

工业4.0与嵌入式系统

马建国博士

长江学者特聘教授

天津大学电子信息工程学院院长

国家自然科学基金杰出青年基金获得者

天津大学青岛海洋工程研究院院长

PROCEEDINGS OF IEEE (SCI一区) 编委

2014.11.22



2014.10.5百度搜索工业4.0: 700多万条!



搜索Internet of thing:
7840多万条!

搜索物联网:
6000多万条!

搜索嵌入式系统:
2700多万条!



德国经济以其强大的工业基础为特征，特别是它的机械与设备制造、汽车工业和能源工业。工业 4.0 的实施绝对是未来发展的关键——因为我们不能容忍国家的工业陷入停滞状态。

Ernst Burgbacher, 国务秘书, 联邦工业与经济技术部长

在一个“智能、网络化的世界”里，物联网和服务网（the Internet of Things and Services）将渗透到所有的关键领域¹。这种转变正在导致智能电网出现在能源供应领域，可持续移动通信战略领域（智能移动性，智能物流）和医疗智能健康领域。在整个制造领域中，贯穿整个智能产品和系统的价值链网络的垂直网络、端到端工程和横向集成将成为工业化第四阶段的引领者——即“工业 4.0”

工业 4.0 的重点是创造智能产品，程序和过程。其中，智能工厂构成了工业 4.0 的一个关键特征。智能工厂能够管理复杂的事物，不容易受到干扰，能够更有效地制造产品。在智能工厂里，人、机器和资源如同在一个社交网络里一般自然地相互沟通协作。

智能产品理解它们被制造的细节以及将被如何应用。它们积极协作生产过程，回答诸如“我是什么时候被制造的”“那组参数应被用来处理我”“我应该被传送到哪”等等问题。其与智能设备、产品和系统的工作，将使智能工厂成为未来的智能基础设施中的一个关键组成部分。这将导致传统价值链的转变和新商业模式的出现²。

The vision: Industry 4.0 as part of a smart, networked world



工业 4.0 为德国提供了一个机会，使其进一步巩固其作为制造基地的地位。令人鼓舞的是，我们可以看到德国的所有利益相关方在紧密合作，通过工业 4.0 平台，一起向前迈进，加以实施。”

————— 孔翰宁 (Henning Kagermann) 博士教授 (acatech - 国家科学与工程学院, 通信行业科学发起人集团发言人, 研究联盟和工业 4.0 工作组联合主席)

《德国工业4.0战略计划实施建议》
2013年4月、德国教育与研究部

工业 4.0 将更加灵活更加坚强，包括工程最高质量标准、计划、生产、操作和物流过程。这将使动态的、实时优化的和自我组织的价值链成为现实，并带来诸如成本、可利用性和资源消耗等不同标准的最优化选择。而这些都需要恰当的规则框架、标准化接口和和谐的商业进程。

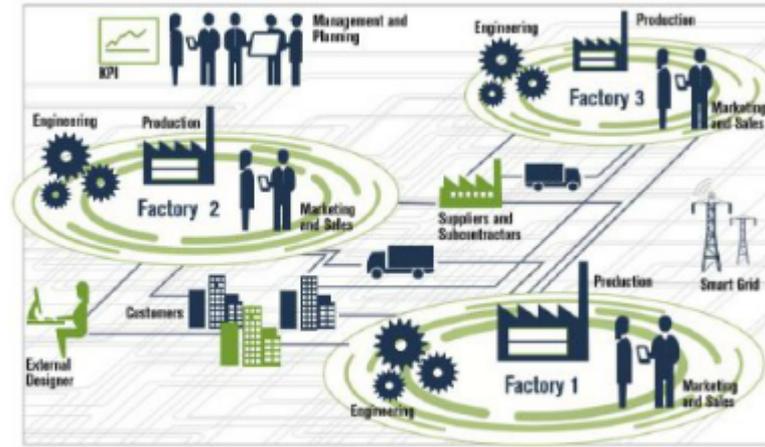


“物联网和服务网在制造业中拥有巨大的创新潜力，如果我们成功把基于网络的服务整合进工业 4.0，将极大地扩展这种潜力。”

——Johannes Helbig 博士，
Deutsche Post AG（德国邮政），
工业-科学研究联盟交流促进团体成员

物联网和服务使得有可能创建网络整合整个制造过程，将工厂转变为一个智能环境。虚拟网络—实体物理生产系统包括智能机器、储存系统和生产设施，从入厂物流到生产、销售、出厂物流和服务，实现数字化和基于信息通信技术的端对端的集成。这样不仅可以更加灵活地配置生产，而且还可以通过提供更加差异化的管理和控制过程来拓展机会。

