

RFID

(Radio Frequency Identification)

(Radyo Frekansı ile Tanımlama)

Ayhan KARGIN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
ayhan@ayhankargin.com

Özet

RFID radyo frekanslarını kullanarak nesnelere tekil ve otomatik olarak tanımlama yöntemidir. Etiket ve okuyucu olmak üzere iki temel bileşenden oluşur. Kısa mesafelerde işleyen bu sistem etikette tutulan Elektronik Ürün Kodu gibi tekil bilginin okuyucu ile okunup işlenebilmesine olanak sağlar. Bilgisayar sistemlerinde en çok maliyetli işlerden birinin de sisteme veri girişidir ve RFID bu soruna çok işlevsel bir çözüm üretir. Çözüm ürettiği bir diğer nokta da RFID'nin birçok alanda gereksinim duyulan tanımlama problemine karşı ürettiği çözümdür. Çözüm üretilen alanlardan bazıları şunlardır: kimlik doğrulama, ürün takibi, kütüphaneler, taşıt tanıma. Yeterince hızlı ve güvenilir olan bu teknolojinin gelecekte birçok farklı alanda kullanılarak geliştirilmeye devam edeceği düşünülmektedir.

Abstract

RFID is a method that identifies the objects singularly and automatically. System consists of two basic components: tag and reader. The system which works in short distances provides reading singular knowledge like Electronic Product Code and processing the readed knowledge. One of the most expensive work in the computer based systems is knowledge input and RFID produces a useful and functional solution for that. Another point at the producing solution is against identifying the objects. Some of the areas which RFID produces solution are these: authentication, product tracking, libraries, vehicle recognition. It is considered that RFID technology will be used in many other areas and continue the improving.

1. Giriş

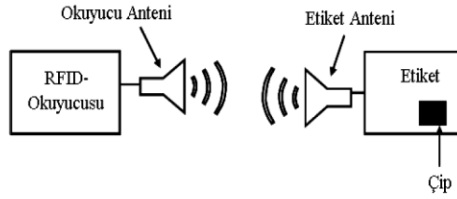
Son yıllarda teknolojiye ve bilgi sistemlerinde yaşanan hızlı gelişmeler ve hızla değişen rekabet ortamında RFID teknolojisi iş süreçlerine büyük yenilikler getirdi. RFID teknolojisinin getirdiği kolaylık dinamik ortamda nesnelere tanımlanabilmesidir [1]. Dinamik ortamda nesnelere tanımlanmasıyla iş süreçlerindeki birçok problem (maliyet, verimlilik, hız, vs.) çözülebiliyor. RFID, yüzeysel olarak özel bir etiket ile bu etiketi algılayabilen özel bir okuyucu arasında radyo frekansları ile yapılan iletişim (tanımlama) olarak tanımlanabilir. Etiketdeki sayısal verinin okuyucuda karşılık geldiği bilgiye göre işlem yapabilmesiyle, gereksinimlere çözümler üretilebiliyor.

RFID en çok kullanıldığı alanlardan biri ürün yönetim sistemleridir. RFID ile nesnelere, üretimden dağıtımına kadar olan tüm hayat döngüleri boyunca tanınıp takip edilebilmektedir. Bu yeni teknoloji, kullanılan iletişim ağı altyapısına entegre edildiğinde veri toplama, hizmet dağıtım ve sistem yönetimi insan müdahalesi olmadan gerçekleştirilmekte, hata oranı azaltılıp servis hızı ve kalitesi artırılmaktadır.

2. Tanım ve Tarihçe

RFID, nesneye ait verileri içeren mikro işlemci ve bu mikro işlemciye entegre edilmiş anten ile donatılmış etiket taşıyan bir nesnenin, bu etikette taşıdığı bilgiler ile hareketlerinin izlenebilmesine, analiz edilebilmesine ve yönetilebilmesine imkan veren; veri alışverişini radyo frekansları ile sağlayan otomatik nesne tanımlama ve takip teknolojisidir. Veri ve enerji transferi, RFID etiket - RFID okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar etiket anteniyle buluşmakta ve mikroçipteki devreleri harekete geçirmektedir. Mikroçip dalgaları modüle ederek

okuyucuya geri göndermekte ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir [2].



