

Mobil Otonom Park Etme (MOPA) Uygulaması Geliştirilmesi*

Mobile Autonomous Parking Application (MAPA) Development*

Uğur Yüzgeç¹, Sena Şahin¹

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye
ugur.yuzgec@bilecik.edu.tr

Öz

Bu çalışmada araba ve benzeri araçların otomatik olarak park etme problemi ele alınmış ve aracın kendi kendine park etmesini sağlayan sistem için bir örnek gerçeklemek ve bu sistem sayesinde sürücülerin daha kolay bir şekilde araçlarını park edebilmelerini sağlamak amaçlanmıştır. Uygulama kısmında araç kontrolü için Arduino seti, uzaktan araç kontrolü için kablosuz haberleşme modülleri ve otomatik araç park sistemi için ultrasonik sensörler kullanılmıştır. Mobil cihazlar için Unity3d yazılımı ile bir arayüz geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler — Arduino, Otonom, Unity3d, Park.

Abstract

In this study, autonomous parking problem of the cars and similar vehicles is considered and the aim of this study is to realize a prototype for the self parking system and to park more easily by this system. In the application, Arduino module for controlling the car, wireless communication modules for remote control and ultrasonic sensors for autonomous parking system were used. An interface were developed by Unity3d software package for mobile devices.

Keywords — Arduino, Autonomous, Unity3d, Park.

1 Giriş

1885 yılında Alman mühendis Karl Benz tarafından benzinle çalışan içten yanmalı motora sahip ilk otomobil yapıldığından beri arabalar büyük bir evrim geçirmiştir.

Gönderim ve kabul tarihi : 02.01.2017 - 01.06.2017

Gelişen teknoloji ile birlikte motor verimi ve araç hızı artarken, otomobil fiyatları giderek düşmeye başlamıştır. Sonuç olarak, kullanımdaki araç sayısının gün geçtikçe artması beraberinde de çeşitli sorunları getirmiştir. Bu sorunlardan bir tanesi de araçların park etme problemidir. Araçlarda park etme sırasında genellikle küçük maddi kazalar meydana gelmektedir. Araçlara takılan park sensörleri ve geri görüş kameraları sürücüye park esnasında engel olup olmadığı bilgisini çeşitli ikazlarla vererek, park etme işini kolaylaştıran yarı otonom park etme yöntemleri olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Literatürde ve özel sektörde kendiliğinden park edebilme üzerine birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Demirli ve Khoshnejad yaptıkları çalışmada [1], otomatik paralel park işlemi araba benzeri robotlar için bulanık sinir ağı sensör tabanlı kontrol yaklaşımı ile sunmuşlardır. Bu yaklaşımda park alanı boyutunun ölçülemez olduğu kabulü üzerinde durularak, denetleyiciye sensörlerden gelen bilgilere göre hareket yönüne karar verebilmesi öğretilmiştir. Gomez-Bravo ve arkadaşları holonamik olmayan tekerlekli araçların hem paralel hem de çapraz olarak park etme sistemleri üzerine yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Çarpışmayı önlemek amacıyla bazı kısıtlamalar kullanarak, park işlemi çok sayıda manevra ile yapmak yerine tek seferde park etme işlemi üzerinde çalışmışlar, ancak bu işlem için park yerinin yeterli kadar büyük olması çalışmanın zayıf yönü olarak öne çıkmaktadır [2].

Zhao ve Collins yaptıkları çalışmada [3], bulanık mantık ile dar alanlarda otomatik park etmek için bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntemde manevra işlemi üç adımda gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık denetleyicisi için üyelik fonksiyonları ve ölçekleme faktörlerinin belirlenmesinde genetik algoritma

kullanılmıştır. Oluşturulan algoritma "ATRV-Jr" isimli robota entegre edilmiştir. Lee ve arkadaşları, araba benzeri robotların park etmesi için belirli girdiler için matematiksel denklemlerle belirli çıktılar üretme yöntemini sunmuşlardır. Çalışmada kinematik model ile ilgilenilerek, belirli kısıtlar altında denetleyici tasarlanmıştır [4]. Gupta ve arkadaşları çalışmada [5] park işleminden önce aracın duruş açısına ve park alanının büyüklüğüne göre araç kinematiğini kullanarak otomatik park işlemini sağlamaya çalışmışlardır. Sensörlerden alınan verilere göre farklı durumlar tanımlanmıştır. Zengin yaptığı çalışmada pürüzsüz bir zeminde, düz yüzeyli engellerin olduğu bir park yerini bulabilen ve park yerine uygun, paralel şekilde en az manevra ile park edebilen bir mobil araç geliştirmiştir [6].

