



人机交互的软件工程方法 —— 交互设计基础

主讲教师：冯桂焕

fgh@software.nju.edu.cn

2012年春季



■ 交互范型 (Form)



命令行交互



- 用户通过在屏幕某个位置上键入特定命令的方式来执行任务
 - “基于字符的界面（Character-based Interface）”
- 优点
 - 专家用户能够快速完成任务；
 - 较GUI节约系统资源；
 - 可动态配置可操作选项；
 - 键盘操作较鼠标操作更加精确；
 - 支持用户自定义命令

```
Telnet daimi.au.dk

Red Hat Linux release 7.1 (Seawolf)
Kernel 2.4.9-31smp on a 2-processor i686
login: madss
Password:

*****
* Welcome to the Daimi mailserver. In most cases it will be more appropriate *
* if you log onto the host alias *
* *
*      fresh-horse.daimi.au.dk *
* *
* which is also reachable from outside the firewall. *
*****

Trying find a remote host
Trying to guess display
DISPLAY is dhcp-11-21-77:0
[madss@daimi:~]$ ls -al
total 100
drwxr-xr-x  3 madss  users      4096 Apr 21 13:20 .
drwxr-xr-x 37 root   root       4096 Apr 21 03:35 ..
-rw-r--r--  1 madss  users       60 Apr 21 15:35 .bash_history
-rw-r--r--  1 madss  users      3671 Feb 12 14:59 .bash_logout
-rw-r--r--  1 madss  users    10540 Feb 12 14:59 .bash_profile
-rw-r--r--  1 madss  users    5004 Feb 12 14:59 .bashrc
drwxr-xr-x  8 madss  users      4096 Apr 21 15:35 .daimi-setup
-rw-r--r--  1 madss  users     5209 Feb 12 14:59 .emacs
-rw-r--r--  1 madss  users     1987 Feb 12 14:59 .fvwmrc
-rw-r--r--  1 madss  users    1491 Feb 12 14:59 .gnomerc
-rw-r--r--  1 madss  users       46 Feb 12 14:59 .gtkrc
-rw-r--r--  1 madss  users        0 Feb 12 14:59 .hushlogin
-rw-r--r--  1 madss  users       204 Feb 12 14:59 .inputrc
-rw-r--r--  1 madss  users    11024 Feb 12 14:59 .login
-rw-r--r--  1 madss  users     3591 Feb 12 14:59 .logout
-rw-r--r--  1 madss  users     4539 Feb 12 14:59 .tcshrc
-rw-r--r--  1 madss  users     4018 Feb 12 14:59 .xinitrc
-rw-r--r--  1 madss  users        0 Apr 21 13:20 my-important-file
-rw-r--r--  1 madss  users        0 Apr 21 13:20 my-very-important-file.doc
[madss@daimi:~]$
```



■ 缺点

- 命令语言的掌握对用户的记忆能力提出较高要求;
- 基于回忆的方式 (**recall memory**)
 - 没有**GUI**基于识别的方式 (**recognition memory**) 容易使用
- 键盘操作, 出错频率较高;
- 要求用户记忆指令的表示方式
 - 与可用性理论所强调的“不应要求用户了解计算机底层的实现细节”相违背。



菜单驱动界面



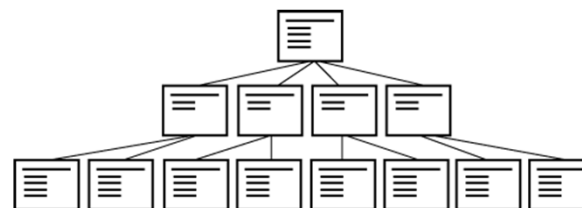
- 以一组层次化菜单的方式提供用户可用的功能选项，一个或多个选项的选择可以改变界面的状态
 - 通过鼠标、数字键、字母键或者方向键进行选择



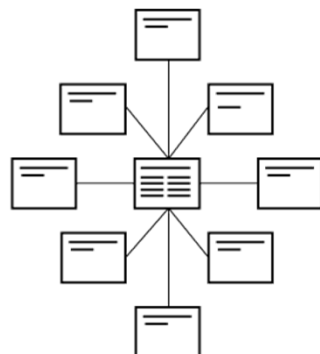
(a)



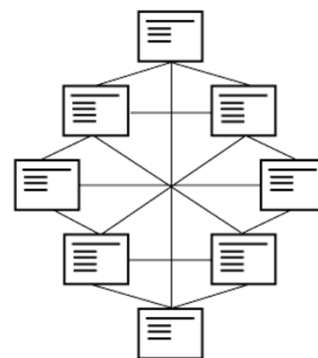
(b)



(c)



(d)



(e)



■ 优点

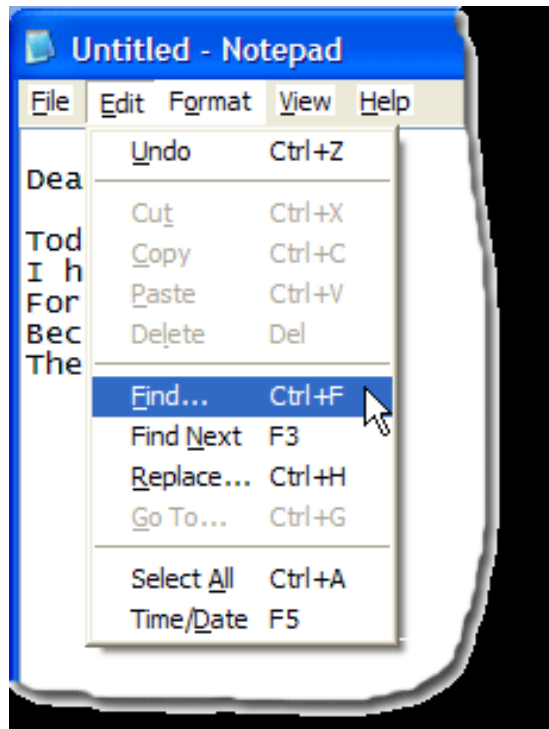
- 基于识别机制，对记忆的需求较低；
- 具有自解释性；
- 容易纠错；
- 适合新手用户。若提供了较好的快捷键功能，则对于专家用户同样适用。

