



Embedded System

Sunny Arief Sudiro
Universitas Gunadarma



Pengertian

Sistem yang menempel di sistem lain. Embedded system merupakan sebuah sistem (rangkaian **elektronik**) digital yang merupakan bagian dari sebuah sistem yang lebih besar, yang biasanya bukan berupa sistem elektronik. Kata **{embedded}** menunjukkan bahwa dia merupakan bagian yang tidak dapat berdiri sendiri. Embedded system biasanya merupakan **{application-specific system}** yang **didisain** khusus untuk aplikasi tertentu. Contoh sistem atau aplikasinya antara lain adalah instrumentasi medik (**medical instrumentation**), **process control**, **automated vehicles control**, dan perangkat komunikasi (**networking and communication systems**). Ini berbeda dengan **sistem digital** yang didisain untuk **{general-purpose}**. Embedded system biasanya diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler (**microcontroller**).

<http://www.total.or.id/info.php?kk=Embedded%20system>

Aplikasi

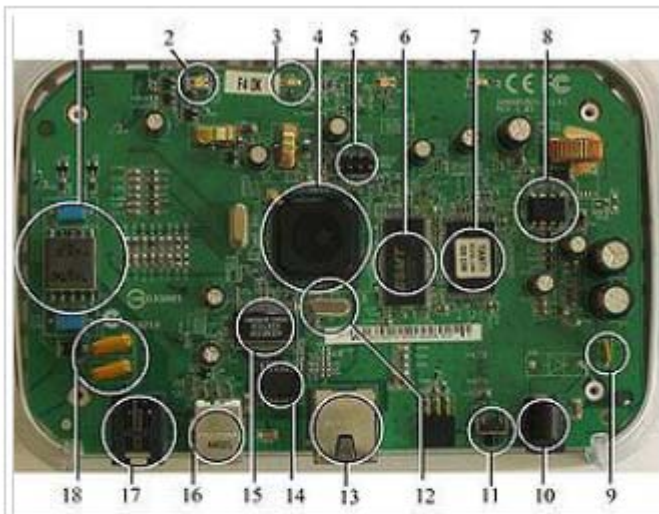




Di Sekitar Kita

- ◆ **Signal processing systems**, Real-time video, set-top boxes, DVD players, medical equipment, residential gateways
- ◆ **Distributed control**, Network routers, switches, firewalls, mass transit systems, elevators
- ◆ **“Small” systems**, Mobile phones, pagers, home appliances, toys, smartcards, MP3 players, PDAs, digital cameras, sensors, smart badges

Dalam Komunikasi



Picture of the internals of a ADSL modem/router. A modern example of an embedded system. Labelled parts include a microprocessor (4), RAM (6), and flash memory (7).



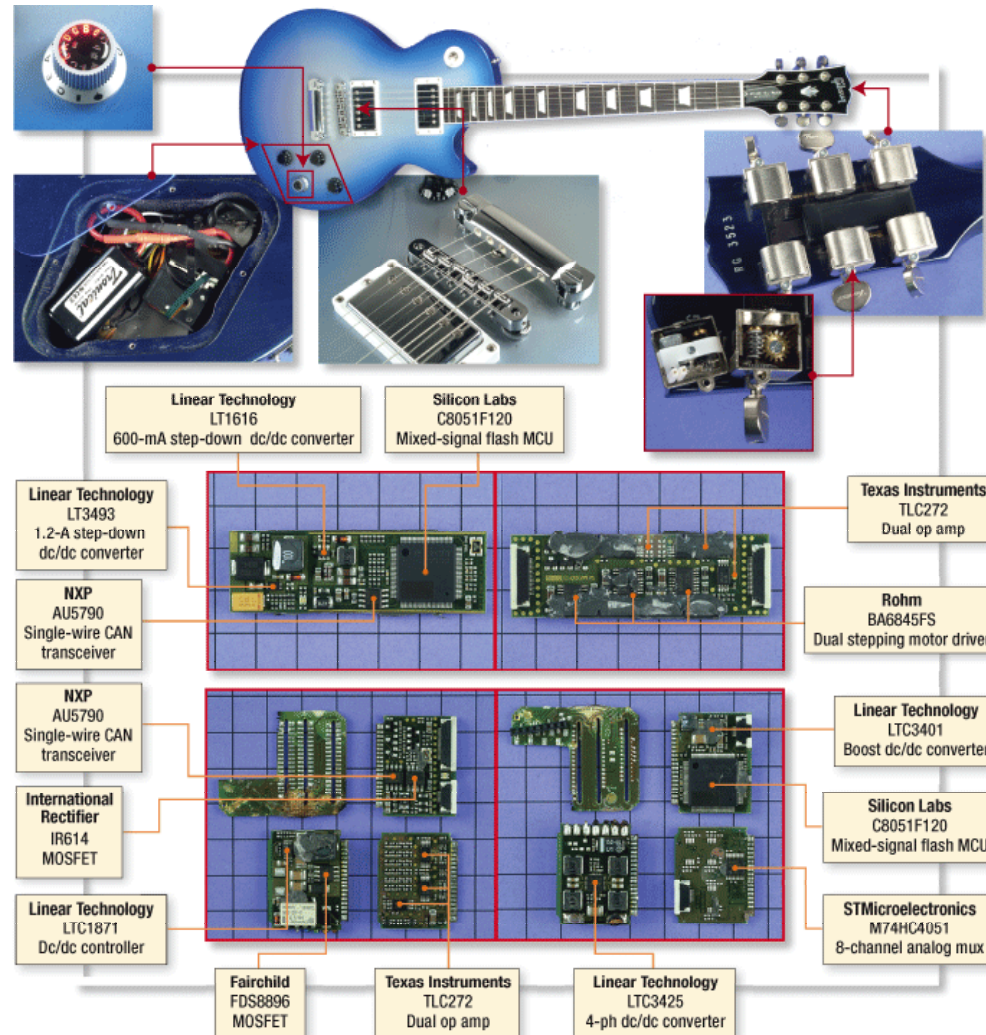
An embedded RouterBoard 112 with U.FL-RSMA pigtail and R52 miniPCI Wi-Fi card widely used by wireless Internet service providers (WISPs) in the Czech Republic.

