

Kablosuz Ağ Tabanlı Gezgin Keşif Robotu: Kaşif

Onur Çelik¹

Erkan Yiğiter²

Herman Sedef³

^{1,2,3}Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

¹e-posta: onurcel@yahoo.com

²e-posta: erkanyigiter@yahoo.com

³e-posta: sedef@yildiz.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada kablosuz ağ kullanılarak, üzerine kamera monte edilmiş paletli bir gezgin robotun uzaktan kontrolü, klavye yön tuşları kullanılarak manuel olarak ve sanal bir harita üzerinde çizilen yol üzerinde gidecek şekilde otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu gezgin robotun tasarlanmasındaki amaç, daha karmaşık görevleri yerine getirebilecek uygulamalar için geliştirmeye açık bir platform oluşturmaktır. Gezgin robot platformu, internet üzerinden java uyumlu cihazlar kullanılarak kontrol edilmesine olanak sağlayan kablosuz haberleşme arabirimine sahiptir. Bu özellik robotun esnek bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır.

1. Giriş

Pratikte robotlar, bulunduğu ortamı denetleyecek algılayıcılara, bu algılayıcılardan gelen bilgiyi işleyip sonuç çıkaran işlem birimlerine ve işlem sonuçlarını çıkışa aktarabilecek hareket mekanizmalarına sahip elektromekanik sistemlerdir.

Gezgin robotlar ve konum kontrolü üzerine birçok çalışma yapılmakta ve bu tip uygulamalarda genellikle RF veya kızılötesi gibi kısa mesafeli ve düşük güvenliğe sahip haberleşme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu tip robotların kontrolü, kullanıcı tarafından manuel olarak veya çizgi, ışık ve ses takibi gibi yöntemler kullanılarak otomatik olarak yapılmaktadır.

Bu çalışmada ise kablosuz ağ üzerinden java programlama dili ile yazılan programlar kullanılarak kontrol edilen paletli bir araç tasarlanmış ve bu araç üzerine bağlanan bir kamerayla, robottan alınan görüntü ve sesin kullanıcıya aktarılması işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Robotun kontrolü, kullanıcı tarafından manuel olarak yapılabildiği gibi pratikteki uygulamalardan farklı olarak sanal bir harita üzerine çizilen bir yolun takibi şeklinde de yapılabilmektedir. Bu kapsamda pratikte gerçekleştirilen diğer uygulamalardan farklı olarak takip edilecek fiziksel bir girdiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca robot üzerinde bulunan bir ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı yardımıyla robotun engellere çarpmadan hareket etmesi ve robotun engele olan mesafesinin kullanıcıya bildirilmesi sağlanmıştır. Çalışmada adım motorlar kullanılarak robotun istenilen noktaya hatasız olarak gitmesi ve böylece hassas konum kontrolü gerektiren gelecek uygulamalar için bir platform tasarlanması hedeflenmiştir. Tasarlanan platform, mekanik yapısı, donanımı ve yazılım mantığı göz önüne alındığında, bu konuda yapılmış olan çalışmalardan farklı olarak, yazılımsal ya da donanımsal olarak yapılacak değişikliklere açık olup, istenildiği takdirde farklı

uygulamaların da kolaylıkla gerçekleştirilip adapte edilebileceği temel bir yapı sağlamaktadır.

