

3G TABANLI UZAKTAN KONTROL EDİLEBİLEN ARAÇ GELİŞTİRİLMESİ

Mehmet ŞİMŞEK, Mehmet YOLDAŞ, Ali BULUT, İbrahim Alper DOĞRU, M. Ali AKCAYOL

Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi Maltepe, 06570 Ankara
mehmet.simsek@gazi.edu.tr, mehmetyoldas@gazi.edu.tr, alibulut@gazi.edu.tr, iadogru@gazi.edu.tr,
akcayol@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 18.03.2011; Kabul/Accepted: 01.12.2011)

ÖZET

Bu çalışmada, ilk defa 3G (3. Nesil Kablosuz Ağlar) ile uzaktan kontrol edilebilen bir araç geliştirilmiştir. Araç üzerinde bulunan kamera ile gerçek zamanlı görüntü aktarımı yapılabilmektedir. Araç üzerinde bulunan 3G uyumlu cep telefonu ile kullanıcı uzaktaki bir bilgisayardan aracın ve kameranın hareketini kontrol edebilmektedir. Kullanıcıdan araca gönderilen kontrol mesajlarında ortalama gecikme süresi 100 ms civarlarında olurken; araçtan kullanıcıya gönderilen gerçek zamanlı görüntüdeki gecikme süresi ortalama 400 ms civarlarında ölçülmüştür. Gerçekleştirilen testler sonucunda düşük gecikme süreleri ile aracın ve kameranın yüksek hareket kabiliyeti ile kontrol edilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan araç kontrolü, 3. nesil kablosuz ağlar, gerçek zamanlı kontrol.

DEVELOPMENT OF 3G BASED REMOTE CONTROLLED CAR

ABSTRACT

In this study, a 3G (3. Generation Wireless Networks) controlled car prototype has been developed. Real-time video transmission can be done with a camera placed on the car. A User can control camera and car motions by 3G compatible cell phone which placed on the car via a remote computer. Average delay of control messages that sent from the user to the car has been measured about 100 ms and average delay of real-time videos that sent from the car to the user has been measured about 400 ms. According to experimental results, it has been shown that the car and the camera can be controlled with high motion capability with low control latencies.

Key Words: Remote Car Control, 3G Wireless Networks, Real-Time Control.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri ile birlikte robotlar günlük hayatımızda hızla yer almaya başlamışlardır ve daha da fazla yer almaya devam edeceklerdir. Robotlar temel olarak 3 grupta toplanabilir: endüstriyel robotlar, hareketli hizmet robotları ve kişiler robotları [1]. Robotlar fabrika otomasyonlarında, uzay araştırmalarında, tehlikeli çevrelerin keşiflerinde, eğlence sektöründe, sağlık sektöründe, askeri amaçlarla ve daha birçok alanda kullanılmaktadır [2]. Robotlar, kullanım alanlarına göre barındırdıkları teknolojiler de farklılık göstermektedir. Örneğin uzay araştırmaları, tehlikeli çevre keşifleri gibi alanında kullanılan robotların uzaktan kontrol edilebilmesi gerekliken; kişisel amaçlar için kullanılan robotlarda hareket planlama,

acil durum algılama gibi özelliklerin bulunması gerekmektedir. Bu çalışmada geliştirilen uzaktan kontrol edilebilen aracın temel motivasyonu güvenlik ve tehlikeli çevre keşfidir.

Haberleşme teknolojisi açısından duruma bakılacak olursa birçok alternatifin bulunduğu görülebilir. Bunlar bluetooth, zig-bee, Wi-Fi, GPRS, uydu gibi teknolojilerdir. Ancak her birinin farklı dezavantajları ve avantajları bulunmaktadır. Bluetooth, zig-bee, Wi-Fi teknolojileri için bir servis sağlayıcıya ücret ödenmesi gerekmezken, buna karşılık mesafe gibi önemli bir kısıtları vardır. GPRS, mesafe kısıtlamasını nispeten ortadan kaldırmakla birlikte düşük bant genişliğine sahiptir. Uydu teknolojisi de mesafe kısıtlamasını ortadan kaldırırken maliyet ve iletişim gecikmesi gibi dezavantajlara sahiptir. Ülkemizde son

yıllarda faaliyete geçen ve 3G olarak bilinen yüksek bant genişlikli kablosuz haberleşme teknolojisi ile uzak mesafelerde kablosuz olarak yüksek kaliteli görüntü aktarımı mümkün hale gelmiştir. Bu teknoloji için maliyet bir dezavantaj gibi görünmekle birlikte, servis sağlayıcıların ilk yatırım maliyetlerini çıkarmalarıyla birlikte maliyette bir düşüş olacağı görülmektedir. Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı bu çalışmada 3G teknolojisi kullanılmıştır.

