

Bir düğümün içinde ne var?

Düğüm donanımı, platform seçimi ve gömülü yazılım

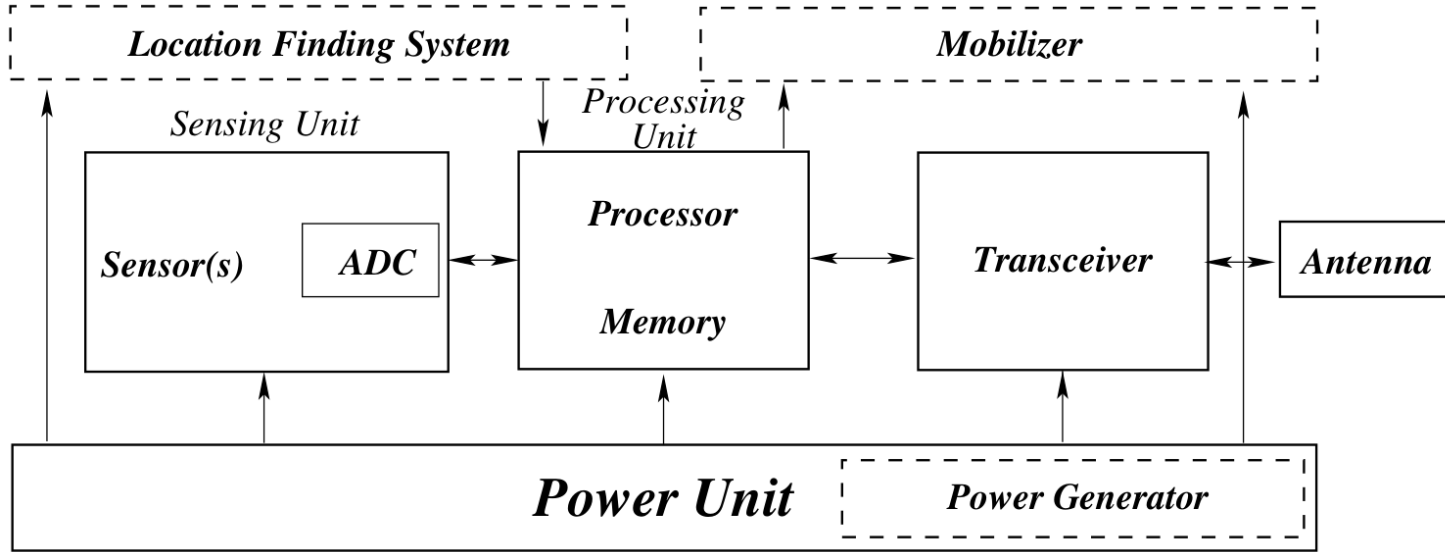


Bu hafta: donanım → bellek → platform → yazılım

Hedef: Bir uygulama için düğüm seçimini gerekçelendirmek.

Dört temel birim, ortak enerji bütçesi

Kaynak şeklin okuma rehberi



Algılama + ADC

Sensörün analog çıkışı sayısallaştırılır.

İşlemci + bellek

Veri işlenir; kod ve geçici kayıtlar tutulur.

Radıyo + güç

Alıcı-verici haberleşir; güç birimi tüm sistemi besler.

Şekil 3.1 • Kesikli çizgili bileşenler isteğe bağlıdır; alttaki güç birimi ortak kaynaktır.

Konum bulma ve hareket birimleri her düğümde bulunmak zorunda değildir.

Ölçümden pakete: aynı veri, farklı biçimler

Öğretim örneği: sıcaklık ölçümü



Örnekleme aralığı: Ne sıklıkta ölçmeliyim? • Kalibrasyon: Ölçüm ne kadar doğru?

ADC çıktısı doğrudan sıcaklık değildir; dönüşüm ve kalibrasyon gerekir.

Mote, sensör kartı ve programlama kartı

Üç parçanın görevini birbirine karıştırmayın

01

Mote

İşlemci + bellek + radyo. Ağdaki temel hesaplama ve iletişim birimi.

02

Sensör kartı

Sıcaklık, ışık vb. algılayıcıları mote platformuna ekler.