■ 缺点

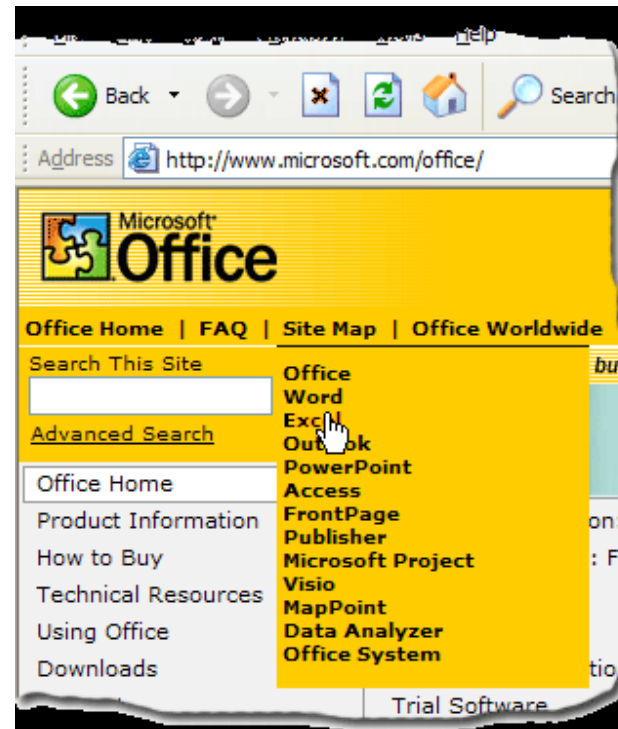
- 导航方式不够灵活；
- 当菜单规模较大时，导航效率不高；
- 占用屏幕空间，不适合小型显示设备。
 - 为节省空间，通常组织为下拉菜单或弹出式菜单；
- 对专家用户而言使用效率不高



(1) 现代的菜单形式



(2) 网页上的菜单





基于表格的界面



- 显示给用户的是一个表格，里面有一些需要用户填写的空格

```
PINE 3.96 ADDRESS BOOK (Edit)
Nickname : NBA
Fullname : Players in the NBA
Fcc :
Comment :
Addresses : mjordan@nba.com,
             kmalone@nba.com,
             drobinson@aol.com
^G Get Help ^X eXit/Save ^R RichView ^V PrevPg/Top
^C Cancel ^U NxtPg/End
```

Name:

Address:

City: State: Zip:

- 优点
 - 简化数据输入；
 - 只需识别无需学习；
 - 特别适合于日常文书处理等需要键入大量数据的工作

- 缺点
 - 占用大量屏幕空间；
 - 导致业务流程较形式



直接操纵



■ Ben Shneiderman, 1982

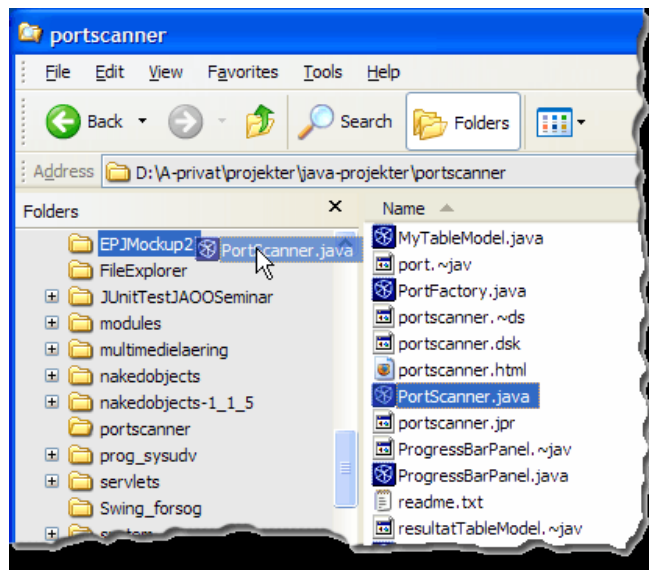
- 用户通过在可视化对象上面进行某些操作来达到执行任务的目的
- 展现了真实世界的一种扩展
- 对象和操作一直可见
- 迅速且伴有直观的显示结果的增量操作
- 增量操作可以方便地逆转



直接操纵的三个阶段



- 自由阶段——指用户执行操作前的屏幕视图；
- 捕获阶段——在用户动作（点击、点击拖拽等）执行过程中屏幕的显示情况；
- 终止阶段——用户动作执行后屏幕的显示情况。





■ 优点

- 将任务概念可视化，用户可以非常方便地辨别他们；
- 容易学习，适合新手用户；
- 基于识别，对记忆的要求不高，可减少错误发生；
- 支持空间线索，鼓励用户对界面进行探索；
- 可实现对用户操作的快速反馈，具有较高的用户主观满意度。



■ 缺点

- 实现起来比较困难;
- 对专家用户而言效率不高;
- 不适合小屏幕显示设备;
- 对图形显示性能的需求较高;
- 不具备自解释性, 可能误导用户



问答界面Wizard



- 通过询问用户一系列问题实现人与计算机的交互
 - Web问卷是典型的采用问答方式进行组织的应用
 - 应允许用户方便地取消其中一个界面的选项
- 优点
 - 对记忆的要求较低;
 - 每个界面具有自解释性;
 - 将任务流程以简单的线性表示;
 - 适合新手用户。
- 缺点
 - 要求从用户端获得有效输入;
 - 要求用户熟悉界面控制;
 - 纠错过程可能比较乏味。



隐喻 (Metaphor) 界面



■ 本质

- 在用户已有知识的基础上建立一组新的知识，实现界面视觉提示和系统功能之间的知觉联系，进而帮助用户从新手用户转变为专家用户

■ 优点

- 直观生动
- 无需学习

■ 局限性

- 不具有可扩展性
- 不同用户对同一事物可能产生不同的联想
- 紧紧地将我们的理念和物理世界束缚在一起
- 寻找恰当的隐喻可能存在困难





自然语言交互



- 自然语言的模糊性
 - The boy hit the dog with the stick.
 - 她说她不知道
- 受限于理解技术，当前只能够使用受限的语言与计算机进行交流
 - Q: 还是自然语言吗？
- Video



■ 理解用户



信息处理模型

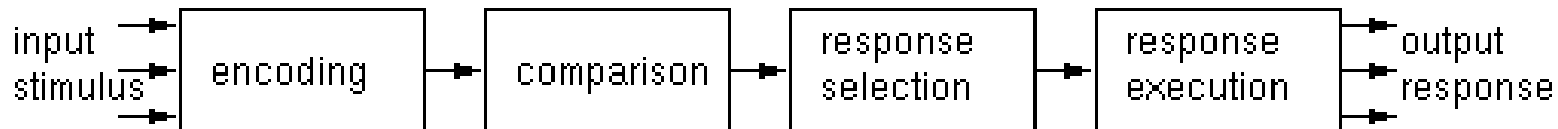


■ 作用

- 研究人对外界信息的接收、存储、集成、检索和使用，可预测人执行特定任务的效率，如可推算人需要多长时间来感知和响应某个刺激（又称“反应时间”），信息过载会出现怎样的瓶颈现象等