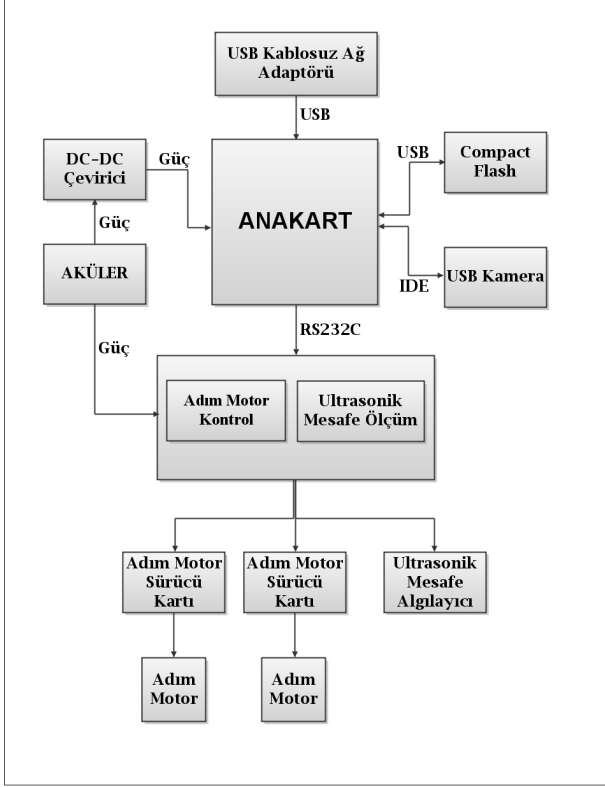
2. Gezgin Robotlar

Robotları, gezgin ve gezgin olmayan robotlar şeklinde iki kısımda incelemek gerekirse şu tanımlamaları yapmak uygun olacaktır. Bir robotun ulaşabileceği maksimum noktalar kümesinden oluşan yüzeyin hacmine çalışma hacmi denir. Eğer bir robotun çalışma hacmi bir referans koordinat sistemine göre yer değiştirmiyorsa bu robota gezgin olmayan robot, yer değiştiriyorsa bu robota gezgin robot denilebilir.

Gezgin robotların kullanım alanlarına örnek olarak, zehirli ve nükleer atıkların temizlenmesi, patlayıcıların imhası, biyolojik atıkların taşınması, karantina altındaki ortamlarda servis robotu olarak, yüksek binaların dış camlarının temizliği, madenlerin yerinin tespit edilip çıkartılması ve taşınması, uzay istasyonlarının yapımı, deniz altında batık arama ve kurtarma, depremlerde insan kurtarma ve fabrika üretim bantlarında parça taşıma verilebilir.

3. Gezgin Robotun Donanımı

Tasarlanan gezgin robot donanımının blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Gezgin robot donanımının blok diyagramı

Blok diyagramda da görüldüğü gibi, sistem farklı görevleri bağımsız olarak yerine getiren birimlerden oluşmakta, bu yapı gelecekte platform üzerinde yapılacak geliştirmeler için esneklik sağlamakta ve her birim üzerinde ayrı ayrı geliştirme yapılabilmesine ya da birimlerin benzerleri ile değiştirilebilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca başka işlevleri yerine getirebilecek yeni birimler de sisteme kolayca entegre edilebilmektedir.

Sistem donanımsal olarak üç ana birimden oluşmaktadır.

3.1. Anakart ve Çevre Birimler

Gezgin keşif robotunun üzerinde aşağıdaki parçalardan oluşan bir mini bilgisayar bulunmaktadır:

- 17x17 cm boyutlarında mini anakart
- 256MB RAM
- Sabit disk olarak kullanılan Compact Flash kart
- 12V DC-DC çevirici

Bu mini bilgisayar aşağıdaki işlemleri yerine getirmekle sorumludur:

- Kullanıcı kontrol programı ile IP bağlantısının kurulması
- Kullanıcı kontrol programından gelen tüm verilerin işlenmesi
- Gelen verilere göre ilgili hesaplamaların yapılması

- Hesaplama sonuçlarına göre uygun verilerin seri port üzerinden elektronik kontrol kartlarına gönderilmesi
- Ses ve görüntü verilerinin kontrol programına iletilmesi
- Elektronik kartlardan gelen verilere göre gerekli işlemlerin yapılması

Tüm bu görevlerin yerine getirilebilmesi için java programlama dili kullanılarak mini bilgisayar üzerinde çalışan bir uygulama yazılımı geliştirilmiştir. Çalışmada yazılım geliştirme dili olarak java kullanılmasının sebebi bu dilin platform bağımsız olmasıdır. Sistem, X86 mimarisine sahip Windows XP işletim sistemi üzerinde geliştirilip test edilmiş olmasına rağmen, java dilinin esnekliği sayesinde aynı kontrol programını X86 tabanlı Linux, PowerPC yada X86 tabanlı Macintosh üzerinde MAC OS ile de çalıştırmak mümkündür.