* Bu makalenin bir kısmı Uluslararası Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Konferansı'nda (UBMK 2016) sunulmuştur.

Bu çalışmada araba ve benzeri araçların otomatik olarak park etme problemi ele alınmıştır. Aracın kendi kendine park etmesini sağlayan sistem için bir prototip oluşturmak ve bu prototip sayesinde sürücülerin daha kolay bir şekilde araçlarını park edebilmelerini sağlamak çalışma kapsamında hedeflenmiştir. Geliştirilen donanım ve yazılım yardımıyla park edilebilecek kadar bir alanın olup/olmadığının hesaplanması, yeterli alan bulunduğu sürece sürücünün herhangi bir müdahalesi olmadan aracın üzerindeki sensörler yardımıyla otomatik park edebilmesi sağlanmıştır. Yine bu çalışmada uzaktan araç kontrolü için mobil platform tabanlı bir arayüz tasarımı gerçekleştirilmiştir.

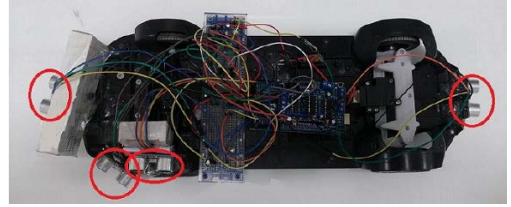
2 Donanımsal Tasarım

Bu çalışma kapsamında üzerinde değişiklik ve ekleme yapılacak bir uzaktan kumandalı oyuncak araba prototip (bkz. Şekil 1.a) olarak seçilmiştir. Prototipin oluşturulması aşamasında, model arabanın ana kartına motorlardan ve ledlerden gelen bağlantı uçları çıkarılarak aracın motorlarından gelen kablolar ve güç kabloları motor sürücü kartına klemensler ile monte edilmiştir. Arduino motor sürücü (bkz. Şekil 1.e) Arduino Mega kartı (bkz. Şekil 1.b) ile iç içe geçirilerek birleştirilmiştir. 4 adet ultrasonik sensör araç üzerinde kullanılacak kısımlara monte edilmiş ve ana karta bağlantıları yapılmıştır. Ultrasonik sensörler (HC-SR04, bkz. Şekil 1.d) aracın önüne, arkasına ve iki adet farklı açılarda olacak şekilde sağ arka kısma monte edilmiştir. Kablosuz haberleşme modülü için

bluetooth modülü (HC05, bkz. Şekil 1.c) tercih edilmiştir. Şekil 2'de aracın montajlarının yapımından sonraki üstten görünümü verilmiştir. Ultrasonik sensörlerin yerleri kırmızı ile gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan sensör ve kitler



Şekil 2. Montajı tamamlanan prototip aracın üstten görünümü

3 Gömülü Yazılım Tasarımı

Prototip araç üzerinde sensör bilgilerini alma ve yorumlama, motor sürücü için giriş işaretlerini üretme ve park için gerekli manevraları hesaplanması işlemlerinde bir adet Arduino Mega 2560 mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır. Genel çalışma prensibi içerisinde geliştirilen algoritma, aracın kablosuz haberleşme modülüyle (bluetooth) kontrollü olarak kullanılması ve otonom olarak park etmesi üzerine oluşturulmuştur. Otonom park gömülü yazılım algoritması, uygun park yeri bulma ve park manevrası olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Uygun park yerinin bulunması işleminde, sürücü paralel olarak park etmek istediği alana geldiğinde, mobil uygulama aracılığıyla otonom park etme komutunu vermektedir. Araç kablosuz haberleşme modülü ile gönderilen bu komutu algıladıktan sonra uygun bir park yeri bulabilmek için harekete geçmektedir. Park etme senaryoları Şekil 3'de gösterildiği gibi üç farklı senaryoda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Park yeri bulma senaryoları