03

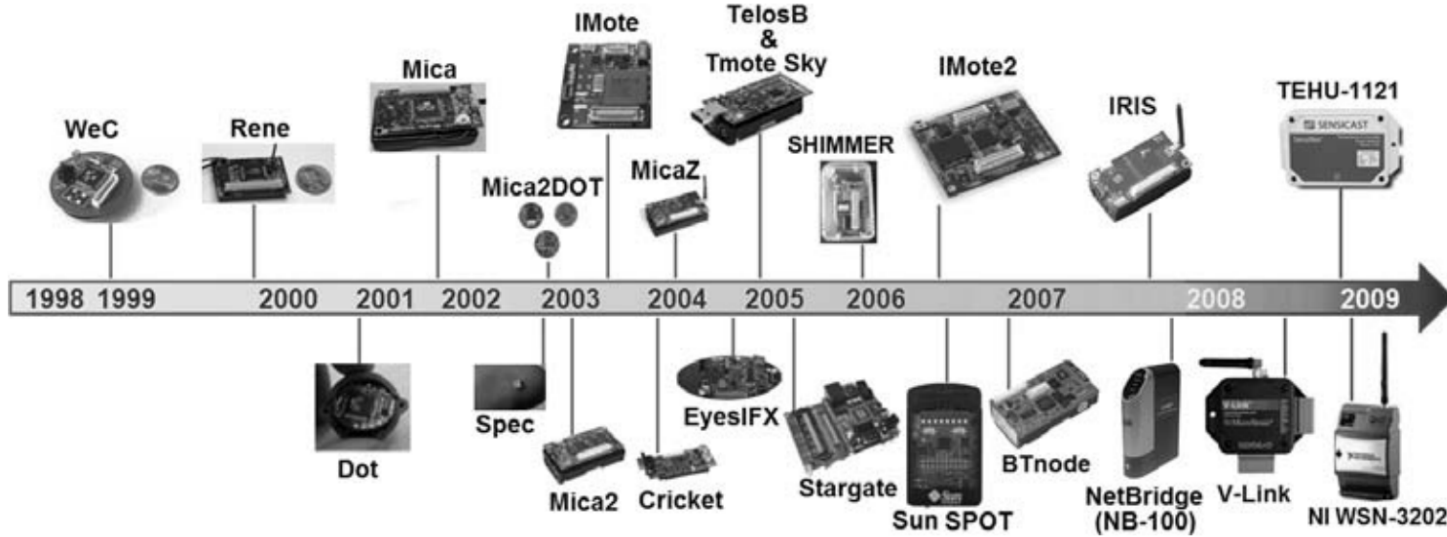
Programlama kartı

Kodu yükleme ve bilgisayarla geliştirme bağlantısı sağlar.

Programlama kartı geliştirme aracıdır; sensör kartı ölçümü genişletir.

Platformların gelişimi: 1998–2009

Bu şekil tarihsel platformları gösterir; güncel ürün kataloğu değildir.



Erken dönem

WeC, Rene ve Mica: düşük kaynaklı mote ailesi.

Entegrasyon

TelosB / Tmote Sky: sensör ve USB entegrasyonu.

İşlem kapasitesi

Imote2 ve Stargate: daha ağır hesaplama / geçit rolleri.

Şekil 1.1 • Soldan sağa yıllar ilerler. Fotoğraflar farklı platform ailelerini temsil eder.

Platformlar sadece küçülmemiş; bellek, sensör ve iletişim seçenekleri de çeşitlenmiştir.

Mica yaklaşımı mı, Telos yaklaşımı mı?

Bölümdeki tarihsel platform tasarımlarını karşılaştırma

01

Mica ailesi

Modüler yapı: ihtiyaç duyulan sensör kartını ekle.
Esneklik sağlar; kart bağlantıları tasarıma dâhildir.

02

Telos / Tmote

Daha bütünleşik yapı: bazı sensörler ve USB bağlantısı platform üzerindedir. Kurulum ve geliştirme kolaylaşır.

En uygun platform: sensör ihtiyacı + geliştirme kolaylığı + enerji kısıtı.

