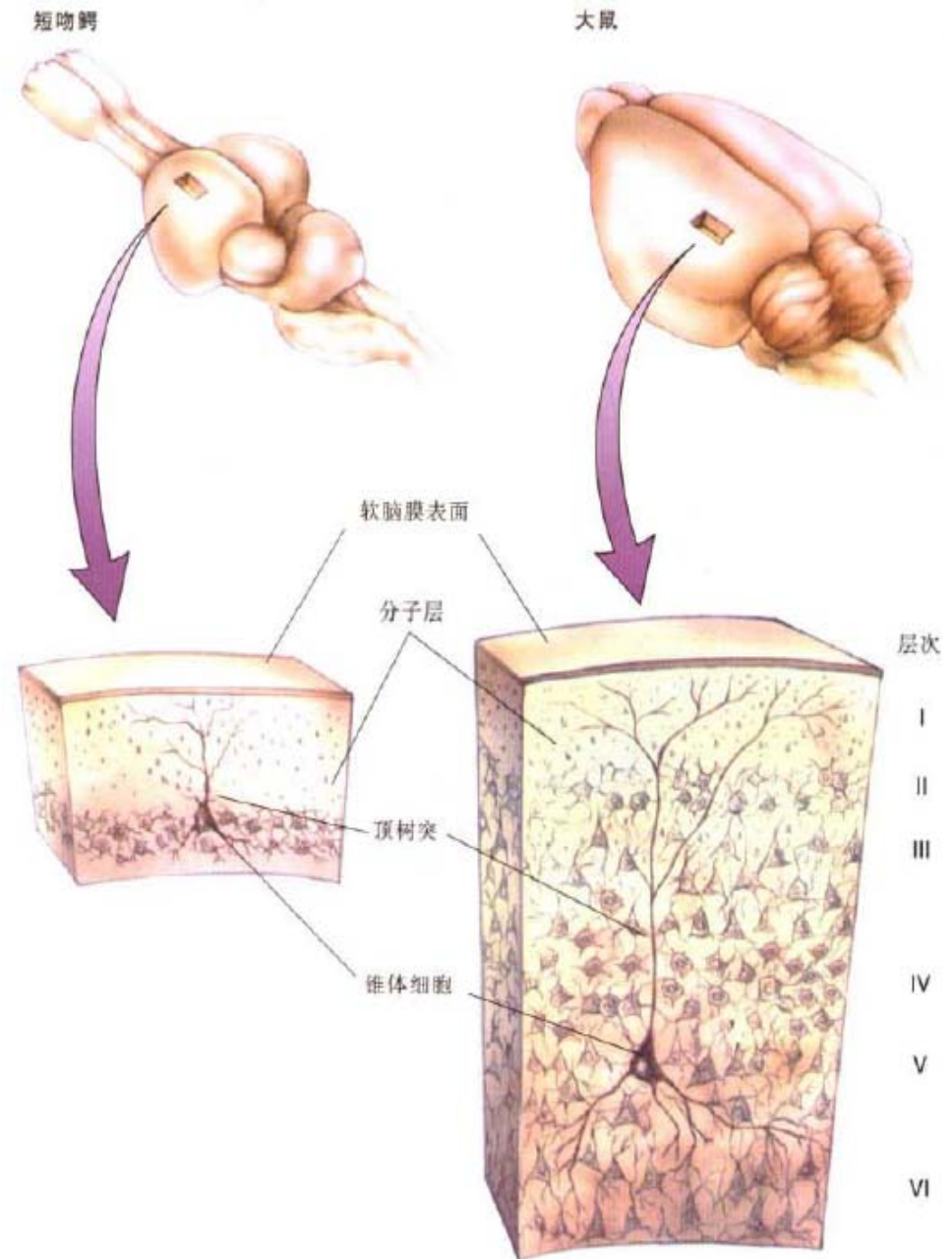


