

数字化医院的规划与建设

Elliot B. Sloane, 博士, CCE,

医学信息研究与政策中心 创始人, 总裁, 执行理事
医学影像集成协会副会长

ebsloane@gmail.com

中华医学会医学工程学分会第十次学术年会
暨**2009** 中华临床医学工程及数字医学大会

中国 南京 2009年10月22-24日

主讲者简介: Elliot B. Sloane

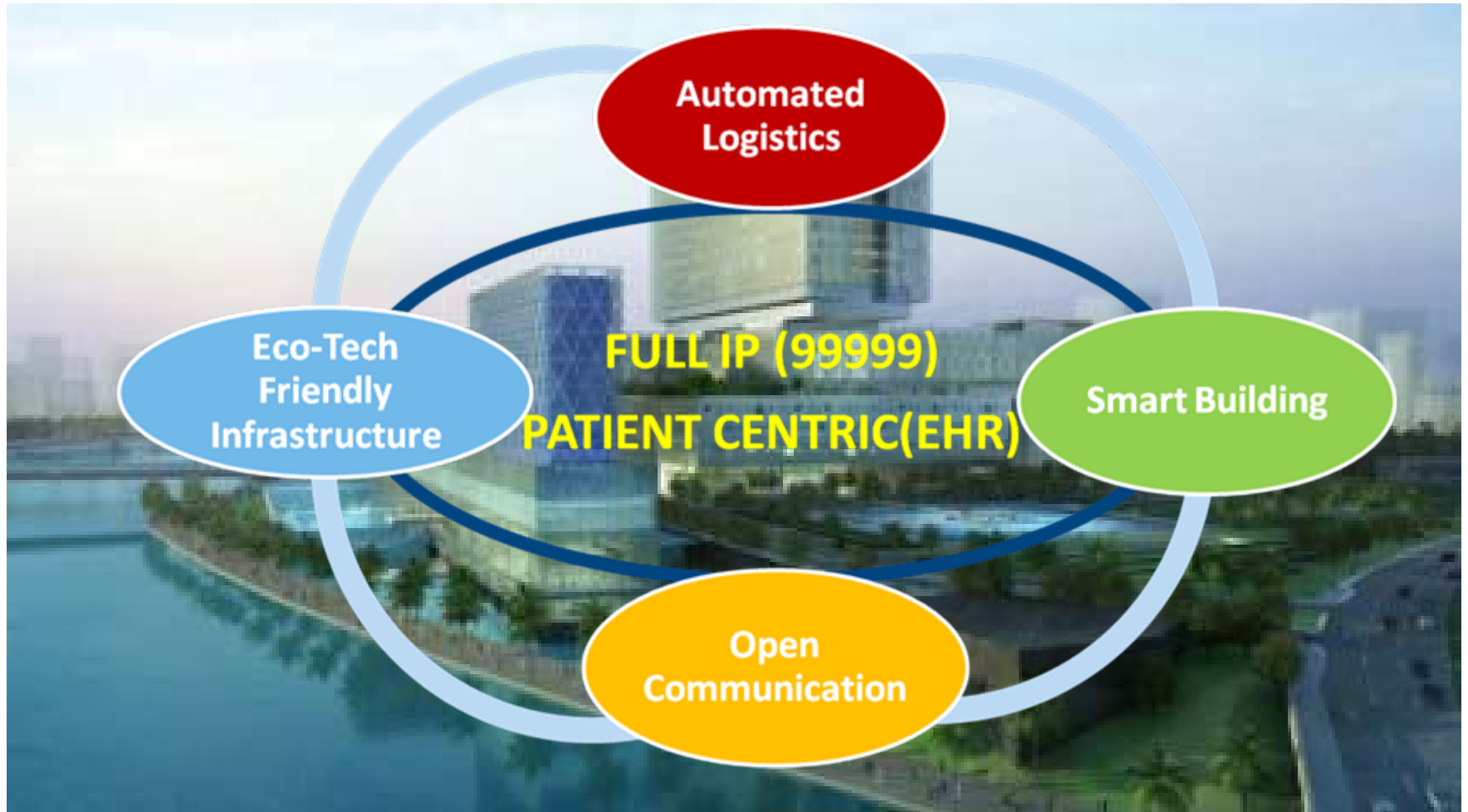
- **教育背景/荣誉 (美国康奈尔和德雷克塞尔大学)**
 - 生物医学工程学士
 - 数字电子、计算机与信息学硕士、博士
 - 美国医疗卫生信息与管理信息系统协会会员;
 - 经论证的临床工程师;美国临床工程学会前任主席;电气和电子工程师协会 /生物医学工程学会以及美国国家标准学会 /医学信息与技术标准小组理事会成员
- **职业背景 (美国)**
 - **1975-1990 美国ECRI研究所副所长**
 - 医学工程与信息系统
 - **1990-2000 MEDIQ公司副总裁**
 - 药品生产、医疗设备生产、维修、租赁、销售
 - **2000-2009 美国维拉诺瓦大学**
 - 信息系统、决策与支持、数据库、数据安全、远程通讯、 医学信息系统
 - **医学信息研究与政策中心 创始人、总裁**
 - 电子病历, 先进的临床决策支持系统, 数字式可互用的医疗系统, 安全与隐私, 医疗系统工程

