilişim platformu Azure' ye entegrasyonu dahil olmak üzere, uygulama-bağımsız kullanımlara uygun şekilde devam ettirilmiştir.

Xbox 360 için ilk nesil Kinect, konsolun hitap ettiği kitleyi tipik oyuncu kitlesinin ötesine genişletmek amacıyla Kasım 2010'da tanıtıldı. 16 Haziran 2011 tarihinde, Windows 7 uygulamaları için Kinect yazılım geliştirme kitinin beta sürümü, öncelikle, bilgisayara bağlı Xbox 360 donanımını destekleyecek şekilde, ticari olmayan uygulamalar için yayınlandı. Bu SDK, geliştiricilerin Kinect uygulamalarını C ++ / CLI, C # veya Visual Basic .NET ile yazmalarına olanak sağlamak düşüncesiyle tasarlanmıştır. Windows için benzer bir donanımsal Kinect versiyonu , 1 Şubat 2012'de piyasaya sürüldü. Aynı zamanda, Windows SDK'nın ticari uygulamalara izin veren 1.0 sürümü, piyasaya sürüldü. Genişletilmiş donanım özelliklerine sahip yeni bir sürüm olan Xbox One için Kinect, Xbox One platformuyla beraber 2013 yılında piyasaya sürüldü. Windows v2 donanımı için Kinect, 2014 yılında, destekleyici bir SDK ile birlikte piyasaya sürüldü. Windows SDK'nın 2.0 sürümü, hem Windows v2 için hem de Xbox One donanımı için Kinect destekleyecek şekilde tasarlandı. Ekim 2017 itibariyle oyun cihazı olarak Kinect durdurulurken, Microsoft, en son sürüm Şubat 2019'da açıklanan Azure Kinect olan kinect platformunu geliştirmeciler ve araştırmacılar için geliştirmeye devam etmektedir.

3.2. Kinect Microsoft SDK

Microsoft, 2011 yılında, aynı yılın bahar aylarında, araştırmacıların ve meraklıların Microsoft Windows PC'lerde çalışan uygulamalar geliştirmelerini sağlayacak bir yazılım geliştirme kiti (SDK – software development kit) piyasaya süreceğini açıkladı. Beta sürümü yayınlanan geliştirme kiti, başlangıçta, PC'ye bağlı çalışan Xbox 360 donanımı için Kinect' i destekliyordu ve sadece ticari olmayan uygulamalarda kullanılabilirdi. İlk beta sürümü,16 Haziran 2011'de Windows 7 için yayınlandı. İkinci beta sürümü, Xbox 360 için Kinect' in yayınlanmasının 1 yıllık yıldönümünde, 3 Kasım 2011'de piyasaya sürüldü. 1 Şubat 2012'de, cihazın Windows için Kinect adlı yeni bir donanım versiyonu piyasaya sürüldü. Cihaz, mevcut Xbox 360 cihazına benziyordu, ancak ticari Windows uygulamaları için garanti kapsamında test edilerek desteklendi. Aynı zamanda, SDK' nın 1.0 sürümü, ticari kullanımı da destekler şekilde, ticari olmayan kullanımlar da dahil olmak üzere Windows için Kinect donanımının kullanılmasının zorunlu tutulduğu lisans koşulları ile piyasaya sürüldü. SDK, Kinect cihazı için Windows 7 ile uyumlu PC sürücülerini içeriyordu. Geliştiricilere, Microsoft Visual Studio 2010'u kullanarak C ++, C # veya Visual Basic ile uygulamalar oluşturma imkanı veriyordu ve aşağıda belirtilen özellikleri içeriyordu:

1) İşlenmemiş sensör akışları: Derinlik sensöründen, renkli kamera sensöründen ve dört elemanlı mikrofon dizisinden düşük seviyeli akışlara erişim

- 2) İskelet takibi: Vücut hareketleri odaklı uygulamalar için Kinect' in görüş alanı içerisinde hareket eden bir veya iki kişinin iskelet görüntüsünü takip etme kabiliyeti
- 3) Gelişmiş ses yetenekleri: Ses işleme yetenekleri arasında gelişmiş akustik gürültü azaltma ve yankılanmayı kaldırma, mevcut ses kaynağını tanımlamak için huzme oluşturma ve Windows Ses Tanıma API' si ile entegrasyon
- 4) Örnek kodlar ve dokümantasyon

Windows için Kinect' in başındaki kişi olan Craig Eisler, 2012 yılının mart ayında, neredeyse 350 şirketin, Microsoft ile birlikte Microsoft Windows için özel Kinect uygulamaları üzerinde çalıştığını ifade etti.