Şekil 1: RFID Okuyucu ve Etiket

RFID'in tarihçesi incelendiğinde ilk kullanımın 1926 yılında ve askeri amaçlı olduğu görülmektedir. İngiltere 2.Dünya Savaşı esnasında RFID'den düşman ve müttefik uçakların belirlenmesinde faydalanmıştır. RFID'in ilk ticari kullanımı ise 1984 yılında General Motors tarafından gerçekleştirilmiştir. General Motors otomobillerin gövdelerine yerleştirdiği RFID etiketlerle her gövdede doğru ekipmanların kullanıldığını kontrol etmeyi amaçlamaktaydı. Bunu 1970'li yıllarda nükleer malzeme izleme uygulamaları takip etmiş, ürün takip gibi ticari uygulamaları 1990'lı yıllarda başlamıştır [3].

3. RFID bileşenleri

RFID iletişim sistemler 6 temel bileşenden oluşur. Bunlar:

- 1) Etiket
- 2) Anten
- 3) Okuyucu
- 4) Sorgulayıcı
- 5) Denetleyici
- 6) Yazılım

3.1. Etiket

Nesne hakkındaki bilginin depolanmış olduğu bir mikroçip ve antene sahip, üzeri koruyucu tabakayla kaplı bir aygıttır. RFID etiketler, elektronik veri taşıyıcıları olarak kullanılır ve buldukları değişik noktalarda farklı bilgiler yazılıp okunabilir. RFID etiketindeki mikroçip 64bit'den 8MB'a kadar veri depolama özelliğine sahiptir. Enerji kaynağına göre pasif (pilsiz), aktif (pilli) ya da yarı pasif olabilir. Aktif etiketler haberleşmek ve işlem yapabilmek için kendilerine fiziksel olarak entegre edilmiş bir enerji kaynağından yararlanırken, pasif etiketler bu enerjiyi haberleşme alanına girdikleri okuyucudan sağlamaktadır.

RFID uygulamalarında en önemli detaylardan biri doğru etiket seçimidir. Çalışma ortam koşulları, etiketlenecek ürünlerin yerleşimi, malzemenin hammadde, hedeflenen okuma mesafesi gibi faktörler etiket seçimini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca üzerine baskı yapılabilecek etiketler, geniş hafıza kapasitesi, zorlu şartlara ve sıcaklıklara dayanıklılık gibi ilave özelliklerin de aranması durumunda RFID sisteminde özel etiket seçimi yapılması gerekebilir.

Tablo 1'de etiketlerin çeşitlerine göre özellikleri gösterilmektedir.

3.2. Anten

RFID antenler, elektromanyetik dalgaları bir sistemden alıp çevreye veren ya da çevresindeki elektromanyetik dalgalardan aldığı işaretlerle bir sistemi besleyen, kablosuz haberleşme sistemlerinin performanslarını artırmak için kullanılan teknolojik cihazlardır. RFID anten okuyucu-okuyucu veya okuyucu-etiket arasında haberleşmeyi sağlayan

Tablo 1: RFID Etiketlerin Karşılaştırılması [4]

| Etiket | Aktif | Pasif | Yarı-pasif |
|-------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| Güç kaynağı | Pil | Okuyuculardan yayılan elektromanyetik dalgalarla indüksiyon | Pil ve indüksiyon |
| Okuma mesafesi | 30 m.kadar | 3 meters | 30 m. kadar |
| Yakınlık bilgisi | Zayıf | İyi | Zayıf |
| Frekans çatışması | Yüksek | Orta | Yüksek |
| Depolanan bilgi miktarı | 32k veya daha fazla (okuma/yazma) | 2k(sadece okuma) | 32 k veya daha fazla (okuma/yazma) |
| Maliyet/Etiket | \$2-\$100 | 25cent | Geliştirilmekte |

