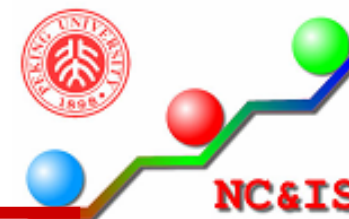




第九讲 无线移动网络的应用 ——情景感知

Context感知计算概述



□ Context感知应用

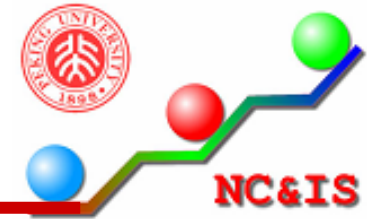
- Context的定义
- Context感知应用
- 如何感知Context
- Context信息建模
- 案例分析

□ 了解移动环境下的应用特性
□ 掌握移动应用的情景感知和适应方法

- 移动环境下应用的需求
 - 使移动性对应用透明
 - 使应用能感知移动
- 移动环境下特有的应用
 - Context感知计算
 - 普适计算, Anytime, Anywhere (Manytime, Manywhere)
 -

使计算消失

Context Aware计算



□ Context感知计算

- 发现和利用context信息的移动应用
- 是普适计算的第一步

□ context信息

- 用户配置、位置、温度、附近的人、附近的设备...

不是调整系统和应用程序，隐藏移动性；
而是发掘并支持感知移动的新应用。

Context定义



Context: the interrelated conditions in which something exists or occurs.

——Merriam-Webster's Collegiate Dictionary

☐ 计算context

- 网络连通、通讯费用、带宽、附近设备（打印机、显示器、PC...）等等

☐ 用户context

- 用户配置、位置、附近的人、社会状况、行为...

☐ 物理context

- 温度、光照、噪音、交通状况...

☐ 时间context

- 一天/周/月/年...中的时间
- context历史记录（用户context、物理context）

Context分类



Context is the set of environmental states and settings that either determines an application's behavior or in which an application event occurs and is interesting to the user.

□ context分类

- 主动(active)
 - ✧ 影响应用程序的行为
- 被动(passive)
 - ✧ 相关但不重要

上下文的主动与被动取决于在应用中的具体使用。

□ 所有的这些信息都可以获得吗？

- 温度？ 位置？ 附近的人？ 社会状况？

Context-aware 计算分类(1/3)



② 包含所有情况了吗?

① 如何利用 context 信息?



□ 根据 context-aware 应用的分类

○ 邻近选择

✧ 用户界面突出邻近的对象

○ context 相关的自动配置

✧ 根据 context 变化加入/删除构件，或者改变构件之间的关系

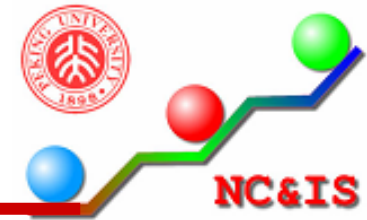
○ context 相关的信息和命令

✧ 根据命令和信息发出的不同 context，可获得不同的结果

○ Context 触发的行为

✧ 根据 context 变化，系统根据 IF-THEN 规则调整行为

Context-aware 计算分类(2/3)



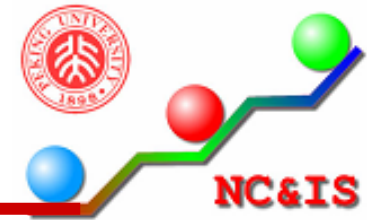
□ 根据context-aware特性的分类

- Context感知（测量上下文参数）
- Context自适应
- context资源发现
- context增强（把数字数据和用户的context关联）

□ 根据context-aware服务的分类

- 向用户提供信息呈现/服务
- 服务的自动执行
- 将context和信息关联(用于之后的检索)

Context-aware 计算分类(3/3)



□ 根据context使用的分类

○ 主动情景感知 (active context awareness)

✧ 根据感知的context应用程序主动改变行为来适应变化

○ 被动情景感知 (passive context awareness)

✧ 应用程序将新（或更新）的context呈现给感兴趣的~~用户~~，或者为用户保存当前context用于以后的检索

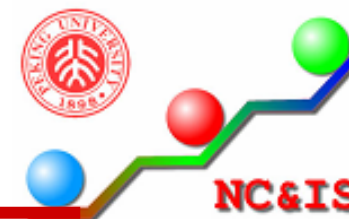


Context-aware 应用概述



- ☐ 呼叫转接 (Call Forwarding)
- ☐ 移动浏览 (Mobisaic Web Browser)
- ☐ 购物助理 (Shopping Assistant)
- ☐ 增量现实 (Augmented Reality)
- ☐ 自适应手机和数字助理 (Adaptive GSM phone/PDA)
- ☐ 会议助理 (Conference Assistant)
- ☐ 基于位置信息推送 (Location Aware Information Delivery)

呼叫转接 (Call Forwarding)



□ 系统特点

- 基于Active Badge System（一个室内定位系统）
- 将呼入的电话转到离用户最近的电话机上

□ Context信息

- 用户位置
- 主动

□ 问题

- 如果用户不方便或不想接呢？

增量现实 (Augmented Reality)



❑ Cyberguide系统

- 导游、景点信息介绍、用户交互信息、游记自动记录和生成...

❑ GUIDE系统

- 英国Lancaster城市导游系统

❑ 其他

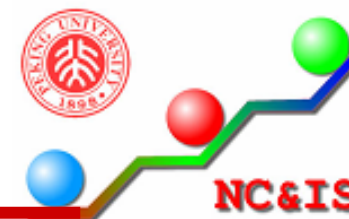
- 装备穿戴电脑旅游参观，被注视的景观就会显示出相关的信息
- 作战小分队潜入敌方，装备类似的设备...

❑ Context信息

- 位置和方向，时间...
- 主动/被动

位置context用于主动context感知，当用户移动到新地点后将获得不同的内容的信息。

自适应手机与数字助理 (Adaptive GSM phone/PDA)



□ 自适应context

○ 使用PDA时

✧ 根据用户的行为调整字体大小和显示亮度（如，运动时字体要大，静止时字体要小）

○ 使用Phone时

✧ 根据所处的环境调整音量大小或振动强度

□ Context信息

○ 用户活动、附近的人、光的强度、噪音...

○ 主动

购物助理 (Shopping Assistant)



□ 系统特点

- 引导购物者
- 显示商品详细信息（包括位置）
- 提供打折信息
- 进行价格比较
- 用户配置信息（个性化购物， 特殊打折）

□ Context信息

- 商店中的客户位置
- 主动

□ 会议助理系统

- 检查会议日程、报告的主题
- 根据用户兴趣建议参加哪些报告
- 自动显示报告主讲人的相关信息
- 记录报告相关的幻灯片、声音、提问、笔记...

