

Raylı Toplu Taşıma Araçları için bir Elektronik Seyir Defteri ve Yolcu Bilgilendirme Sistemi

An Electronic Log-Book and Passenger Information System Design for Railroad Vehicles

M. Baki GÜNDÜZ,¹ H. Hüseyin ERKAYA²

¹Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
okkes1912@gmail.com

² Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü
Osmangazi Üniversitesi
hherkaya@ogu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, raylı toplu taşıma araçlarının konum ve hız bilgilerinin GPS yardımı ile belirlenerek elektronik ortamda anlık olarak kaydedildiği, seyir esnasında yolcuların elektronik yazı panoları yardımı ile bilgilendirildiği bir sistem tasarlanmıştır. Seyrin herhangi bir anında cep telefonu şebekesi yardımı ile merkez seyir amirliğine bilgi gönderilebilmektedir. Makinistin sisteme kendisini tanıtması için RFID kart tanıma sistemi kullanılmıştır. Yolculara, zaman, hız, sıcaklık ve seyir hakkında diğer bilgiler ise dönüşümlü olarak gösterilmektedir.

Abstract

An electronic log-book and passenger information system for railroad vehicles is designed and tested. The position and the velocity of the vehicle are determined using GPS system, and they are recorded simultaneously. With the system, passengers are informed about the position, velocity, temperature and the route of the travel with the help of a LED display. At any time of the travel, the recorded information can be sent to travel center superior via a cellular phone network. An RFID card identification system is used for the identification of the operator of the vehicle.

1. Giriş

Demiryolu sinyalizasyon kontrol sistemleri, demiryolu hattı üzerindeki trafiğin emniyetli bir şekilde gerçekleşmesi ve demiryollarının daha verimli bir biçimde kullanılması amacı ile tasarlanan sistemlerdir. Günümüzde mekanik tesisatlar ile yapılan sinyalizasyon sistemlerinin yerini elektronik kontrol sistemleri aldıkça, bakım kolaylığı, daha süratli ve doğru kontrol, güç ve malzemeden tasarruf ve yedek parça bulma kolaylığı gibi avantajlar sağlanabilmektedir. Ayrıca arıza

bulma ve bakım işleri azalacağından personel yönünden de büyük tasarruf elde edilebilmektedir.

2. Tasarlanan Sistemin Bileşenleri

Çalışma kapsamında tasarlanan kontrol sisteminde, konum ve hız bilgilerinin elde edilmesi için GPS (*Global Positioning System*—Küresel Konumlandırma Sistemi), yetki denetimi için RFID (*Radyo frekans tanımlama*) kart sistemi, seyir esnasında merkez seyir amirliği ile gerçekleştirilecek haberleşme için GSM/GPRS terminal sistemi, kayıtların depolanması için ise SD/MMC flash bellek teknolojilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca yolcuların seyir esnasında seyir ile ilgili bilgileri görmeleri için elektronik yazı panosu tasarlanmıştır. Bütün bu teknolojiler mikrodenetleyici yazılımı ile kontrol edilmiştir.

2.1. GPS Sistemi ve NMEA 0183 Veri Formatı

GPS dünya etrafında uzayda konumlandırılmış uydular vasıtası ile kodlanmış konum ve zaman bilgileri yollayan bir ağ sistemidir. Günümüzde ulaştırmadan taşımacılığa, havacılıktan savunmaya, meteorolojiden haritacılığa kadar birçok alanda GPS sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. GPS sistemi uzay, kontrol ve kullanıcı bölümleri olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

24'ü asıl 3'ü yedek olmak üzere 27 adet uydudan meydana gelen uzay bölümü yeryüzünden yaklaşık olarak 20000 km. uzaklıkta 6 yörüngeden oluşur ve her bir yörüngede 4 adet uydu bulunur. Yeryüzünde herhangi bir noktada üç boyutlu koordinat bilgisi elde edebilmek için en az 4 adet uydudan gelen sinyallerin işlenmesi gerekmektedir. Uydular yörüngeye yerleştirilirken ekvator ile 55° açı yapmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede GPS sinyallerini engelleyecek ya da yansıtacak herhangi bir fiziki engel yoksa, yeryüzünün gökyüzüne açık herhangi bir yerinden en az 6 uyduya bağlanabilmek mümkün olmaktadır [1].

Ana kontrol merkezi, gözlem istasyonları ve antenler olmak üzere üç bölümden oluşan kontrol merkezinin görevi, sistemi her türlü koşulda 24 saat çalışır vaziyette tutmaktır. Bunun için, GPS uydularını sürekli izler ve doğru zaman ve konum bilgilerinin üretilmesini sağlar.

