

Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemlerine Yeni Bir Yaklaşım: Mobil Sağlık Danışmanı

Rifat KURBAN, Veysel ASLANTAŞ
Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
38039, Melikgazi, Kayseri
rkurban@erciyes.edu.tr, aslantas@erciyes.edu.tr

Özet: Tıbbi verilerin uzun dönemli veya gerçek-zamanlı izlenmesi ve acil durumlarda ilgili kurumların haberdar edilmesi yaşanan ve artan nüfus ile birlikte vazgeçilmez olmuştur. Algılayıcılar, düşük güç tüketimli entegreler, kablosuz iletişim ve bilgi teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte taşınabilir uzaktan sağlık izleme sistemleri gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Bu çalışmada, üzerinde 3-elektrodlu bir elektrokardiyogram (EKG) algılayıcısı ve ısı algılayıcısı bulunan bir taşınabilir sistem ile kişi üzerinden alınan tıbbi veriler, Bluetooth kablosuz iletişim teknolojisi ile bir kişisel sayısal asistan (PDA) cep bilgisayara iletilmiş, orada görüntülenmiş ve depolanmış, acil bir durum olduğunda wi-fi veya GSM/GPRS teknolojisi ile merkezi sunucuya iletilmiştir. Böylece kişi günlük hayatını devam ettirirken, kişinin hastane dışından izlenmesi mümkün hale gelmiştir. Ayrıca acil durumlarda ilgili kurumlar uyarılabilmekte ve çeşitli uzmanlar kişiye öneri mesajları da gönderebilmektedir.

1. Giriş

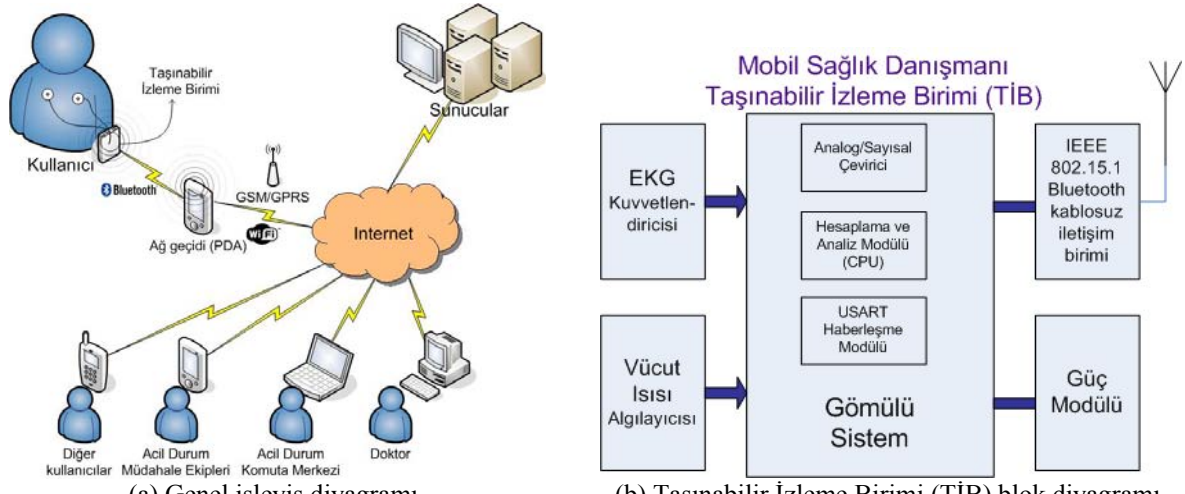
Dünya nüfusu gittikçe artmakta ve kronik hastalıkların evde bakımı zorunlu hale gelmektedir [1]. Diğer bir yandan koroner kalp rahatsızlıkları, dünya genelindeki ölümlerin sebepleri arasında ilk sırada gelmekte, her yıl yaklaşık 7.2 milyon insan yaşamını çeşitli kalp rahatsızlıklarından dolayı kaybetmektedir [2]. Kablosuz haberleşme ve gömülü hesaplama teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte uzaktan sağlık izleme ve teletıp konusu son yıllarda gittikçe önem kazanmıştır. Böylece düşük maliyetli ve taşınabilir/giyilebilir uzaktan sağlık izleme sistemlerinin gerçekleştirilmesi olanaklı hale gelmiştir [3].