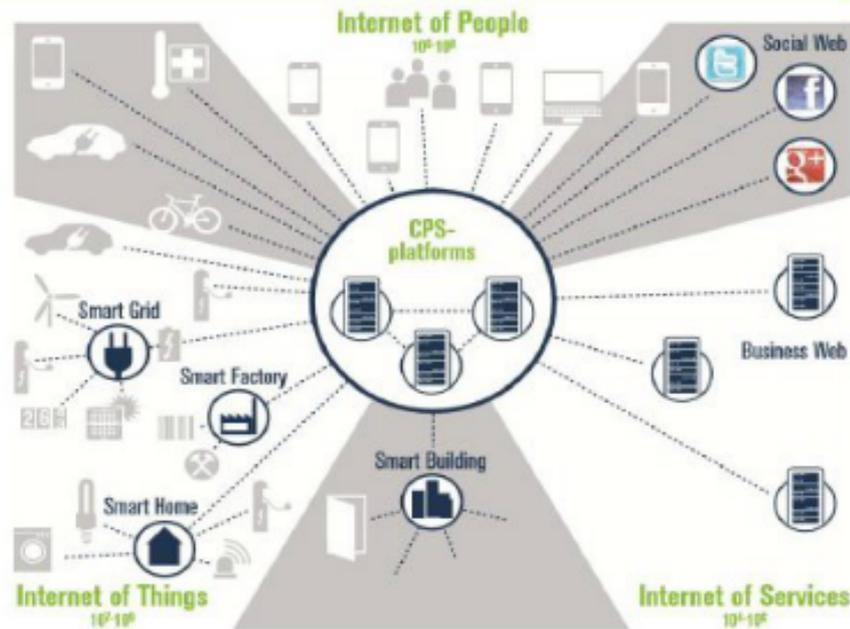
Figure 3:
Horizontal value
network



Source: Roland Berger 2013

图 3：横向价值网络

Figure 4:
The Internet of Things and
Services - Networking
people, objects and systems



Source: Bosch Software Innovation 2012

图 4：物联网和服务网—网络中的人、物和系统

来源：德国工业4.0路线

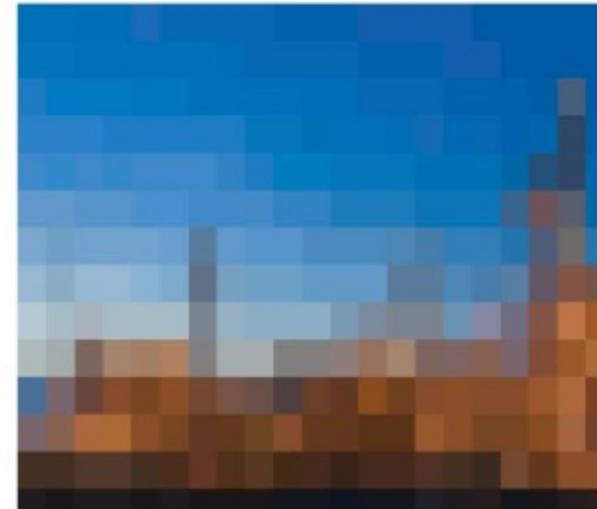
Real and Virtual Environments Closely Integrated

Cyber-Physical Systems (CPS)



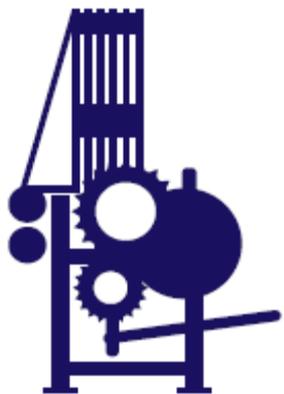
- „real world awareness“

high-resolution control



- more accurate information for supply chain

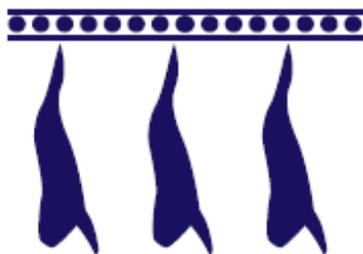
→ high-frequency data capture get cheaper and more available: **big data**