Bilgisayar sistemi farklı amaçlar için kullanılan çevre birimlere de sahiptir. Ortamdaki ses ve görüntü bilgisinin alınması ve bunların kontrol programına iletilmesi için kamera ve mikrofon kullanılmıştır. Kablosuz ağ bağlantısının kurulması için ise sisteme bir USB kablosuz ağ adaptörü entegre edilmiştir.

Gezgin keşif robotunun güç beslemesi için üç adet 12V DC akü kullanılmıştır. Bu akülerden iki tanesi seri bağlanarak 24V DC kaynak oluşturulmuştur. Oluşturulan bu 24V'luk akü grubu adım motorları için gerekli gücü sağlamaktadır. 24V, adım motorlarının çalışma değerlerinin üzerinde olmasına rağmen, adım motor sürücü kartı chopper kontrol mantığıyla tasarlanarak motor sargılarına giden akım sınırlandırılmış ve böylece motorların zarar görmesi engellenmiştir. Bu sayede motor hareketi sırasında yüksek tork değerleri elde edilmesi sağlanmıştır. 12V gerilime sahip üçüncü aküye ise bir DC-DC çevirici bağlanarak anakartın ihtiyaç duyduğu farklı gerilim seviyeleri elde edilmiştir.

3.2. Elektronik Kontrol Kartları

Elektronik kontrol kartları, adım motor sürücü kartı ve ultrasonik mesafe ölçüm kartı olmak üzere iki birimden oluşur.

Adım motorlarını sürme işlevini gerçekleştiren motor sürücü kartı, Atmel firmasının AVR serisi mikrodenetleyicisi ve SLA7026M unipolar adım motor sürücü entegresinden oluşmaktadır. Adım motor sürücü kartı için farklı firmalara ait farklı mikrodenetleyici ve adım motor sürücü entegreleri kullanmak da mümkündür. Robot kontrol yazılımından alınan verileri işlemek ve adım motor sürücü entegresini bu bilgiye göre uygun şekilde tetiklemek için, AVR mikrodenetleyicisi üzerine C programlama dili kullanılarak geliştirilen bir yazılım yüklenmiştir.

Robot kontrol yazılımı tarafımızdan tasarlanan bir protokole uygun olarak seri port üzerinden veriler göndermekte, elektronik kontrol kartı tarafından alınan veriler bu protokole uygun olarak işlenmekte ve motorların yapması gereken hareketler buna göre belirlenmektedir. Her iki elektronik kart da (motor kontrol kartı ve ultrasonik mesafe ölçüm kartı) veri alışverişi için aynı seri iletişim hattını kullandığından, elektronik kartlara gönderilen veri içerisindeki bazı başlıklar, gönderilen verinin hangi kart tarafından işlenmesi gerektiğini belirtmek için kullanılmıştır.

Ultrasonik mesafe ölçüm kartı ise Atmel firmasının AVR serisi mikrodenetleyicisi ve Şekil 2’de görülen SRF05 ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı kullanarak tasarlanmıştır. Motor sürücü kartında olduğu gibi, algılayıcıdan alınan bilgiye göre gerekli hesaplamalar yapılarak mesafenin bulunması ve bu bilginin robot kontrol yazılımına gönderilmesi işlevlerinin yerine getirilebilmesi için AVR mikrodenetleyicisi üzerine C programlama dili kullanılarak geliştirilen bir yazılım yüklenmiştir.

