

Gömülü Sistem Bir Araç Takip Sistemi Uygulaması

An Embedded System Vehicle Tracking System Application

Sadık Arslan¹, Mustafa Gündüzalp², Ercüment Türk¹

¹Araştırma Geliştirme Bölümü
Kentkart Ege Elektronik A.Ş.
sadik.arslan@kentkart.com.tr, ercument.turk@kentkart.com.tr

²Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Yaşar Üniversitesi
mustafa.gunduzalp@yasar.edu.tr

Özet

Çalışmada, mikroişlemci kullanılarak bir gömülü sistem araç takip uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araç takip işleminin yapılabilmesini sağlayan GSM modül ve GPS modüller sistemde kullanılmıştır. Tasarımda Linux işletim sistemi kullanılmıştır. Cihaz uygulamaları Linux işletim sisteminin araçları kullanılarak yazılmıştır. Geliştirilen uygulamalar GPS modülünden coğrafi konum bilgisini alır ve GSM modülünü kullanarak bilgileri merkez sunucuya iletir. Çalışmada araç takip, güç yönetimi, GPS kontrol ve radyo arayüz katmanı uygulamaları geliştirilmiştir.

Abstract

In this study, an embedded system vehicle tracking applications have been realized. GSM modules and GPS modules which allows to track the vehicle operation are used in the system. Linux operating system is used in the design of the system. Device applications have been written using tools of Linux operating system. Developed applications take the geographical location information from the GPS module and transmits the information to a central server using the GSM module. In the study, vehicle tracking, power management, GPS control and radio interface layer applications have been developed.

1. Giriş

Araç takip sistemleri gömülü sistemlerin özelleşmiş bir alanıdır. Araç takip sistemleri kendisi için önceden tanımlanmış, aracın dünya üzerinde bulunduğu konumu gösteren sistemlerdir. Gömülü araç takip sistemlerinde genel olarak yavaş sayılabilecek bir işlemci, bir bellek ve Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System, GPS) modül ve Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications, GSM) modül gibi diğer yardımcı birimler kullanılmaktadır. Gömülü sistemlerde Gömülü Linux, JavaOS, LynxOS, Mobilinux, Windows CE gibi birçok işletim sistemi kullanılmaktadır [1].

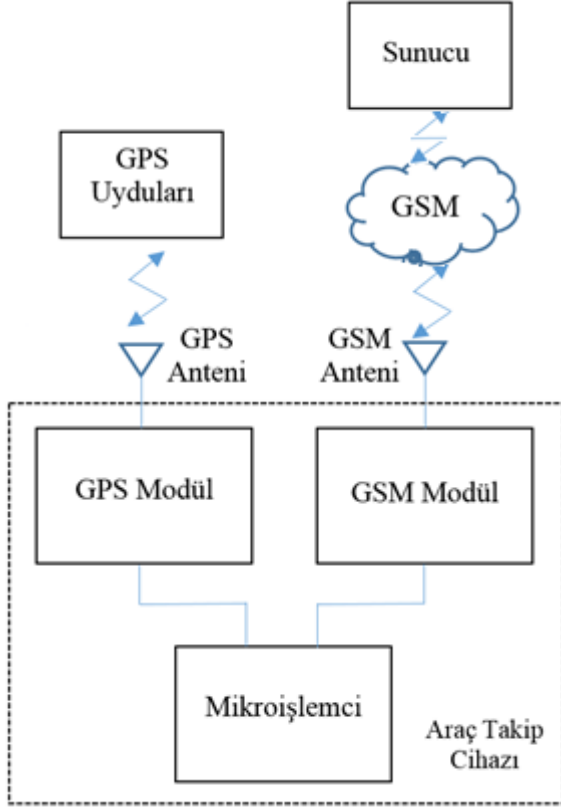
Araç takip sistemleri, şirketlerin ve araç filolarının takibinde kullanılan sistemlerdir. Temelde, araç üzerine takılan ve aracın dünya üzerindeki pozisyonu belirleyen bir cihazdan bilgiler merkez sunucusuna gönderilir ve bu bilgiler merkezde işlenir. Böylece araçların hangi saatte nerede bulunduğu, seyir halinde iken ne kadar sürat ile gittikleri gibi bilgiler kolaylıkla görülebilmektedir. Geliştirilen bu proje ile donanımsal ve yazılımsal olarak bir araç takip projesindeki tüm geliştirmeler uygulanmıştır.

