

Kablosuz Duyarga Ağları ile Engelli İnsanlar İçin Akıllı Ev Uygulamaları

Kablosuz Duyarga Ağları ile Engelli İnsanlar İçin Akıllı Ev Uygulamaları

Özet;

Akıllı evler geleceğin tasarım kavramları arasında olmaktan çıkmıştır. Günümüzde, içinde yaşayanların yaşam tarzlarını doğrudan etkileyen evler tasarlanmaktadır. Akıllı ev sistemlerinin amacı, tanımlanmış aktivitelerin farkında olan bir ortam yaratmaktır. Engelli insanlar günlük hayatlarını kolaylaştırmak için bu sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çalışmada engelli insanların hayatlarını kolaylaştırmak amacıyla farklı engel türleri için duyarga ağları ile bazı akıllı ev uygulamaları geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem, karar alma süreçlerinin merkez düğümde yapıldığı ve önceden tanımlanmış görevleri yerine getiren diğer düğümleri içeren bir yıldız ağ mimarisinden oluşmaktadır. Tmote Sky duyarga düğümleri kullanarak oluşturulan test ortamında üç temel senaryo gerçekleşmiş ve başarımlı testleri sonucunda sistemin doğru kararlar verdiği görülmüştür. Gerçeklenen sistemler otomatik kapı kontrol sistemi, gaz kaçağı algılama sistemi ve işitme engelli insanları uyarı sistemidir. Bu makalede sistemin genel çalışma prensipleri ve senaryolar anlatılmıştır.

1)Giriş

Mikro elektronik, iletişim ve diğer ilgili teknolojik alanlardaki gelişmeler, çok çeşitli türlerde kablosuz duyargaların geliştirilmesine imkân sağlamıştır. Bu duyarga düğümleri farklı bölgelerdeki sıcaklık, ses, titreşim, basınç, hareket veya kimyasal faktörler gibi çevresel ve fiziksel

koşulları gözlemlemek için bazı aygıtlarla donatılmışlardır. Bir yandan algılama ve bilgi ölçme işlemlerini yaparken, bir yandan da haberleşme ve hesaplama yapabilme yeteneğine sahiptirler [1]. “Akıllı Ev” duruma bağlı olarak bazı akıllı uygulamaları harekete geçiren özel sistemlerle donatılmış bir evi ya da bir yapıyı tanımlamak için kullanılan terimdir. Bu sistemlerin evlere yerleştirilmesiyle birlikte önceden programlanmış senaryoların kontrolü mümkün hale gelmektedir. Örneğin, kişi evin dış kapısına yaklaştığı zaman sistem kişinin kimliğini tespit eder ve kapıyı açıp açmaması gerektiğine karar verir. Bu sistem, kişinin nerede olduğunun farkında olarak, buna göre hangi uygulamanın gerçekleşeceğine karar verebilme yeteneğine sahip olması sebebiyle bağlama duyarlı bir sistemdir. Akıllı tasarlanan ve işletilen yapılar üretimlilik, enerji tasarrufu ve yönetsel kazançlar bakımından da dramatik bir artış sağlamaktadır. Bütün akıllı ev sistemlerinin amacı insanların hayatını kolaylaştırmaktır. Bu sistemler engelli insanların da günlük hayatını kolaylaştırabilir. Engelli insanlar günlük hayatlarında sağlıklı insanlara göre daha fazla problemlere maruz kalmaktadır. İşitme engelli insanlar kapı zilini duyamazken, Alzheimer hastaları da gazı açık unutabilirler. Bunlar özellikle evde yalnız kaldıklarında karşılaşılabilecekleri bazı problemlerdir. Kablosuz duyarga ağları (WSN) teknolojisi ile bu problemleri çözmek mümkün hale gelmiştir. Akıllı evler ayrıca engelli insanlar için güvenli ve güçlü bir çevreyi destekleme için de kullanılır. Sistem, kullanıcıya teknik detayları bilmeden bütün özelliklerini kullanma ve otomatize etme imkânı sağlar. Ayrıca güvenliği sağlamak ve tehlikeli bir durum olduğunda kullanıcıyı uyarmak için de çevreyi gözlemleyebilir. Bu çalışmada engelli insanların hayatını kolaylaştıracak bir sistem tasarlanması hedeflenmiştir. Üç farklı engel türü için farklı senaryolar gerçekleştirilmiştir. Bilgisayara bağlı olan merkez düğümü kimlik belirleme ve karar verme işlemleri için kullanılırken, diğer duyarga düğümleri olayları algılama ve harekete geçirme işlemlerinden sorumludur. Senaryolarda ayrıca kullanıcı üzerinde taşınan hareketli