■ 信息处理机，Lindsay和Norman

- 没有考虑到注意和记忆的重要性

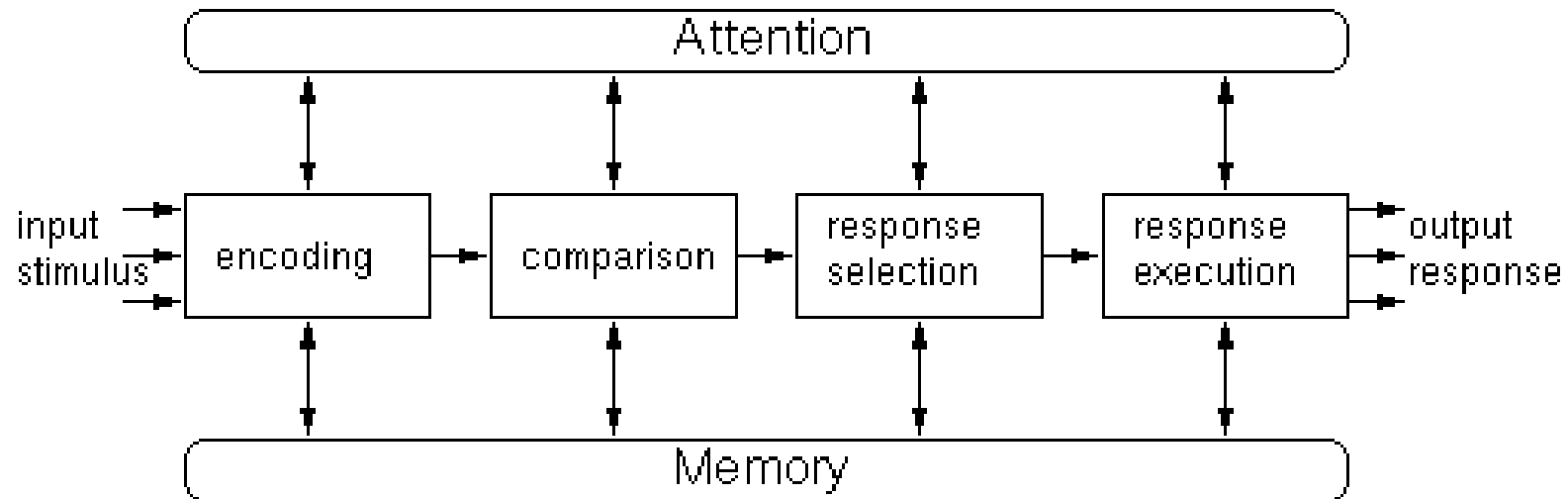




扩展的信息处理机模型



- Barber对其进行了扩展
 - 注意和记忆功能与信息处理过程的各个阶段存在交互

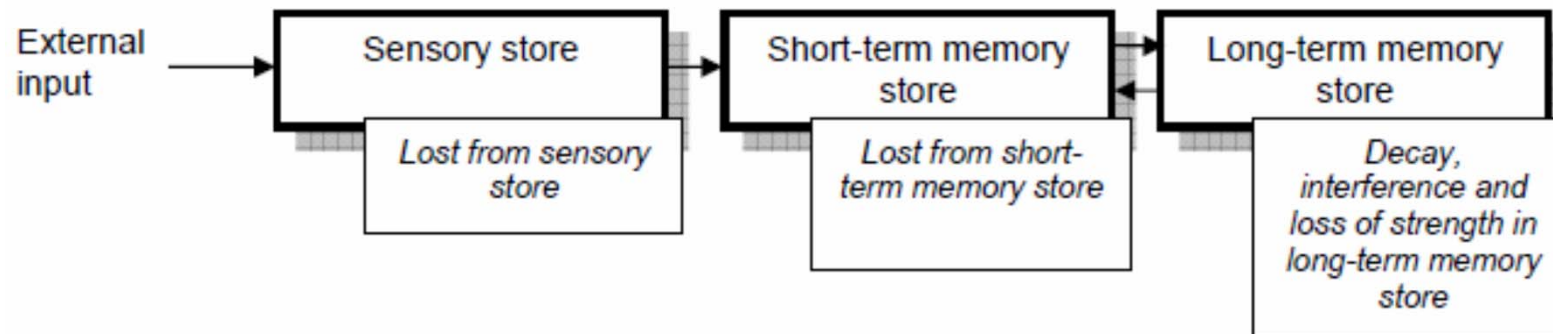




人脑中的记忆结构



- 三个阶段，Stkinson和Shiffrin
 - 感觉记忆
 - 短时记忆
 - 长时记忆
 - 三个阶段之间可以进行信息交换

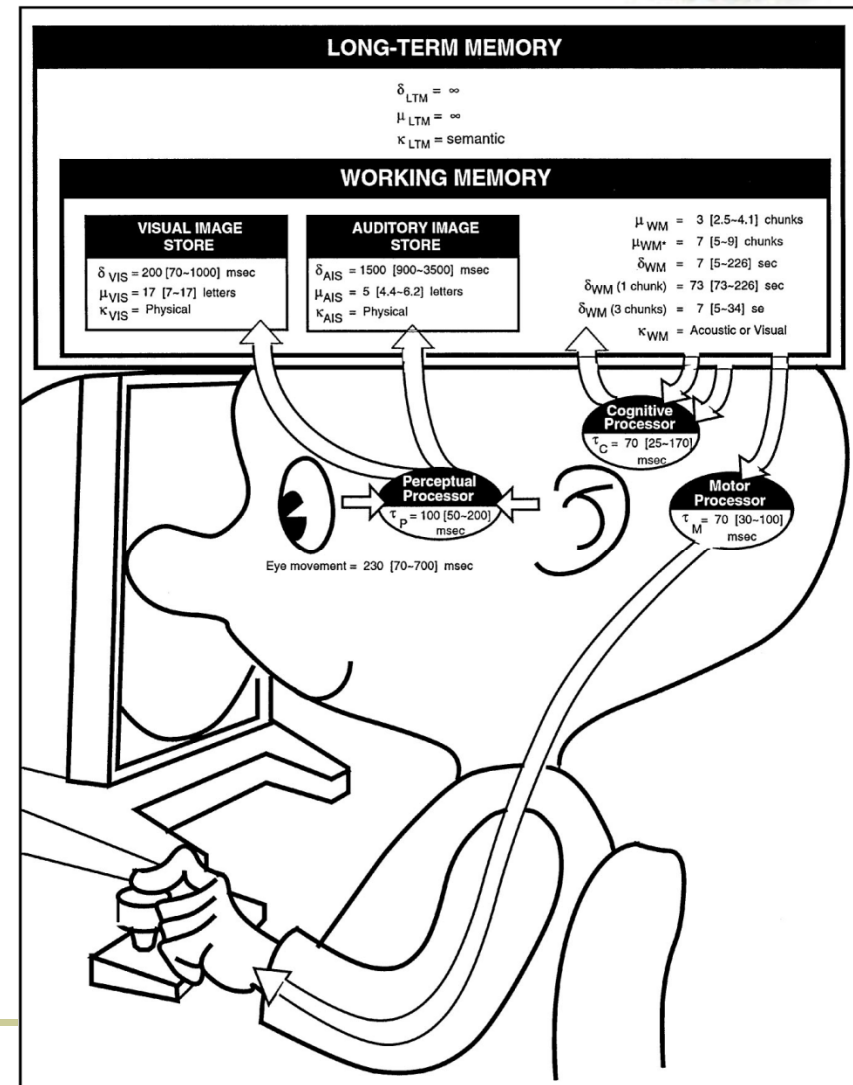




人类处理机模型



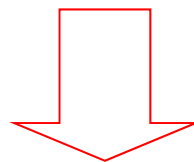
- 最著名的信息处理模型
- Card等, 1983
- 包含三个交互式组件
- 感知处理器
 - 信息将被输出到声音存储和视觉存储区域
- 认知处理器
 - 输入将被输出到工作记忆
- 动作处理器
 - 执行动作





