

TEKNOFEST İSTANBUL

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ROBOTAKSİ – BİNEK OTONOM ARAÇ YARIŞMASI

KRİTİK TASARIM RAPORU



ARAÇ VE TAKIM ADI: OTONOM DÜLDÜL-
TÜRKMEKATRONİK OTONOM

TAKIM KAPTANI: Recep Kaan SOYDAL

DANIŞMAN ADI: DR. MUSTAFA EMRE AKÇAY

İÇERİK

1. Takım Organizasyonu	3
2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi	5
3. Araç Fiziksel Özellikleri	5
4. Sensörler	6
5. Araç Kontrol Ünitesi	7
6. Otonom Sürüş Algoritmaları	8
7. Sistem Entegrasyonu	8
8. Özgün Bileşenler	9
9. Güvenlik Önlemleri	10
10. Test	10
11. Referanslar	11



1. Takım Organizasyonu

Takımımız Kocaeli Üniversitesi Mekanik Mühendisliği öğrencileri tarafından Otonom Araç projesi geliştirmek amacıyla danışman hocamız Prof. Dr. H. Metin ERTUNÇ eşliğinde kurulmuştur.

Takım üyeleri lisans ve yüksek lisans seviyesindeki Mekanik Mühendisliği bölümü öğrencilerinden oluşmaktadır. Takım içinde aşağıdaki gibi ayrılmış üç çalışma grubu kurulmuş, iş dağılımları yapılmış ve sorumluluklar paylaştırılmıştır:

- 1) Elektrikli aracın mekanik tasarımı, imalatı ve problemlerinin çözüm ekibi
- 2) Otonom direksiyon sisteminin tasarımı ve kontrolüne odaklanan ekip
- 3) Görüntü işleme algoritmalarıyla şerit takibi yazılımını gerçekleştirecek ekip

Takımımızın içinde yer aldığı Türk-Mekanik Kulübü, TÜBİTAK EFFİCIENCY CHALLENGE yarışlarına 2008 yılından bu yana katılmaktadır. 2015 ve 2016 yıllarındaki yarışlara katılan eski aracımız 'TM Alfa' elektrikli araç üzerinde ilk deneme çalışmalarına başladık. Bu çalışmaları aynı konu üzerinde bitirme projesi alan 5 son sınıf öğrencisi sene başından beri yürütmektedir. Takımdaki elektronik kısımda görev alan öğrenciler öncelikle aracın batarya kontrollerini gerçekleştirdi. Eş zamanlı olarak aracı otonom kontrol edebilmek için direksiyon sistemlerini araştırdık ve prototip bir direksiyon sistemi ürettik. Takımımız araştırma ve tasarım faaliyetlerine kesintisiz devam ederek yarışlara hazırlanmaktadır. TM Alfa aracında kazanılan bilgi ve tecrübe 2017 ve 2018 yıllarında Tübitak yarışlarına giren 'TM-Bilge' aracına aktarılacak, gerçekleştirilen tasarım ve imalatlar bu araca entegre edilecektir. Çünkü bu araç 2017 yılındaki Efficiency Challenge yarışlarda tasarım ödülü almış, gerçek bir spor aracı niteliğindedir.

Çalışma sistemimiz elektronik ve mekanik olmak üzere ikiye ayrıldı. Bir ekip aracı mekanik olarak otonom sistemlere hazırlıyor. Bir diğer ekip ise aracın yazılım, simülasyon ve elektronik sistemleri üzeri üzerine çalışmaktadır. Elektronik ekip simülasyon konusunda kendilerini geliştirmiş ve aracın hareketlerini elektronik ortamda gözlemlemeyi öğrenmiştir. Mekanik ekip aracın sistemlerine minimum seviyede müdahalede bulunarak aracı otonom sistemlere hazırlamaktadır. Gerekli parçaları ekibimiz üyeleri çizmekte, geliştirmekte ve üretimini yapmaktadır.