duyarga düğümünden de faydalanılmıştır. Makalenin içeriği şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2’de benzer çalışmalar irdelenmiş, Bölüm 3’de sistemin genel tasarımı verilmiştir. Bölüm 4, uygulama senaryolarını içermektedir. Bölüm 5’de merkez düğümün fonksiyonları anlatılmıştır. Bölüm 6 sonuçları vermektedir.

2) Benzer Çalışmalar

Günümüzde yaşlı nüfus genç nüfusa göre daha hızlı artış göstermektedir [2]. Bu nedenle ev otomasyon sistemleri yaşlı ve engelli insanlar için uygulanabilir bir seçenek haline gelmiştir. Literatürde kablosuz duyarga ağların akıllı ev tasarımında kullanılması ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Hussain vd. tarafından yapılan çalışmada Kablosuz Duyarga Ağları (WSN) ve Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisi birleştirilerek kapı kontrol sistemi geliştirilmiştir. Bu proje Alıcı Sinyal Seviyesi Göstergesi (RSSI) değerini temel alarak yapılmıştır. RSSI değeri çevresel etkenlere bağlı olarak anlık değişkenlikler gösterir. Kapıya yerleştirilen iki adet düğüm sayesinde RSSI değerindeki ani değişimler gözlemlenerek kapıdan birinin geçtiği algılanır. RFID cihazları kullanılarak da kapıdan giren kişinin kimliği tespit edilir. Bu çalışmada problem duyarga düğümlerinin çok kısa zaman aralıklarıyla ve devamlı olarak birbirleri arasında radyo iletişimi yapmalarıdır. Çünkü düğümler iletişim esnasında en yüksek enerjiyi tüketirler. Bu da düğümlerin çalışma ömrünü kısaltır. Bu çalışmada ise kapıya birinin yaklaştığını Pasif Kızılötesi Duyarga (PIR) kullanarak tespit etmekteyiz. Gelen kişinin kimliğini ise merkez düğümün bağlı olduğu bilgisayardaki veri tabanı üzerinden belirlemekteyiz. Bu sayede radyo iletişiminin kullanımını büyük ölçüde azaltarak pilin ömrünü artırmış bulunmaktayız. Radyo iletişimi ve PIR duyargalar arasındaki güç tüketimi Çizelge-1 ve Çizelge-2’de verilmiştir.

Çizelge-1: Radyo enerji tüketimi

| Radyo Güç Seviyesi | Bekleme Durumundaki Akım Tüketimi (μ A) | Radyo İletimi Esansındaki Akım Tüketimi (mA) |
|--------------------|--|--|
| Max | 365 | 17.4 |
| Min | 365 | 7.2 |

Çizelge-2: PIR duyarganın akım tüketimi

| Bekleme Durumundaki Akım Tüketimi (μ A) | Radyo İletimi Esansındaki Akım Tüketimi (μ A) |
|--|--|
| 52 | 136 |

3) Sistem Tasarımı

Tmote Sky duyarga düğümleri IEEE 802.15.4 Zigbee standardı ile çalışan Chipcon CC2420 [5] radyo kırımığı ile iletişimi sağlamaktadır. IEEE 802.15.4 standardının hassaslığı ve düşük enerji işlemi sayesinde, CC2420 radyo kırımığı bize güvenli bir kablosuz iletişim sağlamaktadır. Bu sistemde duyarga düğümleri “merkez düğüm”, “kapı kontrol düğümü”, “gaz algılayıcı düğüm” ve “hareketli düğüm” olmak üzere, işlevlerine göre isimlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Örnek ev planı ve duyarga düğümlerin konumları Şekil 1’de verilmiştir.