GSM teknolojisinin gelişmesi ile birlikte bu teknolojinin otomasyon ve uzaktan kontrol sistemlerinde kullanımı da yaygınlaşmıştır. Literatürde uzaktan araç ve robot kontrolü ile ilgili olarak yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların birçoğu tam bir uygulama şeklinde değil bir sistem önerisi şeklindedir. Bu çalışmalardan belli başlı olanları şunlardır:

2002 yılında Lin ve ark. GSM teknolojisini kullanarak uzaktan kontrol için bir mimari geliştirmişlerdir [3]. Geliştirdikleri sistem PC tabanlı bir sistemdir ve GPS alıcısından elde edilen koordinat bilgilerinin GSM modem aracılığı ile iki uç sistem arasında transferi ve koordinatların gerçek harita üzerinde gösterilmesi temeline dayanmaktadır. Yazarların GSM modem üzerinden bağlantı açabilmek için Point-to-point Protocol (PPP) ile TCP/IP protokol kümesini kullanmışlardır. Böylece sabit bant genişliğine sahip bir bağlantı kurmuşlardır. Yazarlar geliştirdikleri sistemi alçak irtifa uçuşlarında kullanmış ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Sistemin tek dezavantajı 580 ms civarlarında olan haberleşme gecikmesidir.

2004 yılında Alheraish GSM haberleşme teknolojisi kullanarak uzaktan kontrollü bir ev otomasyon sistemi geliştirmiştir [4]. Geliştirilen sistem ile evin kapılarının uzaktan açılıp kapatılması, açma-kapama sistemi için gerekli olan uzak erişim şifresinin değiştirilmesi, evin ışıklarının açılıp kapatılması yapılabilmektedir. Yazarın geliştirdiği GSM tabanlı güvenlik sistemi Kısa Mesaj Servisi (KMS) üzerinden çalışmaktadır. Yani bütün komutlar KMS ile aktarılmaktadır.

2004 yılında Makaya ve ark. kablosuz kontrollü bir robot prototipi geliştirmişlerdir [5]. Yazarların geliştirdikleri projenin amacı GSM ve GPRS haberleşme teknolojileri kullanarak hareketli bir robotun uzaktan kontrolüdür. Geliştirilen robot üzerinde robotun hareketini, ortamın sıcaklık değerini ve robotun batarya seviyesini kontrol eden mikro denetleyiciler bulunmaktadır. Ayrıca, geliştirilen robot üzerinde bulunan bir kamera ile fotoğraf çekilebilmekte ve Çoklu ortam Mesajlaşma Servisi (ÇMS) kullanılarak uzaktaki bir cep telefonuna iletilebilmektedir.

2005 yılında Luo ve ark. gezgin akıllı güvenlik robotu geliştirmişlerdir [6]. Geliştirdikleri robot üzerinde hareket planlama, hareket kontrolü ve uzaktan kontrol edilebilme özelliği sağlayan sistemler bulunmaktadır. Algılama için ultrasonik sensörler, kızılötesi

sensörleri ve kamera kullanmışlar; kontrol için de GSM teknolojisinden faydalanmışlardır.

2009 yılında Rissanen ve ark. Bluetooth üzerinden kontrol edilebilen bir robot araba geliştirmişlerdir [1]. Geliştirdikleri arabanın bluetooth ile kontrol edilebilmesi için araba üzerine bluetooth modülü olan bir Kişisel Dijital Yardımcı (KDY) yerleştirmişlerdir. Uzaktan kontrol için de yine bluetooth modülü olan bir cep telefonu kullanmışlardır.

2009 yılında Li ve ark. GPRS tabanlı bir koruyucu robot alarm sistemi geliştirmişlerdir [2]. Geliştirdikleri sistem iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar: anormal veya tehlikeli durumların algılanması ve bu durumun ÇMS ile kullanıcıya bildirilmesidir. Yazarların geliştirdikleri robot yangını ve ortama izinsiz girişleri tespit edebilmektedir.

2009 yılında Babulak e-imalat alında yeni nesil internet uygulamaları ilgili bir çalışma geliştirmiştir [7]. Bu çalışmada bilgi teknolojilerini kullanırken karşılaşılan zorluklardan bahsedilmiştir. Bilgi Teknolojileri SmartCut gibi şu anki makine araçlarının temel bileşeni olduğu, kombinasyon tornaların yeni bir serisinden olduğunu belirtmiştir. Maksimum rahatlık ve ekonomisi sağlayan SmartCut manuel dönme için el çarkı ile CNC controlleri birleştirdiğinden bahsetmiştir.

2010 yılında Chang ve ark. kablosuz uzaktan kumandalı arabayı yönetmek için kararlı durum için görsel uyarlanmış potansiyel (SSVEP) ve beyin bilgisayar arayüzü (BCI) tabanlı uygulama geliştirmişlerdir. [8]. Geliştirdikleri uygulamada 3 farklı frekanstan titreşen 3 titreşme bir LCD ekranda görüntülenmiştir. Uyumlu filtre dedektörü (MF dedektörü) yüksek SSVEP ile başarıyla uygulamaya konulmuştur.

