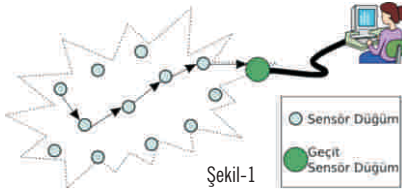


Kablosuz Sensör Ağlar ve Uygulamaları

Bilg. Y. Müh. Tahir Emre Kalaycı
tahir.kalayci@emo.org.tr

Donanım ve kablosuz sistemlerdeki gelişmeler düşük maliyetli, düşük güç tüketimli, çok işlevli minyatür algılama aygıtlarının üretilmesine olanak sağlamıştır. Bu aygıtlardan yüzlercesi, binlercesi yardımıyla ad-hoc ağlar oluşturulabilmektedir. Bu dağıtılan ve ağı oluşturan sensörler işbirliği yaparak bir algılama ağı sistemini (Bkz. Şekil-1) oluşturmaktadır. Bir sensör ağı bilgiye her an, her yerden kolayca erişilmesini sağlar. Bu işlevi veriyi toplayarak, işleyerek, çözümlenerek ve yayarak yerine getirir. Böylece ağ, etkin bir şekilde zeki bir ortam oluşmasında rol oynamış olur.



Kablosuz sensör ağlar; geniş bir yelpazede, değişik uygulama alanları için devrimsel algılama özelliği yetenekleri sunmaktadır. Bunun nedeni sensör ağlarının güvenilirlik, doğruluk, esneklik, maliyet verimliliği, kurulum kolaylığı özelliklerine sahip olmasıdır. Sensörler algılayarak, hesaplayarak ve ortamda eyleme geçerek görevlerini yaparlar. Kendilerini örgütleyebilir (özörgütlenme) ve farklı uygulamaları desteklemek üzere uyarlanabilirler. Her sensör düğümü, kablosuz iletişim yeteneğine ve sinyal işleme ile veri yaymaya yetecek zekaya sahiptir. Sınırlı enerji, işlem gücü ve iletişim kaynaklarına sahip olması geniş bir alanda oldukça yüksek sayıda sensör kullanımını gerektirmektedir. Bu büyük sayı kullanımı sensör ağının hareket eden

nesnenin gerçek hızı, yönü, boyutu ve diğer özelliklerini, tek bir sensöre göre daha yüksek bir doğrulukta bildirmesini sağlar.

Sensör Düğümü: Sensör düğümü



(yandaki şekil

<http://www.btnode.ethz.ch/>),

kablosuz sensör ağlarında

kullanılan ve hesaplama,

algısal

bilgi toplama ve ağıdaki diğer

bağlantılı düğümlerle haberleşme

yeteneklerine sahip düğümlerdir.

Sensör düğümlerinin geliştirilmesinin

başlangıcı 1998 yılındaki Smartdust

projesine dayanır. Bu projenin

amaçlarından biri kübik milimetre

içerisinde otonom algılama ve iletişim

yaratmaktır. Bu proje erken bitmesine

karşın, birkaç araştırma projesinin

doğmasına neden olmuştur. Bu

projeler Berkeley NEST1 ve CENS2

projeleridir. Sensör düğümünün ana

bileşenleri mikrodenetleyici, alıcı-

verici, dışsal bellek, güç kaynağı ve bir

veya daha fazla sensördür.

Mikrodenetleyici: Mikrodenetleyici

görevleri yapar, veriyi işler ve sensör

düğüm içerisindeki diğer bileşenlerin

işlevselliğini denetler. Denetleyici

olarak kullanılacak alternatifler

arasında şunlar sayılabilir: genel

amaçlı masaüstü mikro işlemci,

sayısal sinyal işlemciler (SSİ), alan

programlanabilir geçit dizileri (FPGA)

ve uygulamaya özgü tümleşik

devreler. Mikro denetleyiciler sensör

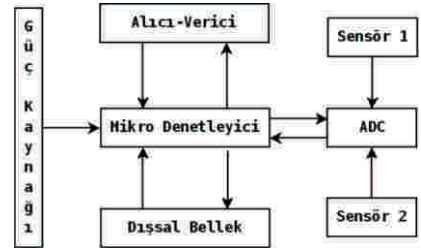
düğümü için en uygun seçimdir.