□ Context信息

- 被动
 - ✧ 当前会议内容
- 主动
 - ✧ 参会人的位置、当前时间、报告日程

办公室助理 (office assistant)



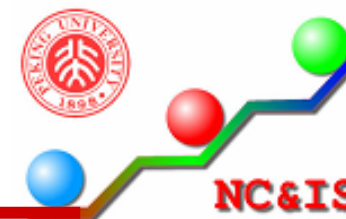
□ 办公室助理

- 与访客对话并管理办公室主人的日程
- 检测访客到来
- 根据访客ID、办公室主人日程表和忙闲状态、主人是否愿意接见访客的意愿采取相应的行为

□ Context信息

- 办公室主人的当前活动和日程
- 主动

位置感知的信息传递 (Location Aware Information Delivery)



□ 基于位置的提示系统

- 当用户进入一个地点时给出提示
- 多个项目
 - ✧ MIT的ComMotion
 - ✧ Stanford的Rome
 - ✧ GaTech的CybreMinder等。。。

□ Context信息

- 用户位置、当前时间、周围的人、天气...
- 主动

□ 位置是最主要使用的环境信息

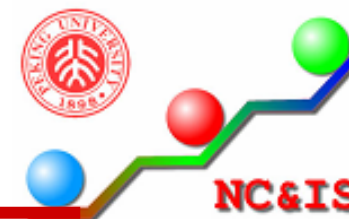
- 移动应用的自然结果？
- 其他context信息价值不大？
- 其他context信息难以获得？
- 缺少想象力？

□ 没有“杀手级”的应用（Killer App）

- 都是“小发明”，只利用了一小部分context信息
- 需要继续去发现...



感知context



- 感知位置
- 感知低级Context信息
- 感知高级Context信息
- 感知Context变化
- Context信息模型

□ 室外定位

○ GPS (global position system)

✧ 精度在10米左右

○ 定位设备, 物理特性

○ 绝对位置和相对位置

○ 定位算法

○ 定位精度

✧ 精度在3米左右

□ 室内定位

- **GPS**在室内不能工作（信号无法穿透建筑物）
- 类似**GPS**的原理，通过信号计算到探测点的距离
 - ✧ 基于红外（IR）
 - **Active Badge**系统、**ParcTab**、**Cyperguide**
 - ✧ 基于射频（RF）
 - **Personal Shopping Assistant**、**Pinger near-field tagging**
 - **3D-iD**系统
 - ✧ 精度可达10m

□ 位置跟踪系统

○ Cricket (MIT, Mobicom 2001)

- ✧ 从基站发出无线电射频和超声波信号
- ✧ 移动节点利用两个信号间的时间差计算距离
- ✧ 精度达几英尺

○ RADAR (Microsoft)及其他

- ✧ 测量信号强度（或者信噪比SNR）来估计距离
- ✧ 一组固定的接收器跟踪发送器的位置
- ✧ 摄像头，红外等
- ✧ 脚步特征
- ✧ ...

□ 问题：用户不愿意提供位置信息

□ 混合方式

○ GUIDE项目等其他

- ✧ 利用802.11/bluetooth部署成蜂窝的形式
- ✧ 移动节点通过侦听基站beacon来确定自己的位置

○ 利用mobile IP技术

- ✧ 在FA上安装context管理服务
- ✧ 当移动节点在注册时接收当前区域的context相关信息

✧ 定位系统应该参照不同的定位器来确定不同物体的位置，同时可通过不及格不同类型的定位器来发现某个特定物体的位置。

✧ 通信和定位系统可以结合也可以分离，但最好松耦合（GPS室外定位很好，802.11数据传输很好）。

□ 除位置信息外的其他可感知的context信息

- 时间（一天中的时间、星期中的某天、某月中的某天、某年中的某天、四个季节、时间区域。。。）
 - ✧ 最容易获得，通常与日程表信息结合使用
- 附近的物体
 - ✧ 系统跟踪各个物体的位置，建立位置查询数据库
- 网络带宽
 - ✧ 使得应用感知当前网络带宽（如Odyssey）
- 方向性
 - ✧ 有向天线、方向传感器。。。
- 利用传感器
 - ✧ 光、加速度、倾斜率、声音、温度、压力、其他人员的接近...

□ 其他高级context信息

- 用户正在进行什么活动？
- 面临着技术的和社会的挑战

□ 获取高级context信息的途径

- 机器视觉
 - ✧ 基于照相技术和图像处理
- 日程表
 - ✧ 日程表假设用户在特定的时间应该做什么事情
- 人工智能（如TEA系统）
 - ✧ 通过综合几个简单的低级context识别出复杂的context
 - ✧ 基于规则系统的局限
 - 日程表的准确性
 - 二义性、边界情况、未定义的情况...
 - 用户意愿

Context变化事件对于检测context的应用有时更有用。

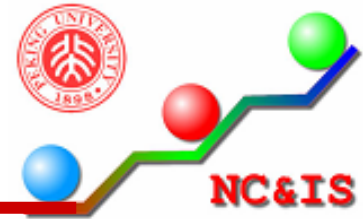
❑ “发布 - 订阅 - 通知”模型的context服务

- 监视器监视context变化（比如轮询）
- 通知对context变化感兴趣的订阅者
- 集中式/每个节点

❑ 轮询频率的优化

- 减小开销（计算、电源）
- 使轮询频率和环境变化率比较接近
 - ✧ 跟踪让人移动的位置要秒级，跟踪打印机的位置可以年级
- 根据已经获得的信息观察其生命期来确定下次感知的最佳时间点

context信息建模 (1/3)



□ 现状

- 各个系统按照自己的方式表示context或对其建模
- 多数针对位置context建模
- 结果：一个系统感知的context无法用于另一个系统

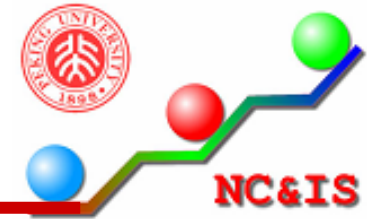
□ 问题

- 给定对象，获得其位置
- 给定位置，获得该处的对象集合
- 寻找两个位置间的路径
 - ✧ 例如：车辆导航系统

□ GIS/空间信息数据库

- 已经相当的成熟
- 几何和拓扑建模
- 通常位置信息是按层次化组织的

context信息建模 (2/3)

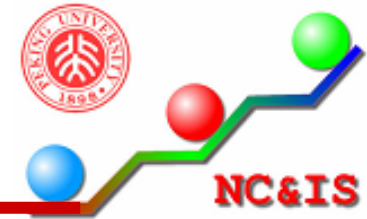


□ 位置建模

- GIS不能提供很好的动态位置信息
- 位置信息的表示
 - ✧ 符号
 - ✧ 坐标
- 两大建模方式
 - ✧ 符号模型 (symbolic model)
 - Active Map
 - ✧ 几何模型 (geometric model)
 - EasyLiving
 - ✧ 两者结合的模式
 - Leo98