2008 yılında Bayılmış ve Kelebekler yaygın endüstriyel iletişim protokollerinden Controller Area Network (CAN) ile yönlendirilen bir gezgin model aracın ses aktivasyon sistemi yardımıyla kablosuz olarak uygulamasını geliştirmişlerdir [9]. Geliştirdikleri uygulamada, kablosuz iletişim teknolojilerinden yararlanarak ses tanıma/işleme uygulamalarının, yaygın endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanılabilirliği üzerine odaklanmışlardır. Uygulamanın çalışması özetle, mikrofon aracılığı ile alınan ses, konuşma tanıma yazılımında işlenerek karşılığı olan komut ile eşleştirmişlerdir. Daha sonra komutla eşleştirilerek oluşturulan sayısal değer kablosuz ethernet vasıtasıyla model araç üzerindeki Kablosuz Arabağlaşım Birimi'ne (KAB) iletilmişlerdir. KAB aldığı bilgiye karşılık gelen CAN mesajı oluşturarak model aracın hareketini yönlendirmek üzere CAN düğümlere göndermiştir. CAN düğümler aldıkları mesaja göre model aracın hareketini (ileri, geri, sağ, sol ve durma) yönlendirmektedir. Bu uygulamada ses tanıma ve kablosuz uygulamaların otomasyon sistemlerinde entegre kullanımı önem kazanacak bir alan olarak bahsetmişlerdir.

2005 yılında Bekiroğlu ve Daldal standart bir GSM cep telefonu kullanarak ultrasonik bir motorun uzaktan kumanda edilmesiyle ilgili bir sistem gerçekleştirmişlerdir [10]. Sürücü için ultrasonik motor bir dijital kontrollü tahrik sistemi dizayn edilmiştir. Geliştirilen sistemde bir cep telefonu ve motor sürücü sisteminin çıkışı arasına bir ses çözücü devre ve mikro eklenmiştir. Bu sistem hem GSM hem de Dual Tone Multi-Frequency (DTMF) tabanlı telefonlar ile kontrol edilebilecek esnekliktedir. Bu çalışma, hız, konum ve Ultrasonic motor'un (USM) yön denetiminde uzaktan kumanda temelinde yürütülmüştür. Uzaktan hareket kontrol uygulamaları için; özellikle uzaktan robot, mikro robot ve kamera kontrolü uygulamaları için önerilmiştir.

2010 yılında Dai bilgisayar, ağ, otomasyon, algılama, diğer teknolojiler ve ekoloji, çevre, enerji ve diğer alanları da kapsayan akıllı ev çalışması gerçekleştirmiş [11]. Geliştirilen sistem akıllı uygulama kural tabanlı bir otomasyondur. Akıllı ev sistemi bilgi ve kontrol akışlarını bütünleştiren ağ sistemidir. Bu ağda iletişimden sorumlu kablolu veya kablosuz sistemler vardır. Aynı zamanda bilgisayar ağı sistemi bilgi değişiminden sorumludur.

2010 yılında Huan ve ark. çarpışma algılama sistemi ile uzaktan kontrollü araba uygulaması çalışması yapmışlardır [12]. Tasarım, oyuncak arabanın kontrolüne kolaylık sağlar ve ultrasonik sensörler engellerin içinde herhangi olası çarpışmada mümkün olabilecek araba gövdesine yapılan müdahalelere bağlıdır. Çalışmada Kablosuz uzaktan kumanda ve alıcısı kullanılmıştır.

2010 yılında Feng ve Yin kablosuz uzaktan kumanda talimatlarının alıcılara zorluğu ile ilgili bir çalışma yapmışlardır [13]. GSM tabanlı Akıllı Kontrol, denetleyicisi sayesinde ses veya mesaj gibi çeşitli kontrol talimatları gönderen telefonlar kullanılmıştır. GSM dayalı Kablosuz Akıllı Kontrol telefonu kullandığında kendi ana kontrolör olarak, sesli veya mesaj yoluyla çeşitli kontrol talimatları gönderdiğini ve geniş kapsama alanı, iyi güvenilirlik, kolay bakım gibi düşük maliyetli vb. pek çok avantajı olduğunu belirtmişlerdir.

2. GELİŞTİRİLEN ARAÇ KONTROL SİSTEMİ (DEVELOPED CAR CONTROL SYSTEM)

Bu çalışma kapsamında geliştirilen araç kontrol sisteminin şeması Şekil 1'de gösterildiği gibidir.

Geliştirilen sistem genel olarak, kontrol mesajlarının kullanıcıdan araca aktarılması; araçtaki kameradan elde edilen görüntülerin de gerçek zamanlı olarak kullanıcıya aktarılması şeklinde çalışmaktadır. Geliştirilen sistemdeki veri akışları Şekil 2'de gösterildiği gibidir.

