

认知心理学基础

第三讲 知觉

主讲人：刘剑毅
人工智能学院

知觉物体

- 当人类看到眼前物体时，我们的神经系统：
 - 不会处理所有像素；
 - 只会关注对决策可能产生影响的主要物体（知觉物体）



从感觉到知觉

■ Stimuli

- Energy that produces a response in a sense organ.

■ Sensation

- The experience of sensory stimulation.
- The activation of the sense organs by a source of physical energy.

■ Perception

- The process of creating meaningful patterns from raw sensory information.
- The sorting out, interpretation, analysis, and integration of stimuli involving the sense organs and brain.

感觉=知觉?

错觉

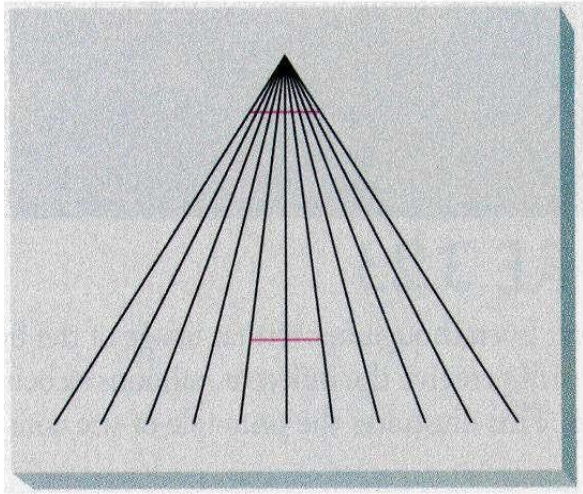
■ Perceptual Illusions: The Deceptions of perception

Perceptual illusions depend primarily on our own perceptual processes and occur because the stimulus contains misleading cues

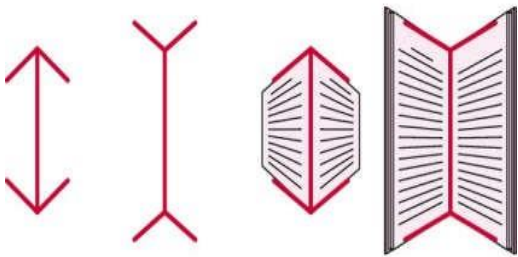
■ Visual Illusions

Visual illusions occur when we use a variety of sensory cues to create perceptual experiences that do not actually exist

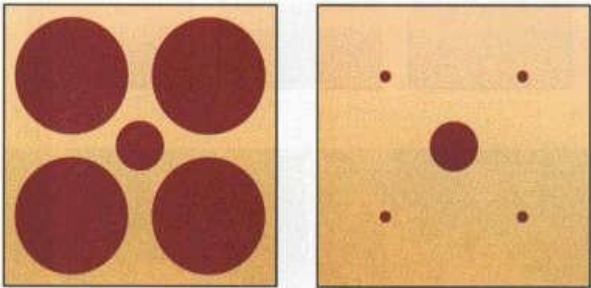
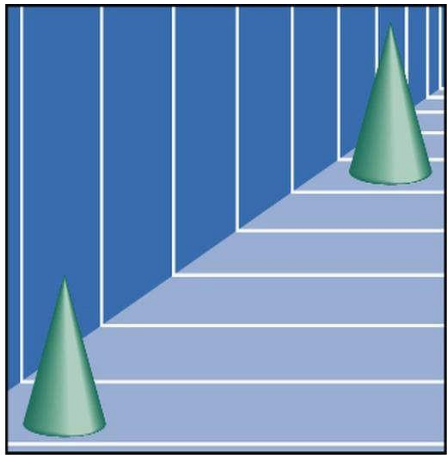
Ponzo Illusion