donanımdır. Birçok durumda etiket okuma menzilleri çok düşük olduğu için anten kullanımı çok önemlidir. Konsept olarak basit olmasına rağmen, antenlerin düşük güçlerde en iyi sinyal alımlarını gerçekleştirmeleri ve özel koşullara uyum sağlamaları gerekir. Antenler uygulamaların çalışacağı ortamın özelliklerine ve uygulamanın gerektirdiği mesafelere bağlı olarak, en iyi performansı sağlamak için farklı boy, şekil ve frekans aralıklarında tasarlanmalıdır.

3.2. Okuyucu

RFID etiket üzerindeki antenden sinyal olarak etiket bilgisini okuyabilen, radyo frekansı aracılığıyla üzerindeki antenden etikete sinyal yayan, gerektiğinde etikete yeni bilgilerin yazılmasını sağlayabilen bir donanımdır. RFID okuyucusu bir ya da daha fazla anten aracılığı ile çevreye RF enerjisi gönderir. Yakın mesafe etiketteki anten bu enerjini toplar ve sonra etiket bunu indüksiyon yoluyla elektrik enerjisine çevirir. Bu elektrik enerjisi, etiket antenine bağlı etiket kimliğini saklayan yarı iletken çipi beslemek için yeterlidir. Sonra etiket mors koduna benzer bir şekilde anten direncini yükselterek ve düşürerek kimliği okuyucuya geri gönderir.

3.3. Sorgulayıcı

Sorgulayıcı gerçekte küçük bir bilgisayar olarak düşünülebilir. 3 parçadan oluşur. Bir anten, RFID etiketi ile iletişim kurmaktan sorumlu bir RF modülü ve denetleyici (host) ile iletişim kurmaktan sorumlu bir kontrol modülü içerir. Bazen programlayıcı ya da yazıcı olarak da adlandırılabilir. RFID etiketi ile denetleyici arasında bir köprü olarak hareket eder. Sorgulayıcı işlevleri şunlardır: etiketteki veriyi okumak, etikete veri yazmak, denetleyici ile veri iletişimi yapabilmek, etikete güç sağlamak, radyo dalgalarını yönetmek, etiket kimlik denetimi yapmak, veri güvenliğini sağlamak için şifrelemek.

3.4. Denetleyici

Denetleyici, üzerinde veritabanı yazılımı ya da uygulama yazılımı çalışan bir bilgisayar / sunucu / workstation ya da bu tür makinelerin bağlı olduğu bir ağıdır. Denetleyiciler, RFID sistemlerinin beyinleridir ve ara katman yazılımını kontrol eder. Çoklu sorgulayıcıları ağ ortamında birbirine bağlamak, merkezi olarak bilgileri işlemek için

kullanılır. Denetleyici, sorgulayıcılar tarafından toplanan bir alandaki bilgileri kullanır.

3.5. Yazılım

Denetleyiciyi kontrol eden en üst katman olarak tanımlanabilir. Yazılım istenen servislerle yerel veya global veri alışverişi yapabilir. Bu katman farklı yazılım sistemlerine (ERP, MRP, vs.) entegre olarak da çalışabilir.

4. RFID Sisteminin Çalışma Prensipleri

RFID etiketlerine bilgi yazılması ve bu bilgilerin gerektiğinde okunması radyo dalgaları ile yapılır. En yaygın olarak kullanılan pasif etiketler RFID okuyucu tarafından yayılan enerji ile aktive olurlar ve üzerlerindeki bilgiyi okuyucuya gönderirler. RFID okuyucular etiketlerden topladıkları bilgileri direk olarak ya da network üzerinden, bilgiyi işleyecek olan denetleyici-bilgisayar-yazılım sistemine iletirler. Gelen bilgi, aynı barkod sistemlerinde olduğu gibi kullanıcının istediği işlemlere uygun bir şekilde işlenerek kullanılır ya da depolanır.