İSİM SOYİSİM	GÖREVİ	AÇIKLAMA
RECEP KAAAN SOYDAL	Mekanik ve elektronik	Mekanik aksamaların üretilmesi ve geliştirilmesi, motor sürücü ve motor sistemlerinin otonom sisteme entegre edilmesi. Araç kontrol sisteminin tasarımı ve üretilmesi.
CEYHUN DİBİÇ	Yazılım ve motor kontrolü	Aracın otonom sistem algoritmasını oluşturma, geliştirme, simülasyon oluşturma, haberleşme, direksiyon motorunun kontrolü.
METİN DURMUŞ	Yazılım ve simülasyon	Aracın görüntü işleme algoritmasını oluşturma ve geliştirme. Trafik ışık ve levha tanıma. Deep learning. Simülasyon yapımı.
MEHMET GÜNEYLİ	Mekanik	Aracın mekanik açıdan otonom sistemlere uygun hale getirilmesi. Direksiyon sistemi tasarımı.
EGEMEN KÜÇÜKASLAN	Görüntü işleme	Trafik levha görüntü işleme ve geliştirme. Takometre kart tasarımı ve üretimi. Telemetri sistemi yapılandırılması.
SAHİR SELÇUK MISIR	Simülasyon ve haberleşme	Simülasyon ortamını oluşturma. Can bus protokolü ve telemetri geliştirilmesi. BMS geliştirme.
EMRE POLAT	Motor sürücü ve mekanik	Aracın otonom sisteme dönüştürülmesinde mekanik yürürünün kontrol ve bakımı
FURKAN ÖZDİNÇ(YENİ ÜYE)	Araç kartları ve Haberleşme	Aracın haberleşme algoritmalarının oluşturulması ve devrelerin üretimi. BMS geliştirme.
UFUK ŞİMŞEK	Görüntü işleme ve algoritma geliştirme	Görüntü işleme algoritmalarının geliştirilmesi ve şerit takibi. Deep Learning.

2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi

Ön tasarım raporu oluşturulurken öncelikli hedeflerimiz ve çalışmalarımız büyük ölçüde hazırды. Ön tasarım raporunun çok dışına çıkmamaya özen göstererek çalışmalarımızı ve araştırmalarımızı hızlandırdık. Araç üzerinde Lidar kullanımını maddi ve işlevsel önemini göz önüne alarak planlarımızdan çıkarma kararı aldık.

Aracın frenlemesini motor sürücü ile yapma kararımızı daha işlevsel ve daha sağlam olması düşünülerek pedala “lineer motor” ekleme kararı aldık.

Bütçe planlamamız LİDAR almama kararı ile büyük bir değişime uğradı. Aracın motor sürücüsünün arızalanması sonucunda bütçemizin bir kısmı motor sürücüsü almak için ayrıldı.

3. Araç Fiziksel Özellikleri

Yarışmada önceki yıllarda Tübitak yarışlarında kullandığımız elektrikli aracımız üzerinde geliştirmeler yaparak otonom araç haline getireceğimiz aracı kullanmayı hedeflemekteyiz. Yapacağımız geliştirmeler arasında en önemlileri; elektronik direksiyon, elektronik gaz pedalı, elektronik fren olacaktır.

Elektronik Direksiyon: Araç direksiyon aksamı üzerinde kendi tasarımımız olan bir sistemle bir DC motoru direksiyon sistemine bağlayacak ve direksiyonu elektronik hale getireceğiz.

Elektronik Gaz Pedalı: Aracın motor sürücüsüne bağlanarak elektronik bir şekilde kontrolü sağlanarak elektronik gaz pedalını kullanmış olacağız.

Elektronik Fren: Aracın motor sürücüsüne bağlanarak sürücü özellikleri dahilinde olan rejeneratif frenleme sistemi kullanılacak ve ayrıca güvenlik önlemi olarak da araç içerisinde bulunan hidrolik fren sistemine bağlı fren pedalına kendi tasarımımız olan elektro-mekanik fren sistemini de aktif edeceğiz.