Araç takip sistemleri, GPS modüllerini kullanarak aracın dünya üzerindeki konumunu belirlemektedirler. Periyodik olarak konum bilgisini bir sunucuya göndererek aracın takibini sağlamaktadırlar. Konum bilgisini sunucuya genellikle GSM altyapısı kullanılarak gönderilmektedir. Bir araç takip cihazında bu nedenle GPS modülü, GSM modülü ve mikroişlemci bulunmaktadır. Bir çok araç takip sisteminde bu temel bloklar bulunmaktadır [2-13]. Günümüzde oldukça yaygın olan akıllı telefonlar da araç takip sistemlerinin farklı bölümlerinde kullanılabilir [14 - 18]. Sistemlerde araçların yerini tespit için GPS yerine GSM [19], Zigbee [20, 21] ve kablosuz sensor ağları [22] kullanan sistemler de mevcuttur. Araç takip sistemlerinin sadece otomobil, otobüs gibi kara araçlarında kullanıldığı düşünülmemelidir. Denizaltı [23] ve hava araçlarında [24] da uygulamalar mevcuttur. Araç takip sistemleri ayrıca araç hırsızlık takip sistemlerinde [25], lojistik filolarında [26], trafik kazası acil yardım sistemlerinde [27], hız kontrol sistemlerinde [28] de kullanılmaktadır. Araç takip sisteminde kullanılan cihazlarda dayanıklı tasarım oldukça önemlidir. Cihazların bulunduğu ortamda titreşim, gürültü, verimlilik gibi problemler bulunmakta; çözümleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır [29 - 32].

2. Sistemin Genel Yapısı

Geliştirilen araç takip sisteminde temel bölümler araçlara takılan cihaz ve merkezde bulunan sunucudan oluşmaktadır. GPS anteni ile GSM anteni araç üzerindeki ana birime bağlanmaktadır. Cihazda bulunan GPS modül, aracın pozisyon bilgisini GPS uydularından almış olduğu işaretlere göre oluşturmaktadır. Oluşturulan bilgi mikroişlemeğe

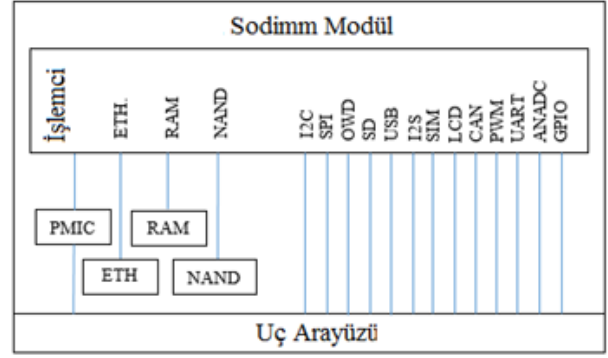
iletmektedir. Mikroişlemci bu bilgileri almakta ve GSM modülünü kullanarak bilgileri veri transferi yaparak sunucuya iletmektedir. GPS modülü ile mikroişlemci Evrensel Asenkron Alıcı Verici hat (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, UART), GSM modülü ile mikroişlemci ise Evrensel Seri Hat (Universal Serial Bus, USB) arayüzü ile haberleşmektedir. Şekil 1'de araç takip sisteminin basitleştirilmiş genel yapısı görülebilmektedir.



Şekil 1: Tasarlanan kartın basitleştirilmiş blok çizimi.