Müller-Lyer illusion



Context Influences Size Perception



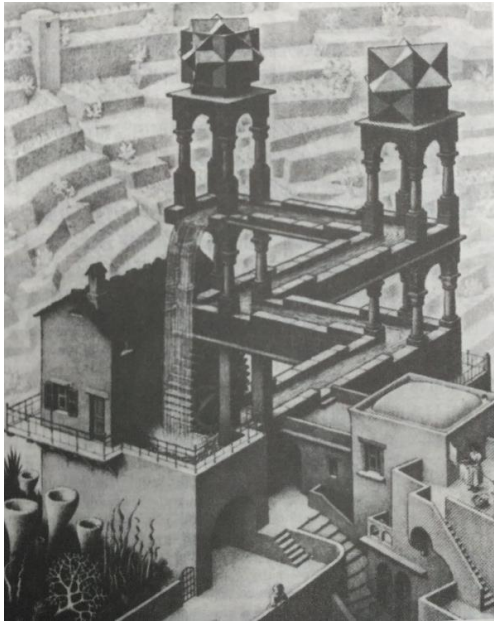
不可能三角形





IAIR Est. 1986

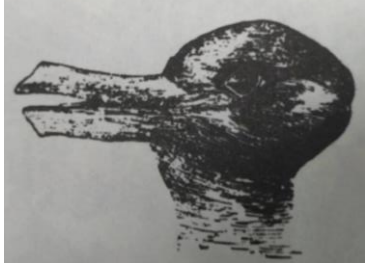
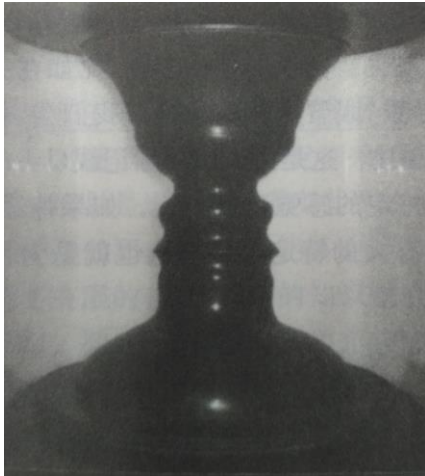
2024/5/27



9

Bistable Figure (双关图)

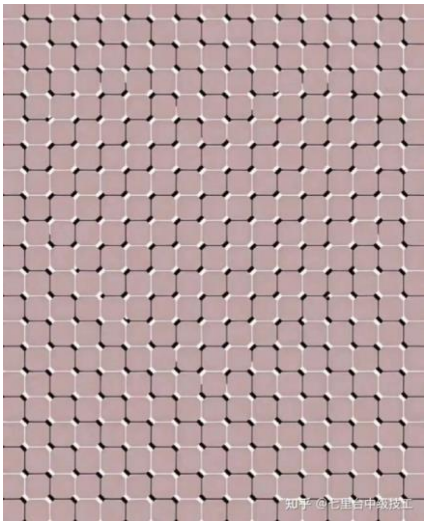
■ 人不可能同时看到两个画面



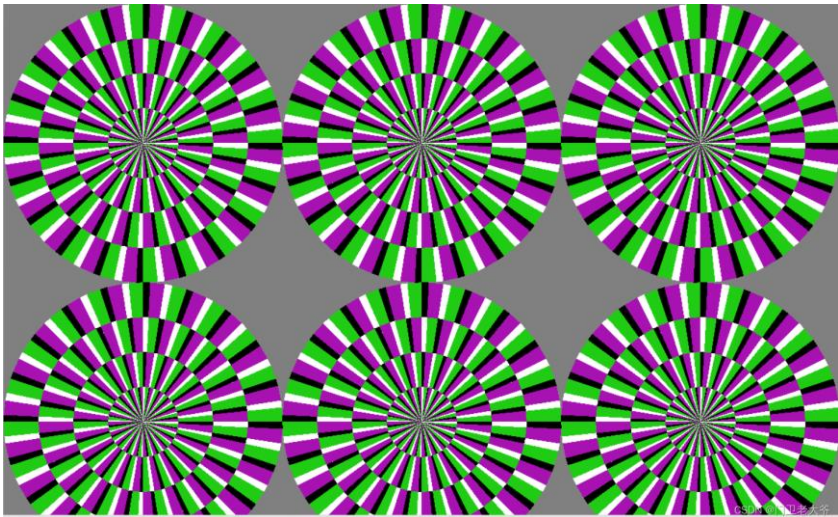
IAIR Est. 1986

2024/5/27

10

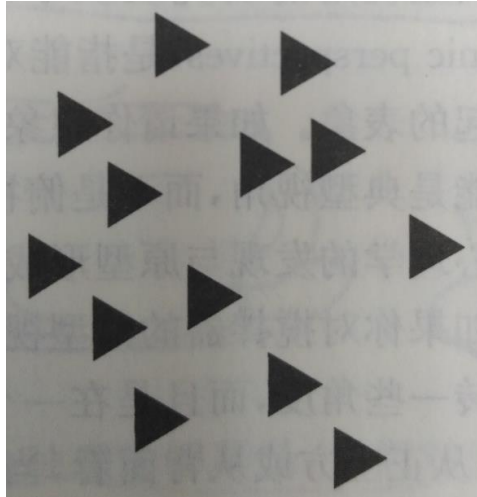


知乎 @ 七叶草中微校 L



知乎 @ 七叶草中微校 L

■ 人脑总是在自动寻找所有可能的知觉组织



感觉 ≠ 知觉

- 我们通过如此有限的（而且是扭曲的）渠道来理解现实世界，不得不承认，我们的一切所知都是错误的 —— 哲学观点
- 周围的现实世界比我们能感觉到的要喧闹得多
- 错觉并非指出了我们知觉能力的缺陷，而是为我们提供了“知觉系统如何工作”更富洞察的启发