Aracın otonom yazılımını kendi geliştirdiğimiz algoritma ile programlayarak ve bir arayüz programı kullanarak kontrolünü sağlayacağız. Aracın otonom arayüzünde bütün hareketleri yani yol takibi, fren ve direksiyon hareketlerinin kontrolü sağlanacaktır. Ayrıca otonom arayüzünde 2 temel komut butonu bulunacaktır. Bunlardan birincisi, aracın göreve başlaması için gerekli olan GO yani GİT komut butonudur. İkincisi ise acil durumlarda aracı uzaktan durdurabilmek için kullanılacak olup aracın acil stop devresini kontrol edecektir. Otonom arayüzünde ayrıca aracın elektronik sistemlerinde sıkıntı olması durumunda kullanılacak, hidrolik fren sistemini aktif hale getirecek elektro-mekanik sistemin de kontrolü sağlanacaktır. Ayrıca kameradan alınacak veriler arayüz ekranında görüntülenecektir.

4. Sensörler

Araçta iki adet kamera bulunmaktadır. Bir kamera sadece şeritlere odaklanıyor .Diğer kamera ise tabelalara odaklanıyor. Şerit algılayan kamera kaput üzerinde konumlandırılmakta. Tabela kamerası ise aracın üzerine konumlandırılmaktadır. Böylelikle herhangi bir şekilde tabela veya şerit algılamama sorununun önüne geçmeyi hedeflemekteyiz. Stereo kamera almayı planlamıştık ancak bütçe planlamamız sonucu daha düşük seviye kamera almayı kararlaştırdık. Şuan webcam ile denemelerimizi yapmaktayız.

Seçtiğimiz Kamera: Logitech C922 Pro Stream Webcam 1080P Kamera

Engel algılamak için mesafe sensörü kullanmaktayız. Bu sensör ile aracın önünde ve arkasında nesne olup olmadığını algılayarak nesnenin uzaklığını algılamaktayız. Bu sensörden iki adet kullanmaktayız.

Seçtiğimiz Sensör: TF Mini LiDAR (ToF) Lazer Menzil Sensörü



5. Araç Kontrol Ünitesi

KABLOSUZ İLETİŞİM

Yer İstasyonu ve ECÜ de bulunmak üzere 2 adet olan Telemetri modülü 300 metre civarında menzili bulunan Dorji DRF1212D10 olarak seçilmiştir.

Tüm birimlerle CANBUS üzerinden haberleşip veri paylaşımı yapabilen Elektronik Kontrol Ünitesi(ECÜ), üzerinde bulunan ve ECÜ'nün sahip olduğu UART pinlerinden RX ve TX'e bağlantılı RF modülü sayesinde tüm bu verileri Yer İstasyonuna aktarabilme kabiliyetine de sahip olmaktadır.

Modülün Normal ,Uyku,Uyanış ve güç tasarrufu gibi çalışma modları bulunmaktadır.