■ 存在的问题

- 把认知过程描述为一系列处理步骤
- 仅关注单个人和单个任务的执行过程
 - 忽视了复杂操作执行中人与人之间及任务与任务之间的互动
- 忽视了环境和其他人可能带来的影响



- 外部认知模型、分布式认知模型



认知心理学



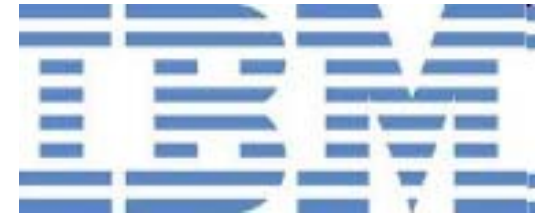
- 兴起于20世纪50年代中期
- 关注人的高级心理过程，如记忆、思维、语言、感知和问题解决能力等
 - 神经网络已经成为新一代人工智能领域最热门的研究课题之一
- 对HCI的贡献
 - 有助于理解人与计算机的交互过程，同时也可对用户行为进行预测
 - 人对于外界的感知有80%来自于视觉获取的信息



格式塔（Gestalt）心理学



- 研究人是如何感知一个良好组织的模式的，而不是将其视为一系列相互独立的部分
 - 事物的整体区别于部分的组合
- “Gestalt”
 - 德语，“完型（configuration）”或“型式（pattern）”
 - 格式塔心理学又称完形心理学
- 表明
 - 用户在感知事物的时候总是尽可能将其视为一个“好”的型式
- 相近性原则、相似性原则、连续性原则、完整性和闭合性原则

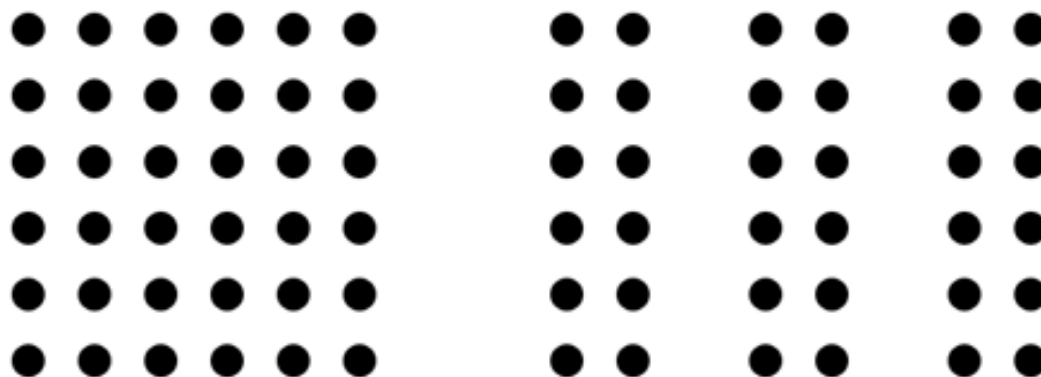




相近性原则



- 空间上比较靠近的物体容易被视为整体
 - 设计界面时，应按照相关性对组件进行分组
- 如下图，你看到了什么？



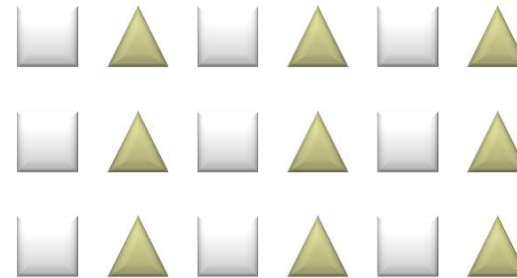


相似性原则



- 人们习惯将看上去相似的物体看成一个整体
 - 功能相近的组件应该使用相同或相近的表现形式
- 这一次呢？

OXXXXXXXXX
XOXXXXXXXX
XXOXXXXXX
XXXOXXXXX
XXXXOXXXXX
XXXXXOXXXX
XXXXXXXOX
XXXXXXXOX
XXXXXXXOX
XXXXXXXO

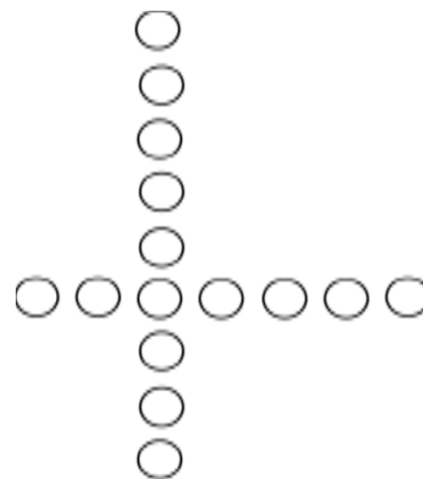
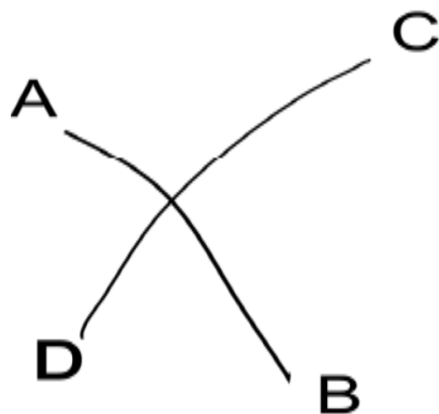