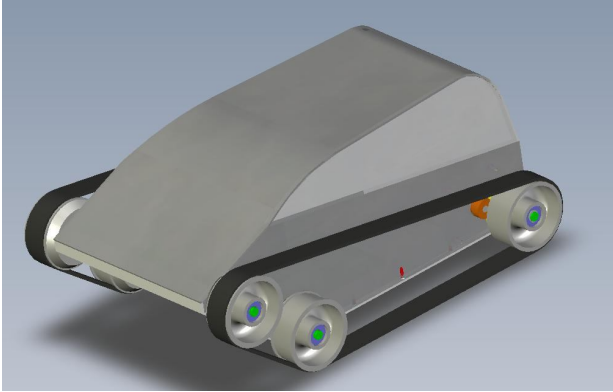


Şekil 2: SRF05 ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı

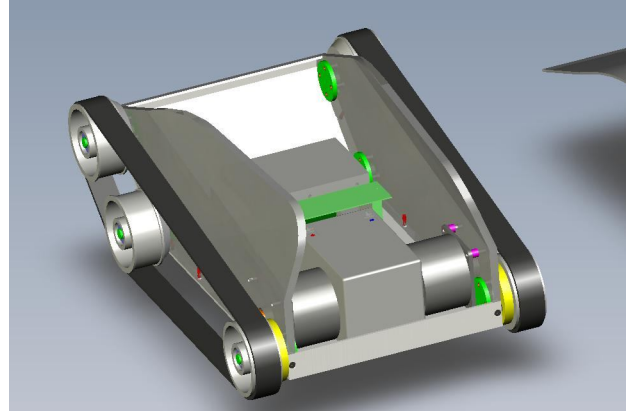
Ultrasonik mesafe ölçümü, uzaktaki bir nesneye olan uzaklığı belirlemek ve aradaki mesafeye göre uygun aksiyonları almak için kullanılmıştır. Bu çalışmada, robot ile engel arasındaki mesafe, belirlenen eşik değerinin altında ise robot otomatik olarak durur. Aynı mesafe ölçüm kartı kullanılarak, gerçek zamanlı harita oluşturulması, bilinmeyen ortamlarda robotun yönlendirilmesi gibi farklı uygulamalar da geliştirilebilir. Yine motor sürücü kartında olduğu gibi farklı mikrodenetleyici ve farklı mesafe ölçüm algılayıcıları kullanarak aynı işlevi gerçekleştirmek mümkündür.

3.3. Robot Mekaniği

Şekil 3 ve Şekil 4’te gezgin keşif robotunun üç boyutlu iç ve dış görünüşleri verilmiştir.



Şekil 3: Gezgin keşif robotunun üç boyutlu dış görünüşü



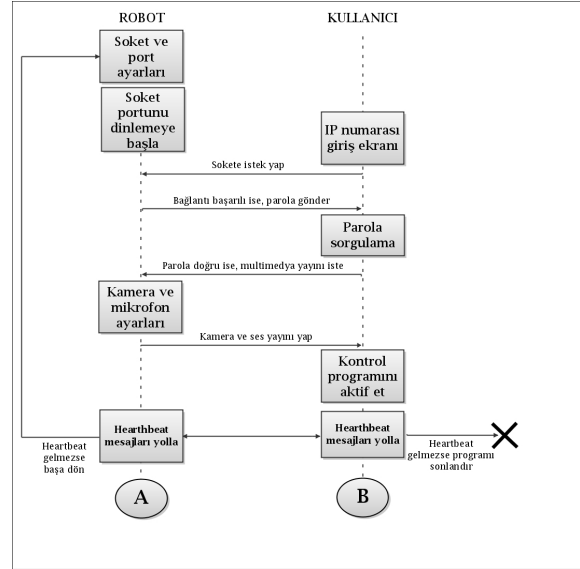
Şekil 4: Gezgin keşif robotunun üç boyutlu iç görünüşü