Mobil

- ◆ Engine control unit
- ◆ Emissions control
- ◆ Diagnostics
- ◆ Automatic transmission
- ◆ Security
- ◆ Accessories (doors, windows etc)



Guitar Auto Tuning





Karakteristik Embedded Systems

- ◆ Menjadibagiandaisistemyang lebihbesar : Periferal terbatas
- ◆ Application-specific:
 - Baikhardware maupunsoftware dirancangkhususuntukaplikasiyang spesifik
 - Tetapi, re-programmability merupakansuatukebutuhan–
 - ‘HALT’ merupakan suatu *badstate*!
- ◆ Interaksidenganduniafisik



Keterbatasan

◆ Hardware

- CPU, Memory
- Power consumption
- Limited peripherals and slower buses
- Size, weight, environmental reliability

◆ •Software

- Latency, 'Hard' or 'Soft' Real-time requirements
- Limited HW resources
- Reliability, tidak mudah didebug
- Device heterogeneity, interoperabilitas menjadi suatu isu penting!



Embedded Systems Hardware

- ◆ Commercial off-the-shelf components (COTS) : wireless radios, sensors, I/O devices, Murah
- ◆ •Application-Specific ICs (ASICs): ICs yang dirancang untuk keperluan/aplikasi khusus, kinerja yang sangat bagus pada aplikasi, Embedded systems pada awalnya hanya ASICs
- ◆ •Domain-specific processors: DSPs, Microcontrollers, Microprocessors



New Embedded Systems H/W

- ◆ Systems-on-chip (SOCs),
 - Usual (or desired) specs:
 - 32-bit RISC CPU
 - Built-in interfaces to RAM and ROM
 - Built-in DMA, interrupt and timing controllers
 - Built-in interfaces to disk or flash memory
 - Built-in Ethernet/802.11 interfaces
 - Built-in LCD/CRT interfaces
 - SOCsbaramunculhampirsetiapminggu!
- ◆ •Contoh : Intel StrongARMSA,1110,Motorola PowerPC MPC823e, NEC VR4181, dsb.



RSOCs

- ◆ Reconfigurable System-on-Chip
 - Processor core + (re)Programmable logic
 - E.g. FPGAs
 - Merubah watak/perilaku sistem *at the hardware level*
 - Contoh:
 - Atmel's FPSLIC: Up to 40K Gates, 8-bit microcontroller @ 40 MHz
 - Triscend's A7S: Up to 40K Gates, ARM-based



Embedded Software

- ◆ Tugas utama: ‘Not transformation of data but interaction with physical world’
- ◆ Mengakuisisi sifat-sifat fisika/kimia lingkungan :
 - Perluwaktu
 - Mengkonsumsidaya
 - Tidakberhenti(kecualigagalberoperasi)



Embedded Software Problem

- ◆ Mayoritas ditulis oleh mereka yang bukan computer scientist :
 - Tantangan untuk CS: menemukan abstraksi yang lebih baik agar memudahkan pekerjaan domain
 - Domain experts biasanya skeptik
 - ‘They see Java programs stalling for 1/3 second to perform garbage collection and update the UI and envision airplanes falling out of the sky’
- ◆ Metodologi yang dipakai pada general-purpose software perlu banyak diadaptasi
 - Mungkin diperlukan abstraksi baru