First mechanical loom
1784

第一次工业革命
水轮机/蒸汽机
驱动的大机器
工厂化

End of
18th century



First production line,
Cincinnati slaughterhouses
1870

第二次工业革命
利用电气化
工厂流水线化
分工产业批量化

Start of
20th century



First programmable logic controller
(PLC), Modicon 084
1969

第三次工业革命
利用电子和IT化
工厂信息自动化

Start of 1970s



4. industrial revolution
based on Cyber-Physical
Systems

第四次工业革命
利用IoT
工厂智能化

today

time ▶



将来的汽车智能化自动装配线

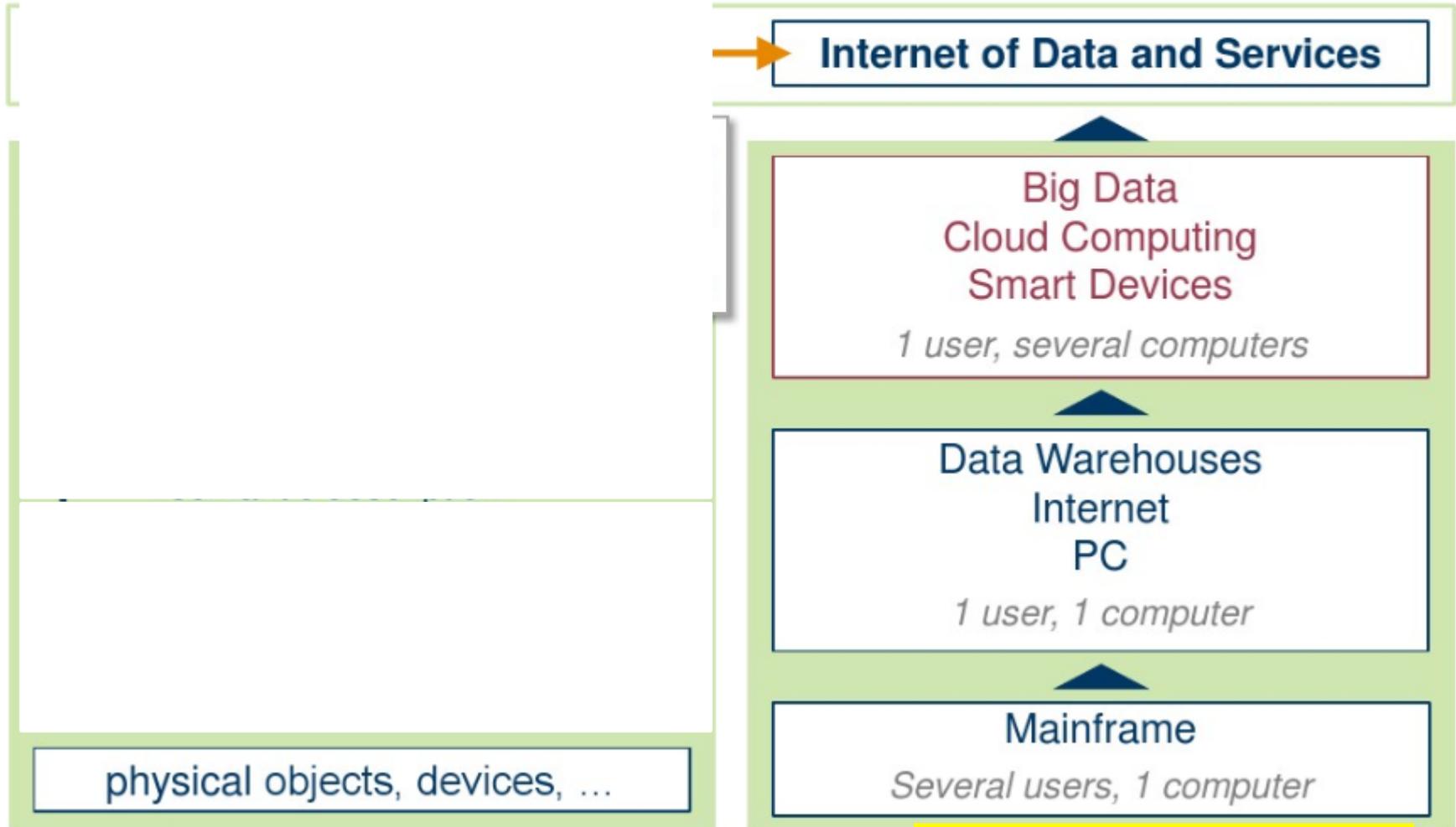
操作
工程师



现在的汽车‘自动’装配线

工人

Technology Trends



工业4.0: 关键词

- CYBER-PHISICAL SYSTEMS
- **Internet-of-Things**
- SMART FACTORIES
- INDIVIDUAL CUSTOMER REQUIREMENT
- DYNAMIC BUSINESSES AND ENGINEERING PROCESSES
- OPTIMIZED DECISION MAKING
- NEW WAY OF CREATING VALUE AND NOVEL BUSINESS MODEL
- RESOURCE PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY
- DEMOGRAPHIC CHANGE
- WORK-LIFE BALANCE