3. Araç Takip Cihazı Tasarımı

Araç takip cihazı geliştirilirken mikroişlemci olarak daha önceden geliştirilen, iMX25 [33] ailesinden, ARM çekirdekli bir entegre devre içeren, Küçük Hatlı Çift Sıralı Bellek Modül (Small Outline Dual In-line Memory Module, Sodimm) arayüzlü modül [34] kullanılmıştır. Bu modül üzerinde mikroişlemci, Negatif-Ve Kapılı (Negative And, NAND) bellek, Rasgele Erişimli Bellek (Random Access Memory, RAM) ve Ethernet dönüştürücü arayüzü bulunmaktadır. Ayrıca Evrensel Asenkron Alıcı Verici hat (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, UART), Çevresel Seri Arayüz (Serial Peripheral Interface, SPI), USB, Entegre Arası Devre (Inter-Integrated Circuit, I2C) gibi birçok farklı arayüz desteği de sağlamaktadır. 200 adet uç bulunan Sodimm arayüzünden de bağlantısı yapılması istenen özellikler kullanılabilir. Linux işletim sistemi de bu birim üzerinde çalışmaktadır. Linux işletim sisteminin Yazılım Geliştirme Aracı (Software Development Kit, SDK) kurulduğunda tüm özellikler çalışır şekilde, Linux uyumlandırması yapılmış durumda, modül üzerinde geliştirme yapılabilir. Şekil 2'de basitleştirilmiş donanımsal modül çizimi gösterilmiştir.



Şekil 2: Sodimm biriminin basitleştirilmiş blok çizimi

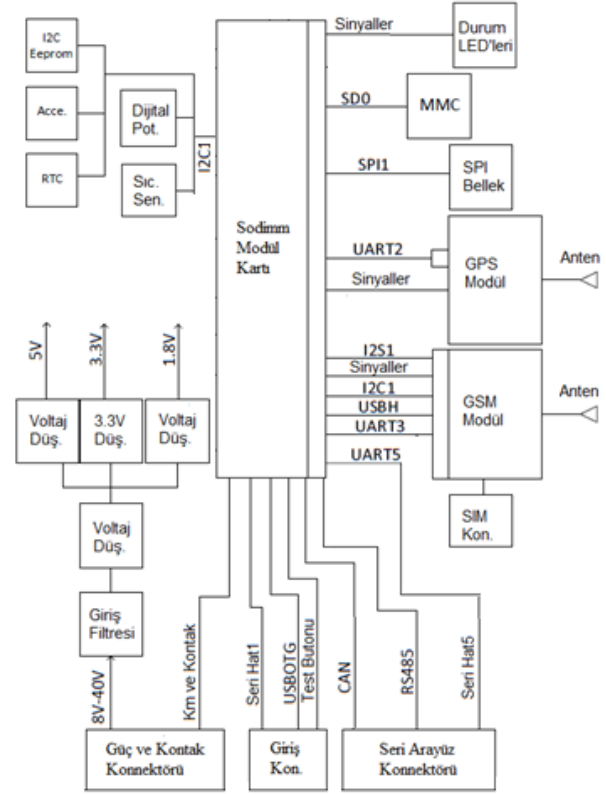
Araç takip sisteminin ana kısmını GPS, GSM ve mikroişlemci içeren Sodimm modülü oluşturmaktadır. GPS modül mikroişlemci ile UART arayüzü kullanılarak haberleşmektedir. GPS anteninden alınan uydu sinyalleri GPS modülünde hesaplanarak pozisyon bilgisine dönüştürülür. Enlem ve boylam değerleri şeklinde olan pozisyon bilgisi de UART aracılığı ile mikroişlemciye iletilir. Burada geliştirilen Linux uygulaması GSM modülü kullanarak pozisyon bilgisini merkezdeki sunucuya iletir. GSM modülü mikroişlemci ile USB hattını kullanarak haberleşmektedir. Ayrıca farklı amaçlarla kullanılacak bir tane UART hattı haberleşme amacıyla eklenmiştir. GSM modülü Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module, SIM) kartı ile bağlantı yapmaktadır. Ayrıca GSM anteni de sistemin Radyo Frekansı (Radio Frequency, RF) bağlantısı için eklenmiştir. Burada hem GSM modülü hem de GPS modülü birer modül kartta tasarlanmıştır. GSM modülü mini Hızlı Çevresel Komponent Veriyolu (Peripheral Component Interconnect Express, PCI-e) arayüzüyle, GPS modül de bir konnektör ile araç takip ana kartına takılmaktadır. Araç takip ana kartı da ayrıca ses ve görüntü çalıştırabilen bir çoklu ortam kartıdır. Modüler yapı sayesinde GSM ve GPS modüller kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Hem bakım hem de tasarım değişikliği yapabilme olanakları böylece artmaktadır.