Alıcı-Verici: Sensör düğümleri ISM

bandını kullanır. Bu band sayesinde

geniş dalga kuşağında ve global

elverişlilikte özgür radyo yayını



sağlanmış olur. Kablosuz iletişim ortamlarında tercihler radyo frekansı, optik iletişim (lazer) ve kızılötesidir. Radyo frekansı (RF) tabanlı iletişim çoğu KSA uygulaması için uygun olan iletişim şeklidir. Alıcı ve vericinin işlevselliği alıcı-verici adı verilen tek bir aygıt içerisinde birleştirilmiştir.

Dışsal bellek: Enerji bakış açısından yaklaşıldığında, en uygun bellek çeşitleri mikro denetleyici çipi üzerindeki bellek ve FLASH belleklerdir. Çip dışı RAM'ler seyrek veya hiç kullanılmamaktadır. FLASH bellekler maliyeti ve depolama kapasitesi nedeniyle kullanılmaktadır. Bellek gereksinimleri yüksek oranda uygulama bağımlıdır. Depolamanın türüne göre iki farklı bellek kategorisinden sözedilebilir:

a) Uygulamayla ilgili veya kişisel bilgileri saklamak için kullanılan kullanıcı belleği,

b) Aygıtın programlanması için kullanılan program belleği, bu bellek ayrıca eğer varsa aygıtın tanımlayıcı verisini içerebilir.

Güç kaynağı: Sensör düğümündeki enerji tüketimi algılama, iletişim ve veri işleme nedeniyle olmaktadır. Sensör düğümünde veri iletişimi için daha fazla enerji gerekmektedir. Algılama ve veri işleme için enerji tüketimi daha azdır. 1 Kb veriyi 100 metrelik bir uzaklığa iletmek için gereken enerji, yaklaşık olarak

saniyede 100 milyon komut işleyen bir işlemcide 3 milyon komut işlemek için gereken enerjiye eşittir. Piller sensör düğümlerinin enerji gerek-sinimlerinin temel kaynağıdır. Günümüzdeki sensörler yenilenebilir enerji kaynaklarını da (güneş enerjisi, ısı enerjisi, titreşim enerjisi vb.) kullanabilecek şekilde geliştirilmektedir.

Sensörler: Sensörler sıcaklık, basınç gibi fiziksel durumlardaki değişimlere ölçülebilir tepkiler üretebilen donanım aygıtlarıdır. Sensörler gözlemlenecek alanın fiziksel verisini ölçer veya algırlar. Sensörler tarafından algılanan sürekli analog sinyaller "Analog-to-Digital" çeviriciler yardımıyla sayısallaştırılarak denetleyicilere daha fazla işlem için gönderilir. Sensörler üç kategori şeklinde sınıflandırılmaktadır. Pasif sensörler ortamı aktif araştırma ile değiştirmeden verileri toplayan sensörlerdir. Kendi enerjilerine sahiptir, enerji analog sinyali yükseltmek için gereklidir. Bu ölçümlerde "yön" şeklinde bir kavram yoktur. Pasif, dar ışıklı sensörler pasiftir ancak iyi tanımlanmış ölçüm yönü kavramına sahiptir (Örn: kamera). Aktif sensörler ortamı aktif olarak araştırırlar (Örn: sonar veya radar sensörleri). Her sensör düğümü belirli bir kapsama alanına sahiptir. Bu kapsama alanındaki gözlemlerini güvenilir ve doğru bir şekilde raporlayabilir.

Sensör ağ teknolojilerini gerçekleştirmede; donanım tasarımı, iletişim protokolleri ve uygulama tasarımlamada zorluklar çıkmaktadır. Sensör ağının yaşam ömrünü uzatmak ve zeki veri toplama sistemleri kurmak bu zorluklardan ikisidir. Diğer zorluklar şu şekilde listenebilir:

- Sensör ağlarının topolojisi çok sık değişir.
- Sensörler noktadan noktaya iletişime dayanan ağlarda yayım iletişim paradigmasını kullanır.
- Çok kısıtlı güç, hesaplama yeteneği

ve hafızaya sahiptir.

- Bozulmaya yatkındır.
- Çok fazla yükten dolayı genel kimlik (ID) sahibi olmayabilir.
- Çok fazla sayılarda kurulum, bu nedenle kalabalıktan kaynaklanan tıkanma ve çarpışmalar olabilir. Önlemek için birbirine yakın sensörler eşzamanlı iletişim yapmalıdır.
- Ad-hoc yerleştirilmiş sistemin, sonuç dağıtım ve düğümlerin bağlantılılığını (connectivity) tanımlaması ve sağlaması gerekir.
- Devingen ortam durumları, sistemin zamanla bağlantılılık ve sistem uyarımını uyarlamasını gerekli kılar.