感觉层面：信息是具体的 v.s. 知觉层面：信息是抽象的

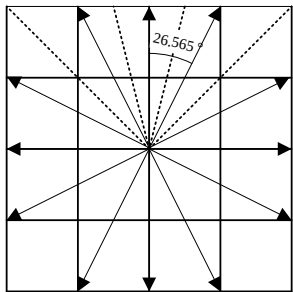
多方向人脸检测算法

■ Viola & Jones提出的著名人脸检测算法仅适用于正面人脸

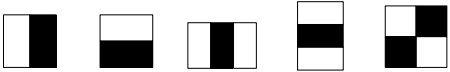


多方向人脸检测算法

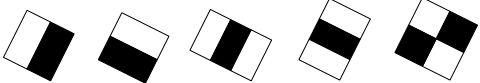
- 认知启发的算法设计：
- 对Haar-like特征进行旋转，而非对人脸图像进行旋转
- 旋转合适的旋转角度，降低特征旋转所带来的额外运算开销



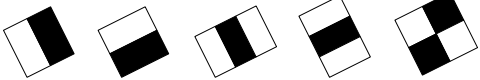
1. Upright Haar-like Features



2. 26.565 °Haar-like features



3. -26.565 °Haar-like features



格式塔心理学 (Gestalt laws)

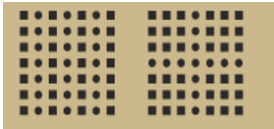
■ Perception Organization

■ Gestalt laws

A series of principles that describe how we **organize** bits and pieces of information into **meaningful wholes**.



Proximity 邻近律



Similarity 相似律



Continuity 连续律

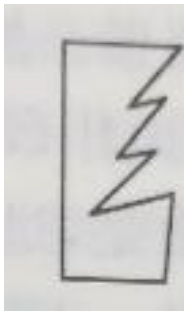


Closure 封闭律

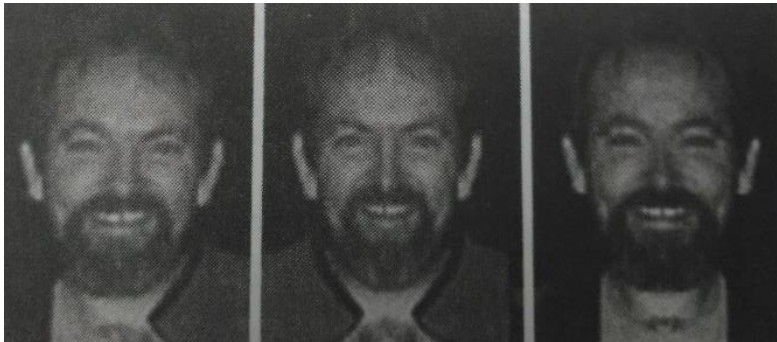
更多闭合律的例子



对称律

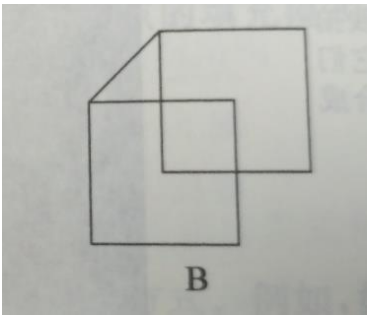
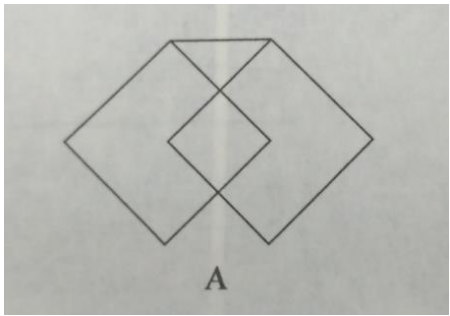