Sistemin beslemesinin girişinde çekilen gücü tamamen kapatabilmek için tasarlanmış bir devre bulunmaktadır. Bu devre sayesinde araçtaki kontak sinyali alındığında sistem çalışmaya başlamaktadır. Eğer kontak kapanırsa tasarlanan sistem bunu bir Genel Amaçlı Giriş/Çıkış (General-purpose input/output, GPIO) bacağı aracılığı ile algılar. Daha sonra kendi üzerinde bulunan bilgi var ise sunucuya gönderir ve cihazın enerjisi bu devre ile kesilir. Sisteme 8V ile 40V aralığında gerilim girişi gerekmektedir. Burada giriş filtresinde 200Hz üzerindeki frekanslardaki voltaj dalgalanmaları filtrelendir ve araçtan gelen gürültüler engellenerek düzgün bir voltaj girişi sağlanmış olur. Giriş voltajı bir adet düşürücü devreden geçer ve 3.3V sistem ana beslemesi üretilir. Gerekli yerlerde kullanılmak üzere düşük akımlarda 1.8V regülatör ve 5V yükseltici devresi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemde çalışma esnasında bazı blokların enerjisinin kapatılması gerekebilir. Bu nedenle 3.3V beslemesine bir mosfet anahtarı eklenmiştir. Böylece bazı bloklar bu anahtarlanan kaynaktan beslenmektedir.

Araç takip ve çoklu ortam sistemlerinin çalışabilmesi için SPI arayüzlü bellek, Güvenli Sayısal (Secure Digital, SD) arayüzü ile çalışan Çoklu Ortam Kartı (Multi Media Card, MMC), ethernet arayüzü, Gerçek Zaman Birimi (Real Time Clock, RTC), USB arayüzü gibi bazı bloklar projede kullanılmıştır. SPI arayüzü ile haberleşilen bellekte sistemin çevresel parametreleri ve kart seri numaraları tutulmaktadır. RTC kullanılarak sistemin gerçek saati bilinmektedir. RTC'nin enerji kesildiğinde de çalışabilmesi için 2mAh kapasitesinde bir pil kullanılmıştır. Sistem açıldığında mikroişlemciye başlama işareti veren devre de tasarıma konmuştur. Devre aktif düşük seviye sinyal olarak çalışmakta ve enerji geldiğinde 240ms sıfırda kalıp sonra yüksek olmaktadır. Böylece besleme tam seviyesine ulaşana kadar beklenmekte ve sistem açılmaktadır.

Araçlarda bulunan anahtarın çevrilmesi ile 24V olan araç kontak sinyalinin devrede kullanılması gerekmektedir. Sinyal bir optik izolatör içeren devreye ve mikroişlemciye buradan 3.3V seviyesine dönüşmüş şekilde girer. Bu devre mikroişlemci ile dış dünyadaki sinyalin izolasyonunu da sağlamış olmaktadır. Aynı şekilde kilometre sayım sinyali de mikroişlemciye taşınmaktadır. Bu sinyal ise aracın kat ettiği yola göre araç tarafından üretilmektedir. Sinyal alınarak aracın hızı, gittiği yol gibi bilgiler hesaplanabilmektedir. Sistem seri porttan açılabilir ve geliştirme çalışmaları UART hattından yapılmaktadır. Burada hat mikroişlemci tarafında 3.3V Transistör'den Transistör'e Lojik (TTL) seviyesindedir. Ancak cihazın dış dünya ile iletişiminin RS232 protokolü ile yapılması gerekmektedir. Bu nedenle RS232 dönüştürücü devresi tasarıma eklenmiştir. Ayrıca sistemin kendi kendini test etmesi de istenmektedir. Bu test modu normal açılmadan farklıdır. Test moduna girilebilmesi için dışarıya çıkarılmış bir butona basılması gerekmektedir. Cihaz ilk enerjilendiğinde bu butona basılırsa normal olarak açılmaz ve tüm fonksiyonların test edilebileceği test moduna girer. Araçlarda bulunan CAN'e ulaşabilmek için de mikroişlemcinin Kullanıcı Alan Ağı (Controller Area Network, CAN) arayüzü kullanılmıştır. Burada sinyal arayüzü uyumluluğu için de CAN dönüştürücü entegre devresi kullanılmıştır.