RFID Sisteminin çalışma prensibi:

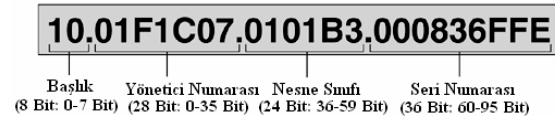
1. Etiket, anten ve okuyucu tarafından üretilen radyo frekans alanı içerisinde geçtiğinde aktif edilir.
2. Etiket, radyo frekans alanı içerisinde aldığı enerji ile bir sinyal üretir ve içerisindeki programlanmış yanıtı gönderir.
3. Okuyucuya bağlı ve RF alanında sinyal üretmiş anten etiket yanıtını algılar.
4. Alıcı-verici devre (ya da okuyucu) antenden aldığı veriyi denetleyiciye aktarır.
5. Denetleyici ilgili veriyi network arabirimi üzerinden ara katman yazılımına (middleware) gönderir
6. Ara katman yazılımı (middleware) etiketler içerisinde bulunan bilgiyi RFID sistemi içerisindeki bu bilgiye ihtiyaç duyan herhangi bir sisteme aktarır.

5. EPC (Electronic Product Code)

EPCglobal, bir ürünün küresel olarak, tüm tedarik zinciri boyunca anında otomatik tanımlama ve takibini sağlamak için RFID teknolojisini, var olan iletişim ağı altyapısını ve Elektronik Ürün Kodunu (EPC) birleştiren, tedarik zincirinin gelişmiş etkinlik ve görünürlüğünü sağlayan; RFID sistemleri için küresel standartlar geliştirmeye

odaklanmış yeni bir küresel ağ sistemidir [4]. EPCGlobal, EPC teknolojisinin standartlaştırılmasını ve dünya çapında benimsenmesini sağlamak amacıyla endüstri liderleri ve akademik kuruluşlardan oluşan üyelik tabanlı bir kuruluştur. EPCglobal'in amacı, tedarik zinciri boyunca nesne görünürlüğünü, etkinliğini, yönetilebilirliğini artırmak ve firmalarla ticari ortakları arasında yüksek kaliteli bilgi akışı sağlamaktır. (www.gs1.org)

Örnek bir EPC numarası Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: Örnek EPC Numarası

EPCglobal'in Türkiye temsilcisi TOBB bünyesindeki GS1 Türkiye'dir. (gs1.tobb.org.tr) [6]

6. RFID Kullanım Alanları

- Kimlik doğrulama: pasaportlar, üniversite giriş kartları, işyeri giriş kartları, vs.
- Temassız kredi kartları (e-para)
- Araç tanıma: otomatik geçiş sistemleri (OGS), otopark giriş-çıkış sistemleri
- Ürün takip: tedarik, taşımacılık, lojistik
- Hayvan tanıma: kimliklendirme, soyağacı ve aşı bilgileri tutma
- Kütüphaneler: kitap sayım ve ödünç verme

- Yarışlarda zaman belirleme (tur zamanı): koşu, at yarışı
- Otoparklarda araç tanıma ve otopark yönetimi
- Hasta tanıma: hastanelerde hastanın teşhis, tedavi, tahlil vs bilgilerini tutma

[7], [8], [9]

7. RFID ve Barkod Karşılaştırması

RFID sistemlerinin pek çok objeye ait etiketleri aynı anda okuyabilmeleri, toz, nem gibi dış etkilerin sistemin okuma ve veri kaydı fonksiyonlarını yerine getirmesinde engel teşkil etmemesi, sistem etiketlerinin veri kapasitesinin genişliği, okuma ya da kayıt fonksiyonunun gerçekleştirilmesi için sistemin fiili görme zorunluluğunun bulunmaması yani sistemin etiketleri okuyabilmesi ya da veri kaydetmesi için okuyucunun etiketleri görme zorunluluğunun olmaması etiketlerin okuyucunun kapsama alanı içerisinde bulunmasının okuma ve kayıt işlemi için yeterli olması, sunulan önlemler ile veri taklidi ve tahrifinin zorlaştırılması, okuma ve kayıt mesafesinin uzunluğu RFID sistemlerinin pratikte yaygın olarak kullanılan bir başka Auto-ID sistemi olan barkod sistemlerine karşı üstünlükleridir [10].