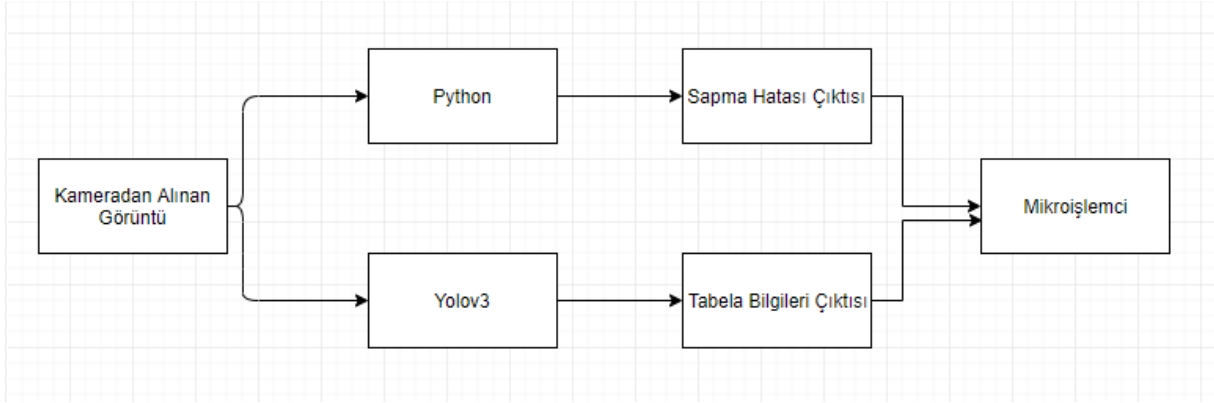
Teknik Özellikler

- Verici Gücü 10dBm = 10mW
- 433MHz FSK(Frekans Kaydırmalı) transceiver Alıcı-Verici
- Verici Gücü 10dBm = 10mW
- Alıcı hassasiyeti: -113dBm
- Açık alanda menzil > 300m
- Ayarlanabilir Kanal
- 4 çalışma modu
- İki 256byte ön bellek
- UART Bağlantı (RS232)
- Beklemede (Standby) Akım < 1.5uA
- 2.1V~3.6V Besleme

Araçtan İstasyona gönderilen veriler

- Hız (m/s) Aracın hız bilgisi m/s cinsinden belirtir.
- Pil/yakıt yüzdesi Aracın kalan mevcut yakıt/pil şarj miktarını yüzde cinsinden belirtir.
- Araç Hareket Durumu Sağa-Sola Dön,İlerle- Durak-Dur-Engel gibi otonom yönergeleri belirtir.

6. Otonom Sürüş Algoritmaları



Kameradan alınan görüntü eşzamanlı olarak hem python'a hem de yolov3 algoritmasına gönderilmektedir. Python'da opencv ve benzeri kütüphaneler kullanılarak şeritlerin ortasından rota şerit çizdirilerek sapma hatası çıktısı alınmaktadır. Bu hata mikroişlemciye gönderilerek direksiyona entegre edilen motora gönderilmektedir. Motor bu sapma hatasına göre rota şeriti takip etmektedir. Yolov3 algoritmasında ise tabela bilgileri algılanarak mikroişlemciye bu bilgileri aktarmaktadır. Mikroişlemci bu bilgileri motor sürücü ve fren sistemine aktarmaktadır.

7. Sistem Entegrasyonu

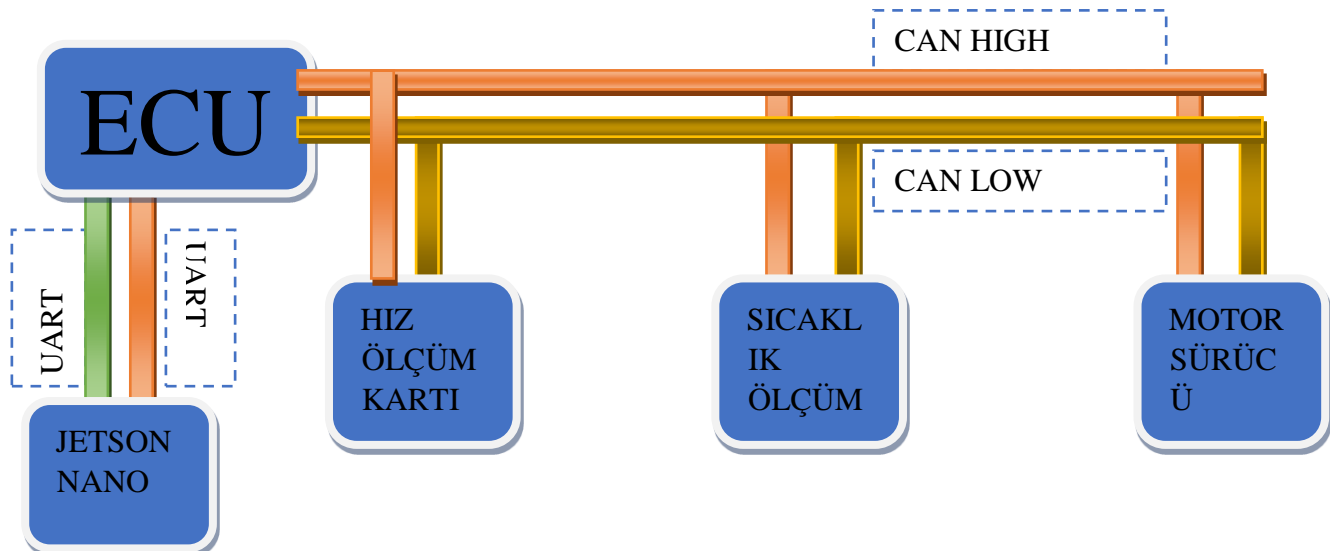
Sıcaklık ölçüm kartı, batarya ünitesinde bulunan 20 adet sensörden gelen verileri taramaktadır. Sıcaklık olarak, belirlenen sınırları aşan sensör öncelikli olmak üzere sensör kartına veri yollanmaktadır. Sensör kartı da Mcp2515 vasıtasıyla CanBus hattına uyarı mesajı göndermektedir.