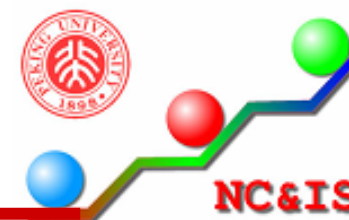
选择何种建模方式取决于底层传感器系统的输出格式（如基于GPS的系统通常采用几何模型）。

context信息建模 (3/3)



□ 数据结构

- 系统用来表达和交换context信息的数据结构
- **Key-value/attribute-value**
 - ✧ 适用于模式匹配查询系统（Mobisaic, X.500目录信息树）
- 标记编码（Tagged encoding）
 - ✧ 基于SGML(standard generic markup language)
 - ✧ Context按tag和对应的字段组织，可递归
- 面向对象模型（Object-oriented model）
 - ✧ GUIDE的信息模型：active-object模型+ hypertext信息模型
- 基于逻辑模型（Logic-based model）
 - ✧ 面向位置的多媒体系统：用domain-centralized数据库(采用了实体关系数据模型)来表示已存在的context信息
- 其他（层次结构）



案例分析

The Anatomy of a Context-Aware Application

Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggles, Andy Ward and Paul Webster. AT&T Labs, Cambridge, UK

□ 系统组成

- 定位系统
- 数据模型
- 持久分布式对象模型
- 资源监控
- 空间监控

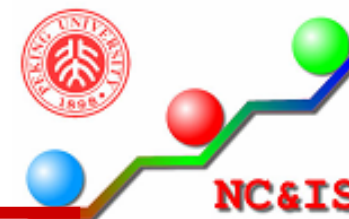
□ 应用：心灵传输/跟随计算

- 用户在建筑中移动的时候，应用程序始终跟随运行
- 一个应用构架

- ❑ 高精度度（空间准确性）
- ❑ 高更新率（时间准确性）
- ❑ 廉价
- ❑ 室内可用

- ❑ 超声波的优点
 - 光：探测器昂贵，受视线限制
 - GPS：室内效果差或不可用
 - 无线射频：多路径问题

Bat (1/4)

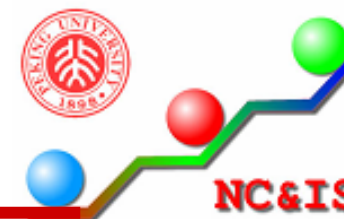


- ❑ 便携、便宜、可扩展、可靠
- ❑ Bat: 无线电收发机, 超声波发生器, 控制逻辑
- ❑ 每个Bat有一个唯一标识 (**GUID**)
 - BS定期发送对应GUID的信息, 对应的Bat回答超声波信号
- ❑ 使用空气中的声速来测量距离 (和环境温度有关)
- ❑ 通过多个接收器获得三维位置信息
- ❑ 利用统计修剪过滤的方法消除反射信号的影响

Bat (2/4)

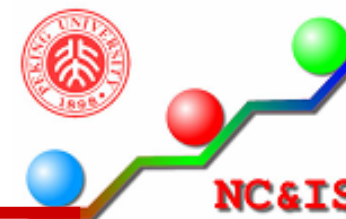


Bat (3/4)



- 20ms的信号间隔，1秒50个时间槽
 - 因为等待20ms可以基本让回声消失
- 测量方向
 - 一个物体带有多个Bat
 - 测量Bat信号阴影
- 位置服务质量（LQoS）
 - 通过调度时间槽，获得不同的更新率
 - ✧ 人一每秒若干次
 - ✧ 设备一几分钟一次
 - ✧ 可以根据情况动态变化
 - ✧ 结合电源管理

Bat (4/4)



❑ 切换 (Handover)

- 除了常规的切换方法，可以借助Bat获得的位置信息来进行切换

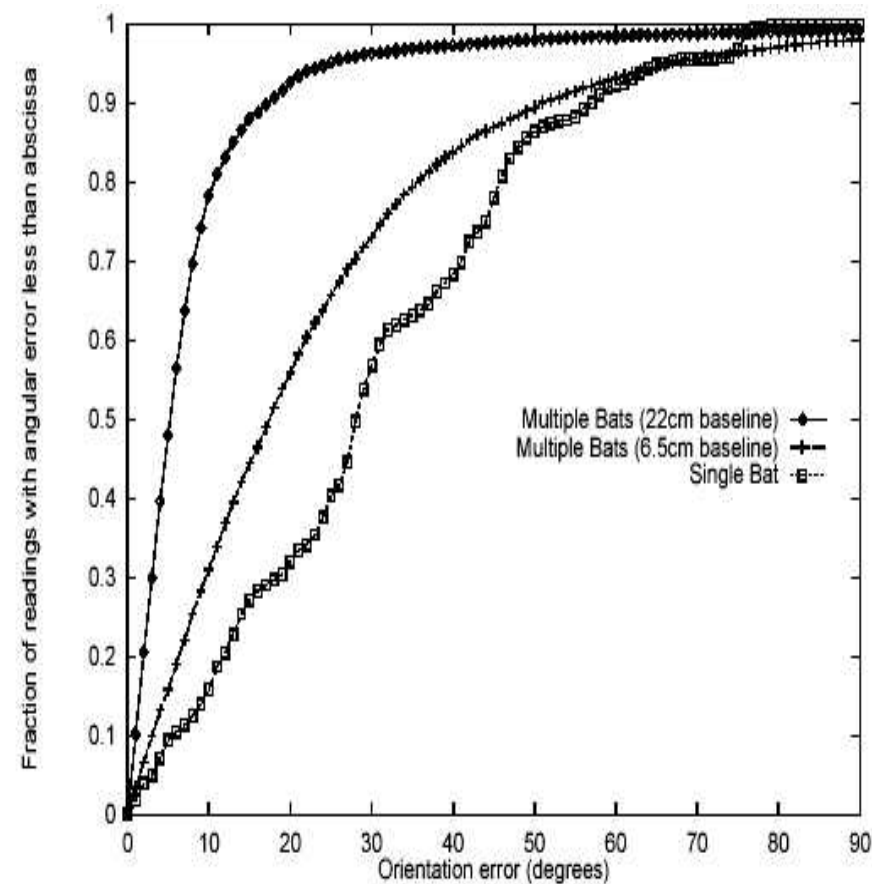
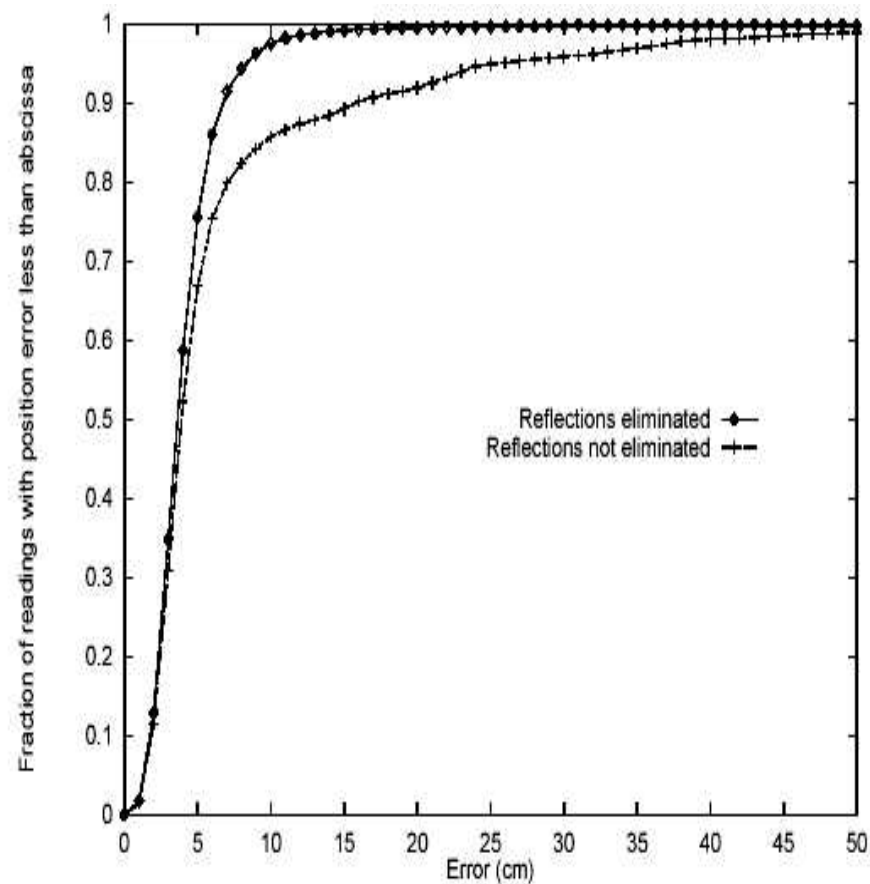
❑ 低功耗