Gezgin keşif robotu geliştirmeye açık, sağlam bir yapıya sahip paletli bir araçtır. Paletli sistemin, tekerlekli sisteme göre avantajı daha geniş bir tutunma yüzeyine sahip olmasıdır. Bu sayede, birim alana uygulanan kuvvet tekerlekli sisteme göre daha az olur. Bu da sistemi yumuşak, sürtünme katsayısı düşük, çamurlu, buzlu, karlı ortam şartlarında kullanıma daha uygun hale getirmektedir.

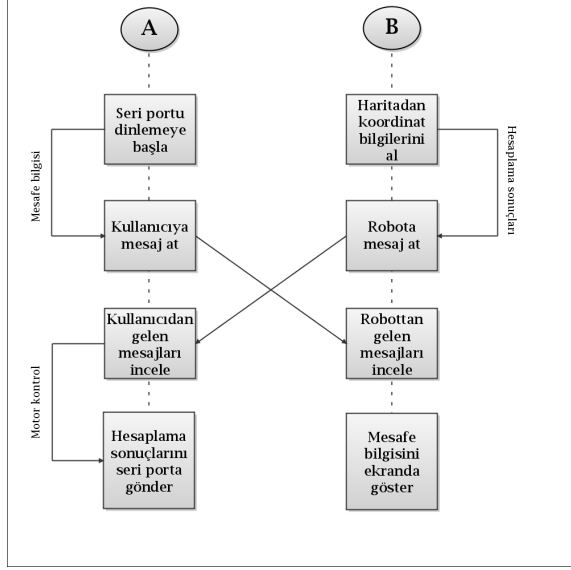
4. Gezgin Robotun Yazılımı

Gezgin robotun yazılımı robot bilgisayar üzerinde çalışan java tabanlı robot kontrol programı, kullanıcının robotu kontrol etmesi için geliştirilen kullanıcı kontrol programı ve elektronik kontrol kartları üzerinde çalışan mikrodenetleyici yazılımlarından oluşmaktadır.

Kullanıcı kontrol programı ve robot kontrol programlarının kod akışları bloklar halinde Şekil 5 ve Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 5: Kontrol programlarının bağlantı kurma aşamalarının kod akışı



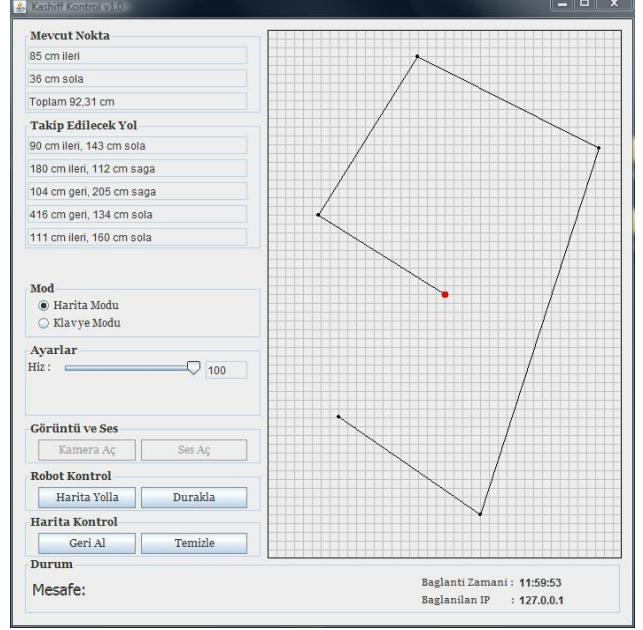
Şekil 6: Kontrol programlarının bağlantı sonrası üstlendiği görevlerin kod akışı

4.1. Kullanıcı Kontrol Programı

Kullanıcı kontrol programı java programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Kontrol programı, klavyedeki yön tuşları kullanılarak ya da ekran üzerindeki 4x6 m boyutlarındaki sanal harita üzerine çizilen vektörel yol doğrultusunda robotun hareket ettirilmesini sağlar.