自1983年起担任世界卫生组织顾问!

主要内容

- 定义数字化医院
- 设计与采购阶段
- 建筑规划阶段
- 安装阶段
- 检测与调试阶段
- 问题/挑战

现代数字化医院



21世纪数字化医院的特点

- 全院网络协议设计
 - 有线、无线与光纤网络
- 综合性的、以工作人员与病患为中心的电子病历系统
 - 便于工作人员及病患的使用
 - 符合工作流程以及病历保存的需要
- 智能化楼宇
 - 让大楼来完成许多基础工作
- 全自动物流
 - 确保物资供应
- 生态的基础架构
 - 低碳和水足迹（环保专用词，指低二氧化碳排放量、低生产和消费的总水量）

数字化医院的“成果”：第一部分

• 全院网络协议设计

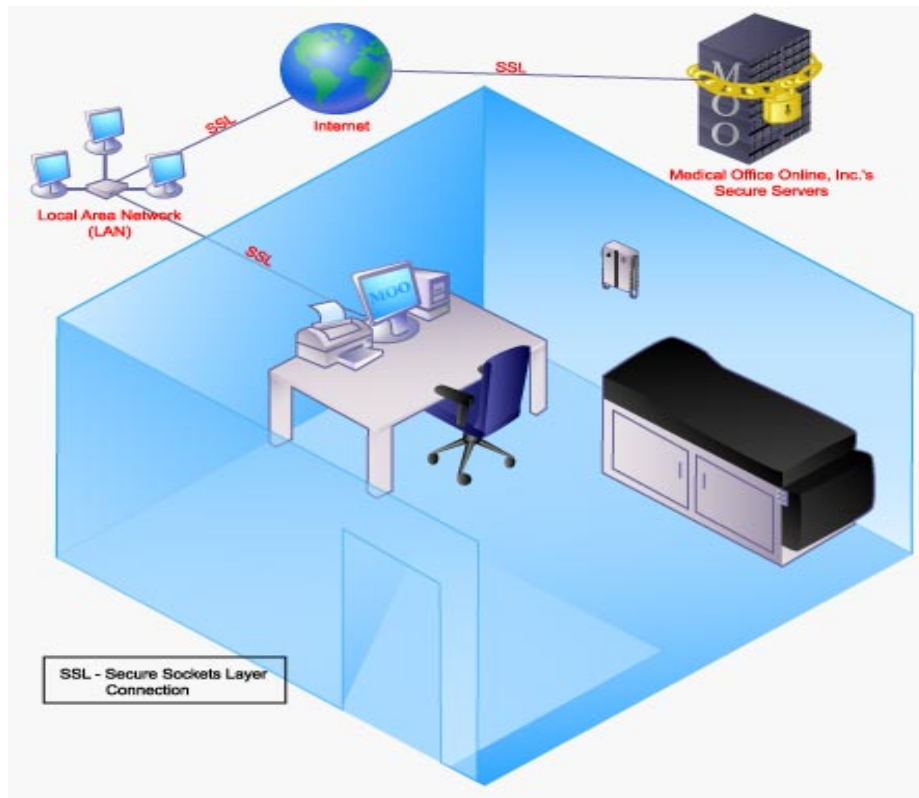
- 网络架构与互联网，为医院经营与临床应用做好准备
- 来往于所有地点与事物间的、开放及安全的网络
- 为语音和病人警报提供充分的应用基础
 - 病人监护需要高度可依赖的网络；不能因为同时在传输大幅的图片、娱乐数据流、个人电脑的使用或者其它网络需求，而使报警和波形的传输有所延迟
 - 医院内任何地点都必须有可靠的无线网络支持