❑ 95%的节点达到9cm内的精度

- $95\% \pm 25^\circ$ (多个Bat)
- $95\% \pm 70^\circ$ (单个Bat)

❑ 可以作为3D鼠标使用

Bat精度

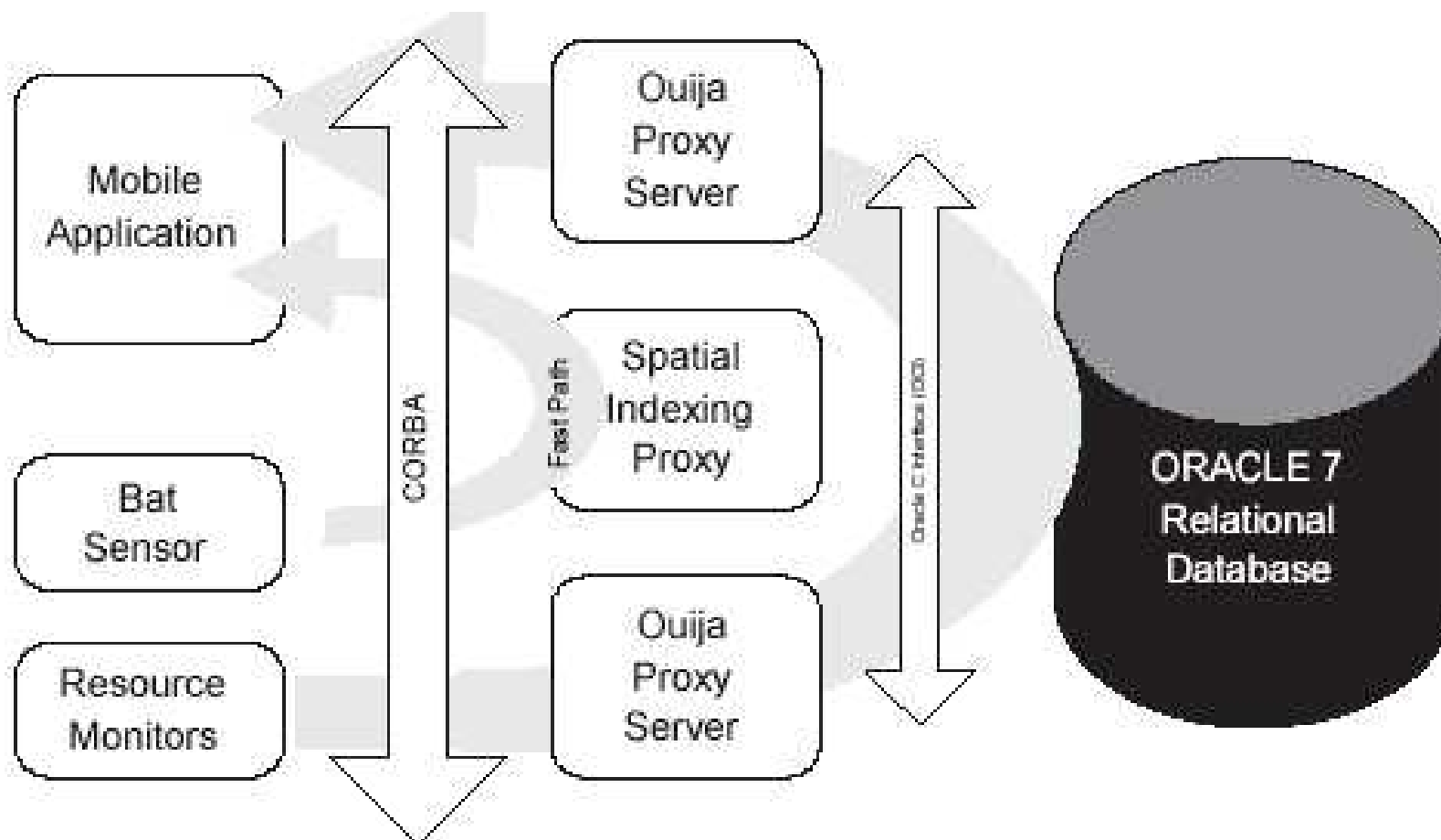


- 描述真实世界中的实体和它们可能的交互
 - 利用OO模型

- 基于实体关系图和多重继承的建模语言
 - 人、计算机、键盘、显示器、网络、电话、家具...

