



T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi

Muaz Kurt

Danışman
Prof. Dr. Yusuf Sinan Akgül

Ocak, 2020
Gebze, KOCAELİ



T.C.

GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi

Muaz Kurt

**Danışman
Prof. Dr. Yusuf Sinan Akgül**

**Ocak, 2020
Gebze, KOCAELİ**

Bu çalışma/....../20.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde Lisans Bitirme Projesi olarak kabul edilmiştir.

Bitirme Projesi Jürisi

Danışman Adı	Prof. Dr. Yusuf Sinan AKGÜL	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

Jüri Adı	Yrd. Doç. Dr. Zafeirakis Zafeirakopoulos	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

ÖNSÖZ

Bu rapor Gebze Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü BİL495 Lisans Bitirme Projesi dersi kapsamında hazırlanmakta olan ‘Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi’ isimli projenin açılanması amacıyla oluşturulmuştur.

Bu proje kapsamında bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf Sinan Akgül’e ve bu çalışmama olanak sağlayan Gebze Teknik Üniversitesi’ne teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2020

Muaz Kurt

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
KISALTMA LİSTESİ	IX
SEMBOL LİSTESİ.....	X
ÖZET	XI
SUMMARY	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. PROJE TANIMI	1
1.2. PROJENİN NEDEN VE AMAÇLARI	2
1.3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR	2
1.3.1. Tek Kamera ile Nesne Tespiti.....	2
1.3.2. Tek Kamera ile Mesafe Tespiti.....	3
2. PROJE BİLEŞENLERİ.....	4
2.1. DONANIMSAL BİLEŞENLER	4
2.2. YAZILIMSAL BİLEŞENLER	5
3. PROJE ÇALIŞMA ŞEKLİ.....	6
3.1. KARAR MEKANİZMASI.....	6
3.2. UYGULAMA MEKANİZMASI.....	8
4. SONUÇ	10
5. KAYNAKLAR.....	12
A. EKLER	13

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: ETSİNS çalışma senaryosu	2
Şekil 2. İki tekniğin karşılaştırılması: a) Geleneksel makine öğrenmesi, b) Derin öğrenme ^[3]	2
Şekil 3. Sistem UML diyagramı	6
Şekil 4. Distance to objects using single vision camera. ^[20]	7
Şekil 5. Bluetooth kontrolü	8
Şekil 6. Bluetooth kontrolü 2	9

KISALTMA LİSTESİ

ETSİNS	: Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi
İHA	: İnsansız Hava Aracı
LIDAR	: Light Detection and Ranging
DAC	: Digital to Analog Converter
ROS	: Robot Operating System
IMU	: Internal Measurement
OpenCV	: Open Computer Vision
SLAM	: Simultaneous localization and mapping
UML	: Unified Modelling Language
RGB	: Red Green Blue
FPS	: Frames Per Second
GPU	: Graphic Processing Unit
G.T.Ü.	: Gebze Teknik Üniversitesi

SEMBOL LİSTESİ

ÖZET

Bu rapor Gebze Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü BİL495 Lisans Bitirme Projesi dersi kapsamında hazırlanmakta olan ‘Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi’ isimli projenin açılanması amacıyla oluşturulmuştur.

Projede elektrikli bir tekerlekle sandalyenin, bir bilgisayar üzerine takılan sensörler ile bilgisayar mühendisliği binasının içerisinde, önündeki engellere takılmadan gezmesi hedeflenmektedir. Bunun için öncelikle araç üzerinde uzaktan kontrol edilebilir bir arayüz oluşturuldu. Böylelikle, araca uzaktan komutlar vererek, hareket etmesi sağlandı. Sonrasında eklenen sensörler ile aracın çevresini algılaması ve böylelikle engeller ile temastan kaçınması sağlandı. İlerleyen aşamada, aracın bina içinde bulunduğu konumu öğrenmesi ve bir hedef nokta belirlenmesi durumunda oraya gitmesi sağlanmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile gerek hareket kısıtları olan bir bireyin hayatına dokunmak, gerekse günümüzde oldukça yaygın olan otonom hareket eden bir araç tasarlayarak gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalarda kullanılabilecek bir kaynak oluşturmak amaçlanmaktadır.

SUMMARY

This project aims to making a wheelchair to drive inside the GTÜ. Computer Engineering building with avoiding all the obstacles in front of it by sensors on it. For this reason, as a beginning, a remote controlling interface developed for the wheelchair. With this way, the wheelchair got motioned by giving commands remotely. Then, the wheelchair made to understand the environment with the added sensors, with this way it can avoid obstacles. Next, the wheelchair made to learn where it's location in the building for driving to a destination point with possible user inputs.

This project mainly intended to touch a physically disable person's life. Also designing a state of art autonomous car for creating a reference work for the future works.