Şekil 2'de gösterilen veri akışlarının 3G iletişim şebekesi üzerinden açılabilmesi için kullanıcı tarafında 3G modem ve araç tarafında 3G uyumlu cep telefonu kullanılmıştır. Cihazların 3G haberleşme şebekesine her bağlandıklarında farklı IP almamaları için GSM operatöründen 2 adet statik IP temin edilmiştir. Araçtaki 3G uyumlu telefona statik IP alınmasının nedeni, kullanıcının aracı her kullanmak istediğinde öncelikle servis sağlayıcı tarafından araçtaki 3G uyumlu telefona atanan IP'yi bilmesi gerekliliğinden dolayıdır. Kullanıcı ve araç doğrudan birbirleri ile haberleştikleri için IP'lerin bilinmesi gerekliliği meydana gelmiştir. Kullanıcı ve araç doğrudan değil de bir sunucu üzerinden haberleşseydiler, bu sunucu üzerinde karşılıklı olarak IP'lerin tutulması ve buradan taraflara bildirilmesi mümkün olabilirdi. Ancak bu durum sisteme maliyet açısından fazladan yük getireceği için bu yöntem benimsenmemiştir. Kullanıcının statik IP'ye sahip olması ise bir gereklilik olmayıp, geliştirme aşamasında kolaylık sağlanması açısından bu yola başvurulmuştur. Bu aşamadan sonra kontrol mesajlarının ve gerçek zamanlı kamera görüntüsünün iki uç arasında aktarılması için socket programlama kullanılmış ve her akış için farklı bağlantı portları kullanılmıştır. Araç üzerinde bulunan cep telefonu Nokia marka olup üzerinde Symbian işletim sistemi bulunmaktadır. Araç üzerinde bulunan cep telefonu tarafında çalıştırılan yazılım Java ME (Micro Edition) ile geliştirilmiştir. Kullanıcı tarafında çalışan yazılım da Eclipse ortamında Java programlama dili ile geliştirilmiştir.



Şekil 1. 3G tabanlı uzaktan araç kontrol sistemi (3G based remote car control system)



Şekil 2. Geliştirilen sistemdeki veri akışları (Data flows in developed system)

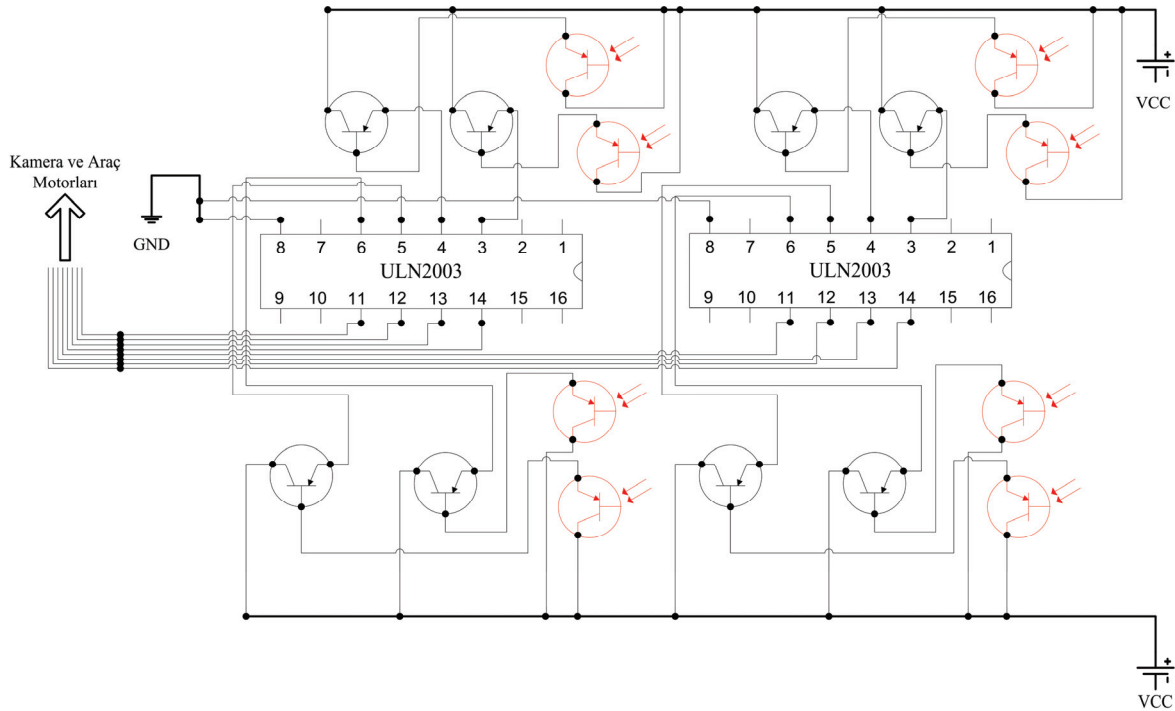
Yukarıda anlatılan çalışmalar, sistemin yazılım kısmı ile ilgili çalışmalardır. Araç ve araç üzerinde bulunan kameranın kullanıcı tarafından kontrol edilebilmesi için kullanıcının gönderdiği kontrol mesajlarının yorumlanması ve gerekli işlemlerin yapılması gerekmektedir. Araç üzerinde aracı hareket ettirmek için 2 adet ve kamerayı hareket ettirmek için de 2 adet motor bulunmaktadır. Bu motorlar sayesinde ileri-geri ve sağ-sol hareketleri yerine getirilebilmektedir. Toplamda 8 durum söz konusudur. Bunlardan dördü araç hareketi dördü de kamera hareketidir. Her bir hareket için bir sayısal değer belirlenmiş ve kullanıcı klavye aracılığıyla ilgili tuşlara bastığında bu sayısal değerler araca gönderilmiştir. Belirlenen sayısal değerler ve karşılıkları Tablo 1’de gösterilmektedir.