- CORBA & Oracle 7
 - Ouija

三层体系结构



□ 静态和动态的物体

- 动态物体的状态需要更新

- ✧ 例如键盘的使用、以及CPU负载等

□ 三类资源监控

- 计算机活动，例如：键盘的使用

- 计算机的资源，例如：CPU负载、内存消耗

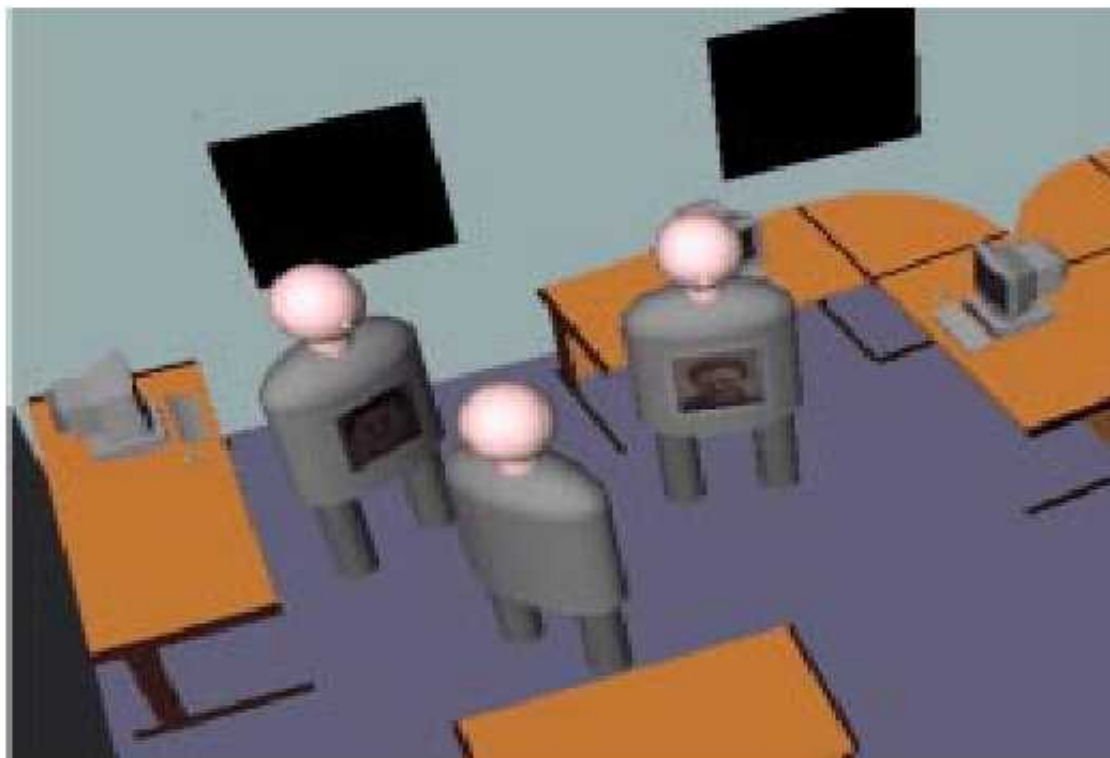
- 网络资源，例如：两点间的带宽和延迟

□ 集中式数据存储

- 利于数据访问

□ 缓存、数据过滤等优化手段...

位置更新



□ Bat的位置转换为类型相关的物体的位置

绝对位置和相对位置



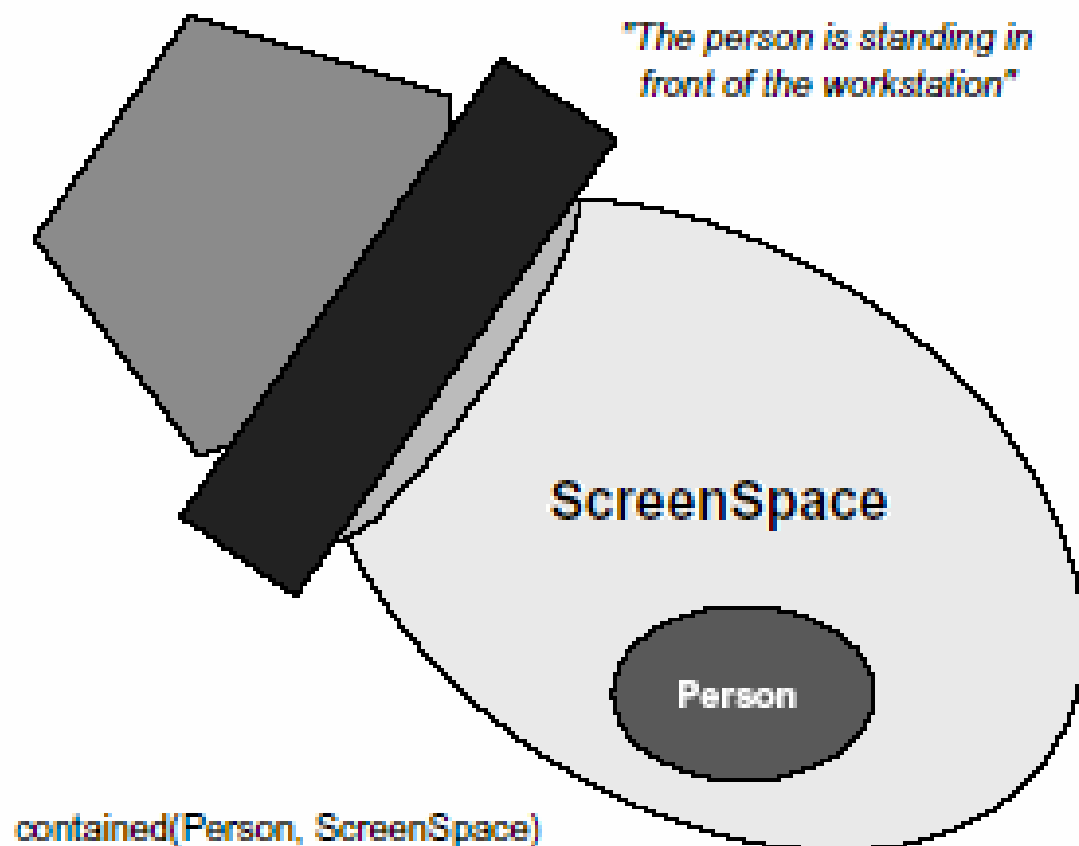
□ “人在(x,y,z)”和
“人在屏幕前”