1. GİRİŞ

Bu rapor Gebze Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü BİL495 Lisans Bitirme Projesi dersi kapsamında hazırlanmakta olan ‘Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi’ isimli projenin açıklanması amacıyla oluşturulmuştur.

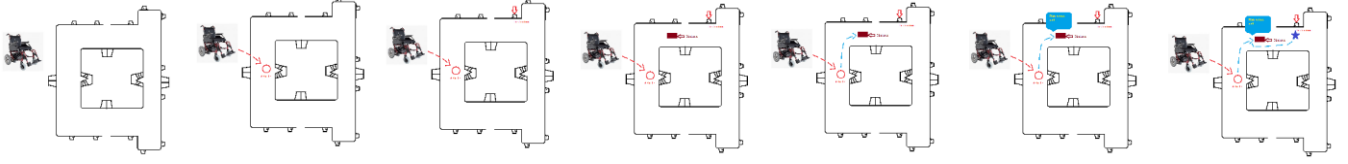
Günümüzde otonom şekilde hareket eden robotlar en yaygın araştırma konuları arasındadır. Bir taşıtın otonom hareket etmesi fikri yeni değildir. 1930’lu yıllarda temelleri atılan bu fikir^[1], gelişen teknoloji ile uygulamada da mümkün hale gelmiştir. Günümüzde bilgisayarların çok daha verimli çalışmaları sonucu; bilgisayar ile görme, yapay zekâ uygulamaları ve bağlantılı birçok alanda çalışmalar hız kazanmıştır. Bununla beraber, bu alanlarda bilgi birikiminin artışı ve bilginin aktarımının kolaylaşması ve yeni çıkan sensör çeşitleri ile daha güvenilebilir otonom hareket ortamı oluşmuştur. Gerek otonom hareket eden arabalar gerekse İHA sistemleri bu araştırma konusu üzerinde çalışılarak mümkün olmuştur.

Bir aracın otonom şekilde hareket ediyor olması, insandan kaynaklı oluşan hatanın önüne geçilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bir işin insanlar yerine robot tarafından yapılması; üretimin birkaç kat artmasını ve böylelikle maliyetin düşmesini, insanların boşa çıkan zamanlarında daha verimli işler yapmalarını sağlamaktadır^[2]. Otonom şekilde hareket eden bir tekerlekli sandalye, kullanıcıyı büyük zahmetlerden kurtarıp daha konforlu bir kullanım ortamı oluşturacaktır. Bununla birlikte çeşitli engel grubundaki insanların hayata daha kolay adapte olmalarını sağlayacaktır.

Bu bağlamda ETSİNS, otonom şekilde hareket eden bir tekerlekli sandalye olarak engellilerin hayatını kolaylaştırma amacı ile yola çıkmış olup, günümüzdeki teknolojik gelişmeler ışığında geliştirilen bir projedir. Teknolojik gelişmeler ve otonom robot hareketi ile ETSİNS birçok alt başlıkta kesişmektedir. Engellerin belirlenmesi ve sakınılması için kullanılacak olan kamera, üzerinde bilgisayar ile görme alanında çokça çalışılmış soruları barındırmaktadır. Buna benzer şekilde LIDAR teknolojisi ile çok hızlı ve hata payı oldukça düşük mesafe bilgilerine ulaşılabilir. Ayrıca gelişen bilgisayar teknolojisi ile gömülü bir sistem üzerinde yapay zekâ uygulamalarını çalıştırmanın da sağladığı avantaj kullanılmaktadır.

1.1. PROJE TANIMI

ETSİNS; bir bina içinde kullanıcısı tarafından belirlenmiş bir hedef noktaya giderken çevresindeki engellere çarpmadan hareket eden bir elektrikli tekerlekli sandalyedir.



Şekil 1: ETSİNS çalışma senaryosu

Şekil 1’de de görülebileceği gibi tekerlekli sandalye bina içinde bir noktada beklemekteyken kullanıcı tarafından bir hedef seçilmiştir. Bu hedef doğrultusunda hareket halindeyken karşısına çıkan engelden sakınarak hedefine ulaşmıştır.

1.2. PROJENİN NEDEN VE AMAÇLARI

Bu bölümde ETSİNS projesinin başlatılma nedenleri ve amaçları hakkında açıklamalara yer ver verilmiştir.

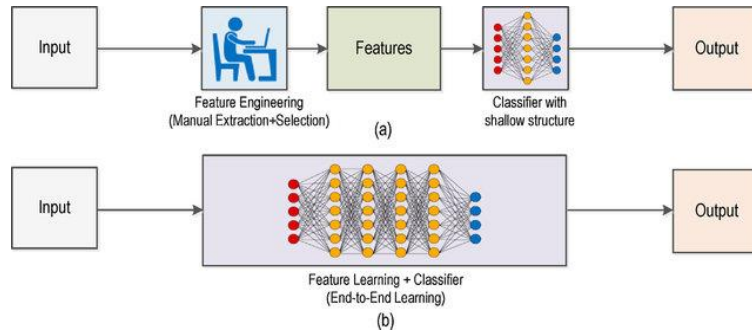
ETSİNS projesinde, hareket zorluğu çeken bireylerin daha özgür bir şekilde hareket edebilmelerine olanak sağlamak amacıyla yola çıkılmıştır. Bu projenin yapımında kullanılan metodoloji izlenerek benzer projelere de bir referans olması amaçlanmıştır.