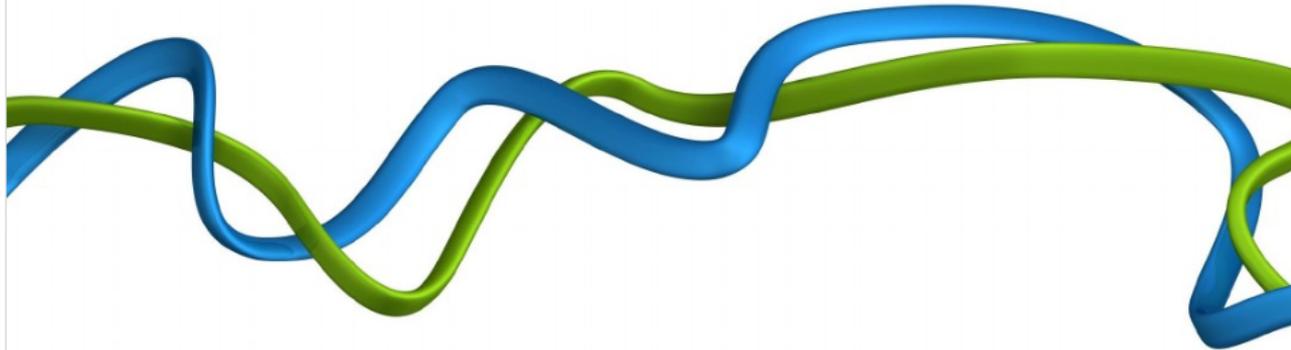


UK
Science &
Innovation
Network

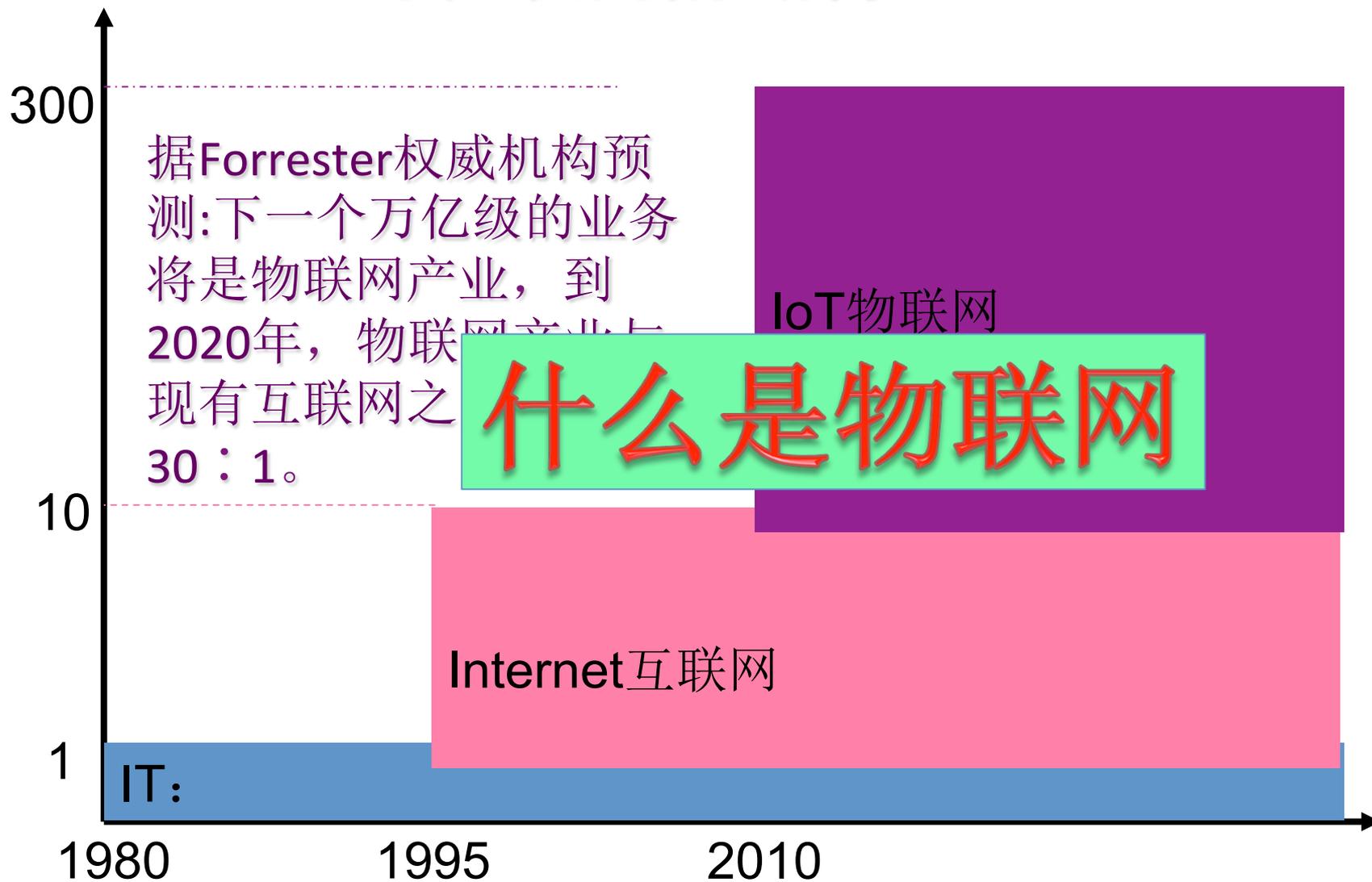


Industrie 4.0 – What can the UK learn from Germany's manufacturing strategy?

