

Sensorização e Conectividade

**18ª Jornadas de Climatização
Ordem dos Engenheiros
Outubro de 2018**

Alberto Ramos da Cunha

Departamento de Engenharia Informática, Instituto Superior Técnico

alberto.cunha@tecnico.ulisboa.pt

IoT (Internet of Things)

sensores, sistemas embebidos ciber-físicos,
redes de dados (computadores + sensores/actuadores)

Cloud Computing

alojamento de aplicações e de dados → SAS (software as a service)

Big Data + Machine Learning = Inteligência Artificial

Data warehousing, data mining, IA (procura, optimização → extracção de conhecimento, padrões) → ciência de dados

Ambient Intelligence = Ambientes reactivos

Smart Cities, Smart Buildings, Indústria 4.0, Smart X, X 4.0

Tendências tecnológicas

Sensores inteligentes em rede

Integração de sistemas

Os dados no ciclo de operação

Mudanças e desafios

Tendências tecnológicas

- Miniaturização e novos materiais
- Redução contínua do custo da computação (computação embebida em dispositivos)
- Generalização das redes sem fios
- Maior facilidade de operacionalização de sistemas de informação e de serviços de computação

Impulso da IoT

- Custos da computação (1990-2013)
-33%/year
- Custos de armazenamento de dados (1991-2013)
-38%/year
- Custos de comunicação (bandwidth) (1999-2013)
-27%/year
- Uso da nuvem (Amazon S3, 2009-2013)
20 x

[Mary Meeker. Internet Trends 2014]