1.3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde proje içinde kullanılan teknolojilerin güncel yaklaşımlarının karşılaştırması yapılmaktadır.

1.3.1. Tek Kamera ile Nesne Tespiti

Geçmişten günümüze bu konu üzerinde birçok araştırma yapılmış ve günümüzde de bu araştırmalar devam etmekte. Yapılan araştırmalarda, tek kamera ile nesne tespit etmek için iki yaklaşım olduğu öğrenildi. Bunlardan ilki, geleneksel bilgisayarla görme yöntemleri, diğer ise derin öğrenme algoritmaları ile nesnelerin tespiti.



Şekil 2. İki tekniğin karşılaştırılması: a) Geleneksel makine öğrenmesi, b) Derin öğrenme ^[3]

İlk yöntemde genellikle uzman kişi(ler) tarafından nesneler ile ilgili ayırt edici özellikler kullanılıp, bu ayırt edici özellikler bir sınıflandırıcının karar vermesinde etkin rol oynar. Bu sınıflandırıcıya, gerçek dünyada test edilirken bir görüntü gelir ve o görüntüden ayırt edici özellikleri çıkartarak nesne tespiti yapılır. Avantajları,

oldukça hızlı olmaları ve sabit ortamlarda istenilen başarı oranlarını sağlamaları. Dezavantajları, genel kullanımda başarı oranları çok düşmekte, dış etkenlerden kolay etkilenmekte ve ayırt edici özelliklerin kırılabilir olması.

Derin öğrenmede ise, günümüzde GPU ve bilgisayar parçalarının güçlenmesi ile çok boyutlu matris çarpımları mümkün olmuştur. Bunun sonucunda, CNN yapısının uygulanması mümkün olmuş ve bilgisayar ile görme uygulamalarının bel kemiğini oluşturmuştur. Mekanizmada, bir sinir ağının içinde görüntüler ile ilgili ayırt edici özellikler tespit edilir ve bu şekilde kendi içinde nesne tespiti sağlanır. Avantajları, geleneksel yöntemlerin kat kat üzerinde doğrulukta çalışmaktalar. Dezavantaj, çalışırken çok fazla sayıda matematiksel işlem (> 60 milyon) yapıldığı için hızı oldukça düşük. Ancak bu düşük hız ile ilgili çeşitli çözümler bulunmakta.^[4]

1.3.2. Tek Kamera ile Mesafe Tespiti

Kamera ile bir nesnenin algılanmasının önemli olması kadar, o nesnenin nerede olduğu bilgisinin edinilmesi de oldukça önemlidir. Bunun için kameranın projeksiyon matrisi, yerden yüksekliği ve yatay eksen ile negatif yönde yaptığı açı kullanılarak, tespit edilen objenin uzaklığı ölçülebilmektedir.^[5]

2. PROJE BİLEŞENLERİ

Bu bölümde ETSİNS projesinin bileşenleri ve sistemin genel yapısından bahsedilmektedir.

Proje temelde 2 ana bileşenden oluşmaktadır; donanımsal ve yazılımsal bileşenler.

2.1. DONANIMSAL BİLEŞENLER

Projenin donanımsal bileşenleri aşağıdaki gibi listelenmiştir:

- Akülü Tekerlekli Sandalye ^[6]
- 2 adet DAC ^[7]
- Kamera ^[8]
- LIDAR ^[9]
- IMU ^[10]
- NVIDIA Jetson Nano ^[11]
- Bluetooth modülü ^[12]

Akülü tekerlekli sandalye, bir kutu içerisinde uygun şekilde konumlandırılmış olan diğer modülleri üzerinde barındırır. Hareket edecek ve hedefe ulaşacak olan modül, bütün halinde bu şekildedir.

Denetleyici olarak NVIDIA Jetson Nano, diğer bileşenler ile bağlantıda kalıp kontrol ve yönetimi sağlamaktadır. Kamera, LIDAR, DAC, IMU ve Bluetooth modüllerinin aktifleşmelerini yönetir. Denetleyici olarak NVIDIA Jetson Nano seçilme sebebi, yapay zekâ algoritmalarını çalıştırabilecek kapasitede olmasıdır. Alternatifi olan Raspberry Pi 4 ile arasında çok açık bir fark vardır, GPU desteği. ^[13]

DAC, denetleyiciden gelen dijital sinyalleri analog sinyallere çevirerek, aracın hareket etmesini sağlayan modüldür. DAC seçilmesinin sebebi, Akülü Tekerlekli Sandalye kontrolünde analog sinyallerin kullanılacak olması ve NVIDIA Jetson Nano'nun analog çıkış desteği sağlamamasıdır.