Tipik uzaktan sağlık izleme sistemleri, çeşitli biyopotansiyelerin ve vücut işaretlerinin kişi üzerine takılan kablosuz algılayıcılar ile elde edilmesi ve bu verilerin yakın veya uzaktaki bir istasyona aktarılmasıyla orada işlenmesi esasına dayanmaktadır. Elektrokardiyogram (EKG) [5-7], kandaki oksijen saturasyonu (darbe oksimetresi) ve fotoplestimograf (PPG) [4,5], kan basıncı [6], ivmelenme tabanlı x-y-z vücut hareketi ve elektromiyografi (EMG) [5] gibi tıbbi parametreler taşınabilir sistemlerle elde edilmiş ve özel tasarlanmış RF sistemleri [5,6], GSM/GPRS [7], Bluetooth [4] gibi tekniklerle uzak bilgisayarlara veya PDA'lara [5,6] aktarılmıştır.

2. Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi

Mevcut sağlık izleme sistemleri, kişiyi hastane ortamında kısa süreliğine incelemeye olanak verir. Ancak bazı rahatsızlıklar uzun dönemli inceleme sonucunda teşhis edilir [7]. Kişilerin sağlık durumlarını uzun süreli izleyebilmek için taşınabilir sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir yandan olası acil durumların tespit edilmesi de çok önemlidir.

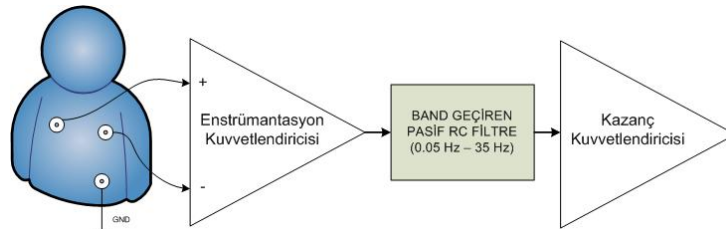
Bu çalışmada, kişinin EKG, vücut ısısı ve nabız gibi sağlık parametreleri Taşınabilir İzleme Birimi (TİB) adı verilen bir gömülü sistem vasıtasıyla elde edilerek, IEEE 802.15.1 Bluetooth kablosuz haberleşme standartında, ağ geçidi olarak ayarlanmış bir PDA cep bilgisayara aktarılması, bilgilerin cihaz üzerinde görüntülenmesi ve uzun dönemli olarak depolanması, acil durum söz konusu olduğunda bilgilerin merkezi sunucuya IEEE 802.11 wi-fi veya GSM/GPRS teknolojisi ile kablosuz olarak gönderilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, hem kişiye önemli ölçüde hareket özgürlüğü sağlanırken, günlük yaşamını aksatmadan tıbbi verilerin uzun dönemli olarak depolanması, merkezi sunucuya gerçek-zamanlı olarak aktarılması, olası acil durumlarda çeşitli alarmların tetiklenmesi ve ilgili kurumların harekete geçirilmesi sağlanmıştır. Önerilen yaklaşımın genel işleyiş diyagramı Şekil 1. (a)'da verilmiştir. Sistem bütünlüğünü oluşturan alt birimler takip eden kısımlarda anlatılmıştır.



(a) Genel işleyiş diyagramı. (b) Taşınabilir İzleme Birimi (TİB) blok diyagramı.
Şekil 1. Sistemin genel işleyiş diyagramı ve Taşınabilir İzleme Birimi (TİB) blok diyagramı.