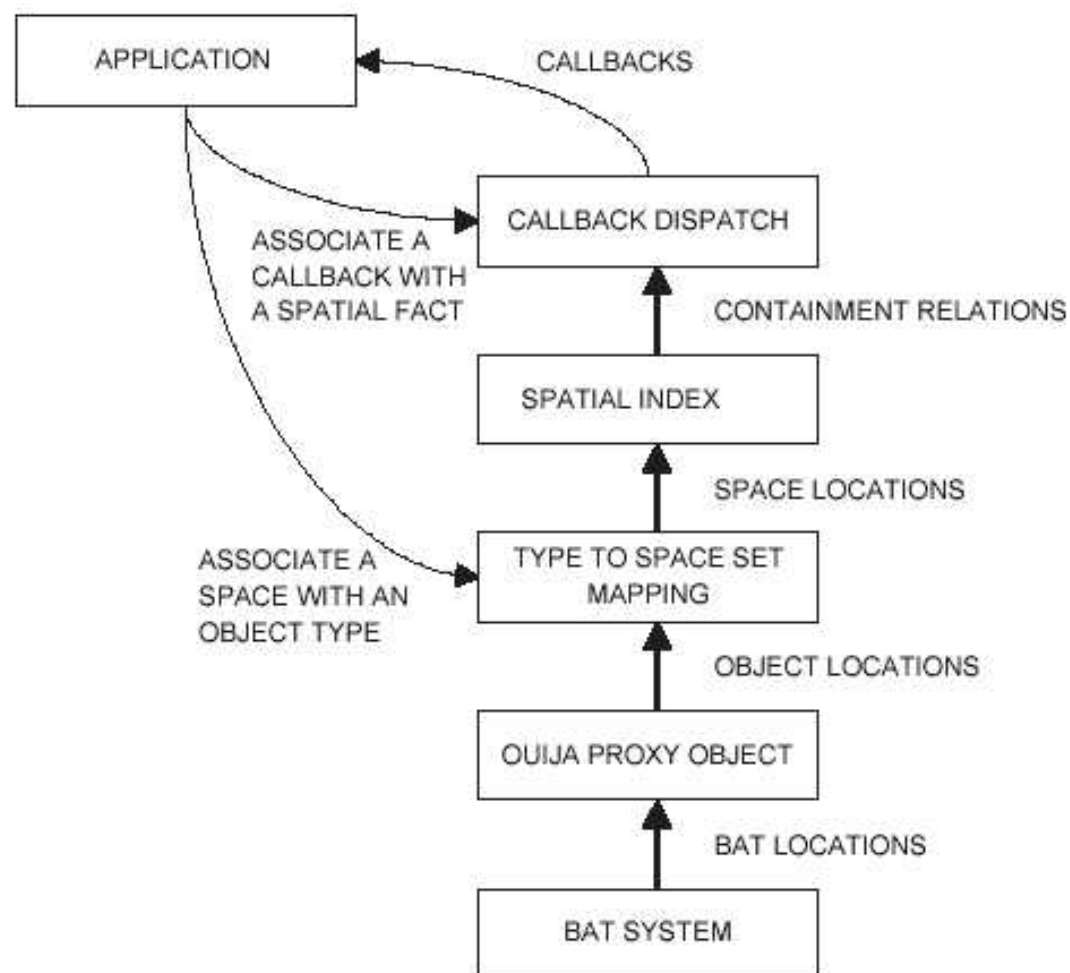
□ 几何规则

□ 空间位置监测

□ 根据相对位置
规则产生事件

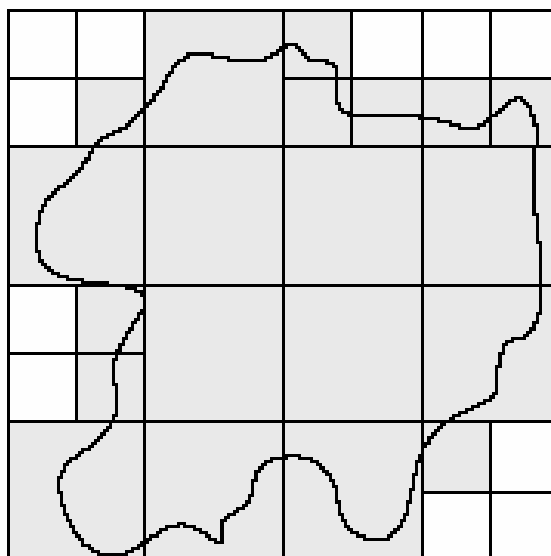
○ 如“人走近/远了”



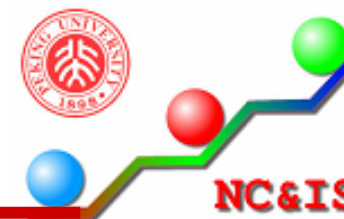


□ 如果物体很多，包含规则会很复杂

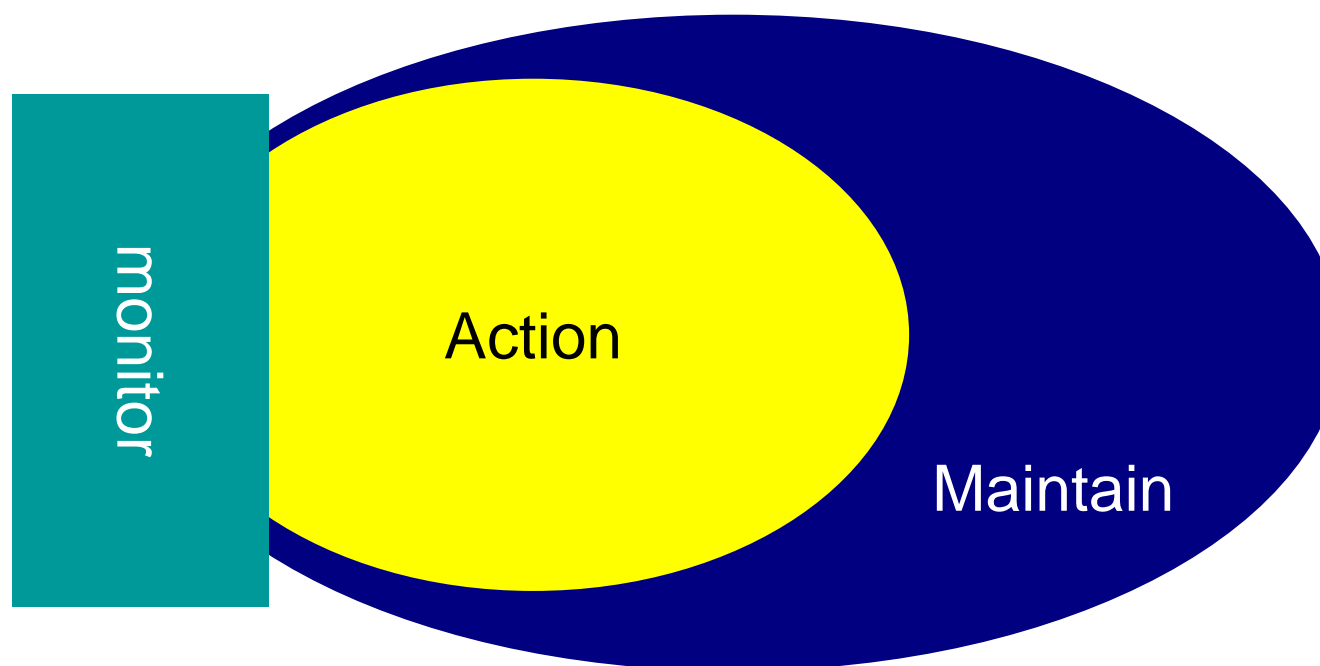
□ 包含树索引（4叉树）



Bat Teleporting



- ☐ 事件驱动
- ☐ 区域判断
 - Action—可以迁移用户工作环境
 - Maintain—保留用户工作环境
- ☐ “重载”和“选择”按钮



上下文感知的“家”

A survey of research on context-aware homes

Sven Meyer, workshop on wearable, invisible, context-aware, ambient, pervasive and ubiquitous computing, Australia.