Kamera, RGB görüntüler oluşturarak, çevrenin görülmesini sağlar. Bu sayede çevrede bulunan engeller tespit edilip sakınılmaktadır. Ayrıca ORB-SLAM2 ^[14] çalıştırılarak çevrede bulunan feature noktaları ile konum tespiti sağlanıp, harita oluşturulacaktır.

LIDAR, bir çeşit mesafe sensörüdür. Çalışma şekli; üzerinde barındırdığı ışık kaynağından, bir doğrultuya ışın gönderip bu ışının yansımalarını takip ederek, arada

geçen zaman üzerinden bu doğrultudaki ilk nesne ile arasında olan mesafeyi ölçer. Bu sensör çok hızlı ve güvenilir veriler ürettiğinden, kamera verilerinin yanında doğrulayıcı bir işlevi olmaktadır.

IMU, sistemin başlangıç noktasına göre değişen konumunu takip etmek ve bu yolla aracın hareket güzergahından sapma payının minimum olmasını sağlamak için kullanılmıştır.

Bluetooth, bir telefon ile bağlı olduğu sürece sisteme çalış iznini vermektedir. Bağlantı kopması durumunda, sistem kendini durdurmakta, böylelikle acil durum buton ihtiyacı karşılanmaktadır.

2.2. YAZILIMSAL BİLEŞENLER

Projenin yazılımsal bileşenleri aşağıda sıralanmıştır:

- ROS ^[15]
- OpenCV ^[16]
- TensorFlow

Bu bileşenlerin tercih edilme sebepleri, donanımsal bileşenler ile olan uyumlulukları ve projenin gereksinimleri için kolay kullanılabilir ara yüzler sunmalarıdır.

ROS, robotik sistemler için birçok kolaylık sağlamaktadır. Sunduğu iletişim altyapısı ile birçok bağımsız bileşenin birbiri ile sağlıklı şekilde iletişim kurmalarını ve bu sayede işlerin birbirinden bağımsız hale getirilmesini sağlamaktadır. Birçok otonom hareket eden araç ROS kullanmaktadır. ^[17]

OpenCV, bilgisayar ile görme alanında kolay kullanılabilir olması ve birçok örnek uygulama barındırması sebebi ile tercih edilmektedir.

TensorFlow, yapay zekâ, derin öğrenme uygulamaları için rahat kullanılabilir arayüz sunması ve yaygın kullanımından dolayı karşılaşılan problemlerde çözüm bulmanın daha kolay olacağı düşünülerek sisteme dahil edilmiştir.

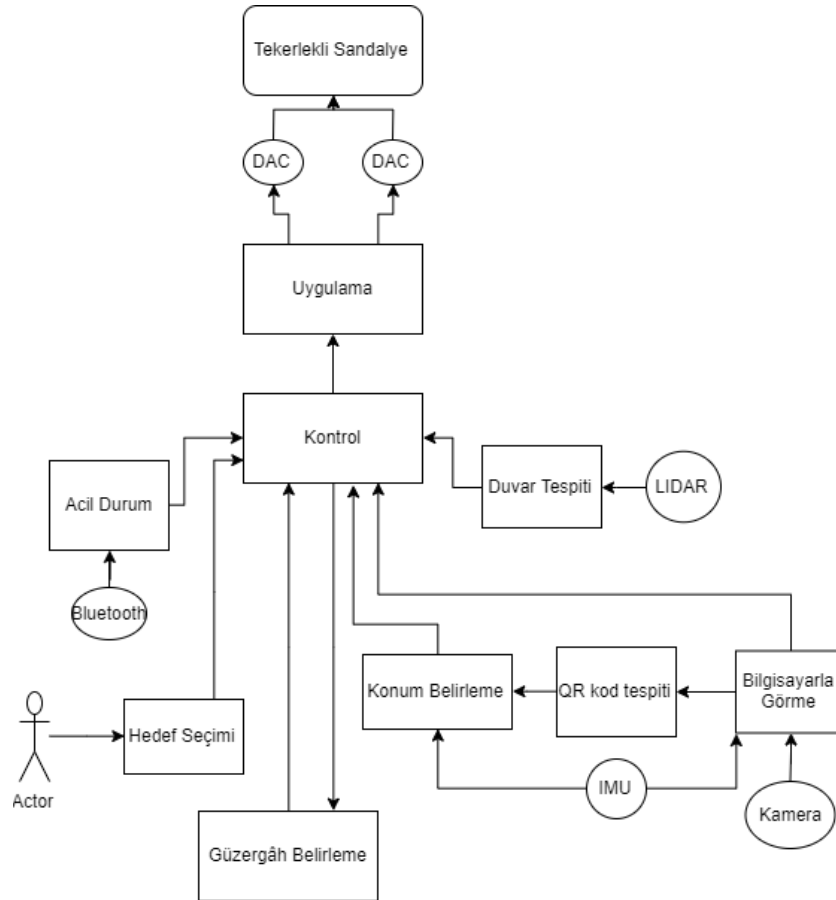
3. PROJE ÇALIŞMA ŞEKLİ

Bu bölümde projenin yapımı ve kullanılan teknolojiler açıklanacaktır.