• 综合性的、以工作人员与病患为中心的电子病历系统

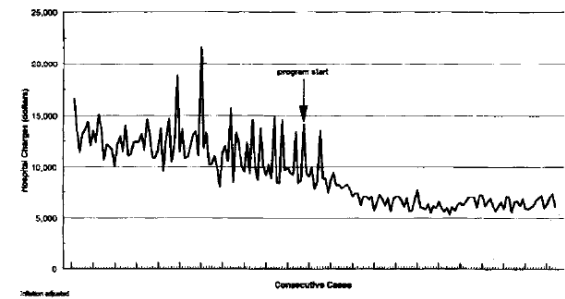
- 以病患为中心的，整合的互操作技术可自动对电子病历系统进行升级
- 支持及时和最优化的床旁即时数据收集、临床决策支持、以及患者安全
- 支持省级、地区级、国家级及国际间的电子健康档案数据的交流

电子病历改善病人医疗!

电子病历



医疗过程的效率



one case prior and one case after program implementation deleted for presentation purposes

FIGURE 2. Total hospital charges on consecutive radical retropubic prostatectomy patients before and after implementation of the collaborative care/critical pathway program.

数字化医院的“成果”：第二部分 构筑“有生命的医院™”

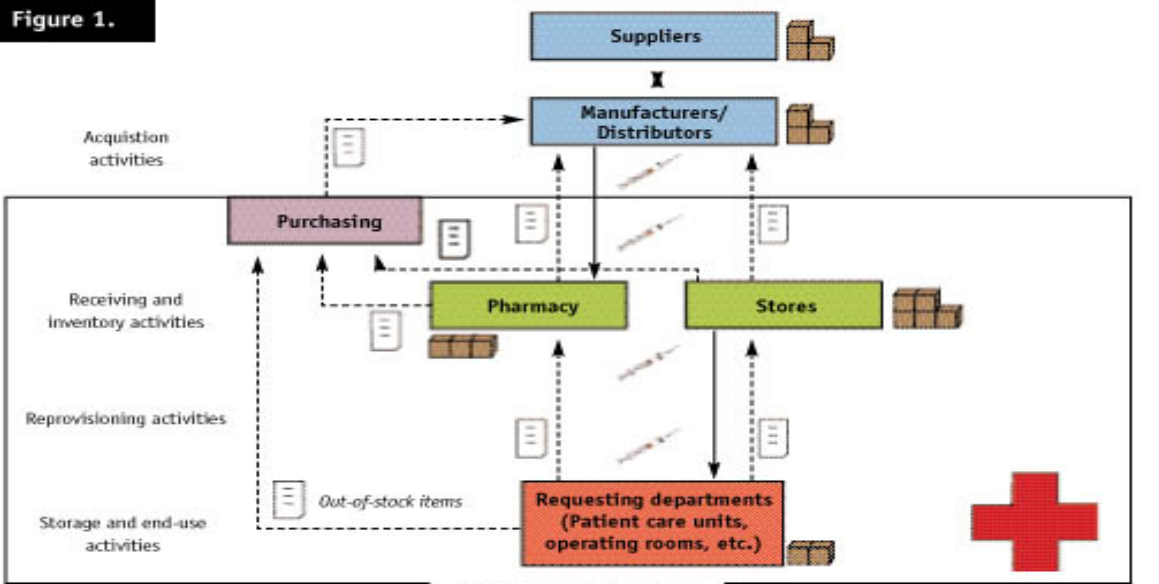
- 智能的、“会思考的”建筑
 - 内部计算机系统自动提供舒适与安全的环境
 - 所有的报警、电梯、采暖/制冷/新风系统、供水、医用液体/气体系统、安保系统的整合及自动化
 - 建筑管理系统 (BMS) 减轻工作负荷，减少差错，使维修与系统故障最小化
- 自动化物流
 - 最优化物流与人力资源流
 - 机器人传输开始在医院得到应用！
 - 随时随地自动传输药品、物资、食品
 - 不仅仅是减少人员消耗。像工厂，是为速度与可靠性而设计
- 生态的基础架构
 - 对环境影响的最优化、最少的排污、最少的水电消耗、最低的运作成本

医疗行业的机器人!