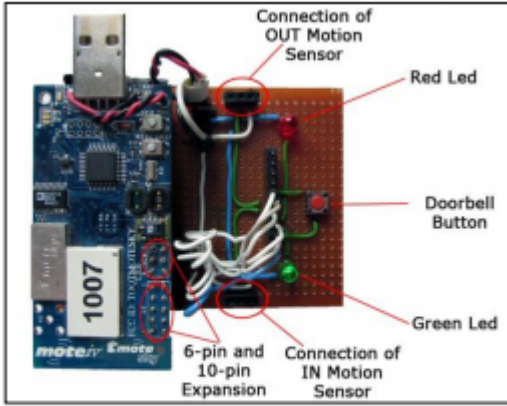
Şekil-1: Örnek ev planı ve duyarga düğümlerinin konumları

3.1 Merkez Düğüm

Bu düğüm USB ile bilgisayara bağlıdır. Ağdaki diğer düğümlerle bilgisayar arasındaki bilgi akışını sağlar. Merkez düğüm ile bilgisayara aktarılan bilgiler bir veritabanına kaydedilir veya başka bir işlemi tetikleyebilir.

3.2 Kapı Kontrol Dügümü

Bu düğümün görevi otomatik kapı kontrol sistemini kontrol etmektir. Hem algılayıcı hem de olayları harekete geçirici düğümdür. Hareketi ve zile basıldığını algılamamanın yanında, kapıyı açma ve kilitleme işlemlerinden de sorumludur. Otomatik kapı kontrol sistemini benzetim yoluyla gerçeklemek amacıyla Şekil 2’de görülen donanımı hazırlanmıştır.



Şekil-2: Kapı kontrol düğümü ve diğer harici aygıtlarla bağlantısı

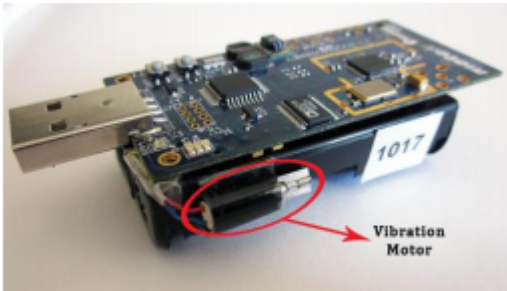
Hareketi tespit etmek için iki adet Pasif Kızılötesi Duyarga (PIR) kullanılmış ve kapıya yerleştirilmiştir. Hareket duyargası düğümlerinden biri evin dışındaki hareketi algılamaktan sorumluyken, diğeri evin içindeki hareketi algılar. Böylece sistem gelen kişinin dışarıdan mı, içeriden mi kapıya yaklaştığını algılar. Ayrıca, duyarga düğüme bağlı bir düğme kapı zili fonksiyonunu görmektedir. Biri düğmeye bastığında 4. bölümde anlatılan Senaryo 2 gerçekleşir. Kapıyı kilitleme ve açma işlemlerini benzetmek için ise yeşil ve kırmızı ışıklar kullanılmıştır. Eğer sistem kapıyı açarsa yeşil ışık yanar, kilitlediği zaman ise kırmızı ışık yanar. Gerçek sistemde ise röle devresi kullanarak kilitleme ve açma işlemleri yapılmaktadır. Rölenin çalışma mantığı kendi üzerinden geçen büyük ölçekteki akımı, çok daha küçük ölçekli bir akımla açıp kapayabilen bir yapıdır. Bu sayede kapı kontrol düğümü röleyi açıp kapayacak, röle de kapıyı açıp kilitleyecektir.