Kullanıcı bölümü, yeryüzündeki alıcılardan oluşmaktadır. Yeryüzündeki herhangi bir GPS alıcısı kullanıcı bölümüne dahil olup, GPS sistemi aynı anda sınırsız sayıda kullanıcıya hizmet verebilmektedir.

2.1.1. NMEA Veri Formatı

GPS alıcılarında NMEA, SIRF, RTCM SC-104, NGS-SP3, RINEX gibi değişik standartlarda haberleşme protokolleri kullanılmaktadır. NMEA standardı ise National Marine Electronics Association (A.B.D Milli Denizcilik Elektronik Kurumu) tarafından belirlenen haberleşme protokolünü temsil eder.

NMEA standardı zaman içerisinde birçok revizyona uğramış olup, günümüzde çoğu GPS alıcısında NMEA 0183 standardı kullanılmaktadır. Bu standartta mesajlar, 4800 baud rate, 8 bit data, parity yok ve 1 stop biti formatında gönderilir (8N1).

Çalışma kapsamında tasarlanan kontrol sisteminde NEMERIX firması tarafından üretilen ve NMEA 0183 standart protokolü ile haberleşen ZX4120 GPS modül kullanılmıştır.

\$GPRMC mesajı, konum, hız ve zaman verilerini içeren ve RMC (Recommended Minimum Communication) yani ihtiyaç duyulan en sade veri anlamına gelen mesaj çeşididir. Tablo 1'de sabit bilgi içeren \$GPRMC formatında örnek bir NMEA mesajı gösterilmiştir.

Tablo 1: Örnek bir \$GPRMC mesajı

\$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6A	
RMC	Global Positioning System Recommended Minimum Communication
123519	UTC zaman bilgisi (saat, dakika, saniye)
A	Durum bilgisi A=Aktif, V=Geçersiz
4807.038,N	Konum bilgisi, 48 derece 07.038 dakika kuzey
01131.000,E	Konum bilgisi, 011 derece 31.000 dakika doğu
022.4	knot türünden hız bilgisi (knotun birimi Deniz mili/saat dir) 1 knot = 0.51444444 m/s = 1.852 km/saat dir
084.4	Track açısı
230394	Tarih bilgisi 23.03.1994
003.1,W	Manyetik değişme derecesi 003.1 derece batı
*6A	Daima * ile başlayan hata kontrol verisi
CR LF	Mesaj sonu

2.2. RFID Sistemi ve RFID Etiketler

RFID (Radio Frequency Identification), günümüzde üretim, lojistik, perakendecilik, güvenlik, sağlık gibi birçok alanda kullanılan yeni nesil kablosuz haberleşme teknolojisinin adıdır. Bu teknolojide tag adı verilen etiketler ile alıcı arasındaki iletişim temas olmadan, kablosuz haberleşme ile sağlanmaktadır [2].

RFID etiket içerisinde, bir mikrochip ve buna eklenmiş bir anten bulunmaktadır. Mikrochip 2KB ve daha fazlası bilgiyi depolayabilmektedir.

RFID içerisinde bulunan bilgiler bir alıcı (okuyucu) yardımı ile okunur. Tipik bir okuyucu, belli bir frekansta manyetik alan yayımlar. Yayımlanan bu manyetik alan etikete ulaşır ve veriler etiketten manyetik alan içerisinde okuyucuya döner. Okuyucu gelen bu verileri lojik verilere dönüştürerek, okuyucuya bağlı diğer cihazlara gönderir.

RFID etiketler çok değişik şekillerde, çok değişik objelerin içerisine yerleştirilebilmektedir. Birkaç milimetre büyüklüğündeki cisimlerde dahi bu sistem kullanılabilmektedir.

Tasarlanan kontrol sisteminde makinistin kendisini sisteme tanıtmak için RFID tanımlaması kullanılmıştır. Temel olarak makine, içerisinde kendisine ait bilgileri içeren RFID etiketi kontrol sistemi üzerinde bulunan okuyucuya göstererek yetkilendirme almaktadır.

RFID okuyucu LF(Low Frequency) Düşük frekanslı RFID etiketleri okuyacak şekilde seçilmiştir. Huayuan firması tarafından üretilen bu okuyucu RFID kartları yaklaşık olarak 3-10 cm. den algılayabilmektedir. Tasarımda 125 KHz. frekansta çalışan RFID kartlar ve okuyucu kullanılmıştır.