- 自动传输及物流整合系统-即时运送流程
- 库存信息与电子病历联网, 可实时访问
- 减少运作成本与仓储空间, 提高生产效率和服务质量
- 减少了用于追踪物料的时间 & 增加了用于关爱病人的时间

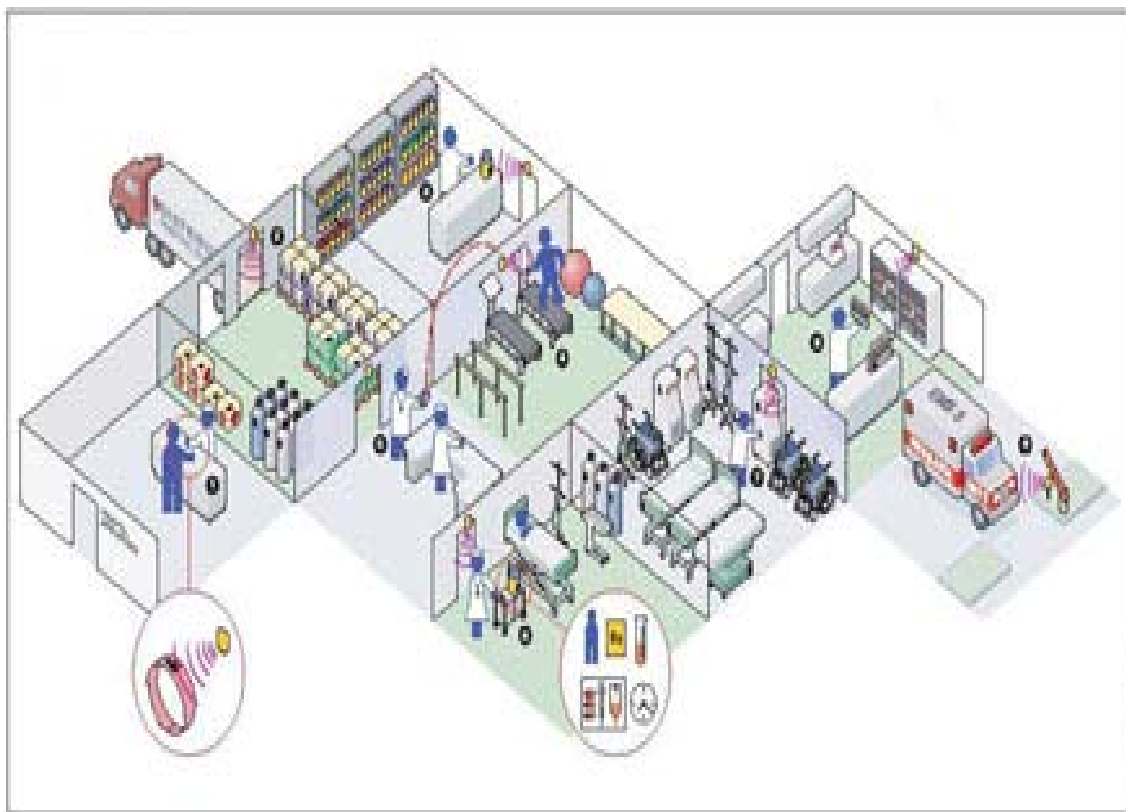


Figure 1.



射频识别(RFID) 标签对人与器械进行定位, 并且可预防程序出错及安全隐患, 比如疫苗保存时过热或发药错误!

RFID 跟踪



通过基于IP的网络，整合了所有信息与通讯技术

集成技术体系构架

语音

视频

安全

数据

存储



交换机电话
&
寻呼系统
&
对讲系统

电视系统
&
个人娱乐

门禁系统,
安全控制
&
视频监控

物流, 遍布传
感器的智能
化楼宇

**全IP的
数据网络**

**安全且
有弹性**

病人监护
&
临床科室

“数字化医院”如何划分等级？

- 美国医疗卫生信息与管理信息系统协会 (HIMSS) 在2005/2006年进行了一次广泛的调查
 - 了解究竟有多少家美国医院已真正准备好成为数字化医院
 - HIMSS 创建了一种分为0-7这8个等级的体系，从医院的成熟度、能力、准备情况几方面进行评价
 - www.HIMSS.org

数字化医院'成熟度'的7等级

以下数据由HIMSS的一个分支机构的分析部完成于2005年

等级	能力	占美国医院百分比
7	外部共享临床记录, 数据挖掘, 先进的分析手段与临床决策支持	0.0%
6	医生文书 (结构化模板), 完全决策支持 (变化与适应), 完整的PACS系统	0.9%
5	闭环用药管理	1.0%
4	CPOE (电脑医嘱录入), 临床协议	1.8%
3	临床文书 (流程图), 命令错误校验, 放射科之外建有PACS系统	32.0%
2	结果浏览, 简单的决策支持, 可能有文档影像	33.9%
1	辅助信息管理系统 - 实验室、放射科、药房 (LIS, RIS, PIS)	12.6%
0	上述的三个辅助信息管理系统尚未安装	17.7%