ETSİNS projesinin çalışma mekanizması iki ana başlıktan oluşmaktadır, karar ve uygulama mekanizması. Bu iki başlık, ROS üzerinden haberleşerek birbirleri ile senkron şekilde hareket etmekte ve olası hataların böylelikle önüne geçilmektedir.

3.1. KARAR MEKANİZMASI

Bu mekanizma, alt sistemlerden gelen bilgileri işleyip aracın bir sonraki hareketini denetler. Alt sistemler ve çalışma şekillerinin gösterildiği diyagram Şekil 3'te gösterilmiştir.

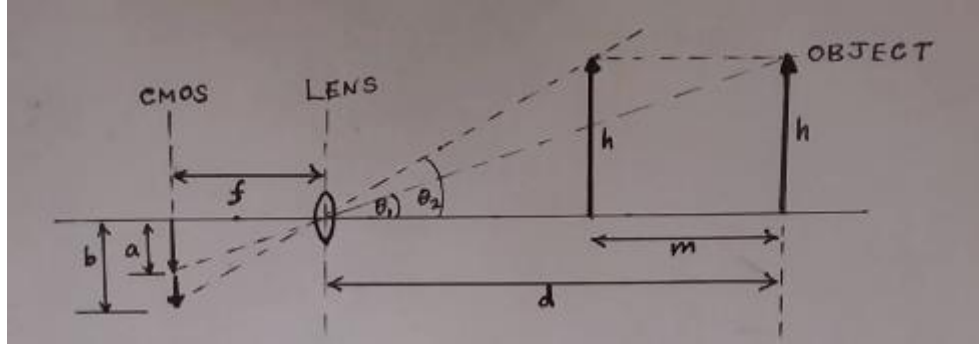


Şekil 3. Sistem UML diyagramı

Şekilde gösterilen başlıklar ve bu başlıkların içerikleri aşağıda anlatılmaktadır.

- Bilgisayar ile görme:

Kameradan gelen görüntülerden mobilenetv2^[18] kullanarak görüntü içinde, COCO datasetinin içerdiği 91 sınıftan^[19] nesne aranmaktadır. Bir nesne olup olması durumunda konum tespiti için ardışık iki sahne arasındaki görüntü merkezinin değişimi hesaplanacaktır. Kameranin kendine özgü odak uzunluğu (f) ile üçgen benzerliği uygulanarak, nesnenin ne kadar uzakta olduğu belirlenecektir.



Şekil 4. Distance to objects using single vision camera.^[20]

H, nesnenin yüksekliği ise; $a/f = h/d$ ve $b/f = h/(d-m)$ olacaktır. Bu benzerliği çözdüğümüz zaman, $d = 1 - (m/(1-a/b))$ sonucu çıkmaktadır. Çevredeki engellerin sabit olduğu varsayımı ile yola çıkıldığı zaman, değişkenler üzerindeki tek etken, aracın yer değiştirmesidir. Bu noktada cismin yer değiştirmesi ölçümü IMU kullanılarak yapılmaktadır. IMU ölçüm bilgileri, ROS kanalı üzerinden okunarak, hesaplamada kullanılmaktadır.

Bu sistemin bir alt kümesi olan ORB-SLAM2 ile aracın hareket ederken bir harita oluşturması sağlanmaktadır. Oluşturulan bu harita üzerinde anlık konum bilgisi çevrede tespit edilen feature noktaları ile belirlenmektedir. Böylelikle araç hareket halindeyken hem konum tespiti yapacak hem de harita oluşturacaktır.

Sonuçlar, bir üst seviyeye ROS üzerinden uygun mesaj formatı ile gönderilmektedir.

Duvar Tespiti

LIDAR kullanarak duvarı bir doğrultu üzerinde kontrol edip tekerlekli sandalyeyi çarpmalardan korumaktadır. Bir doğrultudaki mesafeyi ölçüp, bu ölçüm ile elde edilen bilgiyi bir üst seviyeye ROS üzerinde uygun mesaj formatında göndermektedir.