2.3. SD/MMC Flash Bellek Kart Sistemleri

Flash kart teknolojisi, içinde hareketli parçası olmayan, büyük miktara sayısal bilginin saklanıp geri çağrılabilirdiği bir bellek sistemidir. NAND Flash teknolojisine sahip, Secure Digital (SD), Multimedia Card (MMC), gibi hafıza kartları, tekrar tekrar yazılıp silinebilmeleri, güç kesintilerinde dahi içerdikleri bilgileri kaybetmemeleri, yapılarında hareket eden mekanik parçaların bulunmaması ve kapasitelerinin oldukça geniş olması nedeniyle günümüzde teknolojinin vazgeçilmez bir bölümünü oluşturmaktadır.

Tasarlanan kontrol sisteminde seyir ile ilgili konum, hız, zaman gibi bilgileri elektronik ortamda anlık olarak kaydedebilmek için büyük kapasitede bir depolama birimine ihtiyaç duyulmuştur. Bu depolama işlemi için SD/MMC hafıza kartlarından yararlanılmıştır. Sistem her altı saniyede bir zaman, hız ve konum bilgilerini hafıza kartına kaydetmektedir.

SD/MMC hafıza kartlarına mikrodenetleyici yardımı ile direkt olarak bilgi yazılabilir ancak; bu işlem için oldukça büyük bir program belleğine ihtiyaç duyulur. Bunun yerine hafıza kartı ile mikrodenetleyici arasında iletişim kurmaya yardımcı olan bir arabirim kullanmak daha kolay ve mantıklıdır.

SD/MMC arabirimi olarak, ROGUE robotics firması tarafından üretilmiş olan uMMC Serial Data Module kullanılmıştır. Bu modül, FAT16 ya da FAT32 dosya sisteminde biçimlendirilmiş SD ya da MMC hafıza kartlarına istenilen bilgileri yazabilir ve okuyabilir. SD ya da MMC hafıza kartlarının içerisinde istenilen dosyalar oluşturulabilir ve daha sonra hafıza kartları bir kart okuyucu yardımı ile bilgisayara takılarak bu dosyalar okunabilir [3].

uMMC Serial Data Module mikrodenetleyici ile +5V seviyesinde TTL haberleşme kurabilmektedir. Modülün TTL haberleşmesi, standart olarak 9600 baud rate de 8N1(8 veri biti, 1 başlangıç biti, 1 sonlandırma biti, parity yok) formatında gerçekleşmektedir. Ancak istenildiği takdirde,

19200, 38400, 57600 ya da 115200 baud akış hızlarında da haberleşme yapılabilir.

Modülün kendine has komutları bulunmaktadır. Bu komutlar yardımı ile istenilen bilgiler mikrodenetleyici tarafından modüle gönderilir ve modül hafıza kartı üzerinde gerekli işlemleri gerçekleştirir.

2.4. GSM/GPRS Terminal

Tasarlanan sistemde, cep telefonu şebekesi üzerinden seyir amirliğine bilgiler gönderilmektedir. Bu bilgileri gönderebilmek için, SIEMENS firmasının üretmiş olduğu MC35i GSM/GPRS terminalinden yararlanılmıştır.

MC35i terminal, kompakt bir GSM modem olup, GSM şebekesi üzerinden veri, ses, SMS ve faks iletimi için tasarlanmıştır [4].

Tasarlanan sistemde, tren her istasyona geldiğinde, makinist herhangi bir anda merkeze bilgi göndermek istediğinde ve seyir sonlandırıldığında, terminal yardımı ile merkez seyir amirliğine SMS (kısa mesaj) yolu ile bilgi gönderilmektedir.

Sistemde kullanılan MC35i terminal üzerinde bulunan RS232 girişi yardımı ile mikrodenetleyiciden bilgileri alır ve mikrodenetleyiciye bilgiler gönderir. Mikrodenetleyici terminali AT (Attention Code) adı verilen komutlar yardımı ile kontrol eder.

2.5. Yazı Panosu Bölümü

Yazı panosu, seyir esnasında yolcuları seyir ile ilgili bilgilendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Yolcular seyrin her aşamasında bilgilendirilmekte; hangi istasyondan hareket edildiği, hangi istasyona varılacağı, seyir süresi, seyir esnasındaki anlık hız bilgisi, zaman bilgileri, sıcaklık bilgileri vs. gibi bilgiler bu pano yardımıyla yolculara aktarılmaktadır.

Yazı panosunun elektronik devreleri, her biri 4 adet dot-matris LED göstergesi sürebilen 4 adet sürücü devreden oluşmaktadır. Sürücü devrelerin her birinin önceden ayarlanmış belli adresleri vardır. Hangi adrese hangi bilginin hangi zamanda gönderileceğini mikrodenetleyiciye yazılmış olan yazılım belirlemektedir. Sistemde 4 adet sürücü devrenin sürdüğü toplam 16 adet dot-matris LED gösterge bulunmaktadır. Tasarlanan panoda, istenildiği takdirde en fazla $2^4=16$ adet sürücü devre yani $16 \times 4=64$ adet LED gösterge sürülebilir.