HIMSS成熟度分析1-7级是累积的

例：

- 为达到第**6**级，**1-5**级所有指标都必须完成！

以及

- 任一级别都建立在安全、可靠、经济的信息与通讯技术架构之上！

“安全及可靠”意味着什么？

成功的关键因素：

- 第三等级及以上, 数据和系统直接、及时的整合与互操作性是必需的。(即：仅有“接口”是不够的!)
 - 第三级以上, 数据延迟、错误或丢失 造成可靠的自动化无法实现，并且 *增加了错误、浪费及伤害*
- 第三等级及以上, 信息与通讯技术系统**安全**必须绝对可靠并有弹性
 - 病人安全，临床疗效和运作效率依赖于信息和通信技术系统。

安全 = 保密 + 完整性 + 有效性 (CIA)

第五等级，必须将安全性(S)加至CIAS中

主要内容

- 定义数字化医院
- **设计与采购阶段**
- 建筑规划阶段
- 安装阶段
- 检测与调试阶段
- 问题/挑战

如何建筑**21**世纪最新型的数字化医院

- 始于最初的概念定义与建筑讨论及设计!
 - 在所有钢铁、水泥、电线、水管铺设阶段完工后，改造几乎不可能或非常昂贵。
 - 目前极少的设计或建筑公司对建设数字化医院已做好准备!

数字化医院的两个关键点

1. 必须提前定义所有建筑、流程、医疗设备、计算机、软件的明细技术规范。
 - 兼容的互操作性规范可以大大地降低系统安装与生命周期维护成本、提高可靠度、安全性及满意度。
 - 参照：www.IHE.net, www.COCIR.net,
www.IHE-Europe.net
2. 先进的内部网络、外部网络和通信系统
 - 所有的管道、电线、天线、光纤、连接室、紧急冷却和电源都必须象钢铁、电力和水管一样，融入建筑的总体设计之中。

数字化医院采购阶段的重要经验!

- “互操作性”是必不可少的，远非单纯的“接口”
 - 当且仅当一个公共接口S存在，各可互操作的系统均与该接口连接时，才能建立A-B-C-D系统:

各系统仅需一对接口，共8个

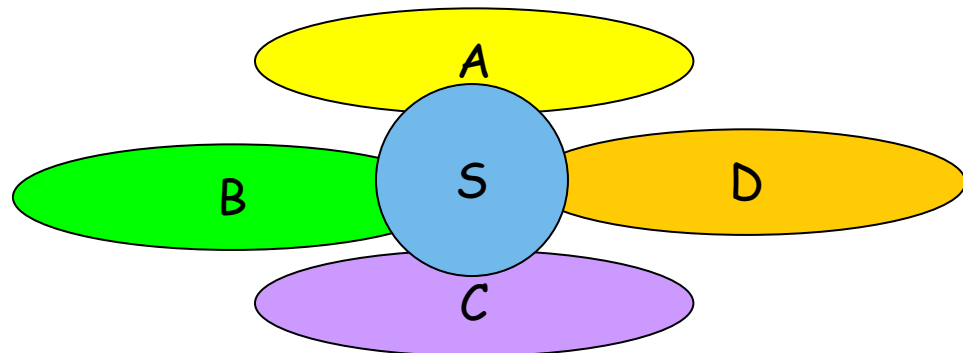
接口:

A-S; S-A

B-S; S-B

C-S; S-C

D-S; S-D



无互通性仅靠接口就很难高效整合各系统

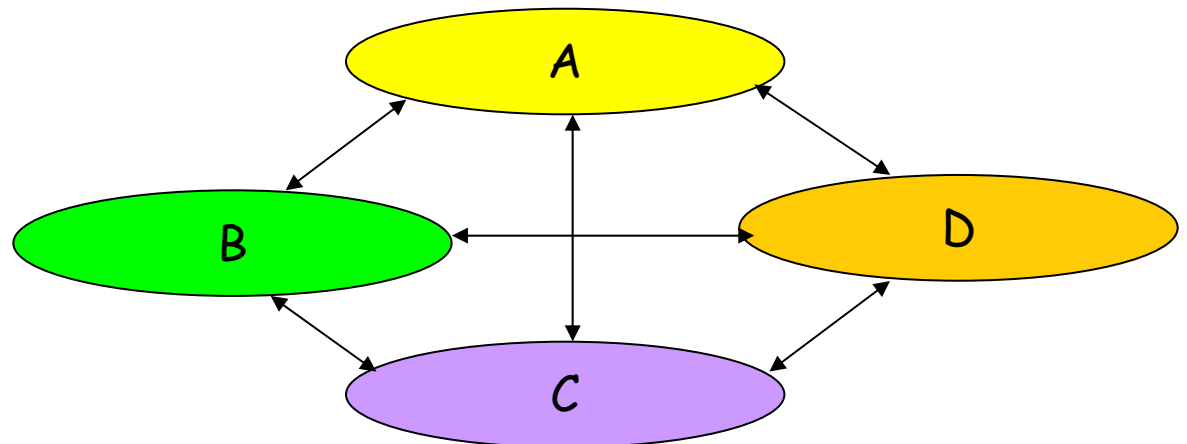
- 因为没有互通性的各系统连接时，需要大量的并且不断增长的各个分立的硬件与软件“适配器”即各种“接口”。