4 February 2014



对物联网的期待

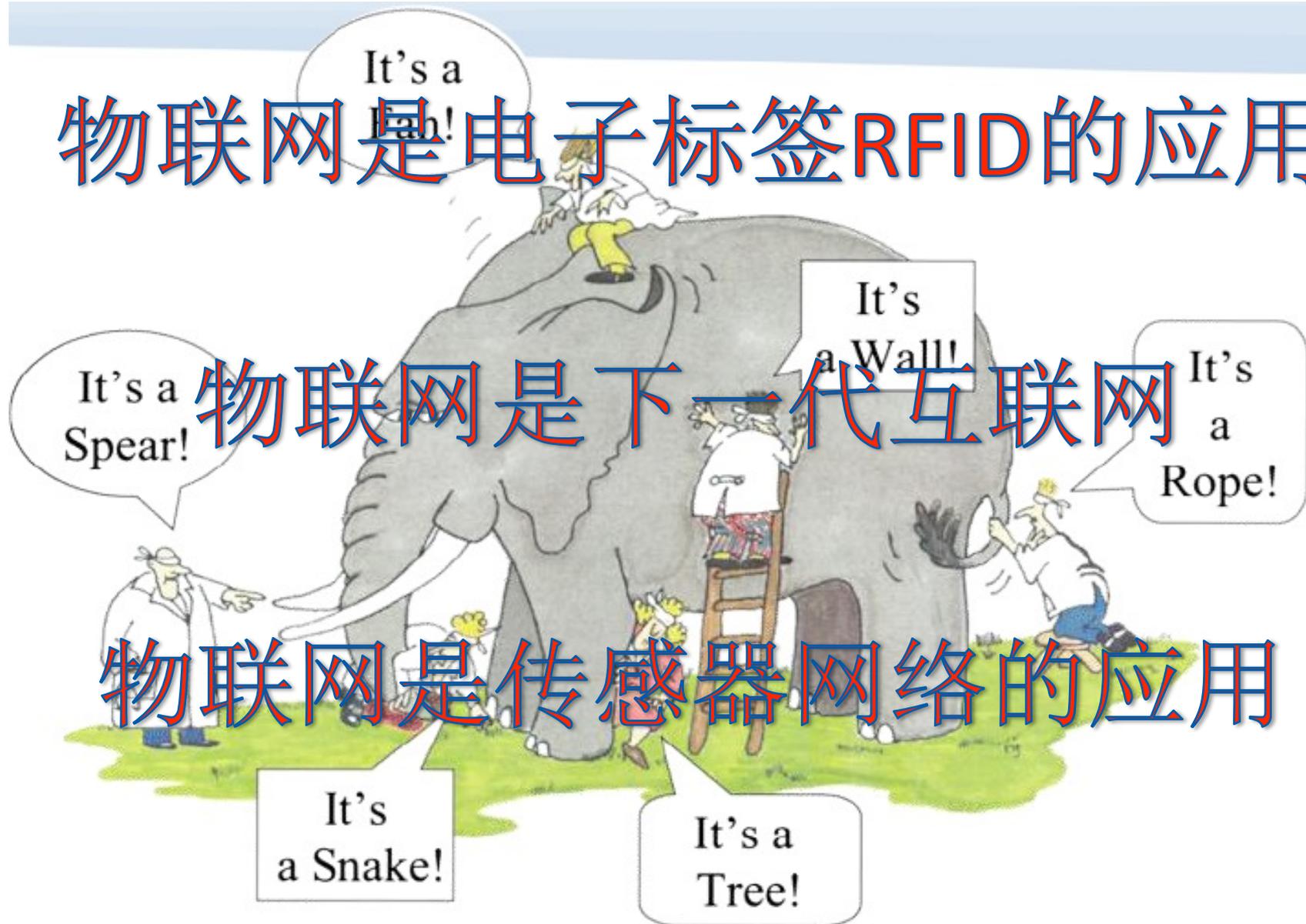


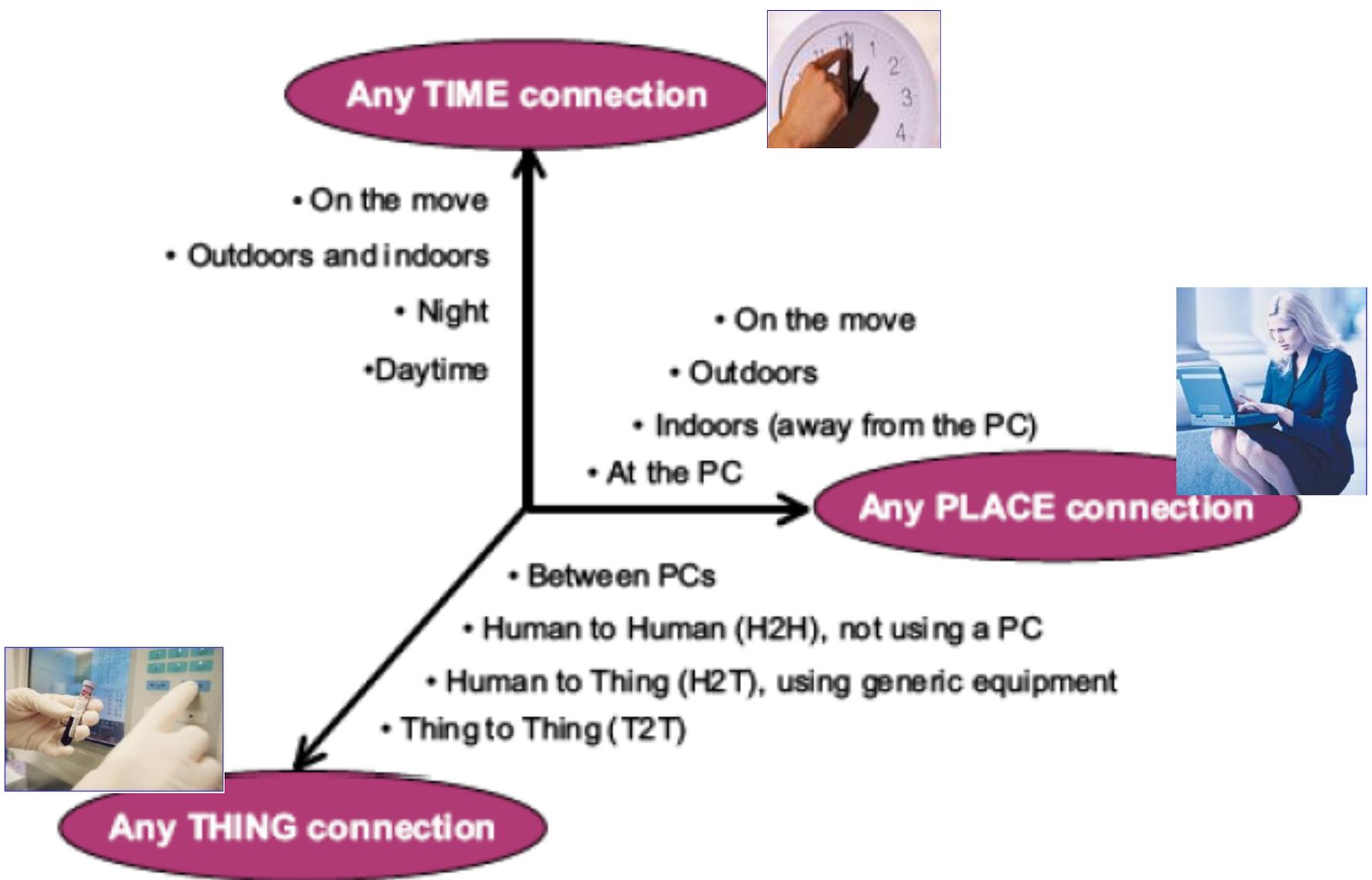
超过100个不同的物联网定义

物联网是电子标签RFID的应用

物联网是下一代互联网

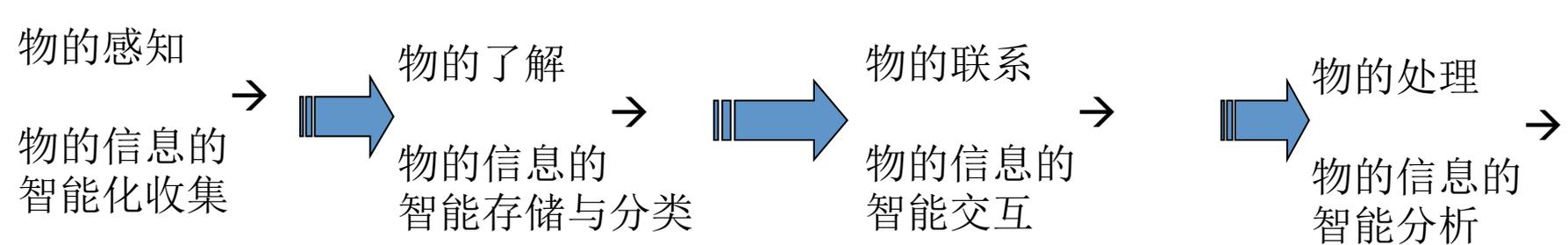
物联网是传感器网络的应用





国际电信联盟ITU2005年白皮书

物联网的关键技术



Sensors
WSN

GPS
RFID

Network/
Communications



Mobile cloud computing

核心技术 1: 嵌入式智能系统