连续性原则



- 共线或具有相同方向的物体会被组合在一起
 - 将组件对齐，更有助于增强用户的主观感知效果

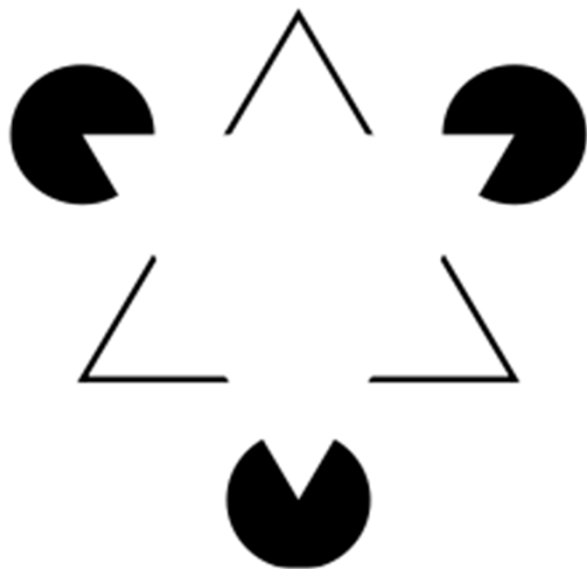




完整和闭合性原则



- 人们倾向于忽视轮廓的间隙而将其视作一个完整的整体
 - 页面上的空白可帮助实现分组





对称性原则



- 相互对称且能够组合为有意义单元的物体会被组合在一起
- 相近性？ 对称性？

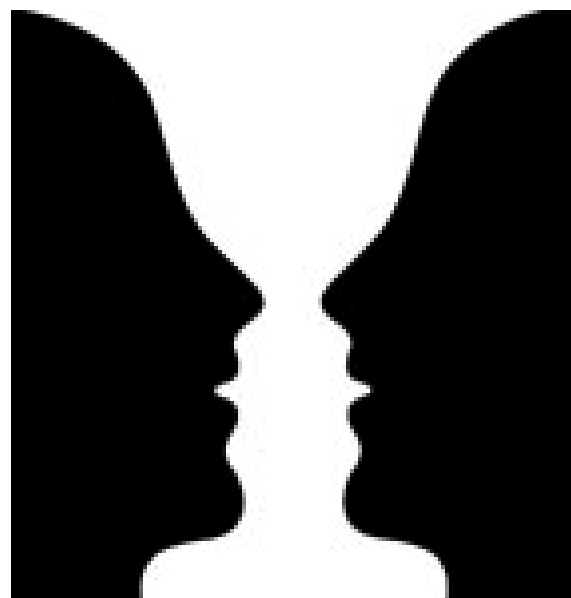
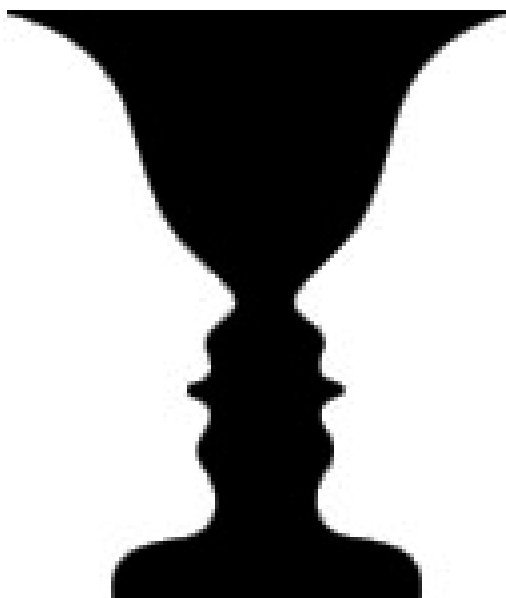
[][][]



前景&背景



- 前景和背景在某些情况下可以互换
 - “整体区别于局部”





格式塔心理学反例



- 让重点更突出！





人的认知特性



- 感觉记忆
 - 又称瞬时记忆
 - 在人脑中持续约为1秒钟
 - 帮助我们z把相继出现的一组图片组合成一个连续的图像序列，产生动态的影像信息
- 短时记忆
 - 感觉记忆经编码后形成
 - 又称工作记忆，约保持30秒
 - 储存的是当前正在使用的信息，是信息加工系统的核心，可理解为计算机的RAM
 - 短时记忆的存储能力约为 7 ± 2 个信息单元



STM测试



- 3, 12, 6, 20, 9, 4, 0, 1, 19, 8, 98, 13, 84
- 猫, 房子, 纸, 笑, 人, 红色, 是的, 数字, 阴影, 下雨, 植物, 灯泡, 巧克力, 收音机, 一, 硬币, 直升机
- t, k, s, y, r, q, x, p, a, z, l, b, m, e

- 8,6,2,5,8,3,6,2,1,3,6,0,9,3,6
 - 通过将信息组合成一个个有意义的单位可以帮助我们记住复杂的信息
 - 86-25-8362 1360-936



游戏



- 从第一个人开始说
 - “我去超市，买了一条鱼”（或者别的任何东西）。
- 下一个人继续说“我去市场，买了一条鱼，还买了一个面包”。
- 不断继续，每次每个人都在列表里增加某个物品
- 当第一次有某个人出错时，记下能够成功记住的物品数目。



7±2理论 vs. 交互式系统设计



■ 影响

- 菜单中最多只能有7个选项
- 工具栏上只能显示7个图标
-

■ 事实

- 浏览菜单和工具栏基于人的识别功能
 - 人们识别事物的能力要远胜于回忆事物的能力
- 界面设计时要尽可能减小对用户的记忆需求，同时可考虑通过将信息放置于一定的上下文中，来减少信息单元的数目



长时记忆



- 短时记忆->长时记忆
 - 短时记忆中的信息经进一步加工后会变为长时记忆
 - 只有与长时记忆区的信息具有某种联系的新信息才能够进入长时记忆
- 长时记忆的信息容量几乎是无限的
- 启发
 - 注意使用线索来引导用户完成特定任务
 - 在追求独特的创新设计时应注重结合优秀的交互范型



■ 遗忘

- 长时记忆中的信息有时是无法提取
- 不代表长时记忆区的信息丢失了

■ 易出错

- “人为错误”被定义为“人未发挥自身所具备的功能而产生的失误，它可能降低交互系统的功能”
- 从表面上看是由于用户的误解、误操作或一时大意
- 大部分交互问题都源于系统设计本身



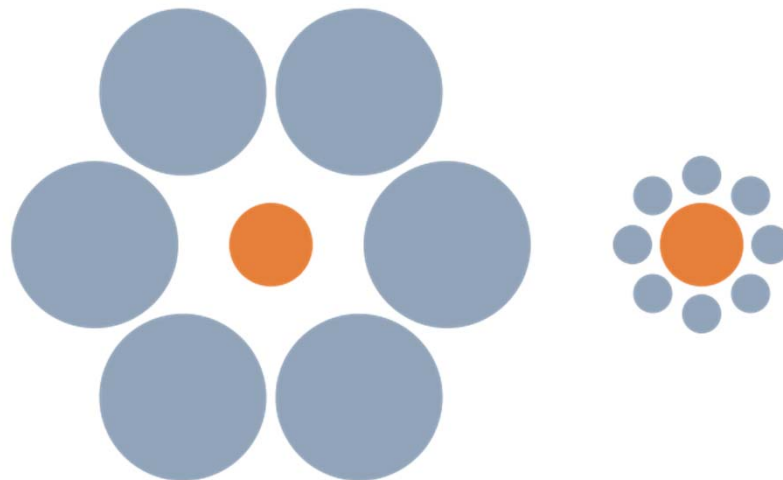
视错觉



- 知觉感受的扭曲
 - 前后景互换实际上就是视错觉的一种
 - 白色三角的例子
- 视错觉是不可避免的
- 启示
 - 对于物体的视觉感知与物体所处的上下文密切相关