RAM farkı neden önemlidir?

Kaynak Tablo 1.1: seçili tarihsel platformlar (kB)



Doğrusal ölçek • Bu değerler kaynak kitabın 2010 tarihli tablosundan alınmıştır.

RAM artışı tampon ve hesaplama alanını büyütür; tek başına enerji verimliliği garantilemez.

Program belleği $\neq$ RAM

Kalıcı kod ile geçici çalışma alanını ayırın

01

Program belleği

Kod, sabitler ve kalıcı veri. Güç kesilince genellikle korunur.

02

RAM

Paket tamponu, değişkenler ve çalışma durumu. Güç kesilince genellikle kaybolur.

Bir düğümün program belleği büyük olsa da çalışma RAM'i sınırlı olabilir.

Basit bellek hesabı: 10 dakika kayıt

Öğretim örneği • 16 bayt / kayıt • saniyede 1 kayıt

$$16 \times 1 \times 600 = 9.600 \text{ bayt}$$

Kayıt gereksinimi



9.600 B

4 KiB toplam RAM



4.096 B

4 KiB = 4.096 bayt. Kodun çalışma durumu ve paket tamponları da RAM tüketir.

Çözüm: aralığı artır, veriyi azalt, özetle veya dışarı aktar; RAM'i bütünüyle kullanamazsın.

Örnekleme sıklığı bir tasarım kararıdır

Aynı gözlem süresi, farklı örnek sayısı

Sık ölçüm



Seyrek ölçüm



Her ölçüm mutlaka ayrı bir pakette gönderilmez: yerelde birleştirme mümkündür.

Daha sık ölçüm ayrıntı sağlar; depolama, işlem ve olası iletim maliyetini artırır.

Düşük ve yüksek kapasiteli düğümler

Kapasiteyi uygulamanın hesaplama yüküne göre seçin

01

Düşük kapasite

Periyodik küçük ölçümler, basit işleme ve kısa paketler. Kaynakları dikkatli yönet.

02

Yüksek kapasite

Yoğun sinyal işleme, daha büyük veri ya da geçit rolü. Güç ve maliyet gereksinimini yeniden değerlendir.

Daha güçlü donanım her görev için gerekli değildir; toplam enerji bütçesine bakın.