RFID ve Barkod teknolojileri avantaj ve dezavantajları açısından en çok birbirleriyle karşılaştırılan teknolojilerdendir. Bu karşılaştırma Tablo 2'de yapılmıştır.

Tablo 2: Barkod ve RFID karşılaştırması [11]

| Bar Kodlar | RFID |
|---|---|
| Bar Kodların okunması için görüş mesafesi gereklidir. | RFID etiketlerinin okunması veya güncellenmesi için görüş mesafesi gerekli değildir. |
| Bar Kodlar teker teker okunmalıdır. | Aynı anda birden çok RFID etiketi okunabilir. |
| Bar Kodlar kirli veya hasar görmeleri durumunda okunamazlar. | RFID etiketleri kirli ortamlarda okunabilirler. |
| Bar Kodların kaydedilmesi için görüntü olmaları gereklidir. | RFID etiketleri çok incedir, bir malzemenin içinde oldukları takdirde bile okunabilirler. |
| Bar Kodlar sadece herhangi bir malzemenin türünü belirler. | RFID etiketleri malzemeleri belirleyebilir. |
| Bar Kodların üstündeki veriler güncellenemez. | RFID etiketleri üzerindeki veriler defalarca güncellenebilir. |
| Malzemelerin belirlenmesi için bar kodların manual olarak kullanılması gereklidir, bu durumda insan hatası söz konusu olabilir. | RFID etiketlerinin otomatik olarak kontrol edilmesi insan hatasını ortadan kaldırır. |

8. RFID ve Güvenlik

Veri güvenliği adı altında verilerin kötüye kullanımını, verilere yetkisiz kişilerin erişimini, verilerin tahrifini, veri kaybını, verilerin taklidini, tahribini, silinmesini önlemeye yönelik tüm organizasyonel ve teknik önlemler anlaşılır [12].

Bu tanımla RFID'yi tehdit eden saldırılar ve saldırılara karşı alınan güvenlik önlemleri aşağı listelenmiştir. Bir örnek ile güvenilirliği açıklamak gerekirse temassız kredi kartlarının kullanımının başlaması yeterince güvenli olduğunun katını sayılabilir.

8.1. Veri Güvenliğini Tehdit Eden Saldırıları

- İzinsiz okuma
- Veri tahrifi
- Etiket taklidi
- Etiketlerin çalışmaz duruma getirilmesi
- Etiketlerin objelerden sökülmesi
- Etiket ve okuyucu arasındaki frekansın bozulması (jamming)
- Bloklayıcı etiket kullanımı ile okuyucunun bloke edilmesi (blocking)
- Okuyucuyu tanımlayan verilerin taklidi (reader spoofing)
- Etiket ve okuyucu arasındaki iletişimin izinsiz dinlenmesi (eavesdropping)
- İzleme yani kişi takibi (tracking)
- Yönlendirme saldırıları (relay attacks)

8.2. Güvenlik Önlemleri

- Kimlik doğrulama (authentication)
- Kod saklama (cover-coding)
- Transfer edilen verinin şifrelenmesi (encryption of data in transit)
- Etiket üzerinde kayıtlı verilerin şifrelenmesi (encryption of data stored on a tag)
- Kalkanlama (electromagnetic shielding)
- "Kill" komutu kullanımı
- Kıvrılır etiketler (clipped tags) kullanımı
- Blocker tag kullanımı
- Aktif sinyal bozma yaklaşımı (active jamming)
- "Lock" komutu kullanımı
- Takma ad (pseudonym) kullanımı
- Dedektör kullanımı

- Tekrar adlandırma yaklaşımı (renaming approach)

[13]

9. RFID'nin Gelişememe Sebepleri

1) Entegre bir sistem oluşturmak için oldukça az sayıda firma olması nedeniyle RFID ile ilgili yatırım yapan firmalar teknolojiyi sağlayan firmalardan elde ettikleri teknolojileri kullanarak sistemi kendileri oluşturmak durumundadır.