Konum Belirleme

Tekerlekli sandalyenin, IMU kullanarak, bina içerisindeki konumunun belirlenmesi ve takip edilmesini sağlamaktadır. Başlangıç konumundan itibaren hangi yönde ne kadar gidildiği, aracın şu anda hangi yönde bir ivmesi olduğu bilgileri üretilmektedir. Bu bilgiler ROS üzerinde uygun mesaj formatında göndermektedir.

Güzergâh Belirleme

Tekerlekli sandalyenin, kullanıcıdan gelen hedefe ulaşmak için oluşturacağı harita bu başlıkta yapılmaktadır. Daha öncesinden bilinen bina dizaynı ve aracın

anlık konumu göz önünde bulundurularak hedefe en kısa güzergâh oluşturulmaktadır. Bu güzergâh, ROS üzerinden uygun mesaj formatında bir üst başlığa iletilmektedir. Yol üzerinde engel ile karşılaşılması durumunda, üst seviyeden gelen uyarı sonrası, aynı hedefe yönelik yeni bir güzergâh oluşturulmaktadır ve bu güzergâh da aynı şekilde bir üst başlığa iletilir.

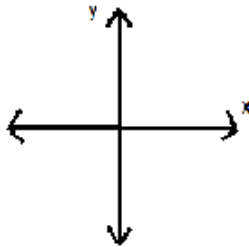
Acil Durum Belirleme

Tekerlekli sandalyenin hareketi, Bluetooth bağlantısı kurulduğu süreçte sağlanmaktadır. Bağlantının kopması durumunda, üst başlığa ROS üzerinden acil durum bilgisi verilerek sistem sabit duruma sokulamaktadır.

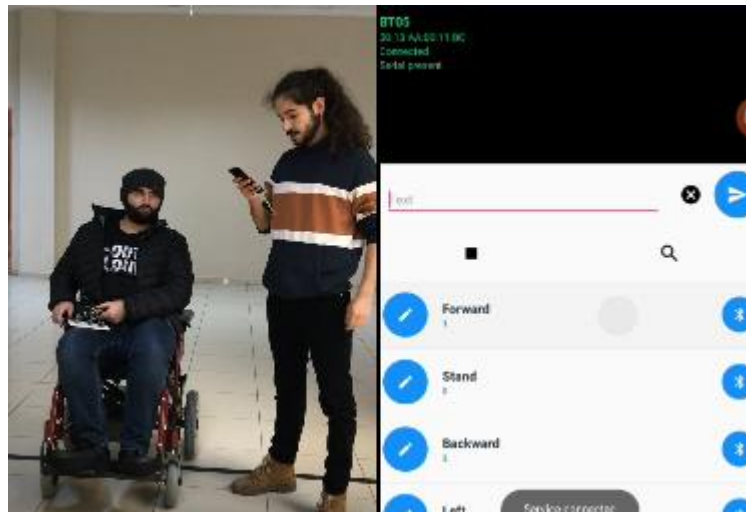
Bu alt sistemlerde üretilmiş olan veriler birleştirilerek, bir hareket vektörü oluşturulmaktadır. Bu oluşturulan vektör, tekerlekli sandalyenin hedefe doğru gidip gitmediğini sürekli denetlemektedir. Bu şekilde rotadan çıkma durumları engellenmektedir.

3.2. UYGULAMA MEKANİZMASI

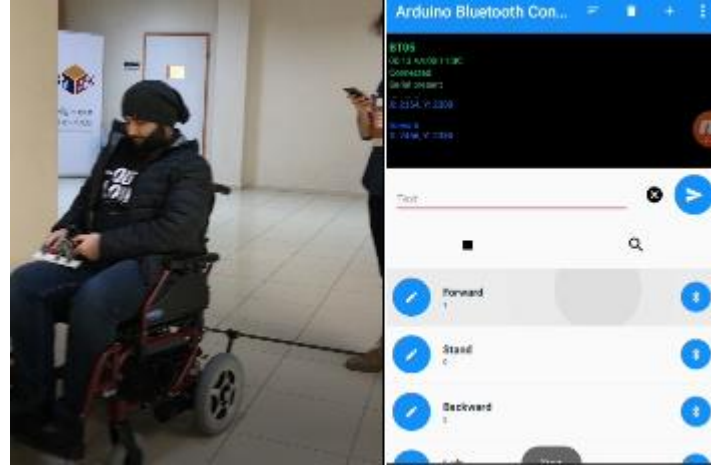
Bu mekanizma, karar mekanizması tarafından verilen komutların tekerlekli sandalyeye iletilmesini sağlamaktadır. Bu mekanizma, içerisinde bulunan iki adet DAC sensörü kullanarak 0.8V ile 4.2V arasında analog değerleri tekerlekli sandalyeye iletir. İki DAC olma sebebi, tekerlekli sandalyenin x-ekseni ve y-ekseni için bağımsız şekilde analog girdiler istemesidir.