莱亚错觉



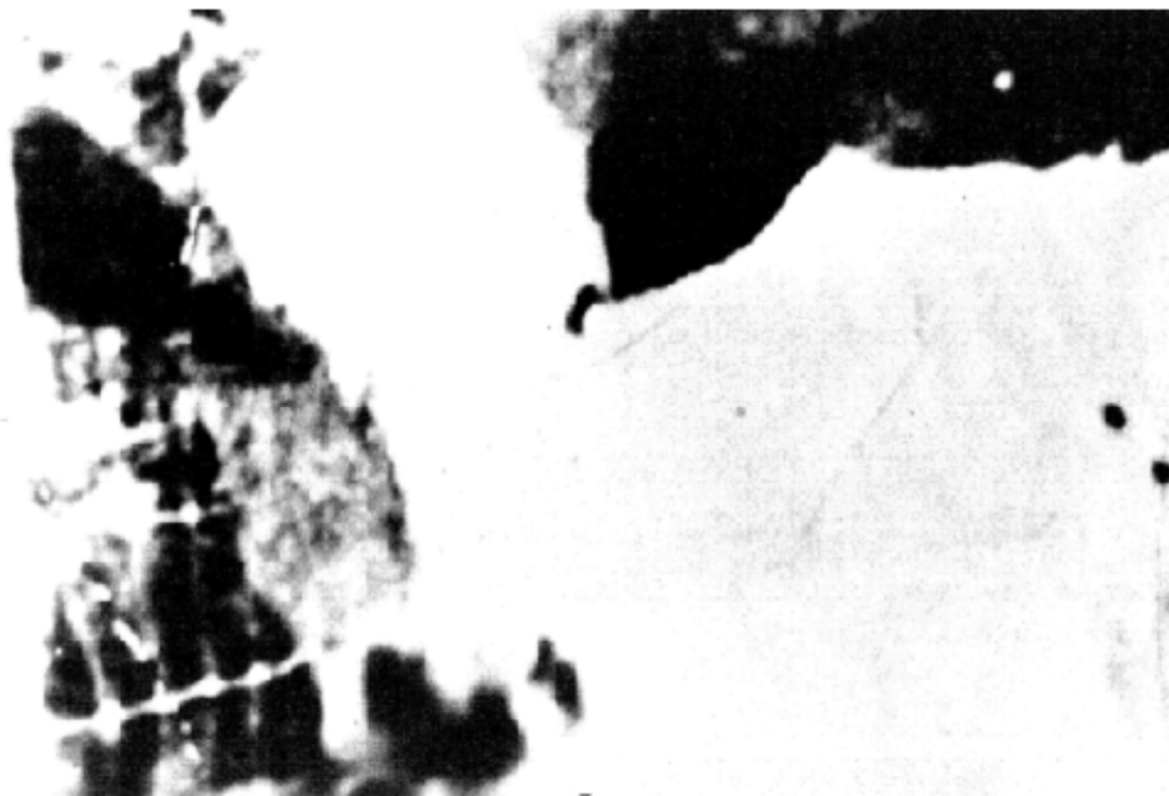
艾宾豪斯错觉



视觉感知&上下文



- 你从图中看到了什么？





提示：一只面向你的动物





提示：这种动物能产奶，它的头在左侧

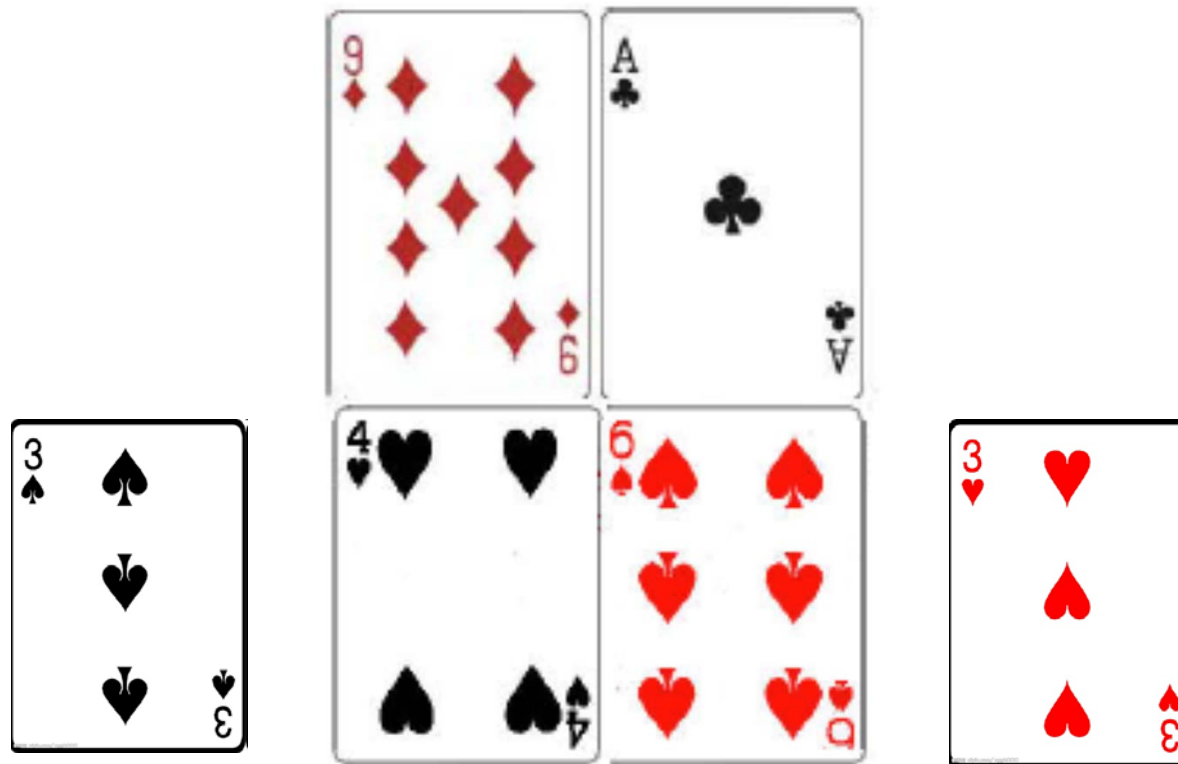


- 上下文信息有助于增强人们的视觉感知





期望对感知的影响



From: after Bruner and Postman, 1949, pp. 206 – 23.



字母顺序重要么？



■ **"From Cambridge University .**

*Olny srmat poelpe can raed tihs.
I cdnuolt blveiee taht I cluod aulacly uesdnatnrd waht I
was rdanieg. The phaonmneal pweor of the hmuan
mnid, aoccdrnig to a rscheearch at Cmabrigde
Uinervtisy, it deosn't mttar in waht oredr the ltteers in
a wrod are, t he olny iprmoatnt tihng is taht the frist and
lsat ltteer be in the rgh it pclae. The rset can be a taotl
mses and you can sitll raed it wouthit a porbelm. Tihs is
bcuseae the huamn mnid deos not raed ervey lteter by
istlef, but the wrod as a wlohe. Amzanig huh? yaeh and
I awlyas tghuhot slpeling was ipmorantt!"*



■ 交互设备



文本输入设备



- 键盘是最主要的文本输入设备
 - 一般一次只能响应一个按键
 - 新用户的击键速率大约为每秒钟1次，而熟练用户则能达到每秒15次的敲击频率
 - 按键较多的硬盘可营造一种专业化的印象
 - 新手用户望而生畏
 - 小键盘特别适合移动设备应用
 - 功能也可能因此受到限制
 - QWERTY键盘