2) Elde edilen faydanın artması için uygulamanın tedarik zincirine yayılması gereklidir. Maliyet ve faydalarla ilgili tartışmaların yoğunluğu nedeniyle projeye başlamak oldukça zordur.

3) RFID teknolojisi standart değildir. Standartlarla ilgili bir çok öneri olmasına ve bir çok standart üzerinde çalışılmasına rağmen gelecekte hakim olacak standart ile ilgili belirsizlik hakimdir. Dolayısıyla, standartlar konusundaki belirsizlik RFID'ye yapılan yatırımların azalmasında önemli bir etkidir.

4) RFID teknolojisiyle ilgili hatalar teknolojinin yaygınlaşmasını engellemektedir. Bu hatalar radyo dalgalarının çakışması, ürünlerin farklı özellikleri nedeniyle farklı etiketlerin kullanılmasının gerekliliği, herhangi bir ülkede bir etiketle işlem gören frekansın başka bir ülkede çalışmaması.

5) RFID teknolojisini yaygınlaşmasını engelleyen bir diğer neden ise etiket maliyetleridir. Etiket maliyetlerinin önemli bir engel olması her malzemeye etiket takılması söz konusu olduğunda önemini artırmaktadır. Etiket maliyetleri düşük fiyatlı ürünlerde RFID kullanımının ekonomik uygunluğunu ortadan kaldırmaktadır. Etiket fiyatları 5 cent'e düşmeden RFID yatırımlarının ekonomik olmayacağı görüşü hakimdir.

[14]

Sonuç

Teknoloji süreçlerin performansını etkileyen en önemli etkenlerden biridir. RFID'nin süreçleri etkileyen işlevsel, verimli, düşük maliyetli, pratik, vs. çözümleri firmaların RFID'yi kullanmaya itiyor ve bu teknoloji geliştirilerek farklı alanlarda kullanılmaya devam ediyor. Gelecekte maliyetlerin düşeceği, kalitesinin ve standartlarının da gelişeceği düşünülürse RFID'nin dinamik dünyanın vazgeçilemez bir teknolojisi olacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- [1] <http://tr.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [2, 5] Odabaşı, Y., (2009), “Nesneler İzlenebilir ve Yönetilebilir mi? Cevap: RFID”, XI.Akademik Bilişim Konferansı, Harran Üniversitesi Şanlıurfa, 127-136
- http://ab.org.tr/ab09/kitap/yukseleodabasi_AB09.pdf
- [3, 4, 11, 14] Saatçi, Y., “RFID Teknolojisi: Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar”
- http://eab.ege.edu.tr/pdf/6_1/C6-S1-M4.pdf
- [6] “RFID: Yükselen Teknoloji, Ticari Hayatı Kolaylaştırıyor.” Ekonomik Forum Dergisi, Haziran 2006, 62-65
- www.tobb.org.tr/ekonomikforum/2006/06/62-65%20RFID.pdf
- [7] <http://en.wikipedia.org/wiki/Rfid>
- [8] Korkmaz, T., (2009), “Hasta Takip Sistemlerinde RFID uygulaması”, XI.Akademik Bilişim Konferansı, Harran Üniversitesi Şanlıurfa 99-105
- http://ab.org.tr/ab09/kitap/tan_korkmaz_AB09.pdf
- [9] Tuğaç, B., Kavas, A., “Radyo Frekans Kimlik Tanıma Sistemleri ile Elektronik Para Uygulamasının Gerçeklenmesi”
- http://www.emo.org.tr/ekler/88da4070b563521_ek.pdf
- [10, 12, 13] Meydanoğlu, E.S.B., (2008), “RFID Sistemleri ve Veri Güvenliği”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt 1, Sayı 3, 33-42
- <http://www.be.gazi.edu.tr/dergi/sayi/3-5.pdf>