Windows için Kinect 1.5, 21 Mayıs 2012'de piyasaya sürüldü ve şu özelliklere sahiptir:

- 1) Windows için Kinect SDK 1.5, geliştiricilerin, uygulamalarla etkileşime giren kullanıcıların kliplerini kaydetmesine, oynatmasına ve hata ayıklamasına imkan veren yeni bir uygulama olan 'Kinect Studio'
- 2) Uygulamaların, oturur vaziyette veya ayakta duran bir Kinect kullanıcısının başını, boynunu ve kollarını izlemelerine izin verecek, varsayılan modda veya yakın modda çalışabilecek yeni "Oturur" veya "10-eklem" iskelet sistemi desteği
- 3) Ses tanıma için 4 yeni dil desteği: Fransızca, İspanyolca, İtalyanca ve Japonca. Ek olarak, İngilizce ve diller için bölgesel lehçe seçeneği

İlk jenerasyon sensör için Windows için Kinect SDK' sı , 8 Ekim 2012'de yayınlanan 1.6, 18 Mart 2013'te yayınlanan 1.7 ve 17 Eylül 2013'te yayınlanan 1.8 sürümleri ile birkaç kez daha güncellendi.

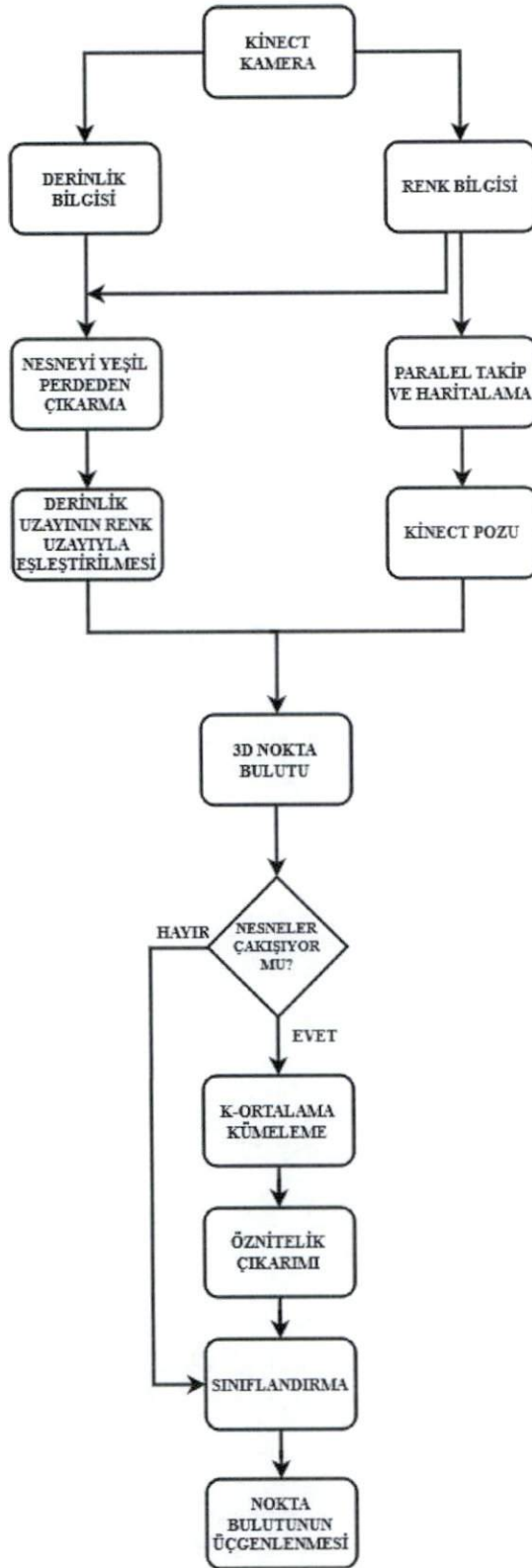
3.3. Nesne Algılama ve Haritalama

Otonom sistemler için nesne ve engelleri tespit edip tanımlamak, sistemin özerkliğinin sağlanması için önemli bir rol oynamaktadır. Nesnelere ve engellerin tespit edilmesi, konumlandırılması ve haritalandırılması için için birçok görüntü işleme yöntem ve teknikleri önerilmiştir. En yaygın kullanılan yöntemler, stereo kamera görüntüleri ile 3D görüntülerinin birleşimine dayanmaktadır.

Bu tezde, RGB-D (Kinect) kamerası ile nesnelere algılanması, konumlarının belirlenmesi ve haritalandırılması sağlanmıştır. Bu teknoloji sayesinde hem renk hem de derinlikteki yüksek kaliteli senkronize görüntüler sağlanmaktadır. Özellikle, derinlik görüntüsü, nesnelere üzerine gönderilen kızılötesi yansıtılmış bir matris ile elde edilmektedir. Kızılötesi kamera, bu ışınları, yoğunluk farkıyla yakalar ve sahnedeki her nesneye olan mesafeyi hesaplar. Burada, bir renk uzayı görüntüsü elde etmek için RGB görüntüleri işlenmektedir. Daha sonra, belirlenen nesneden seçilen bir piksel ile görüntüdeki diğer noktalar arasındaki Öklid mesafeleri hesaplanmaktadır. Elde edilen bu bilgiler ile renk uzayı üzerindeki her görüntü noktası için bir olasılık değeri olarak yorumlanmaktadır. Renk ve derinlik bilgisi Kinect içindeki farklı sensörler tarafından sağlandığından, derinlik görüntüsüne göre geometrik bir yeterlilik elde etmek için olasılık görüntüsüne bir homografi işlemi uygulanmaktadır. Daha sonraki süreçte,

görüntüdeki son nesne bölümlenmesini hesaplamak için olasılık görüntüsü ve derinlik bilgileri birleştirilmektedir.