İlgili sayısal değer, araçta bulunan cep telefonu üzerinde çalışan yazılım ile yorumlanır. Bir anahtarlama mekanizması olarak düşünülmüş olan cep telefonu ekranı yazılım ile 8 bölgeye ayrılmış ve cep telefonuna gelen her bir kontrol mesajına 1 bölge atanmıştır. Bir kontrol mesajı alındığı zaman belirli bir süre ilgili ekran bölgesi aydınlatılmakta, kontrol mesajları kesildiği zaman karartılmaktadır. Cep telefonu ekranının üzerine yerleştirilen; fototransistör ve transistörlerden oluşturulmuş olan devre ile ekranın aydınlık veya karanlık olmasına göre ilgili motorun açma-kapama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bahsedilen sistemin şematik görünümü Şekil 3’de ve gerçek görüntüleri Şekil 4’te gösterilmektedir.

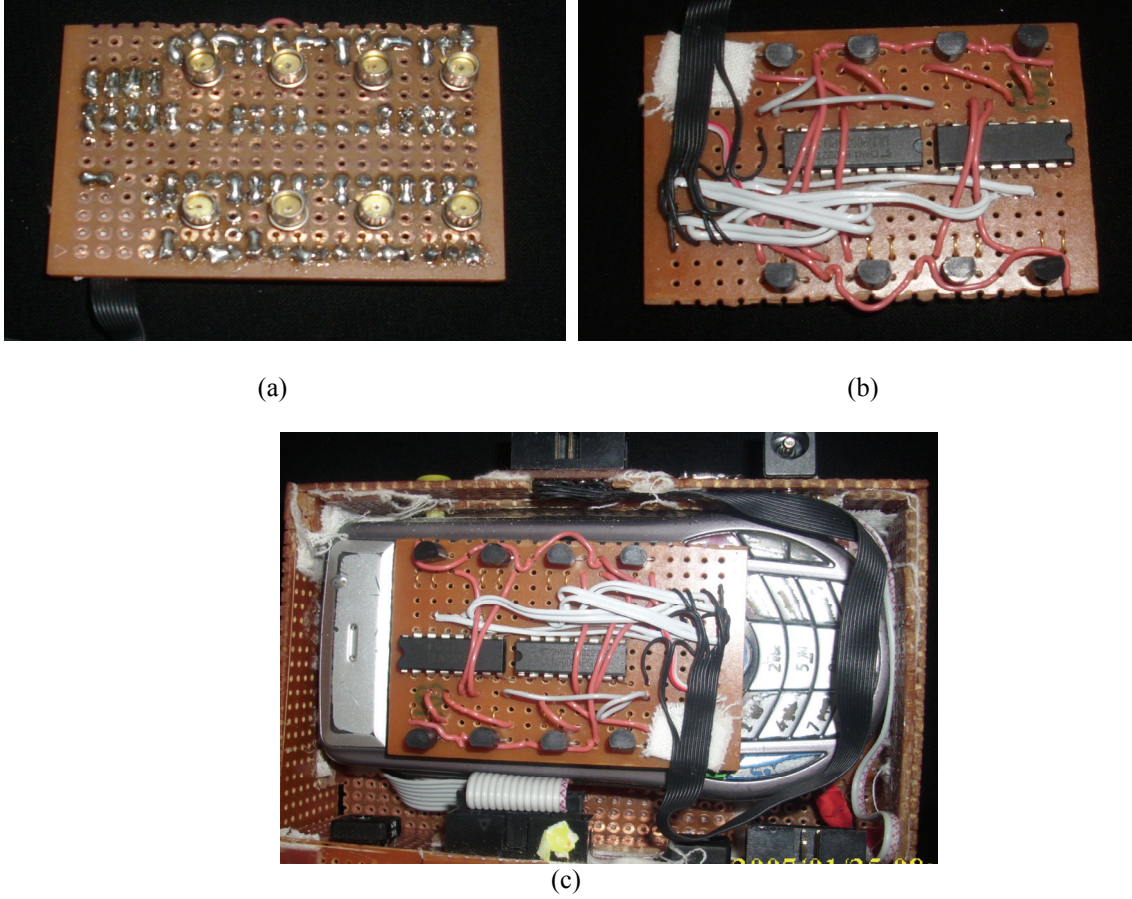
Tablo 1. Araç ve kamera hareketi için belirlenen sayısal değerler ve karşılıkları (Determined numeric values and descriptions for car and camera motion)

Sayısal Değer	İlişkilendirilen Tuş	İlgili Hareket
0	Sol Yön Tuşu	Aracın Sola Dönüşü
1	Sağ Yön Tuşu	Aracın Sağa Dönüşü
2	Üst Yön Tuşu	Aracın İleri Gitmesi
3	Alt Yön Tuşu	Aracın Geri Gitmesi
4	A	Kameranın Sola Dönmesi
5	D	Kameranın Sağa Dönmesi
6	W	Kameranın Öne Eğilmesi
7	S	Kameranın Arkaya Eğilmesi

Şekil 3’de kırmızı olarak gösterilen fototransistörler kartın arka yüzünde bulunmaktadır. Kartın arka yüzü cep telefonu ekranının üzerine yerleştirilmiştir. Ekranında bir gölge aydınlatıldığında fototransistör aktif olmakta ve bulunduğu transistörü de aktif hale getirmektedir. Bu transistörün çıkışından elde edilen sinyal de ULN2003 darlington serisine giriş olarak verilmekte ve ULN2003’ten alınan çıkış ilgili motoru çalıştıracak röleye giriş olarak uygulanmaktadır.