ETSİNS projesinde kullanılan tekerlekli sandalyenin y-ekseninde pozitif yönde ivmelenmesi için bir numaralı DAC sensörünün 2.5V-4.2V arası çıkış vermesi, tam tersi için 0.8V-2.5V arası çıkış vermesi gerekmektedir. Benzer şekilde x-ekseni için de pozitif ve negatif yönlerde hareket için iki numaralı DAC sensörünün aynı değer aralıklarında çıkış vermesi gerekmektedir.



Şekil 5. Bluetooth kontrolü



Şekil 6. Bluetooth kontrolü 2

4. SONUÇ

ETSİNS projsinde DAC kullanılarak aracın hareket etmesi sağlanmaktadır. Bunu sağlamak için STM32 gibi bir ara miktrodenetleyici kullanılabilirdi. Ancak DAC kullanmak daha güvenli ve hızlı bir çözüm olmaktadır.

Tekerlekli sandalyenin manevra yaparken sağ ve sol tekerlerin dönüş oranını kullanarak yapması, öndeki tekerlerin ise bu oranlara bağlı olarak kontrolsüz şekilde dönmeleri, aracın kontrolünü zorlaştırmıştır. Bu sorunun önüne, IMU kullanılarak geçilmeye çalışılmıştır. Ancak bu girişim teknik bilgi yetersizliğinden kaynaklı olarak başarısız olmuştur. Bu noktada aracın kontrolünün sağlanması için teknik destek gerekmektedir.

LIDAR kullanarak bir doğrultuda bulunan ilk nesneye olan mesafe ölçülmektedir, bu yolla tekerlekli sandalyenin önünde bulunan duvar vb. nesneler tespit edilmektedir.

Çevredeki engelleri tanımak için kullanılan Mobilenetv2 konfigürasyonları ~13 fps hız yakalanmaktadır. Bu, ETSİNS projesi için yeterli sayılabilecek bir hızdır. Bunun yanında obje tespiti oranında da başarısı 80% ve üzerinde olması güvenilirlik sunmaktadır. Bunun yanında, birkaç model daha eğitilebilirdi. COCO dataseti ile eğitilmesi yerine karşılaşma ihtimali daha yüksek olan ve gerçek hayat senaryosuna uygun bir dataset oluşturulabilirdi. Bu yöntem ile tespit edilecek nesne uzayı daraltılacağı ve böylelikle 80% üzerinde bir doğruluk yakalanması mümkün olabilirdi. Ancak bunun sağlanması için veri toplanması, gürültülerin giderilmesi, etiketlenmesi ve bölümlenerek modelin eğitilmesi gerekmektedir. Kısıtlı olan bitirme projesi süresinde, yeni dataset oluşturulması, eğitilmesi ve çıkan modelin de sisteme entegre edilmesi için harcanacak zaman bulunmamakta ve bu sebeple model eğitimi yapılamamaktadır.

Engel tanıma sisteminin mevcut hali ile tespit ettiği engellere olan uzaklığı ölçmek, başarısızlıkla sonuçlandı. Gerekçe, önerilen algoritmaların gerçekleşmesinde karşılaşılan güçlükler. Ölçümlerde oluşan hataların giderilememesinden kaynaklı olarak bu mekanizma, sisteme entegre edilmemiştir.

ORB-SLAM2, ROS ile entegre edilerek, elektrikli tekerlekli sandalyenin kamera görüntüsünde çevredeki feature noktaları tespit ederek bunları hafızasına kaydetmektedir. Böylelikle geçmişte tespit edilmiş feature noktaları takip edilerek bir harita oluşturulabilir. Oluşturulmuş bu haritadaki feature noktalarını anlık olarak tarayarak en uygun noktalar eşleştirilerek elektrikli tekerlekli sandalyenin hangi konumda olduğu, hareket halindeyken belirlenebilmektedir. Bu sayede Bilgisayar Mühendisliği bölüm binası içerisinde hareket eden elektrikli tekerlekli sandalye aynı zamanda harita oluşturmakta ve daha önceden oluşturulmuş haritadan konumunu takip edebilmektedir. Kullanılan NVIDIA Jetson Nano, bu sistem çalışırken GPU kullandığı için fazladan güç tüketmektedir. Bölüm içinde aracı gezdirmek ve harita

oluşturmak için ise kablo ile prize bağlı olmak gerekmektedir. Bu sebeple bütün bölümün haritası çıkarılamamış ve aracın bölüm içerisinde güvenli ve bağımsız olarak hareket etme ihtimali mevcut koşullar altında kalmamıştır. Bu sistemin bağımsız olarak çalıştırılabilmesi için priz yerine ak ile bağlantı sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda teknik bilgi yetersizliği mevcuttur. Ak ile bağlantının yapılması için teknik destek gerekmektedir.