3.3 Gaz Algılayıcı Dügüm

Gaz kaçaklarını tespit etmekle görevli düğümdür. Harici bir gaz duyurga devresi düğüme bağlanmıştır. Ortamda herhangi bir gaz sızıntısı olduğunda, gaz duyurga devresinin çıkışı mantıksal olarak "1" değerine getirilir ve düğümün giriş bacağı bu durumu algılayarak düğümü uyarır.

3.4 Hareketli Dügüm

Kullanıcı tarafından taşınması gereken düğümdür. Diğer düğümlerle kullanıcının haberleşmesini ve kullanıcının kimliğinin tespit edilmesini sağlar. Her hareketli düğüm farklı kimlik numarası verilerek programlanmıştır. Şekil 3'te görüldüğü gibi düğüme harici olarak küçük bir titreşim motoru bağlanmıştır. Titreşim motoru düğümün çıkış bacakları sayesinde kontrol edilerek, işitme engelli kullanıcının fiziksel olarak uyarılması sağlanmıştır.

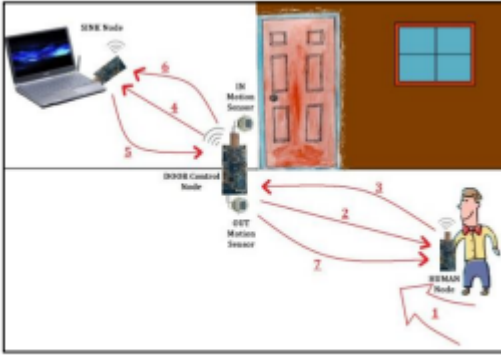


Şekil-3: Titreşim motoru bağlanmış İnsan Dügümü

4 Uygulama Senaryoları

4.1 Senaryo 1: Otomatik Kapı Kontrol Sistemi

Bu senaryonun aktörü ellerini kullanamayan bir engellidir. Bu kişi engelinden dolayı kapıyı açmak ve kilitlemek için anahtar kullanamamaktadır. Kişi kapıya yaklaştığında sistem bunu fark edip kişiyi tespit eder ve kapıyı otomatik olarak açar. İçeri girdikten 5 saniye sonra da tekrar kapıyı otomatik olarak kilitler. Eve girişte ve çıkışta da aynı senaryo uygulanır.



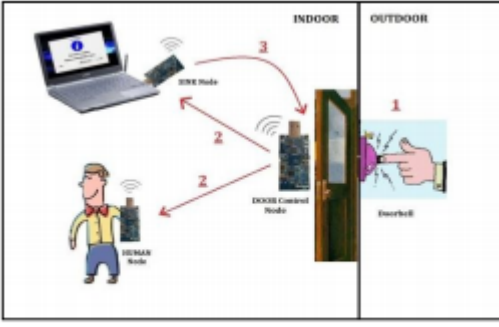
Şekil-4: Otomatik kapı kontrol sistemi (Senaryo 1)

Şekil 4'te görüldüğü gibi kapı kontrol düğümü ve buna bağlı iki hareket duyargası kapıya yerleştirilmiştir. Hareket duyargalarından biri evin dışına, diğeri ise evin içine yerleştirilmiştir. Merkez düğümün bağlı olduğu bilgisayarda ev otomasyon programı çalışmaktadır. Kullanıcılar bilgisayarda bulunan kontrol panelinden sisteme tanımlanmaktadır. Aşağıda anlatılan senaryoda kullanıcının tanımlı olduğu ve kimlik numarasının veri tabanına kayıtlı olduğu varsayılmıştır. Kullanıcının yapması gereken tek şey önceden programlanmış olan hareketli düğümü taşımaktır. Şekil 4'te bu senaryonun şeması verilmiştir. Sistemin arka plandaki çalışma mantığı şu şekildedir. Adım 1: Kullanıcı dışarıdaki hareket duyarganın algı alanına girdiğinde, duyarga hareketi tespit eder ve kapı kontrol düğümünü uyarır. Bu uyarının anlamı dışarıdan eve girmek isteyen biri olduğudur. Adım 2: Kapı kontrol düğümü hareket duyarga tarafından uyarıldığında, ortama en düşük sinyal gücüyle bir mesaj yayınlar. Mesaj şu soruyu sormaktadır: "kimlik numaran nedir?". Normalde düğümler arasındaki radyo haberleşmesi mesajın doğrudan istenilen kimlik numaralı düğümüne gönderilmesiyle olur. Burada ise kapıya yaklaşan hareketli düğümün kimlik numarası bilinmediği için özel bir düğümüne mesaj göndermek yerine, tüm düğümlerin alabileceği bir mesaj yayınlanır. Bu mesajın en düşük radyo sinyal gücü ile yayınlanması yayın alanını daraltarak çevrede bulunan olayla ilgisiz düğümlerin mesajı alma olasılığını düşürmektedir. Tmote Sky düğümleri radyo sinyal gücünü çalışma zamanı esnasında ayarlama yeteneğini sahiptir. Bu sayede mesajın erişim uzaklığını 1 metreye kadar düşürmeyi başardık.