Tendências tecnológicas

Sensores inteligentes em rede

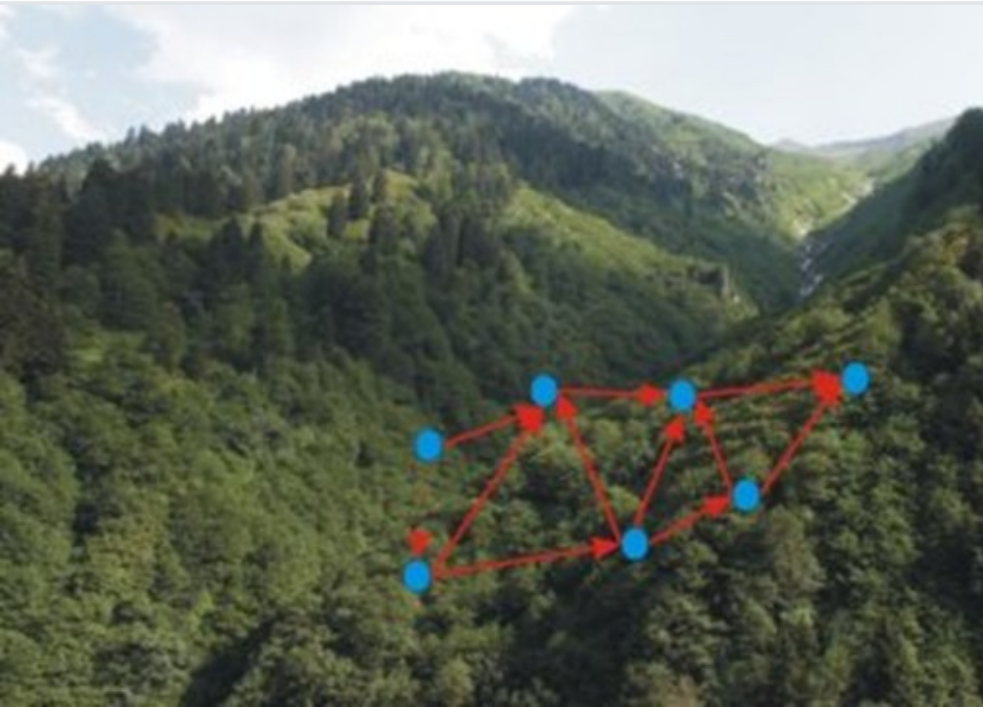
Integração de sistemas

Os dados no ciclo de operação

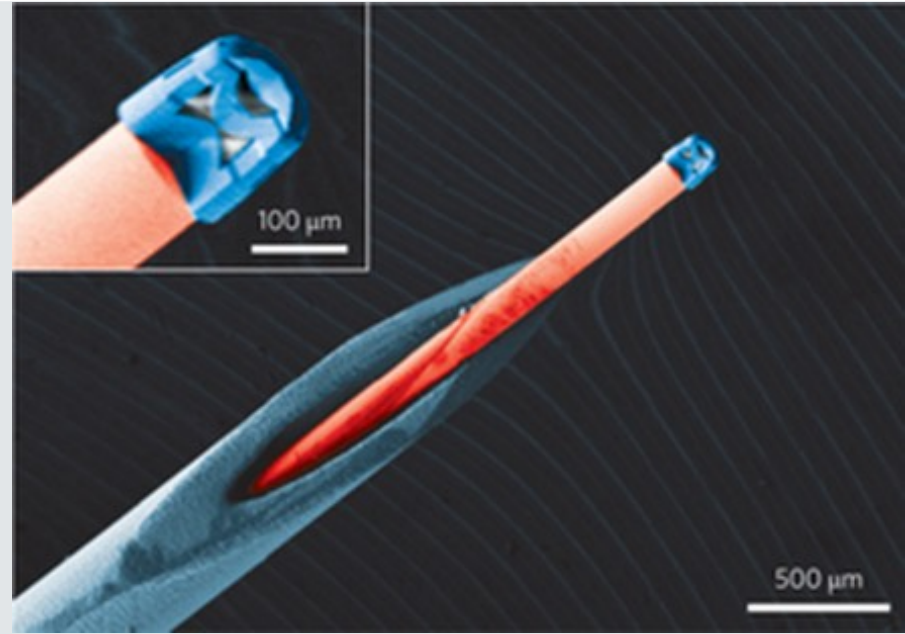
Mudanças e desafios

- Dispositivos inteligentes interligados
- *Smart object*
 - Qualquer coisa com ligação à Internet
 - Funcionalidades e complexidades muito diversas
automóveis ↔ *smart dust*

Smart dust?



(utwente.nl)



Triplet lens objective attached to an optical fibre inserted into the hollow needle of a syringe (Gissibl et al., Univ. of Stuttgart, 2016.)

- Os objectos estão por todo o lado
 - fixos (em locais predefinidos na instalação)
 - fixos (instalados em operação)
 - móveis (previstos na instalação)
 - móveis e pessoais (*crowd sourced*)
- Interação com o ambiente envolvente e trocam informação

Redes sem fios

Formas de identificação

- Requisitos da IoT
 - Baixo consumo
 - Cobertura adequada
 - Ritmos de transferência reduzidos (eventualmente)
- Tecnologias
 - Short-range – Bluetooth low energy (BLE), near-field communication (NFC) inc. radio-frequency identification (RFID), códigos de barras e QR
 - Medium-range – **Wi-Fi**, Wi-Fi Direct, ZigBee
 - Wide-area – Wi-Fi HaLow, narrow band – IoT (NB-IoT), **LoRaWAN**

- Identificação única dos dispositivos inteligentes
- Identificação + Endereçamento
- Modelos de endereçamento
 - Sectoriais: Electronic Products Code (EPCglobal) [MIT Auto-ID Center]
 - Rede com IPv6
 - IPv4 to v6: endereços de 32 para 128 bits
 - Web addressing with URLs
(<http://www.ordemengenheiros.pt/pt/agenda/18-as-jornadas-de-climatizacao/>)

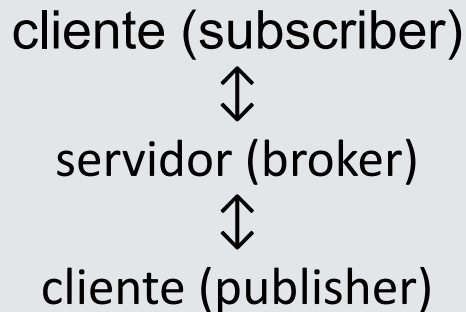
Tendências tecnológicas
Sensores inteligentes em rede
Integração de sistemas
Os dados no ciclo de operação
Mudanças e desafios