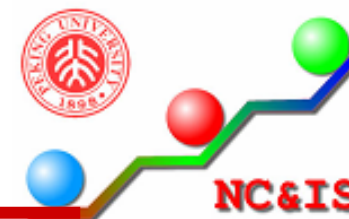
普适计算的目标



The goal of ubiquitous computing is to bring computation into the real physical world and to allow people to interact with them in a more natural way: by talking, by moving, pointing, and gesturing (Coen 1998).

- ❑ 上下文感知的家与办公室
- ❑ 上下文感知表述和研究维度
 - 仪器
 - 中间件
 - 框架

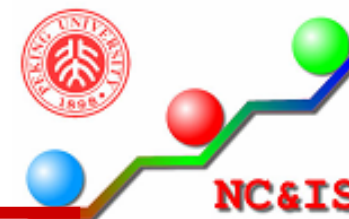
上下文感知家的愿景



- ❑ 当人进入起居室看电视时自动调节灯光、椅子和桌子到适当的高度
- ❑ 根据进入的具体某个人自动调整播放的音乐和画框中的画
- ❑ 将孩子卧室转换成声光色一体的游戏空间
- ❑ 通过上下文感知通信系统不同房间里的家庭成员可自由交流
- ❑ 老年人可得到日常生活照顾
- ❑ 防贼、防火和意外伤害的安全系统
- ❑ 老年人的身体状态检测减轻护士的工作

研究上下文感知建筑的目的：为居住者提供便捷有趣的环境，这环境内嵌有助于居住者完成手头工作的普适设备；并为居住者提供一种与环境交互的更为自然方式。

上下文感知家的特点



□ 上下文感知家的特点

- 能感知自己的状态以及相关系统
- 能感知用户的兴趣、任务和感情
- 当上下文改变时自动适应行为

□ 上下文感知家使居住者

- 更安全
- 更有支撑
- 更方便
- 更舒适
- 更享受
- 更愉快

上下文感知家与办公室的区别



□ 上下文感知办公室与家的区别

○ 办公室的社会活动不同于家庭生活

- ✧ 受教育人员
- ✧ 成本不是问题
- ✧ 隐私不重要

○ 工作中的社会交互不同于家庭

- ✧ 面向任务
- ✧ 家庭活动非正式

○ 支撑工作交换的技术规模大于家庭所需要的

- ✧ 家庭更偏重于采用小型LAN

构建上下文感知家面临的挑战



- ☐ 可用性
- ☐ 有效性
- ☐ 社会接受性
- ☐ 隐私保护
- ☐ 低成本
- ☐ 零配置

居家者自由决定组织时间和空间：何时何地该开展什么活动，活动频率以及涉及的人员等等。

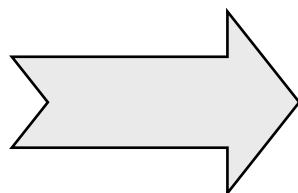
上下文：计算发生地的环境/情形

□ 实体A的上下文

- 任何能影响A行为的可测量病相关的信息

□ 家必须感知居住着的上下文

- 愿望
- 行踪
- 活动
- 需求
- 情绪
- 位置



有助于家适应或定制
与其居住着的交互行
为。

□ 研究维度

○ 仪器

- ✧ 硬件、微控制器
- ✧ 上述设备的相应软件
- ✧ 上述设备通信的无线网络
- ✧ 高层系统

○ 中间件

- ✧ 搜集上下文信息、处理并据此触发异议活动的整个系统架构

○ 应用

- ✧ 使用收集来的上下文信息推断用户期望的服务并推送至用户

○ 用户体验

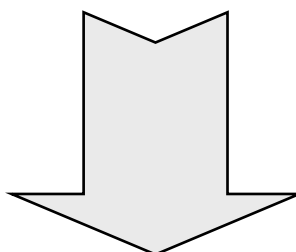
- ✧ 通过感知和交互感觉到、观察到、认识到并学习到的任何事情

○ 隐私性

- ✧ 对于为跟踪每个人和每件物而布满传感器的环境，隐私性便成为非常重要的问题。

□ 需求

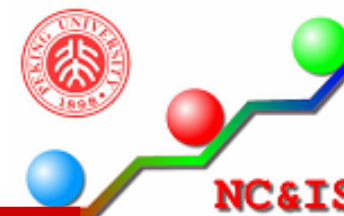
- 不可能存在一种传感器能很好地适用应用（甚至对单个应用程序）
- 多个传感器数据的结合使得导出上下文并改进差错检测和纠正很有意义



多模式用户接口（连接不同的传感器：麦克风、摄像机或笔类设备）来灵活适用多种输入模式并增加理解用户意图的能力

只有传感器搜集到尽可能多的上下文信息才有可能减少用户显式进入的动作。

装置 (2/5)



通过微处理器技术使得传感器尽可能地“smart”

❑ 发展趋势

○ Smart-Its (University of Karlsruhe)

- ✧ 可放在日常物品上的小规模嵌入式设备，具备传感、处理以及通信能力，提供这些设备所在环境与用户之间动态的数字关系——MediaCup

○ MOTES (University of Berkeley)

- ✧ 终极目标是做成像砂粒那样大小的传感器。Smart Dust的组成部分

○ Cricket室内定位系统 (MIT)和 Bat位置传感系统 (AT&T)

- ✧ 采用了射频和超声波技术
- ✧ 镶嵌在墙上、天花板上的发射器用射频发布信息并同步发射超声波脉冲，移动接收器根据接收到的信号确定自己的位置（基于不同的传播时间）

○ RADAR (Microsoft)和Nibble system (UCLA)

- ✧ 使用已有的WLAN架构来确定移动体的位置

○ Phidgets (University of Calgary)

- ✧ 帮助开发人员构建物理用户接口的构件块。

发展趋势一

- ◇以更自然的方式表示、搜集信息
- ◇以更自然的方式给予直接反馈以及举手控制

发展趋势二

- ◇使用摄像机监控居住者、物品以及其所在的环境
- ◇即时摄像机之间不互连，因其位置固定，仍然能给予移动体位置信息

○摄像机系统(MIT)和EasyLiving (Microsoft)