更多对称律的例子



方向对知觉的影响

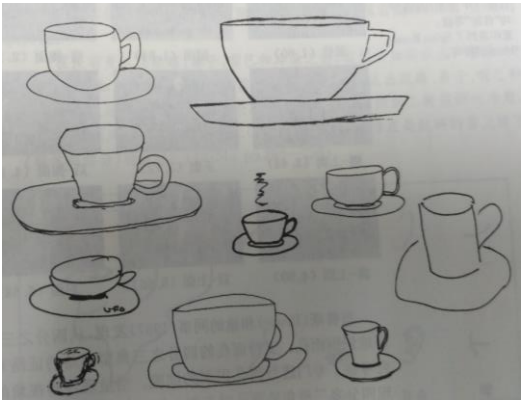
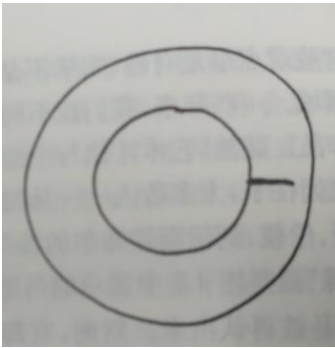
- 早期的格式塔心理学家科勒有一条著名的假设：模式的自发组织是刺激本身的自然作用，与该物体过去的经验几乎没有关系 —— 知觉的直接属性



哪个形状看上去更像是三维的？

典型视角

- 典型视角是格式塔心理学观点的拓展，指能对物体做出最佳表征的形象
- 对典型视角的一种理论解释是，我们对物体的日常经验可以发展出对该物体最具代表性形象的永久记忆



方向对知觉的影响

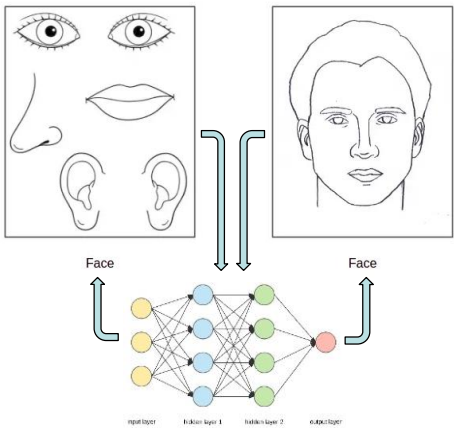


方向对知觉的影响



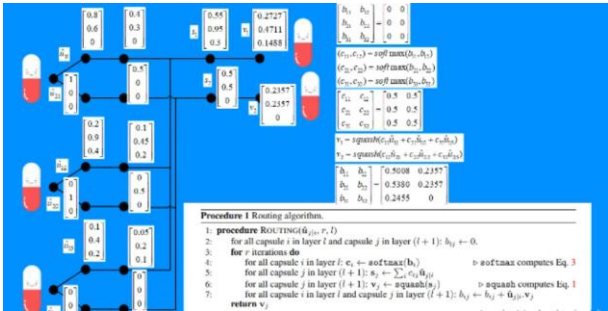
方向知觉的神经网络分析

- CNN在人脸识别时，往往会忽略五官的相对位置，虽然它能够很好地判别五官，但特征之间的空间关系信息，CNN是丢失的



胶囊网络

- 胶囊网络(Capsule Networks)是深度学习三巨头之一的Geoffrey Hinton提出的一种全新的神经网络结构
- 胶囊就是将原有CNN神经网络中的个体神经元替换成了一组神经元组成的向量，这些神经元被包裹在一起，组成了一个胶囊
- 胶囊网络中的每层神经网络都包含了多个胶囊基本单元，这些胶囊与上层网络中的胶囊进行信息交互传递
- 胶囊之间通过动态路由算法联系，这编码了图像中特征的空间关系，决定当前胶囊将其输出发送到哪个更高级的胶囊



两种对立的知觉理论

核心争议在于知觉是否需要知觉者已有内部心理表征的参与调节。内部表征是指知觉者已有的与知觉对象相关的知识经验、期望、动机和情绪等内部因素。

■ 两大知觉理论

- 知觉的假设考验说：建构主义的间接知觉理论
- 知觉的刺激物说：Gibson的直接知觉理论

Gibson的直接知觉理论	建构主义的间接知觉理论
● 知觉不需要内部表征的中介调节 ● 强调自下而上数据驱动的加工 能从环境中获得充分的 感觉信息来完成知觉任务， 形成直接知觉 ● 强调生态学方法，知觉、 行动和环境三者互动的动态 知觉	● 知觉需要已有内部表征的 中介调节 ● 认为感觉信息对知觉是不 充分的 强调自上而下概念驱动的 加工，也包括强调自下而上 数据驱动的加工 ● 知觉是积极的建构过程， 通常包含理解和推断