每个系统与其它系统之间
都需要有独立的接口!

A-B; B-A; A-C; C-A

A-D; D-A; B-C; C-A

B-D; D-B; C-D; D-C



接口的致命缺陷!

每个系统互相之间都需要独立的接口!

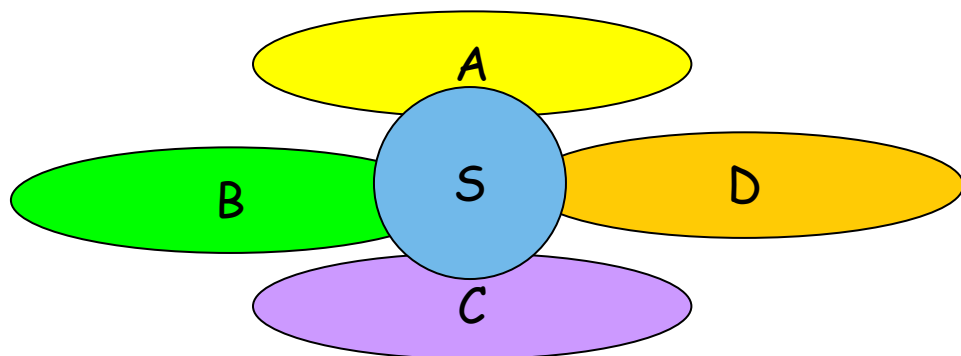
A-B; B-A; A-C; C-A

A-D; D-A; B-C; C-A

B-D; D-B; C-D; D-C

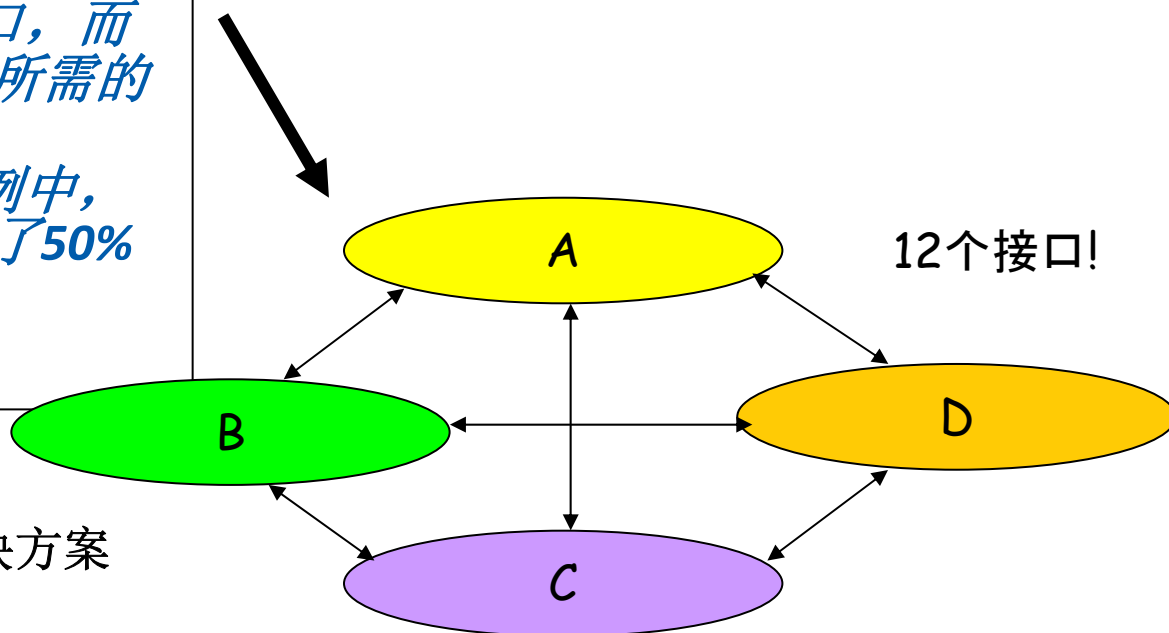
现在, 需要的是**12**个接口, 而非互操作解决方案中所需的**8**个。

这样, 从这个小小的案例中, 单独接口的方法增加了**50%**的成本及复杂性。



8 个接口

互操作性解决方案

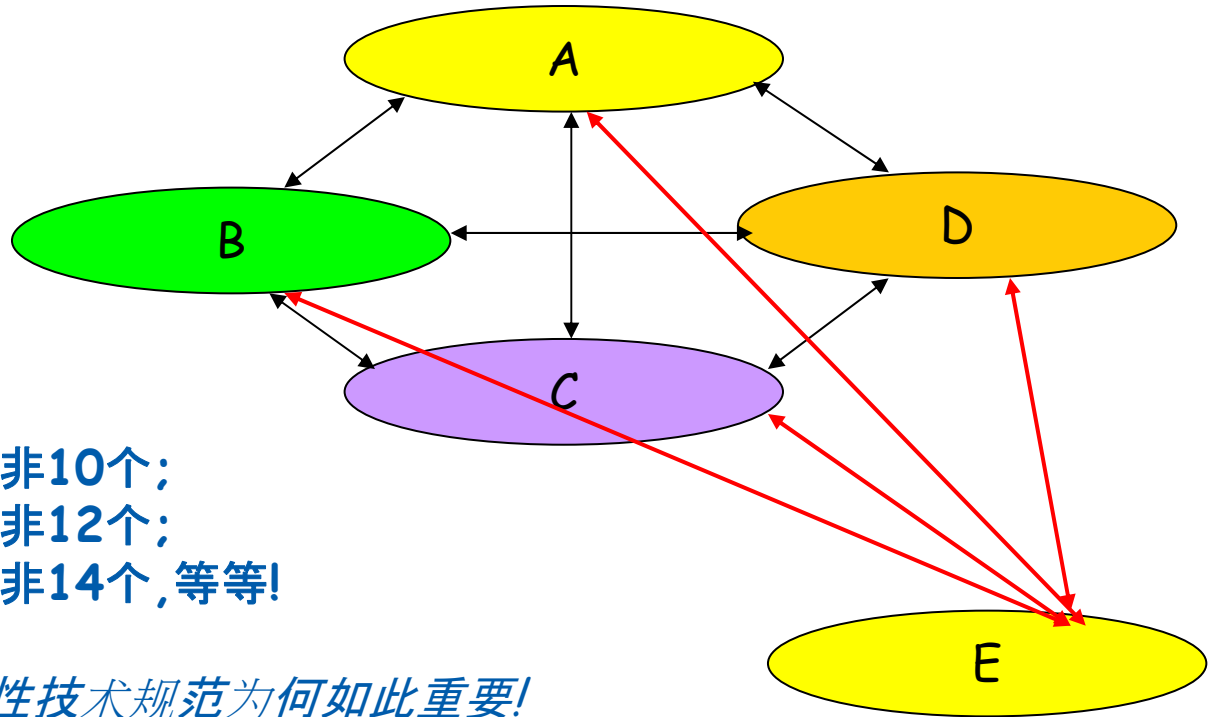


12个接口!

无互操作性解决方案

采购阶段的经验教训：

没有一个简单的公共互操作接口，单独接口的数量就成了一个数量为 n^2 的几何难题！



- 5 个系统需要20个接口而非10个；
- 6 个系统需要30个接口而非12个；
- 7 个系统需要48个接口而非14个，等等！

这就是IHE出版的互操作性技术规范为何如此重要！

参考案例：www.IHE.net， www.COCIR.net， www.IHE-Europe.net

数字化医院采购阶段的重要经验：

- 确定一个(或尽量少)公共的互操作接口，应用于所有建筑、临床、财务及临床应用。
 - **IHE** 的国际技术规范是**免费**的，应该应用到所有采购项目的技术指标中
 - 供应商会拖延进度，但你要坚守时间进度以及控制成本，并符合**IHE**规范，否则将为之付出代价!