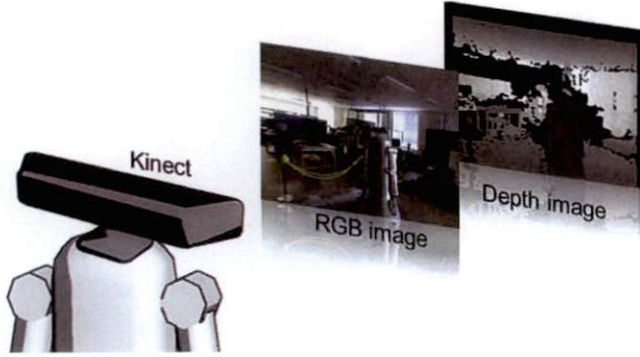
Nesne algılama işleminde öncelikle RGB görüntünün elde edilerek üzerinde homografi dönüşümü yapılması gerekmektedir. Elde edilen görüntü içerisindeki nesne ya da engeli tanımlayan renkler sınıflandırılarak nesnenin tek bir renk ile görüntülenmesi sağlanır. Nesnenin görüntü içerisindeki konumunun belirlenebilmesi için derinlik görüntüsüne de ihtiyaç bulunmaktadır. RGB ve derinlik görüntülerinin alınması ve işlenmesi için Visual Studio .Net ortamında C# programı hazırlanmıştır. Nokta bulutu verilerinin üretilmesi için (Pcl: Point cloud library) nokta bulutu kütüphanesi kullanılmıştır. Bu kütüphane ile filtreleme, nesne tahminleme, yüzey yeniden yapılandırma, model oluşturma, sınıflama gibi birçok algoritmalara kullanılabilir. Şekil 3.3.1' de nesne algılama işlemine ait akış şeması verilmiştir.



Şekil 3.1. Nesne Algılama ve Haritalama Akış Şeması

Kinect' in içinde bulunan kızılötesi projektörü, görüş alanında olan cisimlerin üstünde kızılötesi noktalardan oluşan bir alan yaratmaktadır. Oluşturulan IR noktaları

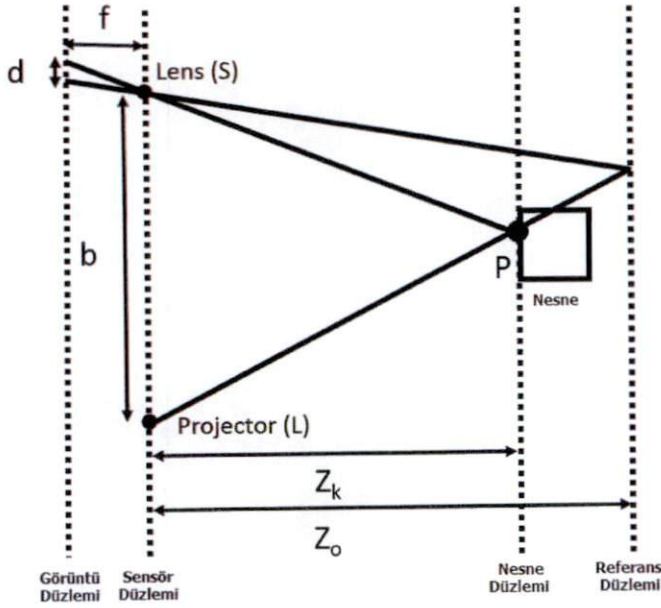
insan gözü tarafından algılanamasa da bu noktalar tarafından oluşturulan alanın görüntüsü IR kamera kullanılarak algılanabilir. Algılanan bu görüntüden, iskelet yapısı ve insan vücudunda bulunan eklemlerin büyük bir kısmının 3 boyutlu uzayda bulunduğu pozisyon çıkartılabilmektedir Şekil 3.2.' de Kinect kameraya ait RGB ve derinlik resimleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2. RGB Ve Derinlik Görüntüleri

Kinect içerisinde bulunan CMOS renk sensörlü ilk kamera, 400-800 nm bant geçiren filtreye sahip olup RGB renkli görüntü elde etmek için kullanılmaktadır. CMOS IR sensöre sahip olan ikinci kamera ise, 850-1100 nm bant geçiren IR filtreye sahip olup derinlik görüntüsü elde etmek için kullanılmaktadır. Sistemin tamamı 640x480 piksel çözünürlükte ve saniyede 30 kare 16 bit kodlanmış hem RGB hem de derinlik görüntüsünü üretmektedir

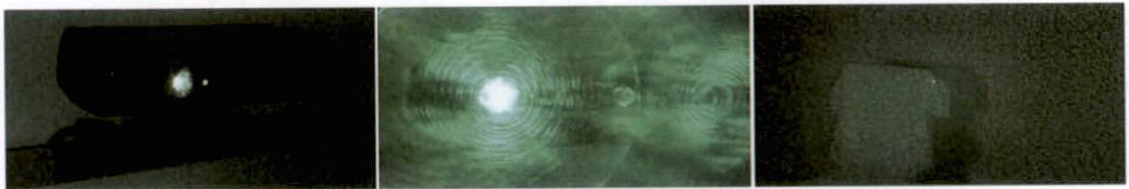
Kinect kamera genel anlamda üç boyutlu projektör kamera tabanlı stereo görme sistemi olarak tanımlanmaktadır. Sahip olduğu özellikler nedeniyle bu kamera, sensör ve nesne arasındaki mesafenin ölçümünde üçgenleme (triangulasyon) yöntemini kullanmaktadır. Kameranın kullanmış olduğu üçgenleme yöntemi Şekil 3.3' de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Bağlı derinlik ve ölçülen eşitsizlik arasındaki ilişki