Top-down & Bottom up

- **Top-down processing (自上而下加工)**
 - Perception that is guided by higher-level knowledge, experience, expectations, and motivations
- **Bottom-up processing (自下而上加工)**
 - Perception that consists of recognizing and processing information about the individual components of the stimuli

自底向上还是自顶向下

- **红字是什么?**

A

B

C

自底向上还是自顶向下

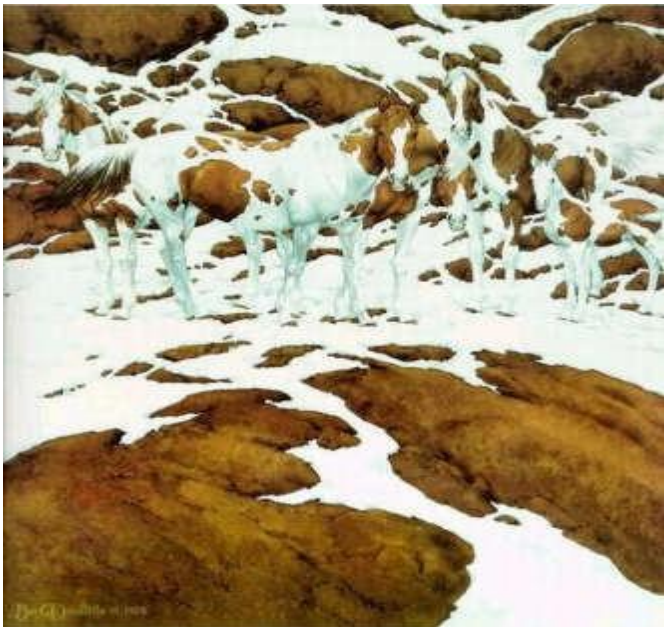
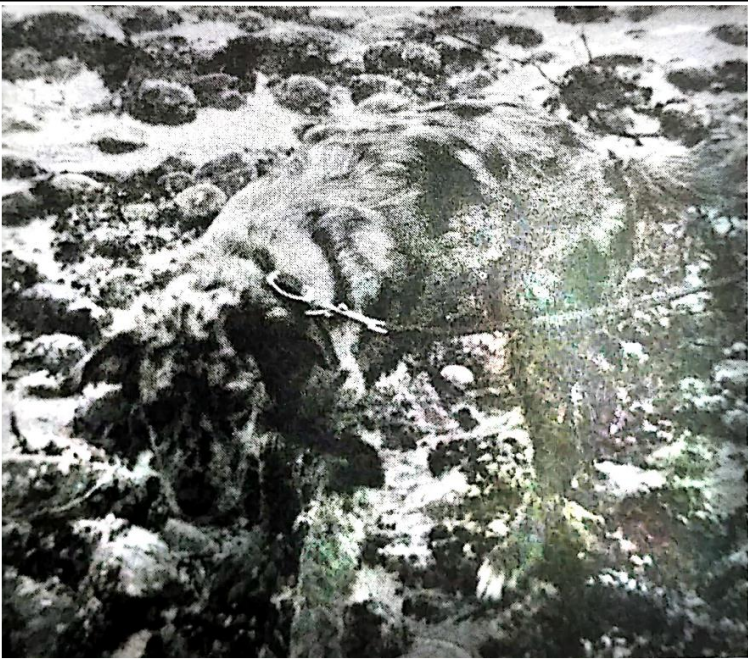
■ 红字是什么？