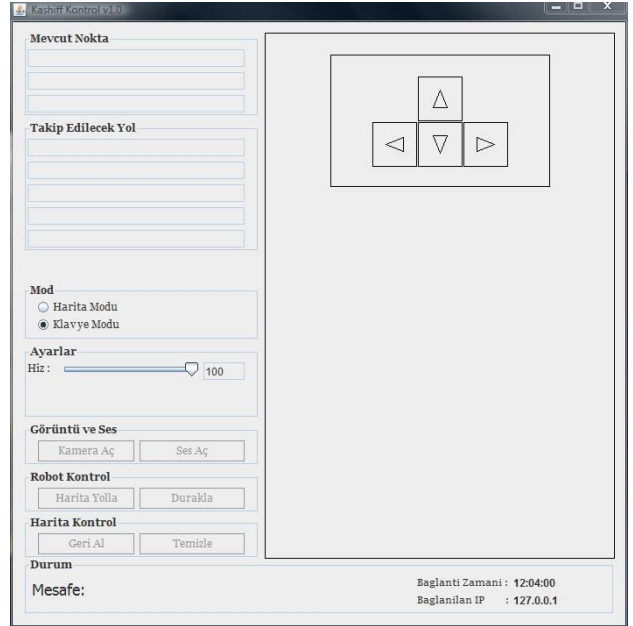
Şekil 7’de kullanıcı kontrol programının Harita Modu’ndaki ekran görüntüsü görülmektedir. Kontrol programı bu modda çalışırken, uygulama ekranının sağ tarafında bulunan sanal harita üzerine çizilen yolu kullanarak robota komuta eder. Kullanıcının yolu sanal harita üzerine çizmesinden sonra “Harita Yolla” butonuna basmasıyla birlikte ilgili yol verisi robota kablosuz ağ aracılığıyla iletilir. Bu bilgileri alan robot gelen yol verisine göre harekete başlar.

Operatör “Hız” çubuğu yardımıyla robotun hızını değiştirilebilmekte, “Durakla” butonuna basarak robotun hareketini durdurup, “Hareket Et” butonuna basarak hareketine kaldığı yerden devam etmesini sağlayabilmektedir.



Şekil 7: Kullanıcı kontrol programı harita modu

Robotun karşısına çıkan bir engelle olan uzaklığı, kontrol programının sol alt köşesinde santimetre cinsinden gösterilmektedir. Sağ alt köşede ise robot ile bağlantının kurulduğu zaman bilgisi ve robotun IP adresi görülmektedir.

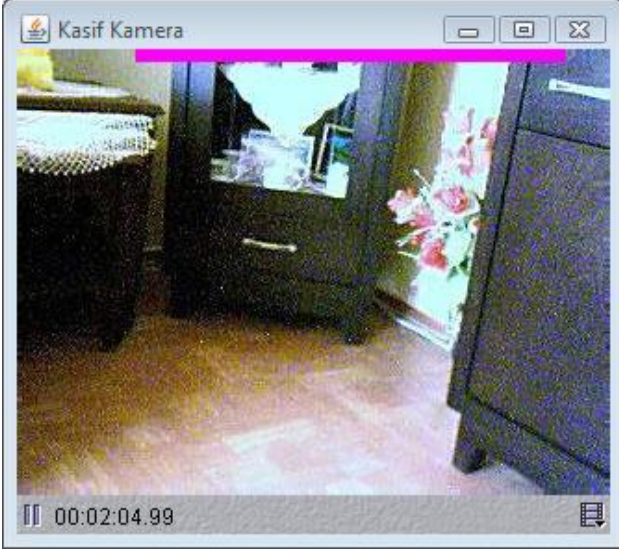


Şekil 8: Kullanıcı kontrol programı klavye modu

Şekil 8’de kullanıcı kontrol programının Klavye Modu’ndaki ekran görüntüsü görülmektedir. Bu modda, klavyedeki yön tuşları yardımıyla robotun manuel olarak hareketi sağlanmaktadır.