Integração de sistemas

- Os sistemas actuais são feitas à medida ou baseados em plataformas de integração proprietárias
- Os sistemas futuros tenderão a incorporar as tecnologias da Internet
 - Integração dos sensores e actuadores
 - Configuração e gestão da aplicação
 - Tratamento de dados

Protocolos com menor necessidade de recursos (computação e memória)

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport (ISO/IEC PRF 20922)
 Publish-subscribe sobre TCP/IP



CoAP – Constrained Application Protocol (RFC 7252)
 Serviço sobre Internet or SMS

Internet protocol suite

Application layer

BGP DHCP DNS FTP HTTP HTTPS
 IMAP LDAP MGCP **MQTT** NNTP NTP
 POP ONC/RPC RTP RTSP RIP SIP
 SMTP SNMP SSH Telnet TLS/SSL
 XMPP ...

Transport layer

TCP UDP DCCP SCTP RSVP more...

Internet layer

IP IPv4 IPv6 ICMP ICMPv6 ECN IGMP
 IPsec ...

Link layer

ARP NDP OSPF Tunnels L2TP PPP
 MAC Ethernet DSL ISDN FDDI ...

Há uma separação tradicional entre sistemas operacionais e sistemas analíticos

- Sistemas operacionais controlam e recolhem dados dos processos de negócio e da produção/operação
- Sistemas analíticos agregam e tratam dados de suporte à gestão e planeamento
- Os sistemas analíticos operam num tempo com um horizonte incompatível com a gestão da produção em tempo real
- As operações seguem processos pré-definidos, periodicamente avaliados, ajustados ou modificados

Tendências tecnológicas
Sensores inteligentes em rede
Integração de sistemas
Os dados no ciclo de operação
Mudanças e desafios

Os dados no ciclo de operação

Potencial

- A disponibilidade de dados de múltiplas fontes em tempo real
- A capacidade de os processar em tempo real (tempo útil) para avaliar as condições de operação ou inferir padrões ou tendências

Permitem implementar novos processos reactivos às condições físicas e humanas do ambiente (Indústria 4.0)

Novos requisitos

A operação reactiva em tempo real coloca novos requisitos (menos comuns nos sistemas de informação actuais)

- Tempo de resposta limitado
- Resposta adequada mesmo com dados incompletos ou corrompidos

que influenciam a estabilidade dos sistemas.

(Não existem ainda métodos de projecto bem estabelecidos para validar a estabilidade dos sistemas ciberfísicos.)

Tendências tecnológicas
Sensores inteligentes em rede
Integração de sistemas
Os dados no ciclo de operação
Mudanças e desafios

- Diversidade de tecnologias
 - Termodinâmica, electrónica, TIC, materiais
 - TI: redes, servidores, nuvem, sensores inteligentes, dispositivos pessoais
- Ambiente heterogéneo
 - Múltiplos e diversos produtores e consumidores de informação
 - Sensorização ciber-física, crowd sensing
 - Ritmos de geração de dados, níveis de agregação, qualidade dos dados
 - Interfaces *machine-to-machine* (M2M), pessoas
- Sistemas de grande escala reactivos
 - Fusão (parcial) das funções operacional e analítica
 - Paradigma de Controlo preditivo → Paradigma da concepção de sistemas passa da modelização para o reconhecimento de padrões

- Equipas de projecto e desenvolvimento multidisciplinares
 - Práticas de projecto distintas: mecânica, electrónica, TICs, desenho de produto
 - Novos processos (desenvolvimento, operação)
 - Operação reactiva, rastreabilidade
- Condicionantes legais e regulatórias
 - Segurança física (safety), lógica (security), privacidade, responsabilidade (liability)

Sensorização e Conectividade

Alberto Ramos da Cunha

Departamento de Engenharia Informática, Instituto Superior Técnico

alberto.cunha@tecnico.ulisboa.pt