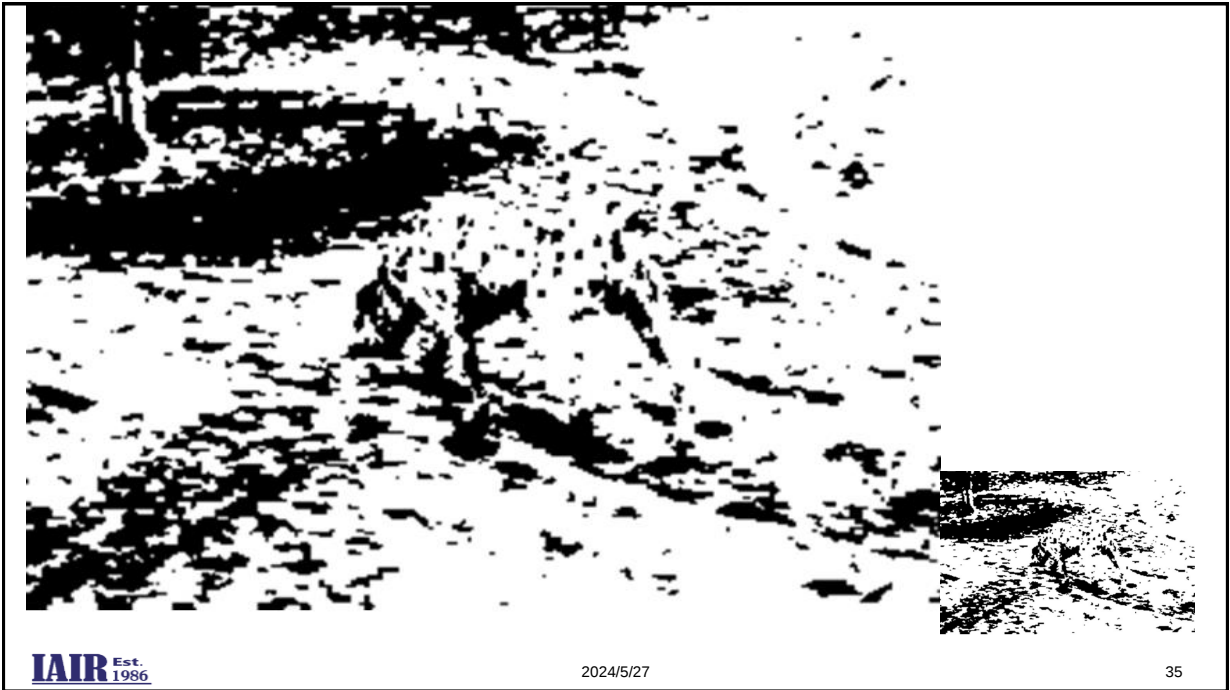
I2 I3 I4

自底向上还是自顶向下

■ 红字是什么？

A
I2 I3 I4
C





自底向上还是自顶向下

■ 首先看到了什么？

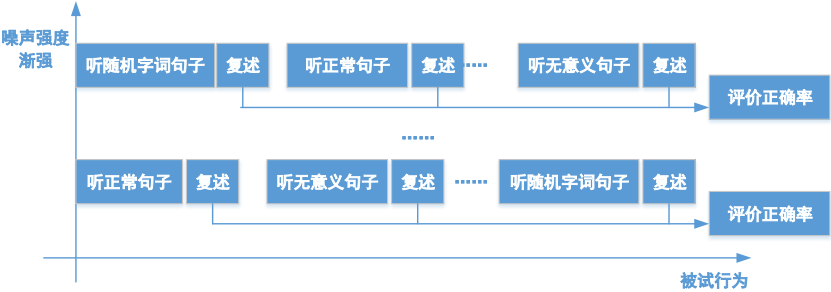


自底向上还是自顶向下

THE CHT

建构主义的听知觉实验

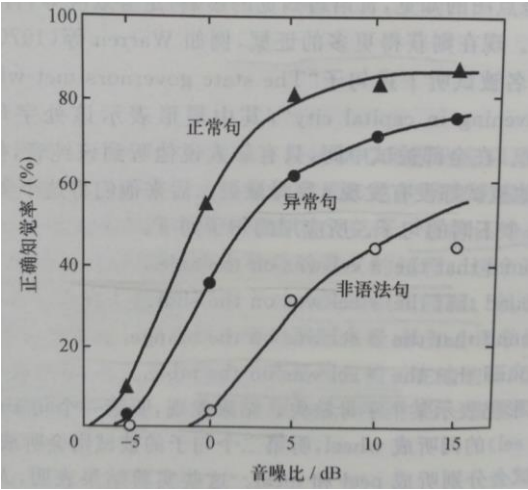
- Miller、Isard (1963) 关于知识经验在知觉中作用的实验
- 实验范式设计:



- 刺激 (Stimuli) 范例:
- (a) 正常句子: A witness signed the official document.
- (b) 无意义句子: A witness appraised the shocking company dragon.
- (c) 随机组合字词句子: A legal glittering the exposed picnic knight.

建构主义的听知觉实验

- 实验结果：
- 句子的正确知觉率是音噪比的函数
——验证了知觉的直接性质
- 相同音噪比下：
正常句 > 异常句 > 非语法句
——验证了知觉的间接性质
- 实验结论：
- 人的已有语言知识对知觉具有作用
- 知觉既具有直接性质，也具有间接性质



更多的建构主义实验范例

If You Can Raed Tihs,
You Msut Be Raelly Smrat !