Şekil 3. Anahtarlama için kullanılan yapının şematik görünümü (Schematic view of switching structure)

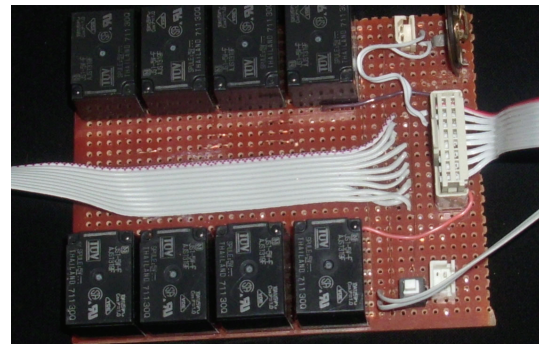


Şekil 4. Anahtarlama için kullanılan yapı (a) fototransistörler, (b) fototransistörlerden alınan sinyalleri güçlendiren transistörler ve ULN2003, (c) devrenin cep telefonu üzerine yerleştirilmiş hali ((Cont.) Switching structure (a) phototransistors, (b) amplifier transistors for received signals from phototransistors and ULN2003, (c) the circuit which is placed on the cell phone)

Şekil 4(a) ve (b) aynı kartın iki yüzüdür. Anahtarlama için kullanılan transistörler sekiz adettir. Bunlar fototransistörlerden gelen akımı yükseltmek için kullanılmıştır. Ön yüzdeki fototransistörler cep telefonu ekranının aydınlık veya karanlık olmasına göre çıkışa akım vermekte ve transistörlerin bazını beslemektedir. Bunun yapılmasının sebebi fototransistörden gelen akımın devreyi çalıştırmak için yeterli güçte olmamasıdır. Şekil 4(c)'de devrenin cep telefonu üzerinde kurulmuş şekli görülmektedir. Devre üzerine bağlı 10 kanallı siyah kablodan sekizi araba ve kamera kontrolleri için elektrik aksamına gönderilmekte; kalan ikisi ise devreyi beslemek için gereken gücü sağlamaktadır.

Yukarıda anlatılan anahtarlama sisteminin yerine mikrodenetleyicili bir sistem de tasarlanabilirdi. Bu durumda 1 mikrodenetleyici, 1 endüstriyel 3G modem, 1 kamera kullanmak gerekmektedir. Bu durum maliyeti arttırmakla birlikte sistemin geliştirilme karmaşıklığını da arttıracaktır. Mevcut sistemde kamera ve 3G haberleşme ünitesi cep telefonunun üzerinde olduğu için bu birimleri yazılım ile kullanmak kolaylaşmaktadır. Mikro denetleyicili sistem kullanılmış olsaydı kameranın sürülmesi başlı başına bir problem teşkil edecekti.

Kontrol sinyallerine göre araç ve kamerayı hareket ettiren motorları çalıştırmak için röleler kullanılmıştır. Röleler, düşük voltaj değerleri ile devre anahtarlama yapılmasını sağlarlar ve içlerinde elektromıknatis vardır. Elektromıknatis, gerilim verildiğinde bir demir parçasını çeker ve anahtarlama yapılmış olur. Şekil 5'te sistemde kullanılan röle devresi gösterilmektedir.



Şekil 5. Sistemde kullanılan röle devresi (Relay circuit which is used in the system)

Şekil 5'te görüldüğü gibi toplam sekiz adet röle kullanılmıştır. Bunlardan dördü araç hareketi için; dördü de kamera hareketi için ayrılmıştır. Şekil 5'te sol tarafta görülen 10 kanallı kablo anahtarlama sisteminden gelen kontrol verilerini taşımaktadır. Sağ tarafta görülen 8 kanallı kablunun dördü arabanın

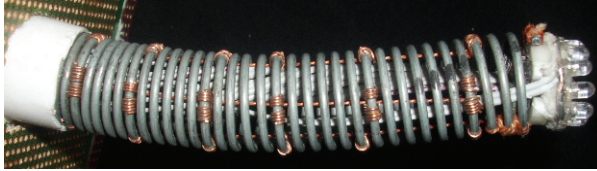
motorlarını beslemekte, dördü kameranın motorlarını beslemektedir.