ECU batarya sıcaklıklarını istek çerçevesi yollayarak alabilse de sistem kararlılığı için kritik olan sıcaklığın bilgisi ECU'da kesme oluşturacak şekilde de gelebilmektedir.

Hız ölçüm kartımızda ise IR(kızılötesi) sensör ile tespit edilen hız bilgisi km/h olarak CanBus hattına ECU'dan istek çerçevesi gelmesi halinde basılabilmektedir.

Jetson NANO'dan gelen veriler ise UART haberleşme ile ATMEEL2560 denetleyicinin bulunduğu ECU'ya gönderilerek, aracın gideceği yön ve ilerleme hızı belirlenmektedir.

Tüm bu verileri işleyip yorumlayan ECU ise hareketi başlatmak, yürütmek, durdurmak gibi görevleri motor sürücü kartına ileterek hareketi sağlamaktadır.



8. Özgün Bileşenler

a.Şasi

Şasi için uygun profillerin teminatlari sağlandıktan sonra Türk Mekatronik üyeleri ve Kocaeli Üniversitesi Kaynak Atolyesi ustaları beraberinde şasinin üretimi sağlanmıştır.

b. Kabuk

Kabuk tasarımı Türk Mekatronik takımına aittir. Aerodinamik hesaplarına en uygun kabuk tasarımı gerçekleştirilerek sponsor firmada üretimi sağlanmıştır.

c. Bys

Batarya yönetim sistemi, Türk Mekatronik Takımı öğrencileri tarafından tasarlanmıştır. Tasarladığımız batarya yönetim sistemimizde gerilim, akım, sıcaklık ölçümü, pasif dengeleme sistemi ve herhangi bir pilin gerilim, akım, sıcaklık değerlerinden herhangi biri sınır değerlerini aşması durumuna karşı koruma sistemi tasarlanmıştır.