Düğüm, sink ve gateway aynı rol değildir

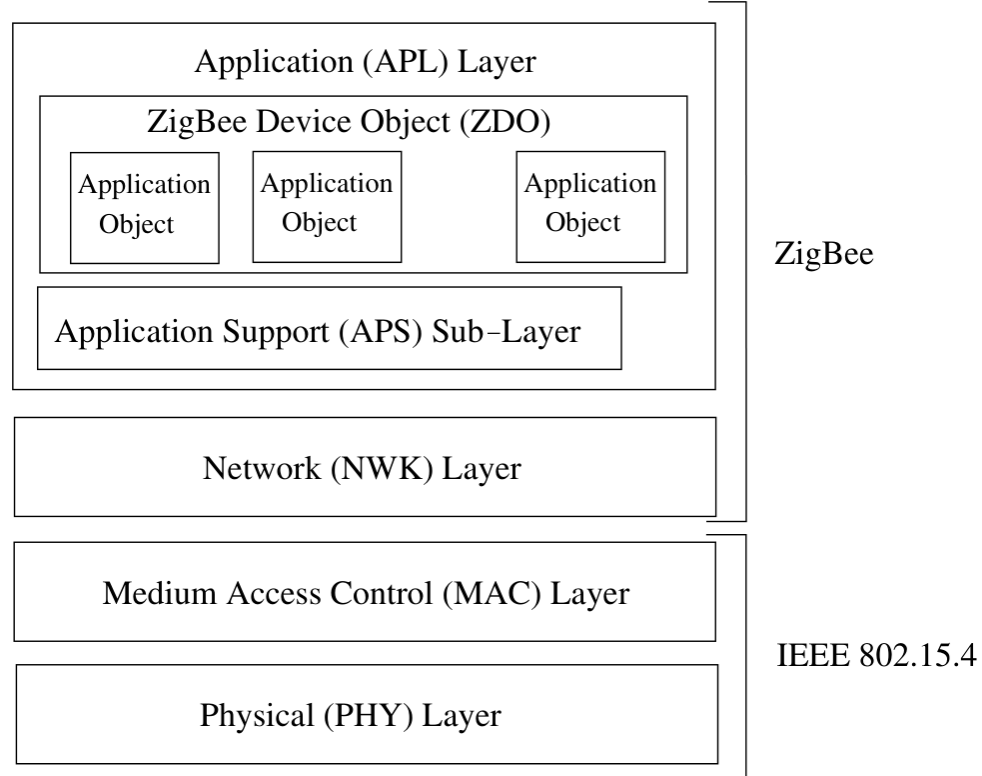
Roller bazen tek cihazda birleşebilir



Sink ölçümleri toplar; gateway farklı ağlar arasında köprü kurar.

IEEE 802.15.4 ile ZigBee ilişkisi

Kaynak şekli alt katmandan üste doğru okuyun



Şekil 1.2 • Sağdaki parantezler iki standardın sorumluluk sınırlarını gösterir.

Alt katmanlar

IEEE 802.15.4: fiziksel katman ve MAC.

Üst katmanlar

ZigBee: ağ ve uygulama çerçevesi.

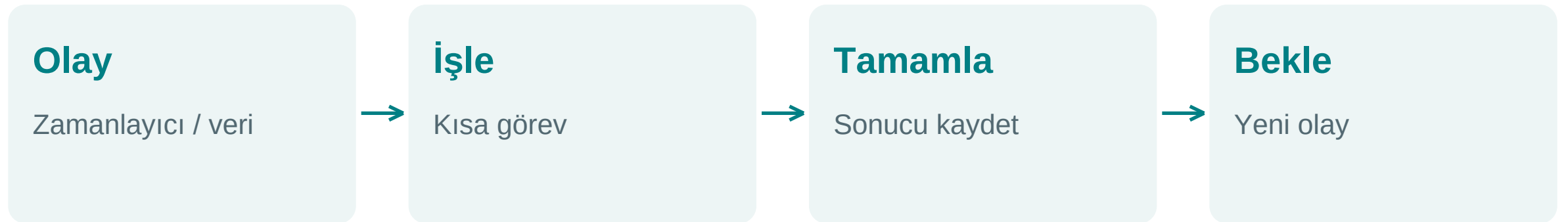
Tasarım sorusu

Donanım radyosu kadar kullanılan protokol yığını da önemlidir.

IEEE 802.15.4 ile ZigBee eş anlamlı değildir.

Gömülü yazılım: olay geldiğinde çalış

TinyOS yaklaşımını anlamak için basitleştirilmiş akış



TinyOS: bileşen tabanlı, olay güdümlü yapı. TOSSIM: davranışı simüle etme aracı.

Beklemek ile aktif çalışmak farklı enerji durumlarıdır; radyo da ayrıca yönetilir.

İşletim sistemi seçimi

Kitaptaki üç yaklaşım; tarihsel bağlam

01

TinyOS

Bileşenler ve olay güdümlü çalışma. Sınırlı kaynakları gözetten yaklaşım.

02

Contiki

Olay güdümlü çekirdek; μ IP ağ desteği ve çalışma sırasında program değiştirme.

03

LiteOS

Çok iş parçacığı, Unix benzeri soyutlamalar ve komut kabuğu.

Yazılım modeli, geliştirici deneyimini ve kaynak kullanımını etkiler.

Tasarım atölyesi: sera düğümü

Görev: dakikada bir sıcaklık / nem ölç; pil ile çalıştır.

01

Ölçüm

Hangi sensör? Kalibrasyon ve örnekleme aralığı nasıl seçilecek?

02

Kaynaklar

Kaç kayıt tutulacak? Tampon için kaç bayt ayrılacak?

03

İletişim

Ne sıklıkta paket? Hangi yazılım modeli? Ne zaman uyku?

Seçimini dört gerekçeyle savun: ölçüm, bellek, radyo, enerji.