Image Source: Toyota

核心技术 2: 极低功耗智能无线系



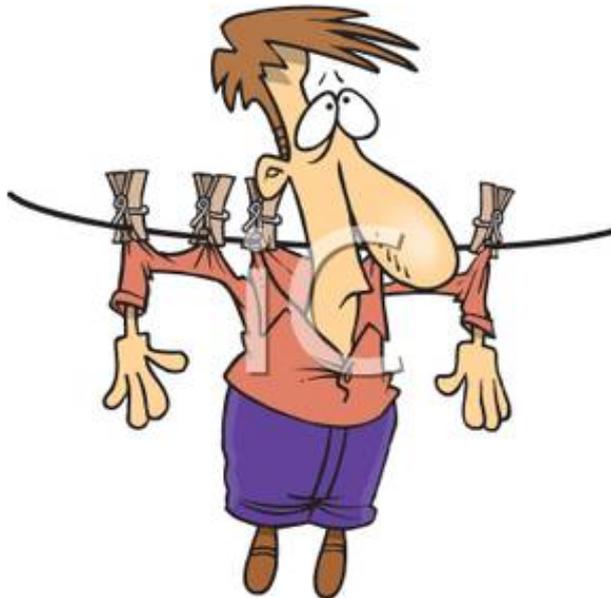
嗨! **Samuel**,真是傻冒、不赶时髦! 现在还玩有线? 早就时髦无线啦!

就是!连小鸟们都搞“无线”上网啦!



物联网的技术特点

- Specific APPLICATION 特定的应用
- Global LOCALIZATION 全局性的局域化
- Open INDIVIDUALIZATION 开放的个性化
- **Trustable INFORMATION** 可信的信息化
- **Reliable Information** 可靠的信息（如存储）