- ◇跟踪用户在房间内的移动
- ◇用户更愿意用姿势和语音（摄像机与麦克风）来与环境通信

✧ 安全和隐私是消费者接受上下文感知家先决条件
✧ 嵌入了大量不可见微小传感器装置的环境对个人信息不可能提供完善的保护

□ 上下文感知涉及的隐私性

- 对于个人信息给予用户更多的控制和感知权
 - ✧ 借用: W3C P3P规范网站如何处理个人信息的web标准
 - ✧ 购物——信用卡信息
 - ✧ 手机——位置信息
- 既要感知上下文又要避免被第三方知道
 - ✧ 系统之外尽可能少地获得信息
 - ✧ 限制启动所需的信息量
- 传感器能保证一定程度的隐私性
 - ✧ 当上下文信息在整个系统中分发时安全性便大大降低

□ 基于摄像机的上下文感知

○ 优点

- ✧ 只需要安装几个用无线连接的摄像机就能检测移动体以及周边环境
- ✧ 人脸职能识别系统的辅助能进行安全保护、根据姿态调整行为的自动化处理

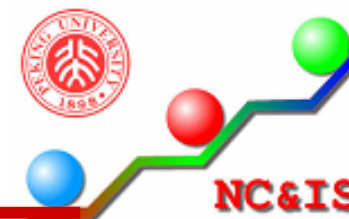
○ 缺点

- ✧ 系统搜集更加隐私的信息

解决办法：smart摄像机

通过感知到的上下文信息确定是否搜集并处理有关信息（卧室谁在？）

中间件和系统架构 (1/3)



□ 上下文感知系统的基本组成

○ 硬件抽象层

- ✧ 去藕传感器的软件以及通信架构

○ 上下文管理器

- ✧ 从原始传感器数据导出基本上下文信息
- ✧ 映射成恰当的上下文模型
- ✧ 导出更高层次的上下文信息

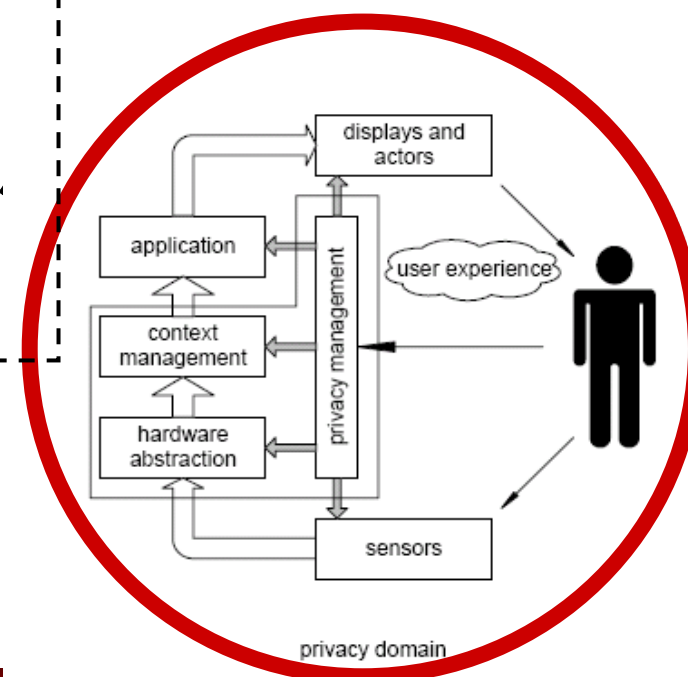
○ 隐私管理器

- ✧ 选择离开隐私范围的信息并确保外部宜获得隐私信息

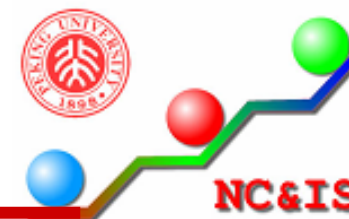
○ 应用程序

- ✧ 利用中间件处理过的上下文信息完成特定的服务
- ✧ 可分散在服务器、智能传感器上

中间件或在上下文感知应用中可重用的架构



中间件和系统架构 (2/3)



□ 硬件抽象层

- 完成将高层软件与实际传感器硬件及其上软件、通信网络分离的基本任务
- → 上下文管理器不会受到传感器类型、网络类型、传输协议等的影响

□ 上下文感知管理器

- 上下文感知处理的目标是从传感器感知的环境信息构造概念（知识）
- 通过某种描述把低级上下文信息和高级结构结合起来

中间件和系统架构 (2/3)



□ 上下文感知管理器——上下文解释*

○ 人工智能处理profiled信息

- ✧ 用户直接提供的信息

○ 处理步骤

- ✧ 建模

- 用建模方式使原始数据反映物理实体

- ✧ 评估

- 将模型与某个特殊场景关联后评估

中间件和系统架构 (3/3)



□ 隐私管理器

- 控制什么数据应该发送到哪里处理
- 要让居住者相信其敏感隐私数据不会离开所在的隐私区域而落入他人之手
- 必须给予居住者定义隐私策略的机会

□ 当前研究状况

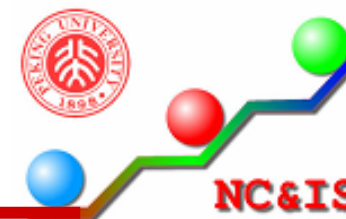
- Cues概念——构建分布式上下文感知系统的架构
 - ✧ 对实际传感器实现进行抽象抽象
 - ✧ 允许在不同时间提取预处理的样值
- Anind K. Dey的概念性框架和工具箱
 - ✧ 快速实现上下文感知应用的原型系统
 - ✧ 包括Context widgets、context interpreters、Aggregators、context services
- QoSDream
 - ✧ 构建和管理上下文多媒体应用的研究平台和架构
 - ✧ FLAME——位置感知系统的开放性应用架构

上下文感知家的目标之一：提升用户使用技术的吸引力。

□ 用户体验的需求

- 上下文感知的家必须解决实际问题
- 用户最大吸引力是节约管理大量家庭设备的时间
- 有损用户吸引力的技术太复杂
- 软件 and 用户接口的可用性在软件生命期间最重要
 - ✧ Effectiveness
 - ✧ Efficiency
 - ✧ Satisfaction

用户体验 (2/2)



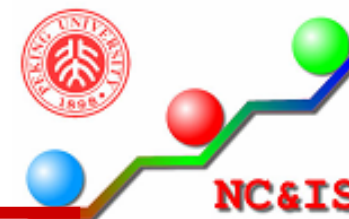
“I'm a technology enthusiast annoyed by unnecessary complexity of today's products. My goal is to humanize technology, to make it disappear from sight, replaced by a human-centred, activity-based family of information appliances. Easy to learn, easy to use. Powerful, enjoyable” (Norman 1998)

□ 用户体验的趋势

- “以人为本”
- 以居家者的生活方式从功能上以及美学上验证用户需求的满足
- 从社会 and 经济学观点验证并理解上下文感知家庭环境中居住者的行为模式

途径：让机器了解用户的情感信息更好地适应和改进与用户的交互。

思考题



调研一种2005年以后的context-aware应用，写出分析报告。

E

N

D