主要内容

- 定义数字化医院
- 设计与采购阶段
- **建筑规划阶段**
- 安装阶段
- 检测与调试阶段
- 问题/挑战

重要的经验： 数字化医院的建造

- 为保障可靠性，必须有两路不同进线的地下高宽带网络进入大楼 (在浇混凝土前必须完成)
 - 或者: 自就近的发射塔引入无线高宽带网络连接作为第二路不同进线
- 在墙/天花板完工前，所有墙内网络布线、固定装置及所有天线和接入点必须安装完成。
 - 就像水电工程一样，所有网络服务必须在墙体完工之前，逐间逐层测试、校验!
- 自HIMSS第3等级及以上的医疗单位，必须为网络设备及机房单独设计应急电源及冷却系统
 - 网络将用于生命支持系统，在通常紧急状态下也不能停止工作
- 其他的低压布线如病房呼叫系统也必须同期完工。

主要内容

- 定义数字化医院
- 设计与采购阶段
- 建筑规划阶段
- **安装阶段**
- **检测与调试阶段**
- 问题/挑战

重要的经验： 无线网络对于数字化医院相当重要

- 在墙体与天花板完工前，增加了一个步骤
 - 在完工前，需逐间逐层检查电磁干扰、信号强度、带宽，修复所有缺陷。
- 在下列情况时必须进行检查：
 - a) 安装了大功率电机，包括电梯、空调等系统，且在其运行过程中；
 - b) 应急电源开/关的状态下

获取的经验？

- 网络就象医院的“神经系统”
 - 和混凝土、钢筋一样，网络是基本的、关键的设施；
- 神经系统必须正常运行，因此必须正确地设计、建造及安装！

重要的经验： 数字化医院临床(业务)系统的 安装及调试

- 3级及以上的数字化医院是一个包含许多子系统的复杂系统
 - 各系统间相互依存。
 - 如，各组件、子系统和系统间都相互依存
 - 例
 - 如果网络或磁盘存储系统故障，临床及业务系统都无法运行；
 - 如果电子病历系统故障，警报、帐单及任何临床决策支持系统也很可能出错!

系统之系统(SoS)的验证和确认 (V&V)有其独特性!

- 大多数临床工程师会在单台医疗设备使用前对其进行安全性和功能测试
- 数字化医院(SoS) 需要一个安全性和性能测试的战略!

单元<>子系统<>系统<>医院

- V&V 每台设备;
- V&V 设备群组成的子系统, 如每个病房;
- V&V 每个子系统的组合, 如病房至中央监护站;
- V&V 所有子系统至医院系统, 包括电子病历, 生命体征报警等。

验证与确认不同! 二者都很重要...

- 验证-系统按规定及设计的要求运行 (“正确地工作”)
- 确认-系统执行正确和安全的活动 (“提供有效/正确的功能,” 如, 做正确的事!)

例: 电源故障时, 若应急制冷系统的参数未正确设置, 维持病人生命的功能不能实现, 系统没有“做正确的事”, 它就不能通过确认, 必须在验收/启用前修复!

数字化医院的经验： 安装、测试及启用

- 系统之系统的方法通过单元/子系统/系统/医院的分级安装与测试战略来完成
 - 对医疗保健这样复杂的系统，验证与确认其各步骤，来保证系统在各种运行条件下都“做正确的事情”是一种挑战！
 - 对于通过JC/JCI医疗机构评审非常重要。

结论?

- 21世纪数字化医院成功的设计、建造、安装、测试及交付使用需要建筑、建造、信息和通信技术、临床工程团队自始至终的协作!
 - 设计医院时必须考虑到安全性及性能!
 - **采购与安装**时必须采用“系统之系统”（**SoS**）的概念和思维方式!
 - 检测与调试需要将**V&V**的战略应用至单元<>子系统<>系统<>医院的每个层次!

祝您在数字化医院建设的7级成功之路中好运!

等级	数字化医院能力衡量 © 2005 HIMSS Analytics, all rights reserved	
7	外部共享临床记录, 数据挖掘, 先进的分析手段与临床决策支持	
6	医生文书 (结构化模板), 完全决策支持 (变化与适应), 完整的PACS系统	
5	闭环用药管理	
4	CPOE (电脑医嘱录入), 临床协议	
3	临床文书 (流程图), 命令错误校验, 放射科之外建有PACS系统	
2	结果浏览, 简单的决策支持, 可能有文档影像	
1	辅助信息管理系统 – 实验室、放射科、药房 (LIS, RIS, PIS)	
0	上述的三个辅助信息管理系统尚未安装	

谢谢!

电邮: ebsloane@gmail.com

网址: www.ebsloane.org

或到Google™找我!

Elliot B. Sloane, PhD, CCE, FHIMSS

医学信息研究与政策中心

医学影像集成协会副会长

www.IHE.net; www.IHE-Europe.net;

www.COCIR.net; www.HITSP.org

欢迎提问及评论!