Burada, projektör ve kamera (lens) arasındaki mesafe b ve odak uzaklığı f ile gösterilmiştir. Projektör, görüş alanı içerisinde bulunan alana noktasal olarak IR ışık demeti yayarak alanda bulunan nesnelere görünür hale getirmektedir. Bu durum sırasıyla Şekil 4' de gösterilmiştir. Gönderilen IR noktasal ışık demetinden lense yansıyan görüntü içerisinde her bir piksele ait 16 bit uzunluğunda veri bulunmaktadır ve bu verinin ilk 13 biti üç boyutta derinlik değerini vermektedir. Projektörün gönderdiği ışık demeti ile kamera sensörü tarafından görüntülenen noktalar kamere içerisindeki sinyal işleme mikroişlemcisi içerisinde analiz edilerek üçgenleme yöntemi yardımıyla Z_k değerini hesaplamaktadır.

$$Z_k = \frac{Z_0}{1 + \frac{Z_0}{f} d} \quad (3.1)$$

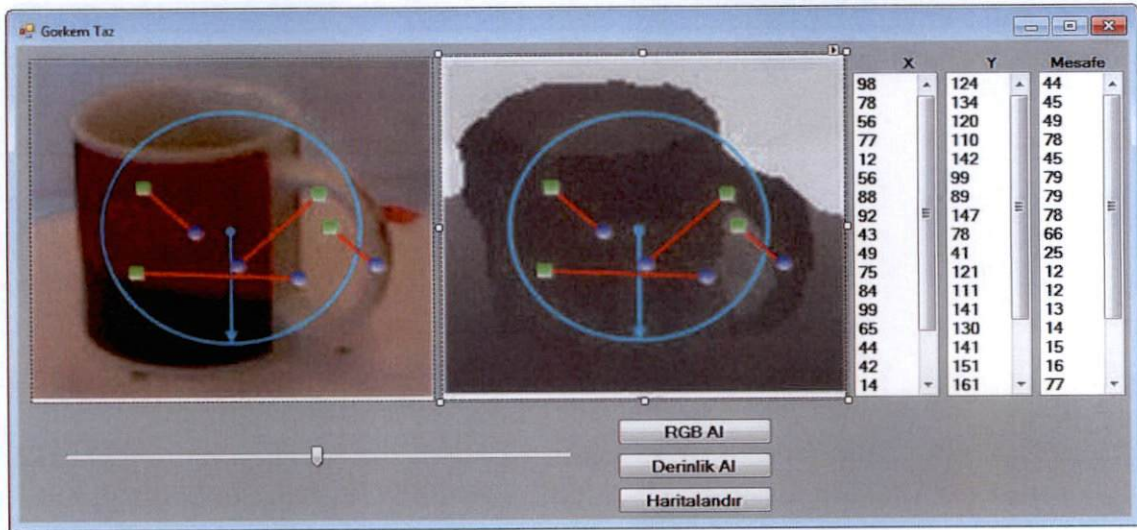


Şekil 3.4. Derinlik görüntüsünün elde edilmesi

Çalışmada RGB ve derinlik görüntülerinin elde edilmesi ve birlikte hazırlanan yazılım içerisinde belirlenen nesnelere çevreleri belirlenmiş ve orta noktalarına ait konum bilgileri veri tabanına kaydedilmiştir.

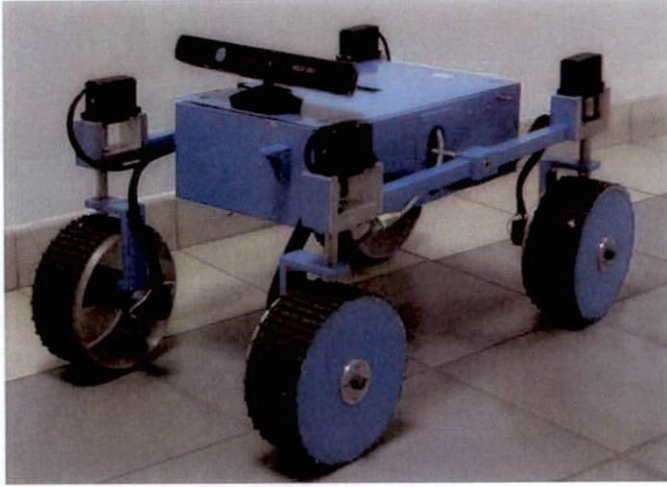
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, robotik platformlar için kinect kamera tabanlı hedef tespit ve haritalama sistemi için yazılım geliştirilmiş ve haritalamaya temel oluşturacak olan veri tabanı oluşturulmuştur. Şekil 4.1' de hazırlanan programın ekran görüntüsü verilmiştir. Ayrıca programa ait kodların bir bölümü eklerde verilmiştir. Çalışmada, mobil platformlar için nesne ve engel tespiti işlemleri için ucuz ve kolay bir yöntem ile hazırlanan algoritma, Visual Studio 2015 platformunda C Sharp programı kullanılarak kodlanmıştır. RGB-D ve derinlik verilerini elde etmek amacıyla Microsoft Kinect sensör kullanılmıştır. Hazırlanan program vasıtasıyla elde edilen görüntüler içerisindeki nesnelerin çevreleri belirlenmiş ve orta noktalarına ait X, Y ve kameraya olan uzaklık verileri elde edilmiştir ve veri tabanına aktarılmıştır. Veri tabanı dosyası haritalama işlemlerinde kullanılacak formatta hazırlanmıştır.