Paralel park yeri tespitinde iki farklı durum değerlendirilmiştir. İlk durumda iki araç arasında park etme durumu, ikincisinde ise bir araç önüne park etme durumu ele alınmıştır. Araç etrafına yerleştirilmiş olan ultrasonik sensörlerden yararlanılarak, aracın park edebileceği mesafeye göre uygun olan park yerleri aranmaya başlar. Eğer park edilmesi istenilen mesafe aracın park edebilmesi için uygun değil ise, park işlemi sonlandırılıp buna dair bir uyarı ledi yakılmaktadır ve araç kontrolü tekrar kullanıcıya devredilmektedir. Park edilmek istenilen mesafe aracın park edebilmesi için uygun ise, park yerinin uygun olduğuna dair ilgili uyarı ledi yakılıp park etme işlemlerine geçilmektedir.

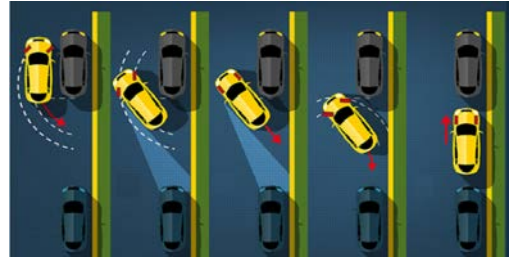
Park yeri tespiti işleminde araç önüne çıkan bir engel algılandığında, araç otomatik fren sistemini devreye sokarak araç kontrolü tekrar sürücüyeye verilmektedir. AEB (*Autonomous Emergency Braking*), otonom fren sistemi, olası bir kazayı engellemeye veya muhtemel bir kazada en az zararın olması için çalışan bir sistemdir. Araç otonom olarak park ederken araç önünde bulunan ultrasonik sensör yardımıyla herhangi bir engel algılandığında otonom fren sistemi devreye sokularak olası kazalar engellenmeye çalışılmıştır. Şekil 4'de otonom park işlemi akış diyagramı gösterilmiştir. İlk olarak kablosuz haberleşme yoluyla arayüz üzerinden araca bağlantı sağlanmaktadır.

Araç için iki sürüş modu bulunmaktadır:
Normal uzaktan kontrol modu,
Otonom park modu.

Eğer araç için otonom park modu seçilir ise, ilk olarak park edilecek yan taraftaki engel ile mesafenin en az 18 cm olması durumuna bakılmaktadır. Eğer araç ile park edilecek sağ taraf

mesafesi 18 cm'den büyükse, ikinci mesafe ölçümüne geçilir. İkinci ölçülen mesafe değerinin ilk değerden daha büyük değerde olması engelden boşluğa geçilmesi anlamına gelmektedir. Bu işlemden sonra sayaç çalıştırılarak, bir sonraki mesafe ölçümü hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan prototip araç için kabul edilen park mesafesi 35 cm olarak tespit edilmiş ve algoritma bu değere göre koşuturulmuştur. Ölçülen mesafe değeri önceden tespit edilen araç park edebilme mesafesinden (bu çalışma için 35 cm) büyük ise park yeri bulma senaryolarından iki duruma bakılır ve araç otonom park etme işlemine başlanır. Otonom park etme işlemi üç manevra ile Şekil 5'de gösterildiği gibi kurgulanmıştır.