■ 和弦键盘

- 能够同时响应多个按键
 - 可实现快速数据输入
- 学习使用时间也较长



■ 投影键盘

- 内置的红色激光发射器可以在任何物体表面投影出标准键盘的轮廓
- 红外线技术跟踪手指的动作
- 可减小键盘所占的物理空间





■ 手写输入

- 比较自然
- 输入速度慢

■ 语音输入

- 易受场景噪音影响
- 受识别效果影响，输入效率仅为键盘输入的一半

■ 光学字符识别

- Optical character recognition, 简称OCR
- 让计算机直接“阅读”
- 实现了大批量历史数据的信息化



定位设备

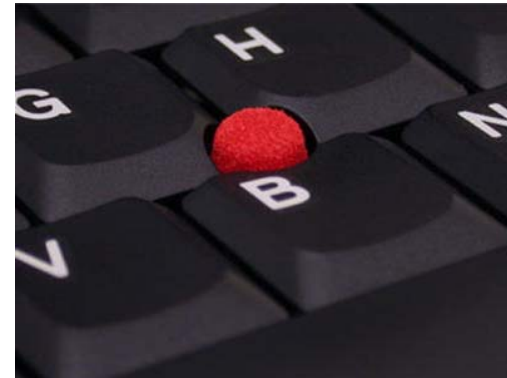


- WIMP系统的显著功能
 - 允许在屏幕上通过指点物体实现对物体的操作或是完成某项功能
- 鼠标：最常用的指点和定位设备
 - 将鼠标拿离桌面再放到不同位置时，屏幕光标并不会发生移动
 - 节省空间，但可能影响到新手用户的使用
- 触摸板：最广泛的膝上型电脑鼠标
 - 通过电容感应来获知手指移动情况，对手指的热量并不敏感
 - 手指在板上移动的距离与光标在屏幕上移动的距离之间的比率随手指移动的速度而变化
 - 优点
 - 反应灵敏、移动速度快
 - 缺点
 - 定位精度较低
 - 手指出汗时会出现打滑，不适合在潮湿、多灰的环境



■ 指点杆

- 操纵杆的变形
- 初学者较难上手
- 特点是定位准确
 - 可通过手指的力度控制鼠标光标移动的速度
- 在火车等移动场景下也能够进行准确定位



■ 触摸屏

- 通过手指或铁笔中断一个光线的阵列
- 较鼠标直观，定位的速度很快
 - 适合于在屏幕上选择菜单条目
- 定位精度较差，在小范围选择比较困难
- 制造成本很高，容易污损



■ 尖笔/光笔

- 较高的定位精度
- 在个人数字助理（PDA）中得到了普及
- 用户的手需要在设备间不断切换
 - 交互效率下降
- 遮盖部分屏幕显示
 - 设计界面时，需要考虑用户手的摆放位置





图像输入设备



■ 扫描仪

- 利用光电扫描将图像转换成像素数据
- 平板式扫描仪
 - 使用最广泛
 - 较好的扫描速度、精度和图像质量，使用简单
- 手持式扫描仪
- 滚筒式扫描仪
 - 扫描得到的图像是一个个长条
 - 应用于CAD及大幅面工程图纸
- 滚筒式扫描仪
 - 最精密的扫描仪器
 - 图像以C、M、Y、K或R、G、B的形式记录
 - 又被称为“电子分色机”
 - 价格昂贵，用于专业印刷排版领域





■ 数码相机

- 不需要胶卷和暗房
- CCD（电荷耦合元件，Charge Coupled Device）芯片
 - 色彩饱和度好，图像较为锐利，质感逼真
- CMOS（互补金属氧化物导体，Complementary Metal-Oxide Semiconductor）芯片
 - 高感光度下的表现要好于CCD，读取速度快，成本低廉
 - 特别适合高性能的单反相机

■ 传真机

- 兼具图像输入和输出功能
- 热敏纸传真机（又称卷筒纸传真机）、热转印式普通纸传真机、激光式普通纸传真机（又称激光一体机）和喷墨式普通纸传真机



显示设备



- 光栅扫描阴极射线管（Cathode ray tube，简称CRT）
- 优点
 - 图像色彩丰富
 - 高清晰度、低成本
 - 丰富的几何失真调整能力
- 缺点
 - 辐射
 - 高电压具有潜在的爆炸危险
 - 占据较大空间





液晶显示器



■ 原理

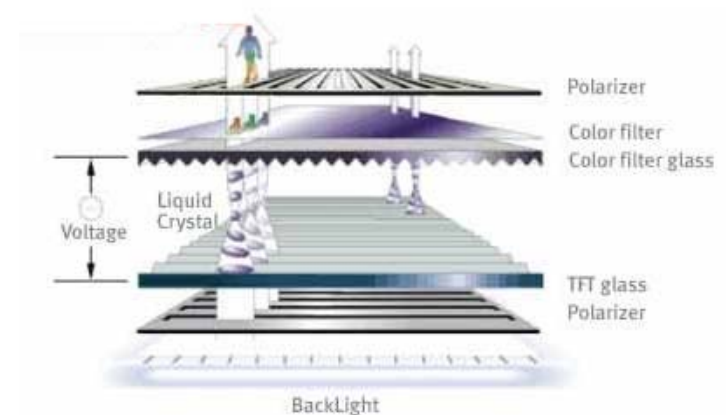
- 电压的变化会影响微小液晶泡的偏振，从而阻碍部分光线射出，进而使得屏幕显示出明暗差异

■ 优点

- 低辐射、低耗能
- 体积小质量轻
- 可视面积大，不存在几何和线性失真

■ 缺点

- 价格昂贵
- 侧面显示会失真
- 响应时间慢
- 使用寿命有限





等离子体显示器



■ 原理

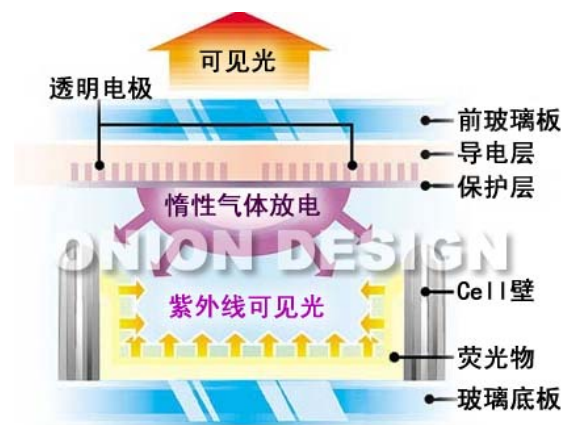
- 通过细小封闭的玻璃泡将水平方向与垂直方向隔离，当水平或垂直方向中任何一个方向输入高电压时，玻璃泡中的惰性气体就会发光。