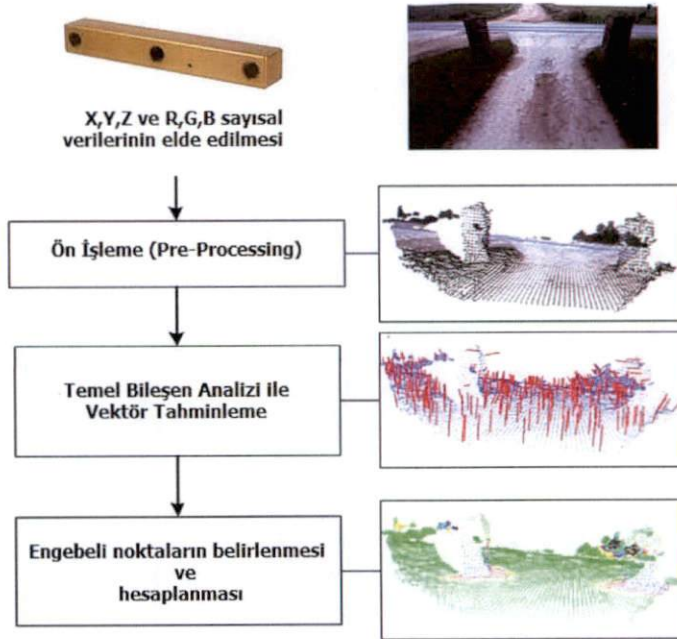


Şekil 4.1. Hazırlanan programın ekran görüntüsü

Kinect kamera kullanarak yapılan çalışmaların birçoğu mobil robotlar üzerine yoğunlaşmıştır. Bellone ve ark. (2013) mobil robotlar için arazi analizi için arazi üzerindeki engebelerin belirlenmesini sağlayan bir algoritma ve Şekil 4.2' de görüldüğü üzere, Kinect tabanlı dört tekerlekli bir mobil robot geliştirmişlerdir. Geliştirilen robotun tekerlekleri birbirlerinden bağımsız 4 motor ile 2-30 cm/s ilerleme hızı ile çalıştırılmaktadır. Şekil 4.3' de görüldüğü üzere, üzerine yerleştirilen Kinect kamera ile ortamın x,y ve z eksenleri için nokta bulut verisi ile RGB verisi sayısal olarak toplanarak üzerinde istatistikte kullanılan temel bileşen analizi uygulanarak ortamın 3D haritası çıkarılmaktadır.



Şekil 4.2. Kinect tabanlı dört tekerlekli bir mobil robot



Şekil 4.3. 3D harita çıkarma yöntemi

Zug ve ark. (2012) robotik uygulamalarda Kinect kameranın laser tarayıcı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada, Şekil 4.4' de görüldüğü üzere, mobil bir robot üzerine yerleştirilen Kinect kamera ile Hukoyo firmasına ait URG-04LX-UG01 ve SICK firmasına ait LMS200 laser tarayıcısından alınan engel algılama verileri karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar laser tarayıcı olarak Kinect kameranın kullanılabilirliğini ancak yatay görüş açısının diğer tarayıcılara göre düşük olmasının bir dezavantaj olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, engel algılama uygulamalarında Kinect kameranın daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.4. Kinect kameranın lazer tarayıcı olarak kullanılması

Yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle robotlarda lazer tarayıcı olarak engel algılama uygulamalarında yaygın olarak kameranın yeteneklerinin araştırıldığı ve kullanıldığı gözlemlenmektedir. Ayrıca referans bir nesnenin izlenmesinde ve takibinde de yaygın olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, hassas tarım uygulamaları içerisinde mobil robot uygulamalarında yönlendirme ve engel algılama algoritmalarında rahatlıkla kullanılabilirliği düşünülmektedir. Ayrıca anlık olarak bitki fenotipinin belirlenmesi veya bitkiler üzerinde 3D görüntülerin analiz edilmesi ve belirli sonuçlara ulaşılabilmesi noktasında Kinect kameranın yüksek bir potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar Kinect kameranın dış ortam şartlarında nesne ve engel belirleme işleminde kullanılabilirliğini göstermektedir. Çalışmada, bu kapsamda, Şekil 4.5’ de görüldüğü üzere, nesne ve engellerin rahatlıkla belirlenmesini sağlayacak bir yazılımın geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

```

private void sensor_DepthFrameReady(object sender, DepthImageFrameReadyEventArgs e)
{
    DepthImageFrame imageFrame = e.OpenDepthImageFrame();
    if (imageFrame != null)
    {
        depthStreamHeight = sensor.DepthStream.FrameHeight;
        depthStreamWidth = sensor.DepthStream.FrameWidth;
        depthStreamFramePixelDataLength = sensor.DepthStream.FramePixelDataLength;
        depthPixelData = new short[depthStreamFramePixelDataLength];
        pictureBox2.Image = GetDepthImage(imageFrame);
        imageFrame.CopyPixelDataTo(depthPixelData);
        if (kontrol == true)
        {
            listBox1.Items.Clear();
            for (int i = 0; i < 80; i++)
            {
                for (int j = 0; j < 80; j++)
                {
                    int d = (ushort)depthPixelData[i * j * 80] >> 3;
                    listBox3.Items.Add(d.ToString());
                }
            }
        }
    }
}