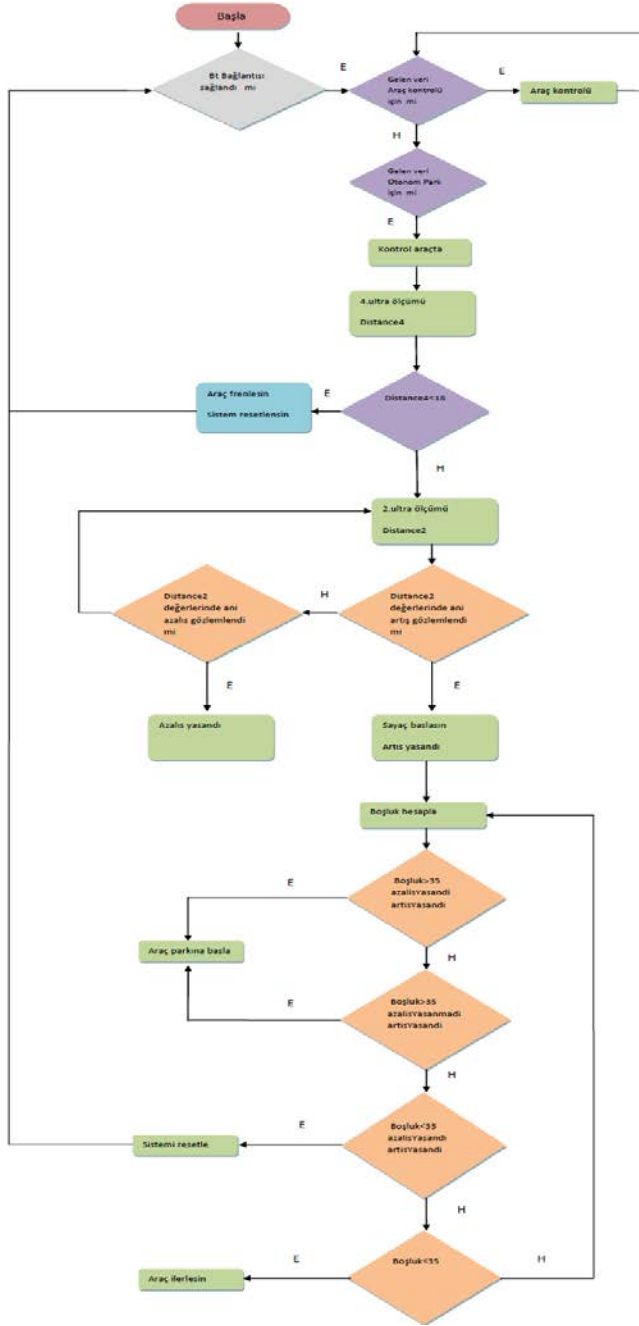
Şekil 5. Otonom park etme işlemi

Bu çalışma kapsamında kullanılan HC-SR04 ultrasonik sensörler ile ortama ses dalgası (echo) gönderilmekte ve yansıyan ses dalgası algılanmaktadır. Mikrodenetleyici üzerinde bulunan bir zamanlayıcı (timer) aracılığıyla her iki dalga arasındaki süre farkı mikrosaniye cinsinden hesaplanmaktadır. Sesin hızı havada yaklaşık 343m/s olarak alınmış ve hesaplanan süre ile sesin hızının çarpımıyla engel ve aracın arasındaki mesafe ölçümü Eşitlik 1.1'deki gibi yapılmıştır.

$$Mesafe_{cm} = Sure_{\mu s} / 58.309 \quad (1)$$

4 Unity 3d ile Arayüz Tasarımı

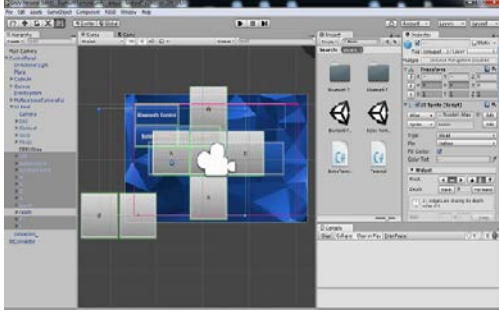
Bu çalışma kapsamında prototip aracın uzaktan kontrolü için mobil bir arayüz tasarımı Unity 3D ortamında geliştirilmiştir. Unity 3D, genel olarak ağır grafik ve fizik işlemleri gerektiren projeler veya oyunların geliştirilmesi için tasarlanmış olup, ancak bunun yanında 2D projeler ve oyunlar için de çok güçlü altyapılara sahip olan bir yazılım geliştirme platformudur.