■ 优点

- 可视角度较液晶显示器大
- 更好的颜色质量和对比度

■ 缺点

- 使用寿命也较短
- 易产生残留影像





发光二极管



■ 原理

- 正向加压时，发光二极管能发出单色且不连续的光

■ 优点

- 耗电量小
- 反应时间快
- 使用寿命长
- 体积小

■ 缺点

- 价格昂贵
- 使用寿命与散热性能的好坏密切相关





电子墨水



■ 原理

- 电子墨水液体中悬浮着几百万个细小的微胶囊，每个胶囊内部都是染料和颜色芯片的混合物。通电时，颜色芯片发生作用而改变颜色，并且可以显示变化的图像

■ 优点

- 易读性好、低功耗、成本低、质量小
- 可以应用到纸上或布上，产生和报纸一样的显示效果
- 具有较好的柔性，可折叠



点字显示器



- 为盲人用户阅读文字提供了新的途径
 - 字显示格+功能键
 - 可更新的图像显示器正在开发中





虚拟环境下的交互设备



■ 原理

- 计算机模拟产生三维空间的虚拟世界
- 提供用户视觉、听觉、触觉等感知器官的模拟体验
- 让用户如同身临其境一般，实时地观察和操作三维空间内的事物

■ 交互性是虚拟现实的基本特征之一

- 三维鼠标
 - 6个自由度可以选择
- 数据手套
 - 增强了使用的互动性和沉浸感
- 虚拟现实头盔
 - 可模拟实现视觉、听觉、视觉、触觉甚至味觉功能





■ 交互框架



交互框架



■ 作用

- 提供理解或定义某种事物的一种结构
- 能够帮助人们结构化设计过程
- 认识设计过程中的主要问题
- 还有助于定义问题所涉及的领域

■ 执行/评估活动周期 EEC

- 最有影响力的框架
- 定义了活动的四个组成部分
 - 目标(Goal) ≠ 意图(Intention)
 - 执行(Execution)
 - 客观因素(World)
 - 评估(Evaluation)



目标 vs. 意图



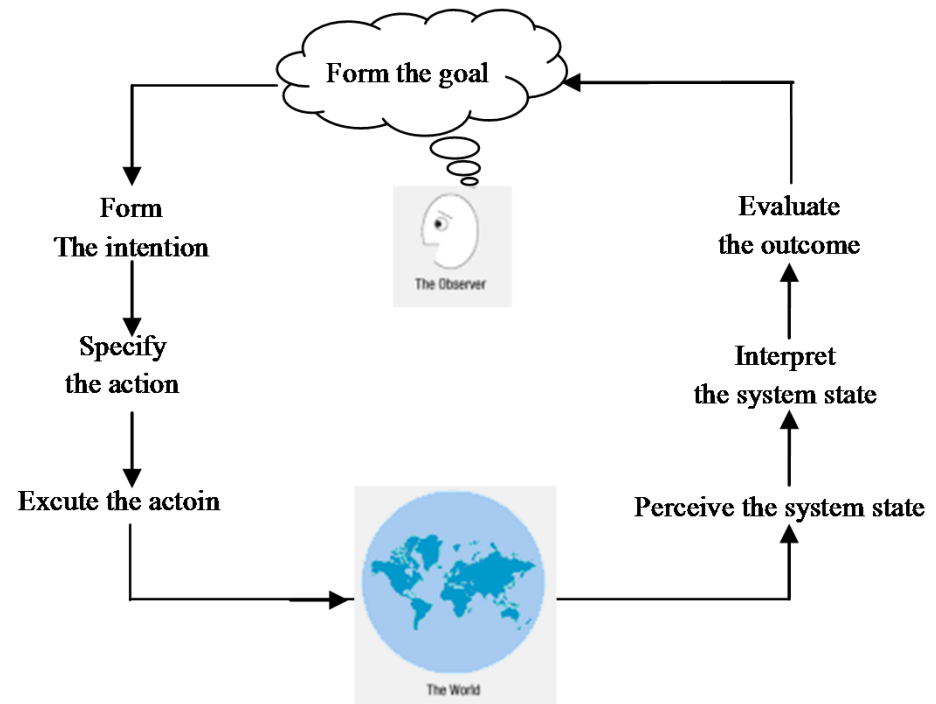
- 单个目标可对应多个意图
 - 举例：删除文档中的部分内容的目标
 - 意图1：通过编辑菜单删除
 - 意图2：通过删除按钮删除
 - 每个意图可包含一系列活动



EEEC模型



- 从用户视角探讨人机界面问题
- 共有七个阶段
 - 1-4: 执行阶段
 - 5-7: 评估阶段
- 每个循环代表一个动作
- 夜晚看书的例子





执行隔阂 & 评估隔阂



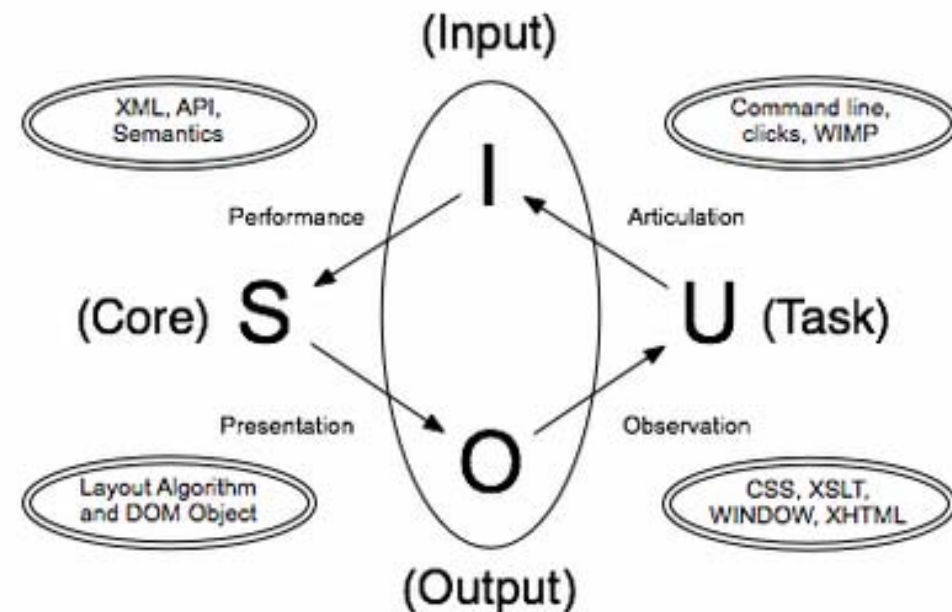
- EEC模型可解释为什么有些界面的使用存在问题
 - 执行隔阂
 - 用户为达目标而制定的动作与系统允许的动作之间的差别
 - “保存文件” 举例
 - 评估隔阂
 - 系统状态的实际表现与用户预期之间的差别
- 意义
 - 如何才能使用户简单地确定哪些活动是被允许的
 - 如何确定系统是否处于期望的运行状态等问题



扩展EEEC模型



- EEC模型不能描述人与系统通过界面进行的通信
- 四个构成部分+四个步骤(翻译过程)
 - 系统：内核语言
 - 用户：任务语言
 - 输入：输入语言
 - 输出：输出语言
- 执行阶段
 - 定义，执行，表现
 - 设计人员应保证从输入到系统的翻译是容易的
- 评估阶段
 - 观察





小结



- 不同交互范型
- 用户特性
- 设备特性
- 人机交互框架