```

Şekil 4.5. Geliştirilen yazılıma ait bir görüntü

6. SONUÇLAR

Kinect, zaman uzayında 3D konumsal verileri elde etmek için ucuz bir seçenek sunmaktadır. Kamera, uzamsal ve zamansal çözünürlük (30 fps veri toplama hızı) ile ilgili sınırlamalara sahiptir ve çalışmalarda nesne boyutu ve görüntü aktarım hızının dikkatlice göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Genel olarak Kinect, birçok farklı durumda hızlı bir şekilde veri toplama potansiyeli olan etkili bir cihaz olarak faydalı olmuştur. Bu tezde önerilen yöntem, nesne ve engel sıralama ve sınıflandırma sistemlerinin boyut tahmininin etkinliğini ve verimliliğini artırmak için potansiyel olarak faydalı olmuştur. Önerilen yöntemlerin, çeşitli nedenlerden dolayı mevcut ticari makine görme sistemlerine entegre edilmesi kolaydır. Renkli görüntünün kullanıldığı yöntemle karşılaştırıldığında, derinlik görüntünün üzerinden nesne ve engellerin çapının belirlenmesi mümkün olmaktadır. Derinlik görüntüsüne dayanarak önerilen yöntem, nesne ve engellerin ebat ve konumlarını doğru olarak ölçmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Bellone, M., Reina, G., Giannoccaro, N. I. and Spedicato, L. 2013. Unevenness Point Descriptor for Terrain Analysis in Mobile Robot Applications. *International Journal of Advanced Robotics Systems*, 10: 284-294.
- Chen, X., Kundu, K., Zhang, Z., Ma, H., Fidler, S. and Urtasun, R. 2016. Monocular 3D Object Detection for Autonomous Driving. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 2147-2156, 27-30 June, Las Vegas, NV, USA.
- Engel, J., Stückler, J. and Cremers, D. 2015. Large-scale direct SLAM with stereo cameras. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 1935-1942, 28 September-2 October, Hamburg, Germany.
- Fitzpatrick, M. and Matthiopoulos, N. 2013. Real time person tracking and identification using the kinect sensor. *Worcester Polytechnic Institute*, 29-31.
- Hernández-López, J-J., Quintanilla-Olvera, A-L., López-Ramírez, J-L., Rangel-Butanda, F-J., Ibarra-Manzano, M. and Almanza-Ojeda, D. 2012. Detecting objects using color and depth segmentation with Kinect sensor. *Procedia Technology*, 3: 196-204.
- Maier, D., Hornung, A. and Bennewitz, M. 2012. Real-Time Navigation in 3D Environments Based on Depth Camera Data. IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 29 November-1 December, Osaka, Japan.
- Nakano, Y., Izutsu, K., Tajitsu, K., Kai, K. and Tatsumi, T. 2012. Kinect Positioning System (KPS) and its potential applications. International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, 13-15 November, Sydney, NSW, Australia.
- Nissimov, S., Goldberger, J. and Alchanatis, V. 2015. Obstacle detection in a greenhouse environment using the Kinect sensor. *Computers and Electronics in Agriculture*, 113: 104-115.
- Pagliari, D., Pinto, L., Reguzzoni, M. and Rossi, L. 2016. Integration Of Kinect And Low-Cost GNSS for Outdoor Navigation. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41 (5): 565-572.
- Rasmussen, C. 2012. Kinects for low- and no-sunlight outdoor trailfollowing. RSS Workshop on RGB-D: Advanced Reasoning with Depth Cameras, 9-10 July, Sydney, NSW, Australia.
- Robledo, A., Cossell, S. and Guivant, J. 2011. Outdoor Ride: Data Fusion of a 3D Kinect Camera installed in a Bicycle. *Australasian Conference on Robotics and Automation*
- Suarez, J. and Murphy, R.R. 2012. Using the Kinect for search and rescue robotics. IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), pp. 1-2, 5-8 November, College Station, TX, USA.
- Tian, L., Li, M., Hao, Y., Liu, J., Zhang, G. and Chen, Y.Q. 2018. Robust 3-D Human Detection in Complex Environments With a Depth Camera. *IEEE Transactions on Multimedia*, 20 (9): 2249-2261.