Sensör ağlarını oluştururken de aşağıdaki gereksinimleri gözönünde bulundurmak gerekir:

Fazla sayıda sensör: Ucuz, küçük boyutlu sensörler kullanılarak sensör ağları binlerce sensör düğümü içerebilir. Ölçülenebilirlik ve bu yüksek sayıdaki sensörü yönetmek önemli bir sorundur.

Düşük enerji kullanımı: Düğümün ömrü, üzerindeki pilin ömrüyle belirleniyor, böylece minimal düzeyde enerji tüketilerek pilin en verimli şekilde kullanılması gerekiyor.

Düşük belleğin verimli kullanımı: Sensör ağları kurulurken yönlendirme tablosu, veri yineleme (data replication), güvenlik ve benzeri konular sensör düğümündeki düşük belleğe sığacak şekilde değerlendiriliyor.

Veri toplama: Çok sayıda algılama düğümü ağı bilgiyle şifşirebilir. Bu problemi çözmek için, bazı düğümler (küme başları gibi) veriyi toparlayarak, bazı hesaplamalar yaparak (ortalama, toplam, en yüksek, vb.) elde ettiği özetleri yayınlatabilir.

Ağ özörgütlenmesi: Çok sayıda düğüm ve bu düğümlerin erişimi zor (vahşi-hostile) ortamlarda yerleştirilmesi gibi durumlarda, ağın kendini örgütleyebilmesi olmazsa olmazdır. Ağın yaşamı süresince düğümler

çökebilir, yeni düğümler ağa katılabilir. Bu yüzden, ağ belirli aralıklarla kendini yeniden yapılandırabilir.

İşbirlikçi sinyal işleme: Bu ağları mobil ad-hoc ağlardan ayıran önemli bir etken, ağların amacının sadece iletişim değil, ilgi duyulan bir olayın belirlenmesi/tahmininin yapılmasıdır.

Sorgulama yeteneği: Sensör ağında sorgulamanın ne şekilde yapılabildiği önemlidir.

Düşük Maliyet: Ağlarda binlerce düğüm kullanılacağı için sensör düğümlerinin maliyetinin düşük olması gereklidir.

Uygulama Örnekleri

Ortam kirliliklerinin belirlenmesi, uzak yerlerin gözlenmesi ve hatta tüketici davranışlarının izlenmesi, sensör ağlarının uygulamaları arasında sayılabilir. Araştırmacılar sensör ağları teknolojilerini, geleneksel kablosuz ağlarla çözülmesi zor olan problemlere uyarlamaya çalışmaktadır. Aşağıda bu çalışmalardan bazı örnekler incelenebilir [1][2]:

- Habitat (bitki, hayvan) izleme ve çevresel gözlem, hava durumu tahminleme sistemleri (yandaki şekil)
- Sağlık uygulamaları (hasta, doktor takibi, hasta fizyolojik psikolojik durum izleme, vb.)
- Enerji tedarik ve aktarma sistemleri (üretim, dağıtım, tüketim yapılında)
- Ev ve ofis uygulamaları (zeki anaokulu örneği var [3])
- Uzak yerlerin, konumların çözümlenmesi (tornado hareketi, orman yangın tespiti, vb.)
- Geniş bir metropol alanındaki taksilere sensörler yerleştirilerek trafiğin gözlenmesi ve bu gözlemlere dayanarak rotaların etkin planlanması
- Bir park yerindeki boş ve dolu alanların sensör ağlarıyla belirlenmesi
- Kablosuz gözetim sensör ağlarıyla

alışveriş merkezi, araba garajı veya benzeri tesislerde güvenlik sağlama

•Düşman hareketlerini belirleme, bulmak ve izlemek için askeri sensör ağlar

•Terörist saldırılara karşı tetikteliği arttıran sensör ağlar

Sonuç olarak kablosuz sensör ağlar yukarıda anlatılan özellikleri sayesinde oldukça geniş bir yelpazede rahatlıkla kullanılabilir. Her ne