Sifat-Sifat Embedded S/W

- ◆ Timeliness
- ◆ Concurrency
- ◆ Liveness
- ◆ Interfaces
- ◆ Heterogeneity
- ◆ Reactivity



Timeliness

- ◆ Waktu: secara sistematis telah terhubung dengan teori komputasi
- ◆ RTOS seringkali mereduksi karakterisasi suatu task menjadi sebuah bilangan (yakni, prioritasnya)
- ◆ Tetapi: Komputasi memerlukan waktu
 - bahkan pada komputer yang sangat cepat, waktu masih perlu dipertimbangkan
 - Proses fisik memerlukan waktu
- ◆ Perlu ditemukan abstraksi yang memungkinkan kendali waktu!



Concurrency

- ◆ Didunia fisik, banyak kejadian berlangsung pada waktu yang sama
- ◆ Tantangan: mengkompromikan sekuensialitas software dengan konkurensi dunia nyata
 - Pendekatan klasik (semaphores, monitors, dsb) memberikan fondasi yang baik
 - Tetapi: tidak mencukupi
 - Pendekatan lain: kompilasikan konkurensi (Estrel)
 - Estrel: synchronous/reactive language
 - ◆ FSM based, deterministic behavior
 - Keunggulan: program yang sangat dapat diandalkan
 - Kekurangan: terlalu statik untuk sistem tertentu
- ◆ Karena itu diperlukan pendekatan menengah



Liveness

- ◆ Program tidak boleh berakhir
 - Tidak seperti model komputasi Turing tradisional, HALT tidak boleh terjadi
 - Deadlock tidak dapat ditolerir
- ◆ Correctness bukan semata mata menampilkan jawaban akhir yang benar
 - Haruspertimbangkanhal-halsepertitiming, power consumption, fault recovery, security and robustness



Interfaces

- ◆ Keterhubungan dengan lingkungan, serial, usb, l2c, dll



Heterogeneity

- ◆ Kebergaman device menimbulkan masalah interoperabilitas.

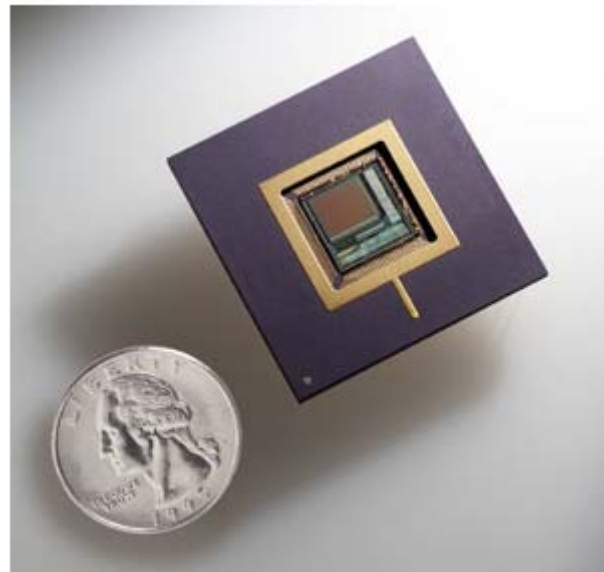


Reactivity

- ◆ Sistem disebut interaktif, bila:
 - Bereaksi dengan kecepatannya sendiri (atau kecepatan manusia yang mengendalikannya)
- ◆ Sistem disebut transformasional, bila:
 - Mentransformasikan suatu input data menjadi suatu output data (misalnya perkalian dua buah matriks)
- ◆ Sistem disebut reaktif, bila:
 - Bereaksi secara kontinu dengan lingkungan, selalu dengan kecepatan reaksi yang tetap
 - Harus beradaptasi terhadap perubahan kondisi : Sumberdayadan permintaan dapat sering berubah
 - Kendala waktu nyata,
 - Safety-critical, Fault-tolerance dapat merupakan isu utama

Penutup

- ◆ Apakah kehidupan anda tergantung pada benda kecil ini ?





Reference

- Embedded Systems : Hardware or Software?, Jazi Eko Istiyanto, Ph.D, UGM, Yogyakarta.
http://jazi.staff.ugm.ac.id/Jazi-Embedded_systems.pdf
- Kamus Komputer dan Teknologi Informasi,
<http://www.total.or.id/info.php?kk=Embeddedsystem>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_system
- <http://www.embedded.com/>
- Under the Hood: Robot Guitar embeds autotuning ,
David Carey, at
[http://www.embedded.com/underthehood/207401418?
_requestid=304276](http://www.embedded.com/underthehood/207401418?_requestid=304276)