- Wang, B., Fremont, V. and Rodriguez Florez, S. 2014. Multiple Obstacle Detection and Tracking using Stereo Vision: Application and Analysis. 13th International Conference on Control Automation Robotics and Vision, 10-12 December, Marina Bay Sands, Singapore.
- Wang, Yin-Tien & Chen, K.-W & Chiou, M.-J. 2013. Moving Object Detection Using Monocular Vision. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 193: 183-192.
- Zug, S., Penzlin, F., Dietrich, A., Nguyen, T. T. and Albert, S. 2012. Are laser scanners replaceable by kinect sensors in robotic applications?, IEEE International Symposium In Robotic and Sensors Environments, pp. 144–149, 16-18 November, Magdeburg, Germany.

8. EKLER

Kamera Ayarı

```

if (Runtime.Kinects.Count > 0)
{
    runtime = Runtime.Kinects[0];
    runtime.Initialize(RuntimeOptions.UseColor | RuntimeOptions.UseDepth);
    runtime.DepthFrameReady += (s, e) =>
    {
        // Use depth data
    };
    runtime.VideoFrameReady += (s, e) =>
    {
        //Use video data
    };
    runtime.DepthStream.Open(ImageStreamType.Depth, 2,
    ImageResolution.Resolution320x240, ImageType.Depth);
    runtime.VideoStream.Open(ImageStreamType.Video, 2,
    ImageResolution.Resolution640x480, ImageType.Color);
}
else
    MessageBox.Show("Oops, please check if your Kinect is connected?");

```

Derinlik Görüntüsünün alınması

```

public static BitmapSource SliceDepthImage(this ImageFrame image, int min=20, int
max=1000)
{
    int width = image.Image.Width;
    int height = image.Image.Height;

    var depthFrame = image.Image.Bits;
    var colorFrame = new byte[height * width * 4];
    Parallel.For(0, 240, depthRowIndex =>
    {
        for (int depthColumnIndex = 0; depthColumnIndex < 640; depthColumnIndex
+= 2)
        {
            var depthIndex = depthColumnIndex + (depthRowIndex * 640);

            var mesafe = CalculateMesafeFromDepth(depthFrame[depthIndex],
depthFrame[depthIndex + 1]);
            var intensity = CalculateIntensityFromMesafe(mesafe);

            if (mesafe > min && mesafe < max)
            {
                colorFrame[index + 0] = intensity; //blue

```

```

        colorFrame[index + 1] = intensity; //green
        colorFrame[index + 2] = intensity; //red
        colorFrame[index + 3] = 255; //alpha
    }
}
});

```

Görüntünün çerçeveselendirilmesi

```

runtime.DepthFrameReady += (s, e) =>
{
    if (colorFrame == null) return;

    if (sliderMin.Value > sliderMax.Value)
        sliderMin.Value = sliderMax.Value;
    detector.Highlighting = (HighlightType) cmbHighlight.SelectedIndex;
    txtInfo.Text = detector.BlobCount + " items detected..";
    txtMesafe.Text = "Detecting objects in the range " + sliderMin.Value + " and " +
sliderMax.Value + " mm";
    var
depthFrame=e.ImageFrame.SliceDepthImage((int)sliderMin.Value,(int)sliderMax.Valu
e);
    var depthBmp =depthFrame.ToBitmap();
    var colorBmp = colorFrame.ToBitmapSource().ToBitmap();
    var outBmp=detector.ProcessImage(depthBmp,colorBmp);
    this.ImageColor.Source = outBmp.ToBitmapSource();
    depthBmp.Dispose();
    colorBmp.Dispose();
    outBmp.Dispose();
};
runtime.VideoFrameReady += (s, e) =>
{
    colorFrame = e.ImageFrame;
};
public Bitmap ProcessImage(Bitmap depthImage, Bitmap colorImage)
{
    solkenarlar.Clear();
    sagkenarlar.Clear();
    ustkenarlar.Clear();
    altkenarlar.Clear();
    kabuklar.Clear();
    dortgenler.Clear();
    this.image = AForge.Imaging.Image.Clone(depthImage,
PixelFormat.Format24bppRgb);
    imageWidth = this.image.Width;
    imageHeight = this.image.Height;
    blobCounter.ProcessImage(this.image);
    blobs = blobCounter.GetObjectsInformation();
}