Kart üzerinde ayrıca çoklu ortam desteklerinin verilebilmesi için ses ve görüntü birimleri ile birlikte ivme ölçer sensör, Elektronik Olarak Silinebilir Sadece Okunur Bellek (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM), sıcaklık sensörü ve dijital potansiyometre de kullanılmıştır. Bu birimler I2C arayüzü ile kontrol edilmektedir. Dış dünyadan analog sinyal seviyesi okuyabilmek için kartta analog sinyal giriş devreleri tasarlanmıştır. Devreler dış dünyadaki 0V ile 60V aralığındaki sinyalleri okuyabilmektedir. Gerekli olması halinde kullanılmak üzere toplamda 6 adet dijital giriş ve çıkış olabilen sinyal hattı dış dünyaya konektör ile çıkarılmıştır. Bu sinyalleri oluşturmak için de bir SPI arayüzü ile çalışan giriş çıkış artırıcı entegresi kullanılmıştır. Dijital sinyallerin izolasyonu için optik izolatör kullanılmıştır. Dış dünyaya bilgi vermek için LCD ve ses kullanılmadığı hallerde sesli uyarıcı (buzzer) ve 3 adet Işık Yayan Diyot'un (Light Emitting Diode, LED) bilgilendirme amaçlı olarak kullanılması için devreler tasarlanmıştır. Araç takip sisteminin basitleştirilmiş donanımsal yapısı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3: Araç takip sisteminin donanımsal blok çizimi.

4. Sistemin Yazılımsal Tasarımı

Araç takip sisteminde kullanılan cihazda Linux Kernel 2.6.35.3 [35] işletim sistemi kullanılmaktadır. Bu işletim sistemin üzerinde çalıştırılacak olan uygulamalar açık kaynak kodlu ve ücretsiz olan Eclipse [36] derleyicisinde geliştirilmiştir.

Geliştirilen cihazda araç takip uygulaması, güç yönetimi uygulaması, GPS kontrol katmanı ve radyo arayüz katmanı geliştirilmiştir. GPS kontrol katmanı, temelde GPS modülden gelen bilgileri ayrıştırıp, yer bilgisi koordinatlarını diğer uygulamalara veren uygulamadır. Radyo arayüz katmanı uygulaması araç bilgisayarının GSM (radyo) donanımı ile Linux işletim sistemi ve diğer uygulamalar arasında bir arayüzdür. Bu arayüzde arama yapabilmek, veri transferi yapabilmek, Kısa Mesaj Hizmeti'ni (Short Message Service, SMS) kullanabilmek için gerekli olan tüm işlemler bulunmaktadır. SIM'e ulaşabilmek, SMS kullanarak ileti gönderme, ses gönderimi yapma, veri gönderimi gibi birçok özellik desteklenmektedir. Bu uygulama kullanılan modem yönetimini AT komutlarını kullanarak yapmaktadır. Araç takip uygulaması veri transferi gerektiğinde radyo arayüz katmanını uygulamasını başlatır ve iletişimi gerçekleştirir. Araç takip uygulaması, GPS kontrol katmanından gelen pozisyon bilgisini yorumlar. Bu uygulama bilgileri radyo arayüz katmanı aracılığı ile sunucuya iletir. Gönderilen paketlerde Kullanıcı Veri Bloğu İletişim Kuralları (User Datagram Protocol, UDP) tekniği kullanılmaktadır. UDP, minimum protokol mekanizmasıyla bir uygulama programından diğerine mesaj gönderdiği için seçilmiştir. Araç takip uygulamasından konum bilgisi ile birlikte cihazın durumu ile ilgili kayıtlar da

sunucuya gönderilmektedir. Güç yönetimi uygulaması cihazın takılı olduğu araçtaki akü durumunu kontrol edip, akünün bitmesini engellemektedir. Bu uygulama araçtan kontak bilgisini almaktadır. Kontak varken, yani araç çalışırken, cihazın normal çalışmasını sağlar. Kontak yokken ise tüm sistemin enerjisini güvenli bir şekilde kapatıp, cihazın çalışmasını sonlandırır. Ayrıca bu uygulama araç aküsünün voltaj seviyesini de okuyup, sunucuya bilgi olarak göndermektedir. Şekil 4'te cihaz yazılımının katmanlı yapısı görülebilmektedir.