kadar bazı zorlukları olsa da bu zorlukların aşılmasına yönelik çalışmalar ve çabalar sürmektedir. Özellikle askeri uygulama alanları bulunsa da, ormanların yangın için gözlenmesi, nesli tükenmekte olan hayvanların izlenmesi vb. doğayı korumakla ilgili alanlar açısından da önemlidir. Kablosuz sensör ağlarının, RFID'de olduğu gibi insanların izlenmesi için kullanılması olanak-

lıdır. Bu durumda yasaların geliştirilmesi gerekmektedir. Uygulayıcıların insanların kişisel hak ve özgürlüklerine dikkat etmesi, bu hakları ihlal etmemeye yönelik çalışmalar yapması zorunludur. Bütün eksiklik ve zorluklarına karşın kablosuz sensör ağlar; yukarıda özetlenen özellikleri ve geniş kullanım alanları nedeniyle geleceğin önemli bir parçası olacak gibi gözükmektedir.

KAYNAKÇA

- Karl, H. and Willig, A.; "Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks", Wiley, May 2005.
- Anna Hac, "Wireless Sensor Network designs", John Wiley & Sons, 2003
- Sensor node - Wikipedia, the free encyclopedia, Erişim adresi : <http://en.wikipedia.org/w/index.php?oldid=263854165>, 2009.
- [1] Tubashat, M.; Madria, S., "Sensor networks: an overview," Potentials, IEEE, vol.22, no.2, April-May 2003, pp. 20-23.
- [2] Ning Xu, A Survey of Sensor Network Applications, University of Southern California. Available from <http://courses.cs.tamu.edu/rabi/cpsc617/resources/sensor%20nw-survey.pdf>, 2002.
- [3] Srivastava, M., Muntz, R., and Potkonjak, M. 2001. Smart kindergarten: sensor-based wireless networks for smart developmental problem-solving environments. MobiCom '01. ACM, New York, NY

Resmi Gazete'den

Tarih	Sayı	Kurum	
2 Temmuz 2009	27276	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Numara Taşınabilirliği Yönetmeliği
2 Temmuz 2009	27276	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Spektrum Yönetimi Yönetmeliği
3 Temmuz 2009	27277	Kamu İhale Kurumu	Mal Alımları Denetim, Muayene ve Kabul İşlemlerine Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
3 Temmuz 2009	27277	Kamu İhale Kurumu	Hizmet Alımı İhaleleri Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
3 Temmuz 2009	27277	Kamu İhale Kurumu	Danışmanlık Hizmet Alımı İhaleleri Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
3 Temmuz 2009	27277	Kamu İhale Kurumu	Çerçeve Anlaşma İhaleleri Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
3 Temmuz 2009	27277	Kamu İhale Kurumu	Yapım İşleri İhaleleri Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
3 Temmuz 2009	27277	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu	Elektrik Piyasasında İletim ve Dağıtım Sistemlerine Bağlantı ve Sistem Kullanımı Hakkında Tebliğ'de Değişiklik Yapılmasına İlişkin Tebliğ
10 Temmuz 2009	27284	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu	Aydınlatma Yönetmeliği
10 Temmuz 2009	27284	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu	Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
17 Temmuz 2009	27291	Ulaştırma Bakanlığı	Telsiz Yönetmeliğinin Yürürlükten Kaldırılmasına Dair Yönetmelik
17 Temmuz 2009	27291	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Telsiz İşlemlerine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik
18 Temmuz 2009	27292	Ulaştırma Bakanlığı	Telsiz Çağrı Cihazları ve Halk Bandı Telsiz Cihazlarının Kurma ve Kullanma Esasları Hakkında Yönetmeliğin Yürürlükten Kaldırılmasına Dair Yönetmelik
18 Temmuz 2009	27292	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Özel Telsiz Sistemleri Yönetmeliği
21 Temmuz 2009	27295	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu	Elektrik Piyasası İthalat ve İhracat Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
22 Temmuz 2009	27296	Kamu İhale Kurumu	İhalelere Yönelik Başvurular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
23 Temmuz 2009	27297	Sanayi ve Ticaret Bakanlığı	İnsan Taşımacı Üzere Tasarımlanan Kablolu Taşıma Tesisatının Ruhsatlandırılması, Bakım ve İşletilmesine Dair Tebliğ (SGM : 2009/11)
24 Temmuz 2009	27298	Özelleştirme İdaresi Başkanlığı	Menderes Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Özelleştirme Kapsam ve Programına Alınması hk. Karar
28 Temmuz 2009	27302	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Numara Ücretlerinin Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğin Yürürlükten Kaldırılmasına Dair Tebliğ