```



```

    ResizeNearestNeighbor filter = new ResizeNearestNeighbor(depthImage.Width,
depthImage.Height);
    var outImage = filter.Apply(colorImage);
    outImage.RotateFlip(RotateFlipType.RotateNoneFlipX);
    BlobCount = blobs.Count();
    GrahamConvexHull grahamScan = new GrahamConvexHull();
    foreach (Blob blob in blobs)
    {
        List<IntPoint> solkenar = new List<IntPoint>();
        List<IntPoint> sagkenar = new List<IntPoint>();
        List<IntPoint> ustkenar = new List<IntPoint>();
        List<IntPoint> altkenar = new List<IntPoint>();
        blobCounter.GetBlobsLeftAndSagkenar(blob, out solkenar, out sagkenar);
        blobCounter.GetBlobsTopAndAltkenarlar(blob, out ustkenar, out altkenar);
        solkenar.Add(blob.ID, solkenar);
        sagkenar.Add(blob.ID, sagkenar);
        ustkenarlar.Add(blob.ID, ustkenar);
        altkenarlar.Add(blob.ID, altkenar);
        List<IntPoint> kenarnoktalar = new List<IntPoint>();
        kenarnoktalar.AddRange(solkenar);
        kenarnoktalar.AddRange(sagkenar);
        List<IntPoint> hull = grahamScan.FindHull(kenarnoktalar);
        kabuklar.Add(blob.ID, hull);
        List<IntPoint> dortgen = null;
        if (hull.Count < 4)
        {
            dortgen = new List<IntPoint>(hull);
        }
        else
        {
            dortgen = PointsCloud.FindDortgenCorners(hull);
        }
        dortgen.Add(blob.ID, dortgen);
        IntPoint shift = new IntPoint(1, 1);
        PointsCloud.Shift(solkenar, shift);
        PointsCloud.Shift(sagkenar, shift);
        PointsCloud.Shift(ustkenar, shift);
        PointsCloud.Shift(altkenar, shift);
        PointsCloud.Shift(hull, shift);
        PointsCloud.Shift(dortgen, shift);
    }

    DrawHighLights(outImage);
    return outImage;
}

```

Haritalama için konum ve mesafe verilerinin toplanması

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Data;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Navigation;
using System.Windows.Shapes;
using Microsoft.Kinect;
namespace görkem_tez
{

public partial class MainWindow : Window
{
    KinectSensor sensor;
    SqlConnection baglan = new
    SqlConnection("Server=gorkem;Database=harita;User
    Id='sa';Password='123'");
    SqlCommand komut = new SqlCommand();
    SqlDataAdapter adaptor = new SqlDataAdapter();
    DataSet ds = new DataSet();

public MainWindow()
{
    InitializeComponent();
}
private void Window_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    sensor = KinectSensor.KinectSensors[0];
    sensor.ColorStream.Enable(ColorImageFormat.RgbResolution640x480Fps30);
    sensor.ColorFrameReady += FrameReady;
    sensor.Start();
}
void FrameReady(object sender, ColorImageFrameReadyEventArgs e)
{
    ColorImageFrame imageFrame = e.OpenColorImageFrame();
    if (imageFrame != null)
    {
        BitmapSource bmap = ImageToBitmap(imageFrame);
        image1.Source = bmap;
    }
}
}
```



```

        BitmapSource source = e.imageFrame.ToBitmap.Source();
    }
}
private byte[] GenerateColoredBytes(ImageFrame imageFrame)
{
    int height = imageFrame.Image.Height;
    int width = imageFrame.Image.Width;
    //Depth data for each pixel
    Byte[] depthData = imageFrame.Image.Bits;
    Byte[] colorFrame = new byte[imageFrame.Image.Height *
imageFrame.Image.Width * 4];
    var depthIndex = 0;
    Texyazriter yaz = new StreamWriter("sameobjects_test" + ".txt");
    for (var y = 0; y < height; y++)
    {
        var heightOffset = y * width;
        for (var x = 0; x < width; x++)
        {
            var index = ((width - x - 1) + heightOffset) * 4;
            // save mesafe to text file
            var mesafe = GetMesafeWithPlayerIndex(depthData[depthIndex],
depthData[depthIndex + 1]);
            yaz.WriteLine("x: " + x + ", y: " + y + ", mesafe: " + mesafe + " ");
            komut.Connection = baglan;
            komut.CommandType = CommandType.StoredProcedure;
            komut.CommandText = "harita";
            komut.Parameters.Add(new SqlParameter("@x",
SqlDbType.VarChar)).Value = x;
            komut.Parameters.Add(new SqlParameter("@y",
SqlDbType.VarChar)).Value = y;
            komut.Parameters.Add(new SqlParameter("@mesafe",
SqlDbType.VarChar)).Value = mesafe;
            baglan.Open();
            komut.ExecuteNonQuery();
            baglan.Close();
            komut.Parameters.Clear();

        }
    }
}
BitmapSource ImageToBitmap(ColorImageFrame Image)
{
    byte[] pixeldata = new byte[Image.PixelDataLength];
    Image.CopyPixelDataTo(pixeldata);
    BitmapSource bmap = BitmapSource.Create(
Image.Width,Image.Height,96, 96,PixelFormat.Bgr32,null,pixeldata,
Image.Width * Image.BytesPerPixel);
    return bmap;
}

```

```
}  
private void Window_Closing(object sender,  
System.ComponentModel.CancelEventArgs e)  
{  
    sensor.Stop();  
}  
private void button1_Click(object sender, RoutedEventArgs e)  
{  
    sensor.ElevationAngle += 4;  
}  
private void button2_Click(object sender, RoutedEventArgs e)  
{  
    sensor.ElevationAngle -= 4;  
}  
}  
}  
}
```


ÖZGEÇMİŞ

GÖRKEM ŞAHİN
sahingorkem@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2016-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 1998-2002	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Mühendis 2014-Devam Ediyor	Antalya Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Antalya
Mühendis 2002-2014	Balıkesir Üniversitesi Rektörlük, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Balıkesir
Uzman 2009-2012	Balıkesir Üniversitesi Rektörlük, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Balıkesir