自下而上和自上而下加工的结合

- 知觉是自下而上的数据驱动加工与自上而下概念驱动加工两种成分综合的结果，两种成分相对比例的多少取决于知觉任务中的具体因素，随知觉任务的不同而不同
- 单纯地依赖自下而上的数据驱动加工的知觉任务相对很少，大部分知觉任务是两种加工成分的综合，即知觉是现实刺激和已贮存知识经验相互作用的结果

应用背景-1

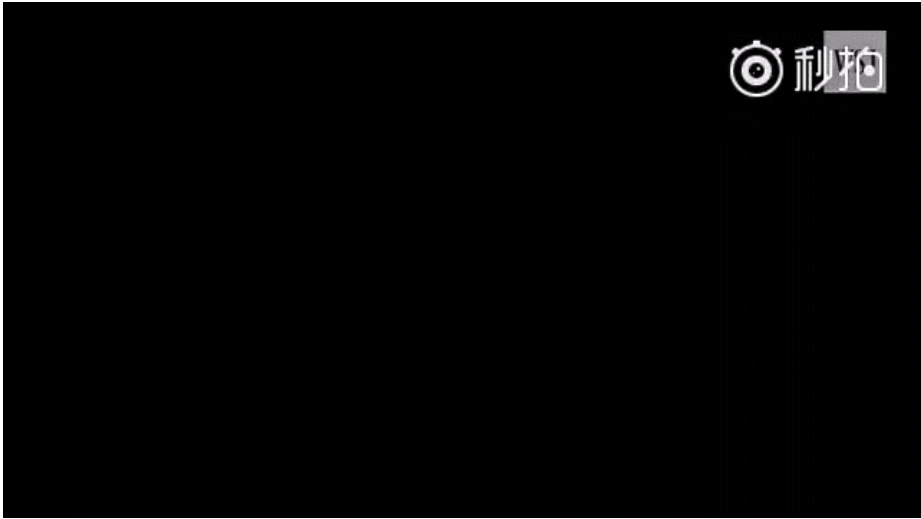
WIENER FILTERING

During the war, Wiener worked on aircraft fire control. (1 plane for 10,000 rounds of ammunition). Wiener worked on a electronic gunsight.

Where to aim the gun? We must predict the place where the plane will be in the future!!!

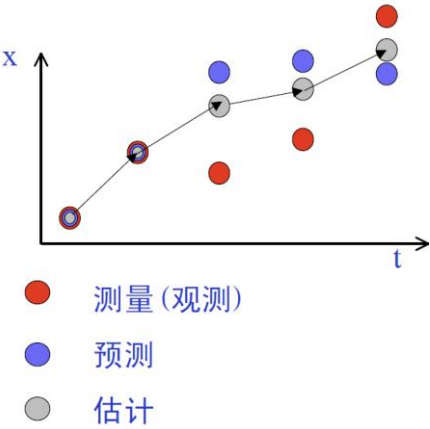
The contribution was to think of the plane position in STATISTICAL terms. From all possible paths choose the one that is more probable.

应用背景-2



视频目标跟踪

- 目标跟踪：使用观测值估计目标状态（位置、速度、形状等）
 - 卡尔曼（Kalman）滤波是解决目标跟踪问题的经典方法
- 工作方式：预测+校正



卡尔曼滤波的认知心理学视角解释

■ 动态方程:

$$s_{i+1} = H_i s_i + n_i$$

反映自顶向下的模型（概念）驱动

■ 观测方程:

$$x_i = F_i s_i + \eta_i$$

反映来自外界的刺激（数据驱动）

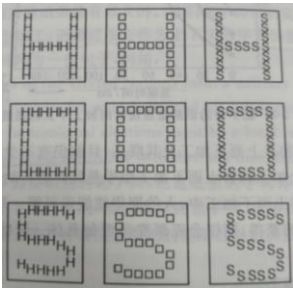
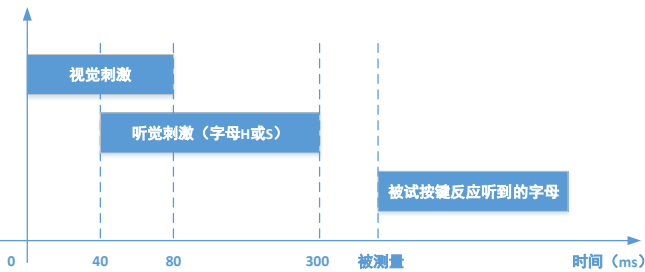
■ 状态更新方程:

$$\hat{s}_i = \underbrace{H_{i-1} \hat{s}_{i-1}}_{\text{预测}} + \underbrace{K_i}_{\text{卡尔曼增益}} (\underbrace{x_i - F_i H_{i-1} \hat{s}_{i-1}}_{\text{校正}})$$