2.1. EKG Algılayıcısı

EKG işaretleri, insan vücudu üzerinden algılanan, kalbin bir elektriksel aktivitesi sonucu ortaya çıkan belli tipteki işaretlerdir. 0.05 mV - 10 mV genliğinde olan bu işaretler bir enstrümantasyon yükseltici ile kuvvetlendirilirken, çevresel etmenlerden oluşan 50 Hz şebeke gürültüsü, biyolojik gürültü ve devredeki aktif ve pasif elemanlardan ve akım geçen yollardan oluşan gürültüler, pasif alçak geçiren ve yüksek geçiren RC süzgeçlerle bastırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada, 3-elektrodlü sağ-bacak sürücülü bir kuvvetlendirici tasarlanmıştır. Tek kullanımlık Ag-Cl elektrodlardan alınan işaretler enstrümantasyon kuvvetlendiricisi olarak kullanılan Analog Devices'a ait AD620 işlemsel yükseltici ile yükseltilmiş ve 0.05 Hz – 35 Hz bant geçiren pasif RC süzgeçten geçirilmiştir. Son adımda elde edilen işaret mikrodenetleyicinin analog örnekleme aralığına çekilmek için National Semiconductor'a ait LF353 işlemsel yükseltici ile tekrar yükseltilmiştir. Şekil 2.'de algılayıcının blok diyagramı verilmiştir.



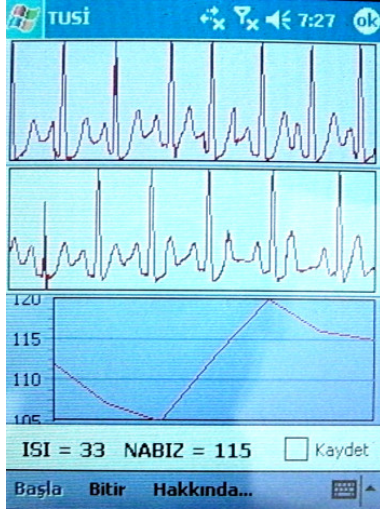
Şekil 2. EKG algılayıcısı blok diyagramı.

2.2. Taşınabilir İzleme Birimi (TİB) ve Gömülü Yazılım

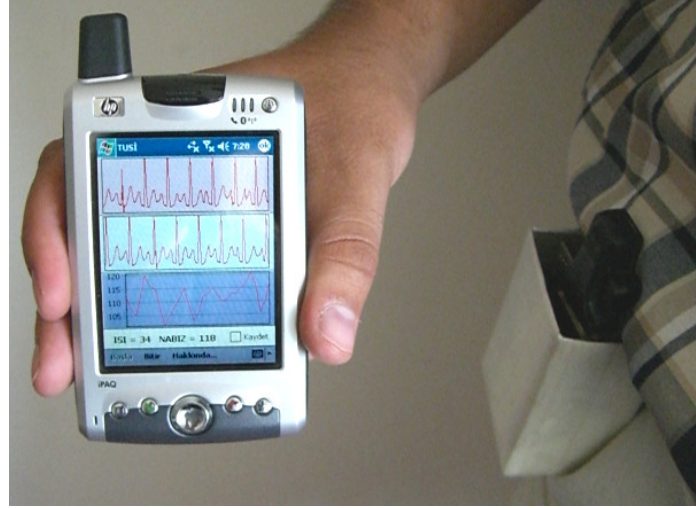
Taşınabilir izleme birimi (TİB), tasarlanan EKG kuvvetlendiricisinin çıkışındaki analog işareti 512 Hz ile 8-bit çözünürlükte örnekleme ve elde edilen sayısallaştırılmış örnekleri veri hafızasında paketlemektedir. Veriler üzerinde 3. dereceden bir 50 Hz bant-durduran sayısal IIR süzgeç uygulanarak verideki 50 Hz şebeke gürültüsü bastırılmakta ve nabız bulma algoritması gerçekleştirilmektedir. Bu veriler, Bluetooth modülü vasıtasıyla PDA'ya aktarılmakta ve orada depolanmaktadır. Mikrodenetleyici tabanlı tasarlanan bu sistemde Microchip'e ait PIC16F877 entegresi, ısı algılayıcısı olarak Maxim'e ait DS1621 entegresi kullanılmıştır. TİB'in blok diyagramı Şekil 1. (b)'de verilmiştir.