Araç hareketi için, araç üzerinde bulunan motorlar kullanılmıştır. Kamera hareketi için ise bir mekanizma tasarlanmıştır. Geliştirilen sistemde kamera hareketi insanın boyun hareketinden esinlenilerek gerçekleştirilmiştir. İnsan vücudundaki kasların yapısına bakıldığında itme yeteneklerinin olmadığı; yalnızca çekme yeteneklerinin olduğu görülmektedir. Bu nedenle zıt yönlere hareket için birden fazla kas gereklidir. Kameranın hareket mekanizmasında, insan boynundaki kasları taklit eden ipler vardır. Bu sayede kamera öne-arkaya ve sağa-sola 180 derece hareket edebilmekte ve arcin pozisyonu ne olursa olsun istenilen yönden görüntü alabilmektedir. Kamera için kullanılan hareket

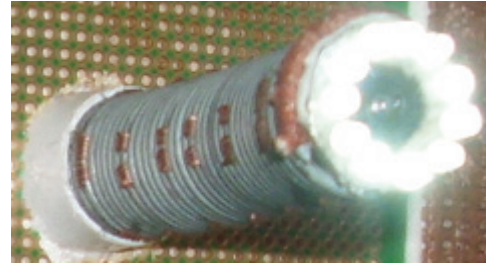
mekanizması Şekil 6'da gösterilmektedir. Geliştirilen bu mekanizma başlı başına yenilikçi bir yaklaşımdır.

Son olarak, araçtan alınan görüntülerin daha sonra tekrar izlenebilmesi için kullanıcı programının video formatında kayıt yapması sağlanmıştır. Bunun için avilib.dll kütüphanesi kullanılmıştır. Bu kütüphane ile bilgisayarda bulunan codecer kullanılmakta ve istenilen formatta (divx, xvid, avi gibi) video kaydı yapılabilmektedir. Avilib kütüphanesi kullanıcı programında alınan görüntülerin gerçek zamanlı olarak gösterilmesi için kullanılan "Graphics" nesnesinin üzerine çizilen şekilleri almakta ve istenilen formatta videoya dönüştürmektedir.

Geliştirilen aracın son şekli Şekil 7'de, kullanıcı tarafında bulunan ve aracı kontrol etmeye yarayan yazılımın arayüz Şekil 8'de gösterilmektedir.



(a)



(b)

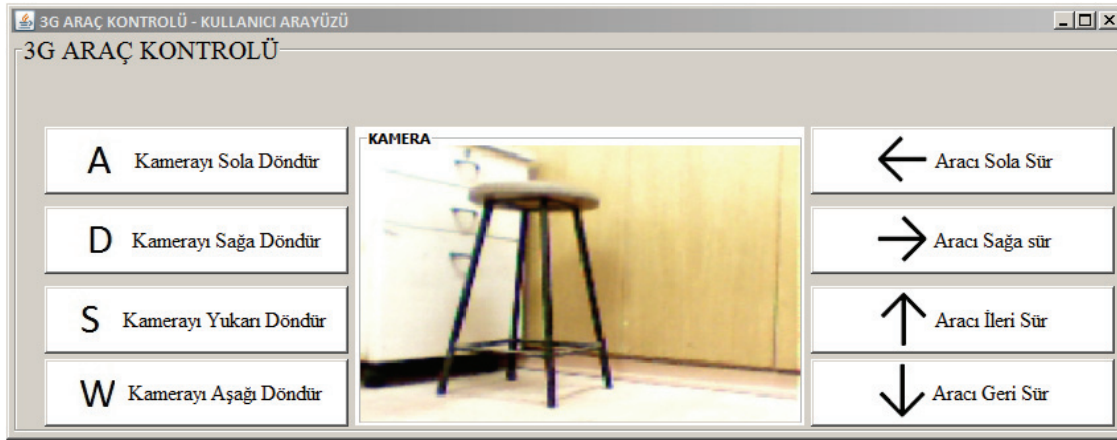


(c)

Şekil 6. Kamera için kullanılan hareket mekanizması. (a),(b) mekanizmada kullanılan yay ve ipler, (c) yayı hareket ettiren motor ve makaralar. (The motion mechanism used for camera movement. (a),(b) bow and cords used in the mechanism, (c) motor and reels used for bow movement)



Şekil 7. Geliştirilen araç (Developed car)



Şekil 8. Kullanıcı arayüzü (User interface)

3. İLERİYE YÖNELİK ÇALIŞMALAR (PROSPECTIVE STUDIES)

Geliştirilen araç her ne kadar uzaktan kontrol edilse de haberleşmedeki gecikmelerden dolayı kullanıcının ani refleks gerektiren durumlarda zamanında müdahalesi gecikebilir. Bu nedenle bu tür araçların çarpmalara karşı duyarlı olmaları istenen bir durumdur. Geliştirilmiş olan araç bir prototip olduğu için ortalama 1 m/s hıza sahiptir. Bu da çarpma tehlikesinin oluşması halinde kullanıcıya bir zaman kazandırmaktadır. Ancak prototipin geliştirilerek daha büyük boyutlu ve hızlı araçlar üzerinde uygulanması ile çarpmaya karşı duyarlılık kazandırılması daha da önemli hale gelecektir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen aracın çarpmaya karşı duyarlılık kazandırılması için bazı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda cisim mesafe tespiti ile ilgili birtakım sonuçlar elde edilmiştir ancak, tespit işleminin kullanıcı tarafından bilgisayar yerine araç üzerinde yerel olarak yapılması gerektiği için (böylece ani durma gerektiren durumlar hattın gecikmesinden etkilenmeyecektir) kaynak sıkıntısı meydana gelmiştir. Hem aracı kontrol eden hem de kameradan görüntüleri alıp kullanıcıya gönderen sistem cep telefonu içerisinde bulunan sistemdir. Cisim mesafe tespiti için geliştirilen kodların bu sistem üzerinde çalıştırılması ile birlikte, aracın geliştirilmesindeki