■ 可以看到，状态（知觉）的更新是概念驱动结果（预测）与数据驱动结果（来自观测）的综合，两项之间通过卡尔曼增益来加权

整体加工与局部加工的争论

- Problem statement
对于一个客体（object），是先知觉其各部分，进而再知觉整体？还是先知觉整体，再由此知觉其各部分？
 - 格式塔心理学认为，整体是在其部分之前被知觉的
 - Navon（1977）的著名视听知觉实验研究证实了上述观点
- 实验范式设计：



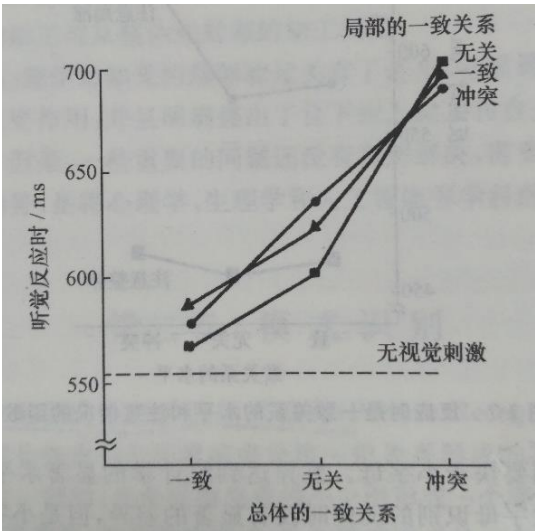
整体加工与局部加工的争论

■ 实验结果

- 听觉反应时是总体一致关系的函数，其差异达到显著水平
- 听觉反应时与局部一致关系没有显著差异

■ 实验结论

- 在有限深度的视觉加工中，只有总体特征可被知觉，而局部特征则不被知觉



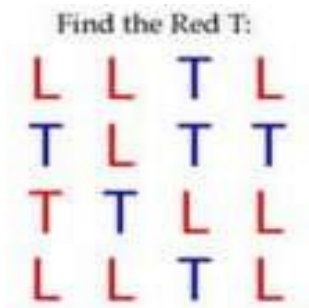
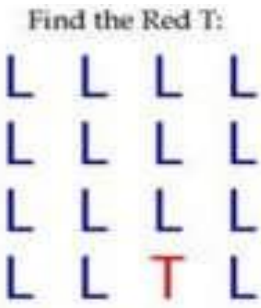
整体加工与局部加工的争论

- 40多年前，一个名不见经传的中国人在国际权威学术刊物《Science》杂志上以唯一作者发表了一篇文章，独创性地提出了“大范围首先”的拓扑性质知觉理论，就“什么是认知基本单元”的根本问题，向半个多世纪以来占统治地位的“局部首先”的理论路线提出挑战
- 这是改革开放后中国学者在《Science》上发表的第一篇科学论文。论文的作者陈霖，当时既没有学位也没有职称。之后的30年时间里，在与持不同学术观点学者的争论与交流中，他用令人信服的实验不断完善和论证这一假说，使之被越来越多的同行所接受，成为中国学者对认知科学重大基础问题的原创性贡献

Chen, L. (1982). Topological structure in visual perception. Science, 218, 699-700.

平行与序列加工

- 其他关于知觉的心理表征的争论还包括：平行加工与序列加工
- 加工因素一：颜色（红、蓝）
- 加工因素二：字符（L、T）



本讲小结

- 知觉是感觉信息的组织和解释，即获得感觉信息的意义的过程
- 错觉为心理学家提供了“知觉系统如何运作”的深入了解，能够帮助理解知觉系统如何在“内部表征”中组织刺激
- 格式塔心理学强调心理活动的整体性，其名言是“整体多于部分之和”
- 知觉的刺激物说认为知觉是在刺激下即刻自动产生的，不依赖于人过去的经验和学习
- 假设考验说则将知觉看做是一种主动的和富有选择性的建构过程，既有直接性质，也有间接性质