Araç Takip ve Güç Yönetimi Uygulamaları
GPS Kontrol ve Radyo Arayüz Katmanı
Kullanıcı ve Kernel Kütüphaneleri
Donanım Sürücülere
Sistemin Donanım Katmanı

Şekil 4: Araç takip cihazının sistemsel katmanları.

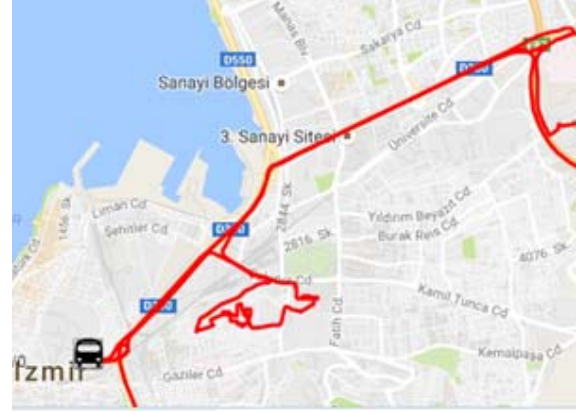
Sistemin sunucu tarafında bulunan veri tabanına UDP ile gönderilen kayıtlar herhangi bir Web (World Wide Web) tarayıcısı ile görüntülenmektedir. Görüntüleme sisteminde aracın kimlik numarası girilir ve bu araçtaki tüm kayıtlar görüntülenmektedir. Projede, bir Web tarayıcı aracılığı ile cihazın bulunduğu konum bilgisine göre haritada aracın görüntülenmesi işlemi de yapılmıştır. Şekil 5'de araç numarasına göre cihaz kayıtlarının sıralanmasına bir örnek verilmiştir.

Araç No	Zaman Damgası	Kapsam	Açıklama
00030	2016-06-16 12:38:20.631	[0030]TimeUpdate_nt	SysTime from 20160
00030	2016-06-16 12:38:13.803	vtcf	contact closed
00030	2016-06-16 12:37:43.734	vtcf	battery: 14.5061900
00030	2016-06-16 12:37:04.746	RILD	unsol: #PSNT 3
00030	2016-06-16 12:36:59.715	RILD	unsol: #PSNT 3
00030	2016-06-16 12:36:42.595	vtcf	battery: 14.6793250
00030	2016-06-16 12:35:41.459	vtcf	battery: 14.8648260
00030	2016-06-16 12:34:40.317	vtcf	battery: 14.7782590
00030	2016-06-16 12:33:39.176	vtcf	battery: 14.8029930
00030	2016-06-16 12:32:38.022	vtcf	battery: 15.0255940
00030	2016-06-16 12:31:36.893	vtcf	battery: 14.7535260
00030	2016-06-16 12:30:35.762	vtcf	battery: 14.9390270
00030	2016-06-16 12:29:35.629	vtcf	battery: 14.5061900
00030	2016-06-16 12:28:34.487	vtcf	battery: 14.8648260
00030	2016-06-16 12:27:33.349	vtcf	battery: 14.7906260
00030	2016-06-16 12:26:32.210	vtcf	battery: 14.6174910
00030	2016-06-16 12:25:31.068	vtcf	battery: 14.5680250
00030	2016-06-16 12:24:29.933	vtcf	battery: 14.8277250
00030	2016-06-16 12:23:28.802	vtcf	battery: 14.8524590
00030	2016-06-16 12:22:28.668	vtcf	battery: 14.8524590
00030	2016-06-16 12:22:02.316	[0030]TimeUpdate_nt	SysTime from 20160
00030	2016-06-16 12:21:40.503	vt	VT
00030	2016-06-16 12:21:39.499	vt	VT

Şekil 5: Araç takip cihazının sunucudaki kayıtları.

Veri tabanında bulunan konum bilgilerine göre yazılan harita servisi aracılığı ile harita üzerinde aracın bulunduğu yer

çizdirilmektedir. Tasarlanan sistemde gerçek pozisyon ile haritadaki yollar eşleştirilmekte ve güzergâh gösterilmektedir. Şekil 6'da örnek bir harita konumlandırması görülebilir.