永远在线

两个空间：物理空间，虚拟空间

两种资源：物质资源，数据资源

**物联网是两种空间的融和，
物联网技术即是
利用两个空间，开发两种资源**

物、联、网

以物（应用）为驱动

以联（嵌入式智能感知）为核心

以网（智能交互）为基础

物联网的核心：让物“说话”！

那些物何时会“说话”？

由于 “物” 不会说话



7·23甬温线特别重大铁路交通事故

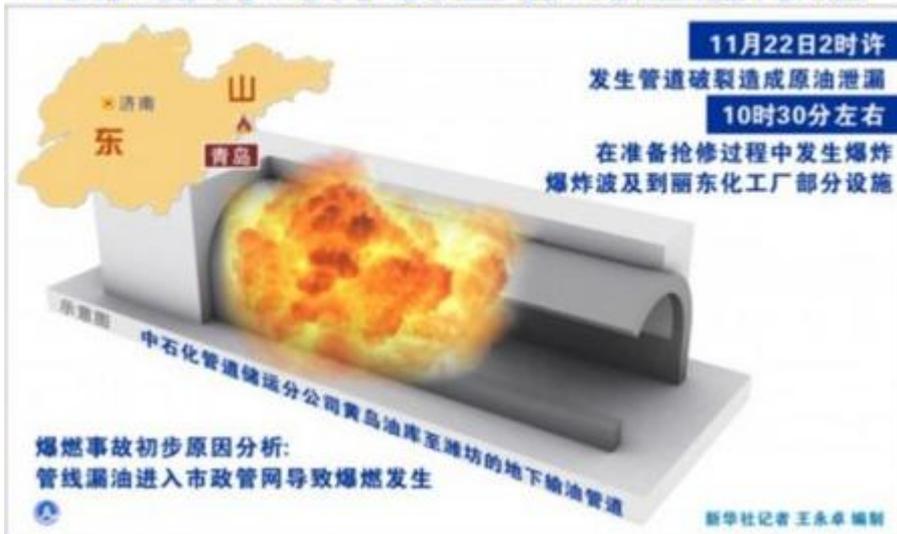


5.23 长深高速公路特大事故
(因司机方向辨别错误)

交通事故

如果我们的铁路、公路“会说话”，机车自身、相互可以“沟通”，提前几分钟告知出现问题！

山东省青岛开发区管线泄漏爆燃





日本海啸地震

由于“物”不会说话



2010年11月15日，上海余姚路胶州路
高层公寓重大火灾

火灾事故

如果我们的建筑结构“会说话”，
就会防患于未然，保证人民群众的
生命安全！

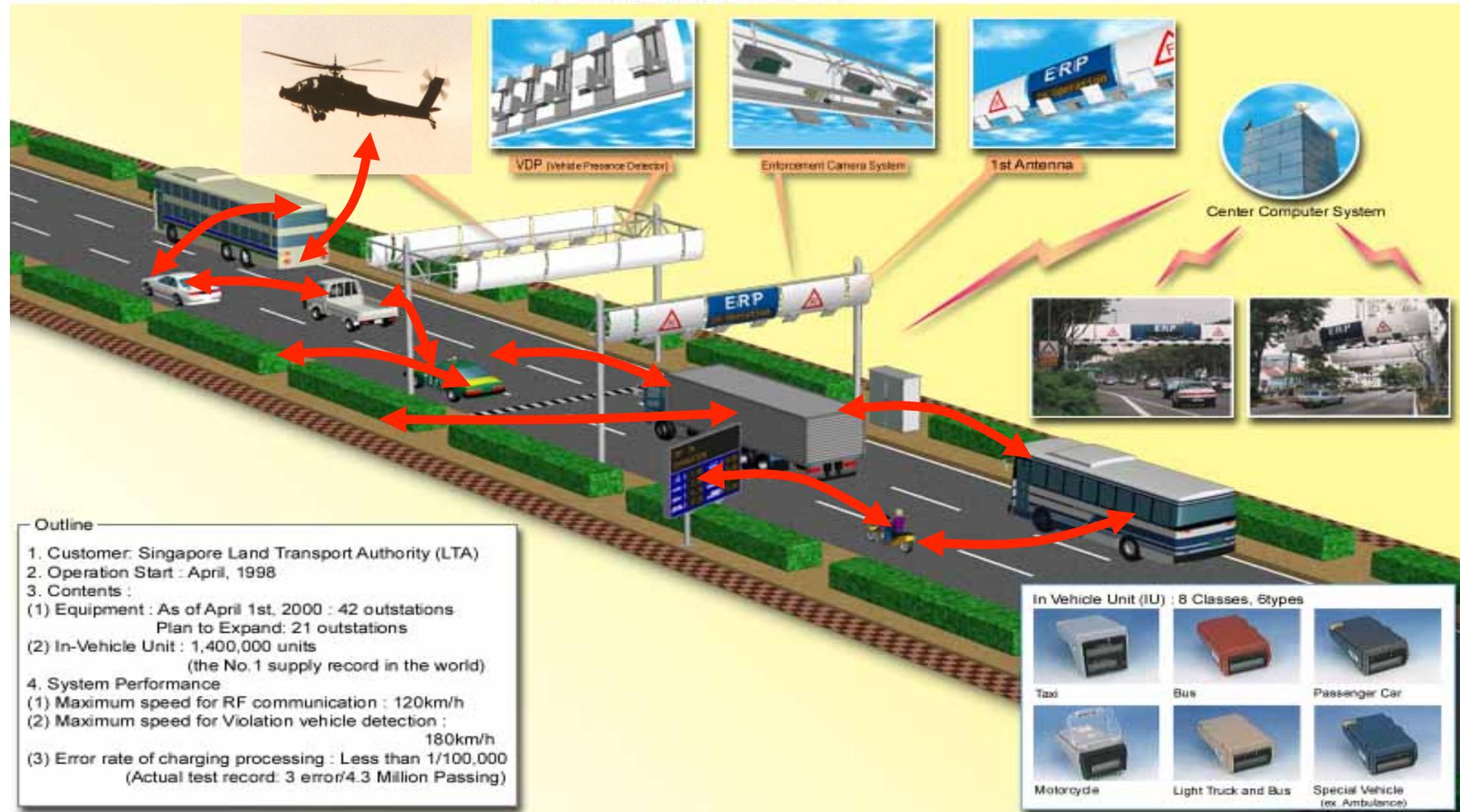
如果轮胎会说话？



胎压比正常值降低仅10%，也会导致车辆增加2%的燃油消耗，美国每年由此多耗油86亿升、多排放CO₂达2600万吨；这一点胎压的变化还会导致轮胎寿命减少25%，由此全球浪费2亿只轮胎