Sürücü devrelerin temelini katod satır dot matris LED göstergeleri sürebilen MAX6953 entegresi oluşturmaktadır. Bu entegre I2C protokolü ile dört adet 5×7 dot matris LED göstergesi yani 140 adet LED'i sürebilmektedir.

MAX6953 entegresi *slave* olarak çalışır ve 2 tel üzerinden I2C haberleşme protokolü ile haberleşebilir. MAX6953 *slave* olarak çalışırken, bu entegreyi süren mikrodenetleyici ise master konumundadır. Aradaki haberleşme SDA (serial data) ve SCL (serial clock) hatları üzerinden gerçekleşir. Mikrodenetleyici, bu entegreden gelen ve entegreye yollanan bilgileri SCL (serial clock) üreterek senkronize eder. SDA ve SCL hatlarına $4K7 \Omega$ pull-up dirençleri bağlanır.

2.6. Diğer Bileşenler

Gerçekleştirilen sistemde, MAXIM IC firmasının üretmiş olduğu DS1820 dijital sıcaklık algılayıcıları kullanılmıştır. Bu

algılayıcılar yardımı ile iç ve dış ortam sıcaklıkları ölçülebilmekte ve vagonlardaki yazı panolarında gösterilebilmektedir.

Bu algılayıcılar, tek kablo üzerinden haberleşme kurabilmekte ve oldukça hassas ölçümler yapılabilir. -55°C den $+125^{\circ}\text{C}$ ye kadar $0,5^{\circ}\text{C}$ adımlarla sıcaklık ölçümlerini gerçekleştirebilmektedir.

Makinistin yetki şifresini girmesi için ve ileride yazılımda yapılabilecek değişikliklerle sisteme müdahale edebilmesi için gerekli olan bilgileri girebileceği 4×3 matris tuş takımı kullanılmıştır.

Makinistin sisteme kendisini tanıttırmasına yardımcı olan ve seyir ile ilgili verilerin görüntülediği 4×20 karakter LCD kullanılmıştır.

Sistemde gerekli olan beslemeler için anahtarlama tipi (Switch Mode'lu) güç kaynağı kullanılmıştır.

Ayrıca biri GPS module ve diğeri GSM/GPRS terminal için toplam iki adet anten kullanılmıştır.

3. Sistemin Blok Diyagramı ve Çalıştırılması

Tasarlanan sistem genel olarak; merkezde bir adet PIC16 serisi mikrodenetleyici, bu mikrodenetleyiciye bağlı olarak çalıştırılan GPS modül, SD/MMC depolama ünitesi, RFID ünitesi, yazı panosu, GSM/GPRS Terminal, sıcaklık algılayıcıları, LCD karakter gösterge, tuş takımı ve sistemi besleyen bir gerilim regülatör devresi, bir batarya ve antenlerden oluşmaktadır. Şekil 1'de sistemin genel Blok diyagramı gösterilmiştir.

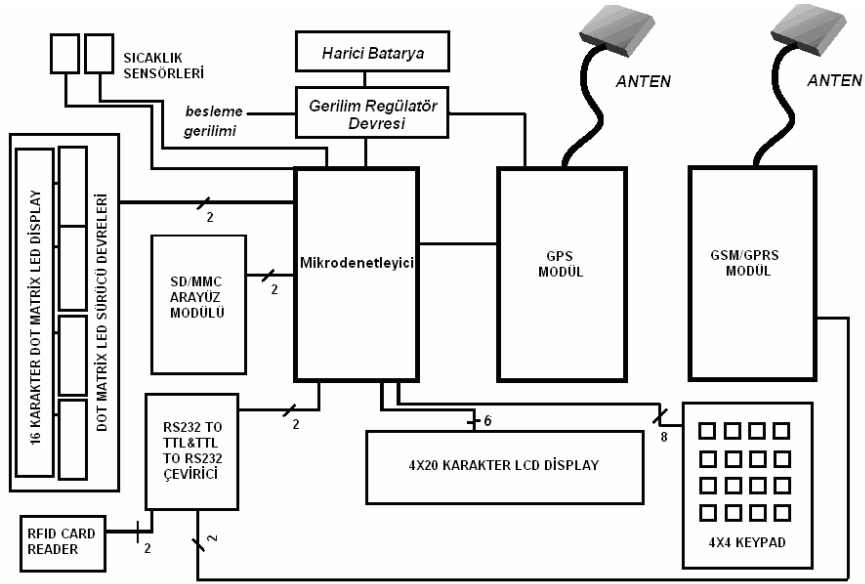
Makinist, kendisine ait RFID kartı sisteme tanıtarak seyrin başladığını sisteme bildirir. Sistem makinistin yetkili olup olmadığını kontrol ettikten sonra, makinistten şifresini girmesini ister. Makinist doğru şifreyi girdiğinde sistem seyri başlatır ve seyir bilgilerini depolamaya başlar.