Kullanıcı kontrol programı her iki modda çalışırken de Şekil 7 ve Şekil 8’de görüldüğü gibi “Kamera Aç” ve “Ses Aç” butonları aktif durumda değildir. Bu butonlar robot

kontrol ve kullanıcı kontrol programları arasındaki ses ve görüntü alışverişi için gerekli olan RTP bağlantısı kurulduğunda otomatik olarak aktif hale gelmektedir. RTP bağlantısı kurulduktan sonra “Kamera Aç” ve “Ses Aç” butonlarından biri ya da her ikisi birden kullanılarak görüntü ve/veya sesin robottan kullanıcı kontrol programına aktarımı başlar.



Şekil 9: Görüntü oynatıcı

Şekil 9 ve Şekil 10’da bu butonlar kullanıldığında ekrana gelen görüntü oynatıcı ve ses oynatıcı görülmektedir.



Şekil 10: Ses oynatıcı

Kullanıcı kontrol programı ve robot kontrol programı aralarındaki bağlantı durumunun sınanması amacıyla birbirlerine periyodik olarak mesajlar gönderirler. Aradaki bağlantının herhangi bir nedenden dolayı kopması durumunda kullanıcı kontrol programı otomatik olarak kapatılırken, robot kontrol programı yeniden başlatılarak yeni bir kullanıcı bağlantısı için hazır hale getirilir.

4.2. Robot Kontrol Programı

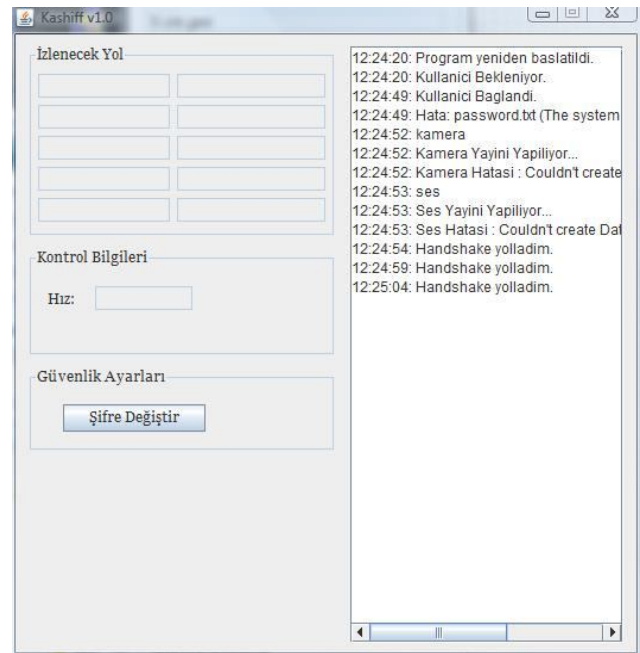
Robot bilgisayarının üzerinde çalışan ve java programlama dili kullanılarak yazılan program, kullanıcı kontrol programı ile bilgi alışverişinin sağlanmasının yanısıra, gerekli bilgilerin elektronik kartlara gönderilmesi ve kartlardan gelen bilgilerin alınması gibi işlemleri de gerçekleştirmektedir.

Robot kontrol programının görevlerinden biri kullanıcı kontrol programından gelen hareket bilgilerinin işlenmesi ve bu bilgilere göre gerekli hesaplamaların yapılarak sonuçların uygun biçimde elektronik kontrol kartlarına gönderilmesinin sağlanmasıdır. Ayrıca kamera ve mikrofondan alınan görüntü ve ses, bu program vasıtası ile işlenerek kullanıcı kontrol

programına gönderilmekte, böylece kullanıcının ortam hakkında görsel bilgilere sahip olması sağlanmaktadır.