Intelligent Transportation 到 smart Transportation

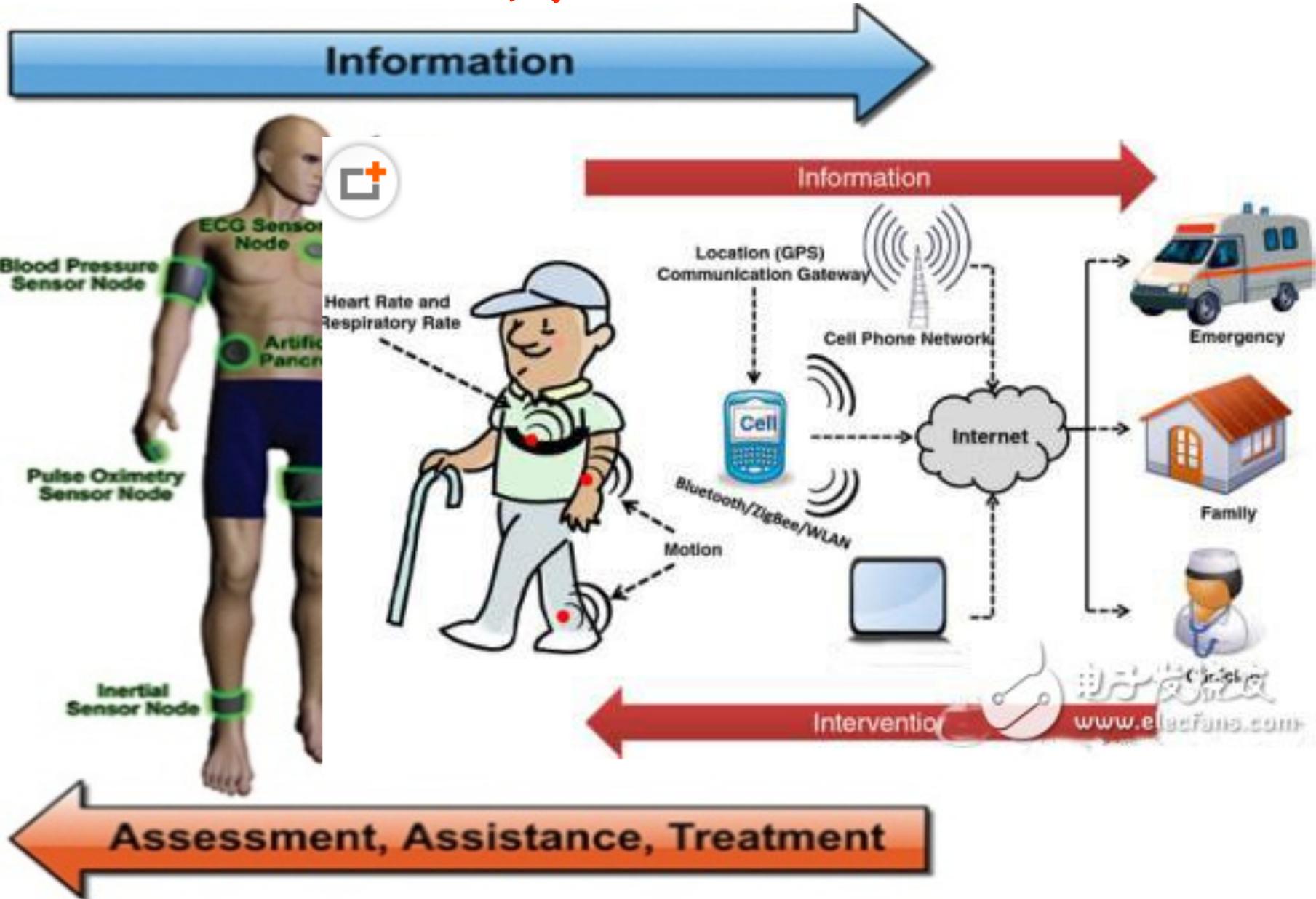
— ERP System for Singapore —
ERP = Electronic Road Pricing



- Outline
1. Customer: Singapore Land Transport Authority (LTA)
 2. Operation Start : April, 1998
 3. Contents :
 - (1) Equipment : As of April 1st, 2000 : 42 outstations
Plan to Expand: 21 outstations
 - (2) In-Vehicle Unit : 1,400,000 units
(the No. 1 supply record in the world)
 4. System Performance
 - (1) Maximum speed for RF communication : 120km/h
 - (2) Maximum speed for Violation vehicle detection : 180km/h
 - (3) Error rate of charging processing : Less than 1/100,000
(Actual test record: 3 error/4.3 Million Passing)



Healthcare到Smart-Healthcare





物联网催生了分布式大数据
分布式大数据需要分布式云计算
需要新型的网络

- 支持分布式大数据的存储与挖掘
 - 具有分布式云计算的功能

工业4.0的6C原则

Communicating

Customizing

Configuring

Computing

Controlling

Costing

物联网=嵌入式智能系统+网络

工业4.0=物联网+制造
让制造流程会说话

Thank you