2.3. Mobil Yazılım

PDA ekranında EKG, nabız, vücut ısısı bilgileri ve danışmanın kişiye gönderdiği yönlendirme mesajları görülmektedir. Nabız ve ısı değerleri belli limitleri aştığında otomatik olarak bir acil durum tetiklenmekte ve cihazda depolanan veriler GSM/GPRS veya IEEE 802.11 wi-fi protokolü ile kablosuz olarak merkezi sunucuya internet üzerinden XML Web servisleri aracılığıyla iletilmektedir. Danışmana uyarı mesajı gönderilmekte ve 112 Acil Servis'e kişinin durumu bildirilmektedir. Şekil 3. (a)'da kişinin EKG, vücut ısısı ve nabız bilgilerinin gerçek-zamanlı olarak görüntülenmesi, Şekil 3. (b)'de ise PDA ve kişi üzerindeki TİB görülmektedir.



(a) PDA mobil yazılım ekranı.



(b) PDA ve kişi üzerindeki Taşınabilir İzleme Birimi.

Şekil 3. PDA mobil yazılım ekranı ve Taşınabilir İzleme Birimi.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Uzaktan sağlık izleme için önerilen bu yaklaşım, kablosuz tekniklerle haberleşebilen taşınabilir algılayıcı birimi (EKG algılayıcısı ve TIB), taşınabilir görüntüleme/depolama birimi (PDA) ve uzak merkezi sunucu yapısı ile dağıtık bir mimari oluşturmakta böylece kişinin hareket özgürlüğü büyük ölçüde artırılmaktadır. PDA üzerinde entegre olarak bulunan Bluetooth, IEEE 802.11 wi-fi ve GSM/GPRS teknolojilerinin kullanılması sayesinde PDA için harici kablosuz haberleşme donanımlarının tasarlanmasına gerek kalmamış ve sistemin boyutları küçülmüştür. Yapılan deneylerde EKG, nabız ve ısı bilgileri sorunsuz olarak PDA'ya iletilmiş, görüntülenmiş, depolanmış ve oradan da uzak sunucuya aktarılmıştır.

Sistemin güç tüketimi yaklaşık 80mA civarında olup, ileriki çalışmalarda bu değer daha da düşürülebilir. Ayrıca sisteme, darbe oksimetre ve PPG, kan basıncı, hareket aktivitesi gibi algılayıcılar da dahil edilerek çoklu-parametrelili ve daha kapsamlı bir izleme sistemi oluşturulabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBT-06-26 kodu ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- [1]. United Nations (UN), Department of Economic and Social Affairs, "World Population Ageing", 2004, <http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/index.htm>.
- [2]. World Health Organisation (WHO), "The Atlas of Heart Disease and Stroke", 2002, http://www.who.int/cardiovascular_diseases/resources/atlas/en/index.html.
- [3]. Binkley P.F., "Predicting the potential of wearable technology", Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE Volume 22, Issue 3, Mayıs-Haziran 2003 (s):23 – 27.
- [4]. Hung K., Zhang Y.T., Tai B., "Wearable medical devices for tele-home healthcare", EMBC 2004, Volume 2, 2004 (s):5384 - 5387 Vol.7.
- [5]. Lorincz K., Malan D.J., Fulford-Jones T.R.F., Nawoj A., Clavel A., Shnyder V., Mainland G., Welsh, M., Moulton S., "Sensor networks for emergency response: challenges and opportunities", Pervasive Computing, IEEE Volume 3, Issue 4, Kasım-Aralık 2004 (s):16 – 23.
- [6]. Bolanos M., Nazeran H., Gonzalez I., Parra R., Martinez C., "A PDA-based electrocardiogram/blood pressure telemonitor for telemedicine", EMBC 2004, Volume 1, 2004 (s):2169 - 2172 Vol.3.
- [7]. Fensli R., Gunnarson E., Hejlesen O., "A wireless ECG system for continuous event recording and communication to a clinical alarm station", EMBC 2004, Volume 1, 2004 (s):2208 - 2211 Vol.3.