Robot kontrol programının bir diğer görevi ise ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı yardımıyla ölçülen mesafe bilgisinin elektronik kontrol kartlarından alınmasını ve bu bilginin kullanıcı kontrol programına iletilmesini sağlamaktır.

Şekil 11’de tasarlanan robot platformu üzerinde çalışan kontrol programının ekran görüntüsü gösterilmektedir. Uygulama yazılımı, kontrol programından gelen işlenmiş verinin gösterimi için farklı ekranlara sahiptir. Buna ek olarak, problemlerle karşılaşılması durumunda bu problemlerin nedenlerinin belirlenmesi ve çözülmesi için gerekli olabilecek hata ayıklama mesajlarının yazıldığı bir ekran da mevcuttur.



Şekil 11: Robot kontrol programı

4.3. Adım Motor Sürücü Kartı Yazılımı

Adım motor sürücü kartı Atmel firmasına ait AVR serisi mikrodenetleyici üzerinde C programlama dili kullanılarak yazılan bir programdır. Bu programın görevi robot bilgisayarın seri portu üzerinden gelen bilgilerin mesaj gönderme biçimine uygun olup olmadığının kontrolü ve uygun olması durumunda alınan bilgilerin anlamlı olacak şekilde derlenmesiyle motorların doğru hareketleri yapmasının sağlanmasıdır. Program bir taraftan motoru kontrol ederken diğer taraftan gelen mesajları toplayıp doğru biçimde işleyecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca ultrasonik mesafe ölçüm kartından gelen işaretler vasıtasıyla bilgisayardan gelen mesajlardan bağımsız olarak da motor hareketini duraklatabilmektedir.

4.4. Ultrasonik Mesafe Ölçüm Kartı Yazılımı

Ultrasonik mesafe ölçüm kartı yine Atmel firmasına ait AVR serisi mikrodenetleyici üzerinde C programlama dili kullanılarak yazılan bir programdır. Bu programın görevi SRF05 ultrasonik mesafe algılayıcısının çalışması için gereken uygun işaretlerin üretilmesi, algılayıcının ürettiği işaretleri inceleyerek mesafe hesabının yapılması ve hesaplanan mesafe bilgisinin RS232C protokolü ile uygun biçimde robot bilgisayara gönderilmesinin sağlanmasıdır.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, uzaktan kablosuz ağ aracılığıyla kontrol edilebilen gezgin bir keşif robotu tasarlanmış ve pratik olarak gerçekleştirilmiştir. Robot, harita ve klavye modlarında test edilmiş ve istenilen hedef noktaya başarılı şekilde ulaştığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda, robot tasarımı yapılırken kullanılan esnek yapının, ileride robot üzerinde yapılabilecek eklenti veya değişikliklere açık olup robotun farklı amaç ve uygulamalar için temel bir yapı olarak kullanılmasına olanak sağladığı görülmüştür.

6. Kaynakça

- [1] Yıldız, N., “Araba Benzeri Bir Gezgin Robotun Donanımı ile Yazılımının Tasarlanması ve Gerçekleştirilmesi”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, 2004.
- [2] Önal, A. ve Çelik, T., “Adım Motorlu Bir Mobil Robot Tasarımının RF Aracılığıyla Bir Bilgisayar Tarafından Kontrolü”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, 2005.
- [3] Sır, M. ve Umar M., “RF Üzerinden Bilgisayar Kontrollü Forklift Robot”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği, 2007.
- [4] Ünlü, B., “İnternet Üzerinden Mobil Bir Robotun Kontrolü”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, 2007
- [5] Yalvaç, M., “Bilgisayar Aracılığı ile Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Araştırma Robotu Projesi”, Bitirme Tezi, Düzce Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, 2008.