Şekil 6: Aracın harita üzerinde gösterilmesi.

5. Sonuçlar

Proje öncesi hedeflenenler doğrultusunda, bir araç takip sistemi tasarlanmıştır. Araç takip sisteminde bulunan cihazlar mikroişlemci kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz tasarlanmış ve gerekli donanımsal ve yazılımsal geliştirmeler yapılmıştır. Sistemde GPS ve GSM teknolojileri kullanılarak araçların dünya üzerindeki konumları elde edilmiş ve veri tabanına kaydedilmiştir. Kaydedilen bilgiler kullanılarak harita üzerinde araçların takibi sağlanmıştır.

6. Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmaya maddi ve laboratuvar olanakları açısından verdiği destek için Kentkart Ege Elektronik A.Ş.'ne teşekkür eder.

7. Kaynaklar

- [1] Hallinan, C., *Embedded Linux Primer: A Practical, Real-World Approach*, Prentice Hall, New York, 2006.
- [2] Ma, Z., Xing, J., Gao, L., Ren, Y., Li, Q., and Zhu Y., "Research on robust GNSS vehicle three-dimensional tracking method for urban elevated road networks", *IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks*, 2011, 472 – 477.
- [3] Gong, X. and Manoharan, S., "On predicting vehicle tracks", *2011 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PacRim)*, 2011, 31 – 36.
- [4] Almomani, I. M., Alkhalil, N. Y., Ahmad, E. M. and Jodeh, R. M., "Ubiquitous GPS vehicle tracking and management system", *2011 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT)*, 2011, 1 – 6
- [5] Fuad, M. R. A. and Drieberg, M., "Remote vehicle tracking system using GSM Modem and Google map", *2013 IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (CSUDET)*, 2013, 15 – 19