Bu da yayınlanan mesajın sadece kapıya yaklaşımakta olan hareketli düğüm tarafından alınmasını sağlamaktadır. Adım 3: Hareketli düğüm “kimlik numaran nedir?” mesajını aldıktan sonra, kimlik numarasını cevap olarak kapı kontrol düğümüne geri yollar. Adım 4: Kapı kontrol düğümü gelen mesajdaki kimlik numarasını veritabanından kontrol edilmesi için merkez düğümüne gönderir. Adım 5: Merkez düğüm gelen kişinin kimlik numarasını kapı kontrol düğümünden alarak seri iskele üzerinden ev otomasyonu programına aktarır. Ev otomasyon programı ise gelen numarayı veritabanından kontrol eder. Eğer numara veritabanında kayıtlı ise kapı kontrol düğümüne “kapıyı aç” mesajı yollar. Kayıtlı değilse “kapıyı açma” mesajı yollanır. Kapı kontrol düğümü kapıyı açarsa, kapıyı 5 saniye sonra otomatik olarak tekrar kilitlet. Adım 6: Bu adımda kapı açılmış ve kullanıcının içeri girmesi beklenmektedir. Eğer içerideki hareket duyarga herhangi bir hareket tespit ederse, sistem kişinin içeri girdiğini algılar. Sonra tekrar kapıyı kilitlet. Merkez düğümü ve hareketli düğümü içeri girme olayından haberdar eder. Bu bilgi veri tabanına kaydedilir. Adım 7: Bu adım kişi içeri girdikten sonra gerçekleşir ve hareketli düğüm ilgili kişinin durumunu “içeride” olarak değiştirir. Aynı adımlar kişi içeriden dışarı çıkarken de gerçekleşir.

4.2 Senaryo 2: İşitme Engelli Kullanıcıları Uyarma

Bu senaryoda işitme engelli kullanıcılara yardım etmek hedeflenmiştir. Amaç, kapı zilin algılamasını sağlamaktır. Bu senaryonun gerçekleşmesi için hareketli düğümüne bir titreşim motoru yerleştirilmiştir. Kapı ziline basıldığı zaman akıllı sistemin birbiri ile etkileşerek titreşim motorunu harekete geçirmesi sağlanmıştır. Bu sayede hareketli düğümü üzerinde taşıyan işitme engelli kullanıcının uyarılması sağlanmıştır.