Yukarıda ifade edildiği gibi, çeşitli konularda teknik desteğe ihtiyaç duyulmakta ve bu destekler proje ilerleyişini temelden etkilemektedir. Bu sebeple, ETSİNS projesinin yapımının bir grup işi olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Futurama (1939 New York World's Fair) - Norman Bel Geddes, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_self-driving_cars
- [2] SELF-DRIVING ROBOT MAKES LIFE EASIER FOR FORD EMPLOYEES. <https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/en/news/2019/05/09/self-driving-robot-makes-life-easier-for-ford-employees-.html>
- [3] Wang J, Ma Y, Zhang L, Gao RX (2018) Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications. J Manuf Syst 48:144–156. <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2018.01.003>
- [4] Haritha Thilakarathne, (2018) Deep Learning Vs. Traditional Computer Vision <https://naadispeaks.wordpress.com/2018/08/12/deep-learning-vs-traditional-computer-vision/>
- [5] Chu, Ji, Guo, Li and Wang (2004) https://ieeexplore.ieee.org/document/1336478?tp=&arnumber=1336478&url=http%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1336478
- [6] Comfort Plus Escape LX Akülü Tekerlekli Sandalye, <https://www.comfortplus.com.tr/comfort-plus-escape-lx-akulu-tekerlekli-sandalye-bordo-p-130>
- [7] MCP4725, <https://www.adafruit.com/product/935>
- [8] Raspberry Pi Camera v2, <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>
- [9] LIDAR-Lite v3, <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/557294>
- [10] SparkFun 9DoF Razor IMU M0, <https://www.sparkfun.com/products/14001>
- [11] NVIDIA Jetson Nano, <https://www.nvidia.com/tr-tr/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/>
- [12] Arduino Bluetooth 4.0 Seri Modül- HM-10, <https://www.direnc.net/arduino-bluetooth-40-seri-modul>
- [13] RASPBERRY Pİ 4 VS JETSON NANO (NVIDIA) KARŞILAŞTIRMALI İNCELEME, <https://blog.direnc.net/raspberry-pi-4-vs-jetson-nano-nvidia-inceleme/>
- [14] Raúl Mur-Artal, J. M. M. Montiel and Juan D. Tardós. ORB-SLAM: A Versatile and Accurate Monocular SLAM System. IEEE Transactions on Robotics, vol. 31, no. 5, pp. 1147-1163, 2015. (2015 IEEE Transactions on Robotics Best Paper Award). <http://webdiis.unizar.es/~raulmur/MurMontielTardosTRO15.pdf>
- [15] ROS, <https://www.ros.org>
- [16] OpenCV, <https://opencv.org/>
- [17] ROS using autonomous-cars, ros news, <https://www.ros.org/news/robots/autonomous-cars/>
- [18] Mobilenetv2 <https://arxiv.org/abs/1801.04381>
- [19] COCO, 91 sınıf
- [20] Shahriar Sayeed, Distance to objects using single vision camera. 0:02 <https://www.youtube.com/watch?v=Qm7vunJAtKY>

A. EKLER

1. Lisans Bitirme Projesi Konusu Bildirme Formu

T.C. GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ LİSANS BİTİRME PROJESİ KONUSU BİLDİRME FORMU	
ÖĞRENCİ ADI SOYADI : Muaz Kurt ÖĞRENCİ NO : 151044062	İMZA:
PROJE KONU BAŞLIĞI: Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler için Navigasyon Sistemi	
PROJENİN AMACI: Elektrikli bir tekerlekli sandalyeyi kapalı bir alanda, otonom şekilde hareket eder hale getirmek ve bunu yaparken öğrenilen bilgilerle ileride yapılacak olan projelerde incelenmek üzere bir referans kaynak oluşturmak.	
FAYDALANILACAK KAYNAKLAR: <ul style="list-style-type: none">Wang J, Ma Y, Zhang L, Gao RX (2018) Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications. J Manuf Syst 48:144–156. https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2018.01.003Chu, Ji, Guo, Li and Wang (2004) https://ieeexplore.ieee.org/document/1336478?tp=&arnumber=1336478&url=http%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1336478Raúl Mur-Artal, J. M. M. Montiel and Juan D. Tardós. ORB-SLAM: A Versatile and Accurate Monocular SLAM System. IEEE Transactions on Robotics, vol. 31, no. 5, pp. 1147-1163, 2015. http://webdiis.unizar.es/~raulmur/MurMontielTardosTRO15.pdfROS, https://www.ros.orgOpenCV, https://opencv.org/Mobilenetv2 https://arxiv.org/abs/1801.04381	
PROJE DANIŞMANI: Prof. Dr. Yusuf Sinan AKGÜL	İMZA:
BÖLÜM BAŞKANI: Prof. Dr. Erkan Zergeroğlu	İMZA:

- Bu form bilgisayar ortamında 2 nüsha olarak düzenlenecek, bir nüsha bölüm başkanlığına ve bir nüsha proje danışmanına verilecektir.