Şekil 4. Otonom park yeri tespiti akış diyagramı

Unity'nin geliştiricilere sağladığı en önemli kolaylık, geliştirilen bir projenin herhangi bir altyapı değişikliğine gerek olmadan farklı platformlara (PC, Mac, Web, IOS, Android, Windows Mobile) uygun olarak derlenebilmesidir.

Bu sayede tek bir kaynak kod ile hazırlanan bir proje tüm platformlar için çalışır hale gelmektedir [7]. Şekil 6'da Unity 3D ile mobil arayüzün geliştirilmesine ait bir kare gösterilmiştir.



Şekil 6. Unity 3D ile mobil arayüz geliştirilmesi

Bu çalışmada kapsamında geliştirilen mobil arayüz için aşağıdaki temel arayüz elemanları belirlenmiştir:

- Arka plan resmi
- Bağlantı için bir buton
- Uzaktan/Otonom kontrol için ikinci buton
- Yön kontrolü için dört adet buton (diğer opsiyon için yön ve hız kontrolünde joystick)
- Led kontrolü için bir buton
- Hız kontrolü için kayan (scroll) bir bar
- Park kontrolü ve park kontrolünü iptal etmek için iki adet buton.

Şekil 7 ve Şekil 8'de tasarlanan mobil arayüzüne ait iki görünüm gösterilmiştir. Arayüzün sol üst tarafında yer alan buton ve js kontrol butonları iki arayüz arasında geçişi sağlamaktadır. Buton kontrolü için yapılan arayüzünde yönler için W, A, D ve S karakterleri kullanılmıştır. Yanda yer alan kayan bar ise aracın hızını ayarlamaktadır. Diğer arayüz üzerinde yön kontrolleri dokunmatik bir joystick ile yapılabilmektedir. Her iki arayüzde ortak olarak kullanılan 'P' ve 'T' sembolü butonları ise otonom park etme ve park iptal işlevlerini gerçekleştirmek için tasarlanmıştır.



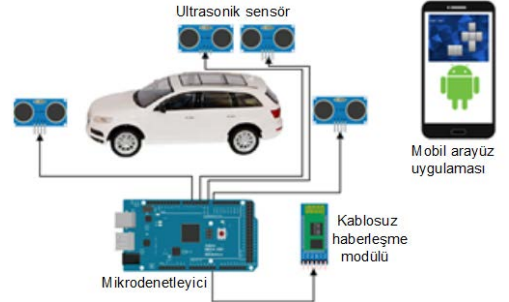
Şekil 7. Mobil arayüz görünüm 1



Şekil 8. Mobil arayüz görünüm 2

5 Uygulama Sonuçları

Şekil 9'da çalışmanın genel bir blok diyagramı gösterilmiştir. Yapılan çalışmanın diğer benzer çalışmalar ile en belirgin farkı yazılım içerisinde park yeri tespitinde aracın boyutlarına göre uygun park yeri bulunmasıdır. Çalışmayı gerçekleştirmek için araç üzerine bir mikrodenetleyici bordu, bir motor sürücü kartı, dört adet ultrasonik sensörler ve besleme için DC pil monte edilmiştir. Yine aracın uzaktan kontrol edilmesinde kablosuz haberleşme modülü kullanılmış, bir mobil arayüz yardımı ile iki farklı sürüş/park modu gerçekleştirilmiştir.



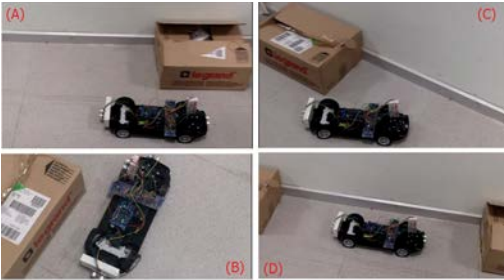
Şekil 9. Otonom park genel blok diyagramı

Park yeri tespitinde aracın sağ tarafına yerleştirilen bir adet sensörden alınan bilgiye göre anlık mesafe ölçümü yapılarak uygun park yeri tespiti yapılmıştır.