Sistemdeki mikrodenetleyici GPS modülden verileri uygun haberleşme protokollerini(NMEA 0183) kullanarak alır. Aldığı zaman, hız ve konum bilgilerini yine uygun haberleşme protokollerini kullanarak(9600 baud 8N1 seri haberleşme) depolama ünitesi üzerindeki SD/MMC hafıza kartına yazar. Aynı zamanda anlık olarak hız, konum ve zaman bilgilerini 4×20 LCD karakter göstergesine yazdırır.

Tasarımda kullanılan SD/MMC hafıza kartı, mikrodenetleyici vasıtasıyla alınan ve çözümlenen GPS verilerini mikrodenetleyicinin komutları doğrultusunda depolamakla görevlidir. SD/MMC hafıza kartını herhangi bir SD/MMC kart okuyucusu bulunan bir bilgisayara takarak trenin hangi zamanda hangi hızda hangi konumda olduğu rahatlıkla izlenebilecek olup, basit bir bilgisayar yazılımı vasıtasıyla bu veriler harita üzerine yerleştirilerek görselleştirilebilir.

Yazı panosu bölümü, vagonlara yerleştirilir. Merkezi işlem ünitesinden gelen bilgiler bu pano yardımıyla yolculara seyrettirilir. Yazı panosu 5×7 dot matris LED göstergelerden oluşmaktadır ve toplam 16 karakter uzunluğundadır. Sistemde tasarlanan yazı panosu modüler tipte tasarlanmış, istenildiği takdirde karakter sayısı artırılıp, azaltılabilir.

GSM/GPRS terminal merkezi işlem ünitesinden gelen komutlar doğrultusunda, istenilen verileri istenilen adrese göndermekle görevlendirilmiştir. Üzerine takılan Sim kart



Şekil 1: Tasarlanan Sistemin Blok Diyagramı

yardımıyla GSM şebekesine bağlanmaktadır. Merkezi işlem ünitesi ile, üzerinde bulunan seri port vasıtasıyla haberleşir.

Sıcaklık algılayıcıları aldıkları bilgileri merkezi işlem ünitesine gönderirler. Trenin dışına ve vagonların içerisine yerleştirilerek ortam sıcaklıklarının alınmasına yardımcı olurlar.

Sistemin beslenmesi için gerekli olan +5V, +12V seviyelerindeki gerilimler güç kaynağı temin edilirken, enerji kesintilerinden etkilenmemesi ve enerji kesintilerinde dahi bilgileri depolanabilmesi için 12 voltluk şarjlı bir batarya kullanılmıştır. GPS bilgilerinin alınması için ve GSM/GPRS terminalin haberleşmesi için belirli frekanslarda çalışan birer adet anten kullanılmıştır.

4. Sonuçlar

Bu çalışması ile, raylı toplu taşıma araçlarının seyirlerinin daha güvenli bir şekilde kontrol edilmesi, yolcuların seyrin her anında bilgilendirilmesi ve daha sonraki yeni çalışmalara temel teşkil edebilecek bir bilgi ve denetim sistemin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Birçok yönden geliştirilmeye açık olan bu sistem, otomobil üzerinde Afyonkarahisar şehir merkezi civarında başarıyla denenmiştir. Sistem şehirlerarası yolculuk yapan otobüslere de uyarlanabilir.

5. Kaynaklar

- [1] İbrahim, D., "Küresel Yerbulum Sistemi'nin (GPS) PIC Mikrokontrolöre Bağlanması", *Otomasyon Dergisi*, Sayı 142, 2004.
- [2] Min, Z., Wenfeng, L., Zhongyun W., Bin, L., Xia, R., "A RFID Based Material Tracking Information System", *IEEE International Conference on Automation Logistics*, 2007, 2922-2926 sayfalar.
- [3] Rogue Robotics Corporation Inc, "uMMC Serial Data Module Data Sheet", 2004.
- [4] SIEMENS AG Inc., "MC35i Terminal Hardware Interface Description", 2005, Version 2.0.