- [6] Pham, H. D., Drieberg, H. and Nguyen, C. C., "Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem", *2013 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, 2013, 89 – 94.
- [7] Bavya, R. and Mohanamurali, R., "Next generation auto theft prevention and tracking system for land vehicles", *2014 International Conference on Information Communication and Embedded Systems*, 2014, 1 – 5.
- [8] Bojan, T. M., Kumar, U. R. and Bojan, V. M., "Designing vehicle tracking system - an open source approach", *2014 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety*, 2014, 135 - 140.
- [9] Shinde, P. A. and Mane, Y. B., "Advanced vehicle monitoring and tracking system based on Raspberry Pi", *2015 IEEE 9th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, 2015, 1 – 6.
- [10] Mistary, P. V. and Chile, R. H. "Real time Vehicle tracking system based on ARM7 GPS and GSM technology", *2015 Annual IEEE India Conference (INDICON)*, 2015, 1 – 6.
- [11] Metkar, S. P. and Deshmukh, G. L., "RTOS based vehicle tracking system", *2015 International Conference on Information Processing (ICIP)*, 2015, 621 – 624.
- [12] Elahi, M. A., Malkani, Y. A. and Fraz, M., "Design and implementation of real time vehicle tracking system", *IC4 2009 2nd International Conference on Computer, Control and Communication*, 2009, 1 – 5.
- [13] Aloquili, O., Elbanna, A. and Al-Azizi, A., "Automatic vehicle location tracking system based on GIS environment", *JET Software*, Vol: 3, Is: 4, 255-263, 2009.
- [14] Minni, R. and Gupta, R., "Low cost real time vehicle tracking system", *2013 Fourth International Conference on Communications and Networking Technologies (ICCCNT)*, 2013, 1 – 5.
- [15] Lee, S., Tewolde, G. and Kwon J., "Design and implementation of vehicle tracking system using GPS/GSM/GPRS technology and smartphone application", *2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 2014, 353 – 358.
- [16] Shinde, P. A., Mane, Y. B. and Tarange, P. H., "Real time vehicle monitoring and tracking system based on embedded Linux board and android application", *2015 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, 2015, 1 – 7.
- [17] Tahat, A., Said, A., Jaouni, F. And Qadamani, W., "Android-based universal vehicle diagnostic and tracking system", *2012 IEEE 16th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*, 2012, 137 – 143.
- [18] Şimsek, M. A., Erdemli, T. ve Tasdelen, K., "Android Cihazlarda Konum Tespiti ve Aktarılması", *XV. Akademik Bilisim Konferansı*, 2013, 988 – 990.
- [19] Parvez, Z., Ahmed, K. Z., Mahfuz Q. R. and Rahman, S., "A theoretical model of GSM network based vehicle tracking system", *2010 International Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2010, 594 – 597.
- [20] Anuradha, P. and Sendhilkumar R., "Design and implementation of zigbee-RFID based vehicle tracking", *International Conference on Sustainable Energy and Intelligent Systems (SEISCON 2011)*, 2011, 689 – 694.
- [21] Karyemsetty, N., Samatha, B. and Rao, K. H., "Design and deployment of Vehicle Tracking System in VANETs using Xbee Pro: Prototype model", *2015 International Conference on Communication Networks*, 2015, 97 -100.
- [22] Aravind, K. G., Chakravarty, T., Chandra, M. G. and Balamuralidhar, P., "On the architecture of vehicle tracking system using wireless sensor devices", *2009 International Conference on Ultra Modern Telecommunications & Workshops*, 2009, 1 – 5.
- [23] Marquardt, J. G., Alvarez, J. and von Ellenrieder, K. D., "Characterization and System Identification of an Unmanned Amphibious Tracked Vehicle", *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, Vol.: 39, Is.: 4, 641 - 661, 2014.
- [24] Gray, T., "Launch vehicle tracking enhancement through Global Positioning system Metric Tracking", *2015 IEEE Aerospace Conference*, 2015, 1 – 9.
- [25] Shruthi, K., Ramaprasad, P. and Ray, R., "Manjunath A. Naik; Shubham Pansari, Design of an anti-theft vehicle tracking system with a smartphone application", *2015 International Conference on Information Processing (ICIP)*, 2015, 755 – 760.
- [26] Tekin, M., Zerenler, M. ve Bilge, A., "Bilişim Teknolojileri Kullanımının İşletme Performansına Etkileri: Lojistik Sektöründe Bir Uygulama", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı: 8, Güz 2005/2,115-129, 2004.
- [27] Demircan, T., Yıldırım, S., Yıldız, M. Ekşi, Z., ve Çakıroğlu, M., "Trafik kazaları için bir acil yardım çağrı sistemi tasarımı", *SAÜ. Fen Bil. Der.*, 17. Cilt, 3. Sayı, 315-319, 2013.
- [28] Zhu, M., Chen, H. and Xiong, G., "A model predictive speed tracking control approach for autonomous ground vehicles", *Mechanical Systems and Signal Processing*, In press.
- [29] Jog, S. R., Sutaone, M. S. and Badawe, V. V., "Ruggedisation methodologies for GPS based Vehicle Tracking System", *2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology (ICECT)*, 2011, Volume: 2, 214 – 218.
- [30] Dewandaru, A., Said, A. M. and Matori, A. N., "A novel map-matching algorithm to improve Vehicle Tracking System accuracy", *Intelligent and Advanced Systems*, 2007, 177 – 181.
- [31] Jog, S., Sutaone, M. S. and Badawe, V., "HE-30 Aluminum ruggedised EMI enclosure for GPS based Vehicle Tracking System", *2011 2nd International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology*, 2011, 1 – 5.
- [32] Ruan, H., Li, J., Zhang, L. and Long, T., "Adaptive Correlation Space Adjusted Open-Loop Tracking Approach for Vehicle Positioning with Global Navigation Satellite System in Urban Areas", *Sensors* 15(9), 21581-21612, 2015.
- [33] i.MX25 Applications Processor for Automotive Products Silicon V1.2 Datasheet, Freescale Semiconductor, 2013
- [34] Arslan S. ve Gündüzalp M., "Mikroişlemci İçeren Gömülü Sistem Bir Modüler Kontrol Kartı Uygulaması", *Elektrik-Elektronik Bilgisayar Sempozyumu EEB2016*, 2016, 291 – 295.
- [35] The Linux Kernel Archives. [Online]. Available: <https://www.kernel.org/>, 2016.
- [36] The Eclipse open source project. [Online]. Available: <https://eclipse.org/>, 2016.