temel motivasyon olan uzaktan kontrol ve görüntü aktarımı iş parçacıklarının bekleme sürelerinin anormal biçimde artmaları ve kullanıcı tarafında konforsuz bir iletişimin hissedildiği tecrübe edilmiştir. Bu nedenle çarpmaya karşı duyarlılık özelliği araçtan çıkarılmıştır. Bu tip bir özelliğin eklenebilmesi ancak işlem kapasitesinin artırılması ile mümkün gözükmektedir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada 3G haberleşme ağı üzerinden kontrol edilebilen, düşük maliyetli bir araç geliştirilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda aracın ve kameranın kolaylıkla ve düşük gecikmelerle kontrol edilebildiği görülmüştür. Kameralara kazandırılan yüksek hareket kabiliyeti sayesinde aracın konumundan bağımsız olarak çevre incelemesi yapılabilmektedir.

Kullanıcıdan araca gönderilen kontrol mesajlarında ortalama gecikme süresi 100 ms civarlarında olurken; araçtan kullanıcıya gönderilen gerçek zamanlı görüntüdeki gecikme süresi ortalama 400 ms civarlarında ölçülmüştür. Elbette bu gecikme değerleri kullanıcı ile aracın birbirlerine olan uzaklıklarına, şebekenin kullanıldığı bölgeye ve 3G hizmeti sağlayan operatöre göre değişiklikler gösterebilir.

Sinyalin gürültüye oranı bu çalışma kapsamında incelenmemiştir. Çünkü bu konu servis sağlayıcının sunduğu hizmet kalitesi ile ilgili bir konu olup, sinyalin gürültüye oranının iyileştirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Çalışmada kullanılan araç prototip olup, hazır olarak alınmıştır. Bu nedenle aracın hareket kabiliyeti, üreticinin araca kazandırdığı kadardır. Farklı görevler için farklı araçlar kullanılabilir. Bu durum, çalışmanın temel motivasyonu olan 3G üzerinden görüntülü ve gerçek zamanlı kontrolü etkilemeyecektir. Bu çalışma, Ülkemizde 3G teknolojisinin endüstriyel alanlarda kullanılması açısından yenilikçi bir çalışmadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Rissanen H. ve ark., “Designing and Implementing an Intelligent Bluetooth-Enabled Robot Car”, **IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks**, Kahire, Mısır, 1-6, 28-30 Nisan 2009.
2. Li M. ve ark., “GPRS Based Guard Robot Alarm System Design”, **Fourth International Conference on Internet Computing for Science and Engineering**, Harbin, Heilong Jiang, Çin, 211-216, 21-22 Aralık 2009.
3. Lin C. E. ve ark., “A Real Time Remote Control Architecture using Mobile Communication”, **Proceedings of the 19th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference**, Alaska, A.B.D., 901-906, 21-23 Mayıs 2002.
4. Alheraish A., “Design and Implementation of Home Automation System”, **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, Cilt 50, No. 4, 1087-1092, 2004.
5. Makaya F. D., Chatelain D. ve Snyman L.W., “Design and Performance Assessment of a Prototype Wireless Controlled Robot”, **Proceedings of the IEEE 12th International Symposium on Electron Devices for Microwave and Optoelectronic Applications**, Kruger National Park, Güney Afrika, 115-118, 8-9 Kasım 2004.
6. Luo R. C. ve ark., “Navigation and Mobile Security System of Intelligent Security Robot”, **IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics**, Taipei, Tayvan, 169-174, 8-11 Ekim 2006.
7. Babulak E., “Next Generation of Applied Internet Technologies in E-manufacturing”, **International Conference on Computer Modelling and Simulation**, Cambridge, İngiltere, 386-390, 25-27 Mart 2009.
8. Chang H. C., “Real-Time Control of an SSVEP-Actuated Remote-Controlled Car”, **SICE Annual Conference**, Taipei, Tayvan, 1884-1887, 18-21 Ağustos 2010.
9. Bayılmış C. ve Kelebekler E., “Remote Control of a CAN-Based Mobile Model Car Using a Voice Activated Control System”, **IEEE 16th Signal Processing, Communication and Applications Conference**, Aydın, Türkiye, 1-4, 20-22 Nisan 2008
10. Bekiroğlu E. ve Daldal N., “Remote control of an ultrasonic motor by using a GSM mobile phone”, **Sensors and Actuators A: Physical**, Cilt 120, No. 2, 536-542, 2005.
11. Dai X., “Research and Design of the Smart Home-based Wireless Network”, **International Conference on E-Business and E-Government**, Guangzhou, Çin, 4299-4304, 7-9 Mayıs 2010.
12. Huan L. ve ark., “Research on a remote Control Vehicle”, **International Conference on Education Technology and Computer**, Şanghai, Çin, 263-266, 22-24 Haziran 2010.
13. Feng D. ve Yin N., “The Design and Application of Remote Controller Base on GSM”, **International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering**, Changchun, Çin, 187-189, 24-26 Ağustos 2010.