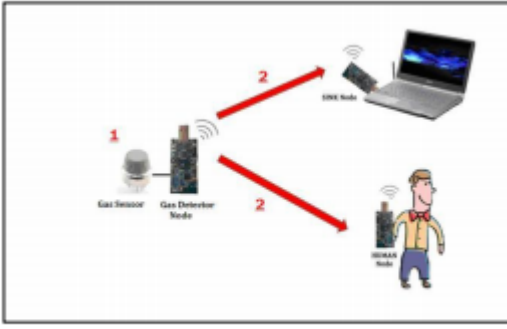


Şekil-5: İşitme engelli insanların titreşim ile uyarılması (Senaryo 2)

Şekil 5'te verilen senaryo adımları anlatılmıştır. Adım 1: Kapı kontrol düğümüne bağlı olan zile basılması kapı kontrol düğümü tarafından bir "olay" olarak algılanır. Adım 2: Kapı kontrol düğümü kapsama alanında bulunan diğer düğümlere "kapı zili çalıyor" anlamına gelen mesajı gönderir. Bu mesaj kişi üzerinde bulunan hareketli düğüm tarafından algılanır ve üzerinde bağlı olan titreşim motoru çalışmaya başlar. Motor 5 saniye boyunca titreşir. Böylece kişi fiziksel olarak uyarılmış olur. Aynı mesaj ayrıca merkez düğüm tarafından da algılanır. Ev otomasyonu ara yüzü üzerinde durumla ilgili bir bilgilendirme penceresi görüntülenir ve olay gerçekleşme zamanı ile birlikte veri tabanına kaydedilir. Adım 3: Bu adım istenirse kullanılır. Otomasyon programı üzerinden kapının ilk senaryoda anlatıldığı şekilde otomatik açılması imkânı sağlar. Eğer kullanıcı bir önceki adımda ekranda beliren bilgilendirme mesajındaki "kapıyı aç" seçeneğine tıklarsa, merkez düğüm kapı kontrol düğümüne "kapıyı aç" mesajı yollar ve kapı açılır. 5 saniye sonra kapı otomatik olarak tekrar kilitlenir.

4.3 Senaryo 3: Gaz Kaçağı Algılama Sistemi

Bu senaryo çeşitli sebeplerle gazın açık unutulması durumunda devreye girer. Örneğin Alzheimer hastası kullanıcılar için düşünülebilir. Tasarlanan sistem gaz kaçağı olması durumunda ev ortamında kişinin uyarılmasını sağlar.



Şekil-6: Gaz Kaçağı Algılama Sistemi (Senaryo 3)

Şekil 6'da senaryo özetlenmiştir. Bölüm 3.3'te anlatıldığı gibi, gaz algılayıcı düğüm bu senaryodan sorumludur ve üzerine harici bir gaz duyarga devresi yerleştirilmiştir. Gaz sızıntısı olduğunda, gaz duyarga devresi bunu algılar ve gaz algılayıcı düğümü uyarır. Duyarga düğümü olay hakkında uyarıcı bir mesaj yayınlar. Mesaj hareketli düğüm tarafından algılanır ve titreşim motoru tekrar devreye girer. Ayrıca merkez düğüm de mesajı alır ve ses mesajı ile birlikte ekranda uyarı mesajı görüntülenir. Bu durum aynı zamanda gerçekleştiği zaman bilgisiyle birlikte veritabanına kaydedilir. Böylece kullanıcıların tehlikeye karşı uyarılması gerçekleşmiş olur.

5 Ev Otomasyon Programı

Sistem, kullanıcı ara yüzünü sağlayan Java tabanlı bir ev otomasyon programı ile etkileşmektedir. Tüm sistemin yönetilmesi ve gözlenmesi merkez bilgisayar üzerinde sağlanmaktadır. Otomasyon programı ayrıca merkez düğüm ile bilgisayar arasındaki iletişimi de sağlar. Şekil 7'de görüldüğü gibi sıcaklık ve nem bilgisi gerçek zamanlı olarak program üzerinden görülebilmektedir. Düğümler üzerinde gömülü olan sıcaklık ve nem duyargaları sayesinde bu değerler okunabilmektedir. Program üzerinde duyargaların konumlarının bulunduğu örnek bir ev planı ile testler yapılmıştır. Senaryolar gerçekleşirken ev planı da görsel olarak değişmektedir.



Şekil-7: Ev otomasyon programının ana menüsü

Kaynakça:

-dergipark.gov.tr

-www.iot.gen.tr