d. Telemetri

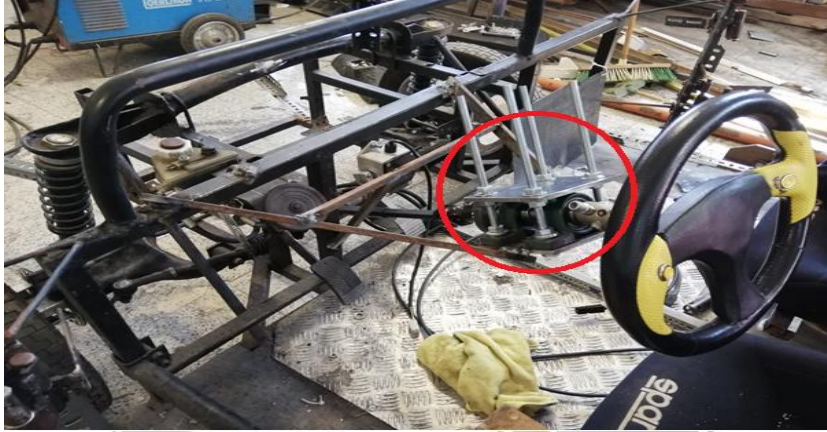
Telemetri Sistemi Türk Mekatronik Ekip Üyeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Arduinolar üzerinden yapılan işlemler sonucunda araçtan alınan bilgiler toplanıp araç kontrol ünitesinde tanıtılmış olduğumuz rf haberleşme modülünden çift taraflı olarak haberleşme sağlıyoruz. C#'ta oluşturduğumuz arayüz aracılığıyla bilgileri kablosuz şekilde ekranımızdan okuyabiliyoruz.

e. Sistem Ara Yüzü

Visual Studio'dan C# diliyle hazırlanmış olduğumuz arayüzde 20 paket batarya sistemimizin her batarya paketinin sıcaklıkları ve gerilimleri, aracın hız bilgisi gibi değerler sistem arayüzünden alınmaktadır.

f.Aracın Direksiyon Motorunu Sabitleyici Mekanik Sistem:

Tasarımımız farklı direksiyon motorları kullanmak istediğimizde sistemdeki somunları çıkartıp yeni motoru takmak kadar basit.



9. Güvenlik Önlemleri

Batarya grubu paketlemesi yangına en az 5 dakika dayanıklı bir malzeme ile üretilmiştir. Malzeme olarak metal plaka kullanılmıştır. Batarya paketi herhangi bir sarsıntı durumunda tehlike oluşturmaması adına araç şasisine montajlanmıştır. Sıcaklığı kontrol altına almak için aracın dışarısından batarya paketine borular vasıtasıyla hava transferi imkanı oluşturulmuştur.

10. Test

Otonom araç şeklinde bütün sistem test edilmemiştir. Ancak kısım kısım yaptığımız testlerden bahsedecek olursak:

Direksiyon motorunun uygun derecede dönmesi için testleri yapıldı ve bu test sonucu en başta yaptığımız tasarımdan farklı bir tasarım ürettik.

Şerit takibi algoritmamız trafikte bir arabada gerçek zamanlı olarak test edilmiştir.

Motor sürücüsünün otonoma entegre olması adına yaptığımız çalışmalar sırasında motor sürücümüz yandı ve yeni sürücümüzün gelmesiyle otonom testlerine devam edeceğiz.

Tüm çalışmalarımız bittikten sonra test parkurunu okulumuz içerisinde oluşturarak aracımızı denemeyi hedefliyoruz.

11. Referanslar

- ¹ <https://www.endustri40.com/surucusuz-otonom-araclar/>
- ² <https://sciencemediahub.eu/2019/02/20/autonomous-cars-will-roads-be-safer-if-algorithms-replace-human-drivers/>
- ³ Kılınç O., Küçükyıldız G., Karakaya S., Ocak H., Kamera ve Lazer Kullanılarak Lidar Sistemi Geliştirilmesi, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı TOK2013, Malatya, Türkiye, 1–4 Mayıs 2013.
- ⁴ Ünlü N., Karahan Ş., Tür O., Uçarol H., Özsü E., Yazar A., Turan L., Akgün F., Tırıs M., Elektrikli Araçlar, 1st ed., Tübitak MAM, Kocaeli, 2003.
- ⁵ Aldoğan E., Elektrikli Araçlar İçin Batarya Yönetim Sistemi Donanımı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2012, 313052.
- ⁶ Altun Ş., Elektrikli Araçlar İçin Batarya Yönetim Sistemi Algoritması Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2012, 313053.