Şekil 10'da uygulama sırasında park yeri tespitine başlama anından alınan bir fotoğraf gösterilmiştir. Uygulama testlerinde engelleri temsilen farklı kutular kullanılmıştır. Şekil 11'de otonom park etme aşamalarına ait uygulama anında elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Geliştirilen prototip aracın otonom kendiliğinden park etmesine dair uygulama anından bazı fotoğraflar yine Şekil 12'de verilmiştir. Geliştirilen prototip üç durum için test edilmiştir. Bunlar sırasıyla park alanının araç boyundan küçük olması durumu, iki araç arasında uygun park yeri bulunması durumu ve tek bir araç sonunda uygun park yeri durumudur.



Şekil 10. Park yeri tespiti için aracın hareketine ait bir kare



Şekil 11. Prototip aracın otonom park etme çalışmaları. (A) Park yeri arama durumu, (B) Park yeri (uygun) bulma durumu, (C) Park manevrasına başlama durumu, (D) Park etme manevrası son durum.



Şekil 12. Prototip aracın otonom park etmesine ait fotoğraf kareleri

Yapılan çalışmalarda son park manevrasındaki sıkıntıyı gidermek için sağ taraftaki sensörün yanına bir sensör daha ilave edilmiştir. En son yerleştirilen sensör normal durumda pasif halde olup, sadece park esnasında çalışmaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen prototip araç üç durum içinde park etme/etmeme işlemini başarıyla gerçekleştirmiştir.

6 Sonuç

Bu çalışma kapsamında araba ve benzeri araçların kendiliğinden uygun park yeri bulması ve otonom park edebilmesi üzerine bir prototip geliştirilmiştir. Geliştirilen donanım ve üzerindeki yazılım sayesinde prototip aracın park edilebilecek alanın tespitini yapması, yeterli alan bulunduğu durumda sürücünün herhangi bir yardımı olmadan aracın üzerindeki sensörler yardımı ile otomatik olarak park etmesi sağlanmıştır. Algoritma tasarımı, aracın uzaktan kontrolü için kablosuz haberleşme modülü (bluetooth) kullanılması ve otonom olarak park etmesi üzerine oluşturulmuştur. Otonom park kısmı ise uygun park yeri bulma ve kendiliğinden park etme olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Ayrıca Unity3d yazılım paketi ile tasarlanan arayüz ile aracın uzaktan kontrolü sağlanmıştır. Yapılan uygulama çalışmalarında farklı senaryolar denenmiş ve bu senaryolar için geliştirilen prototip başarılı olmuştur. Gelecek çalışmalarda görüntü işleme tabanlı otomatik park yeri bulma ve otonom park çalışmaları yapılması düşünülmektedir.

Kaynakça

- [1] Demirli, K., & Khoshnejad, M., "Autonomous parallel parking of a car-like mobile robot by a neuro-fuzzy sensor-based controller", *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 160(19),2009, pp.2876-2891.
- [2] Gómez-Bravo, F., Cuesta, F., & Ollero, A., "Parallel and diagonal parking in nonholonomic autonomous vehicles", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 14(4), 2001, pp. 419-434.
- [3] Zhao, Y., & Collins, E. G., " Robust automatic parallel parking in tight spaces via fuzzy logic", *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 51(2), 2005, pp.111-127.
- [4] Lee, S., Kim, M., Youm, Y., & Chung, W., "Control of a car-like mobile robot for parking problem", *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1999, vol. 1, pp. 1-6.
- [5] Gupta, A., Divekar, R., & Agrawal, M., "Autonomous parallel parking system for Ackerman steering four wheelers", *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIIC)*, 2010, pp. 1-6.
- [6] Zengin E., "Otomatik park eden araba", *Yıldız Teknik Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Lisans Bitirme Tezi*, 2013.
- [7] Creighton, R. H., "Unity 3D game development by example: A seat-of-your-pants manual for building fun, groovy little games quickly", 2010, Packt Publishing Ltd