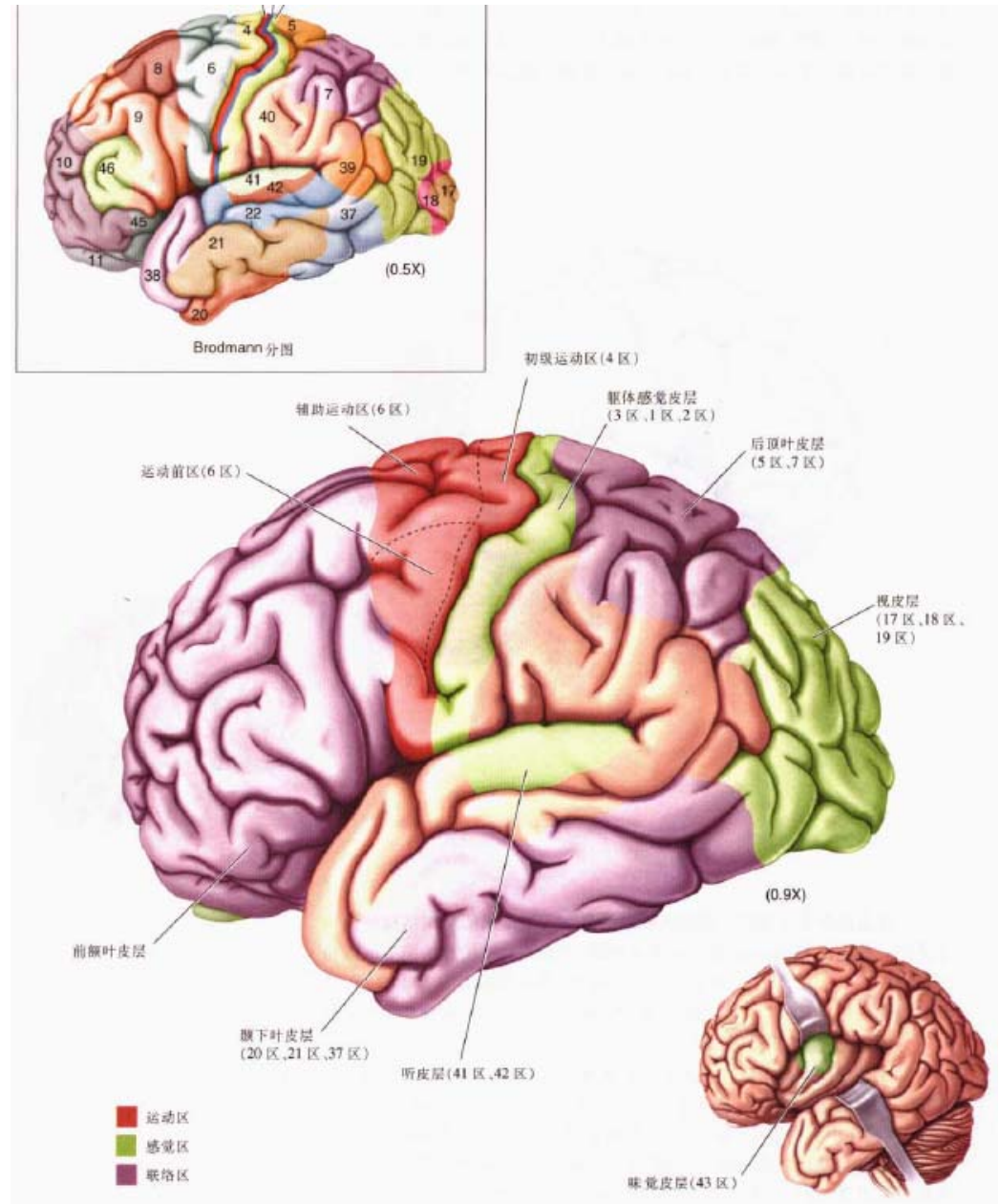
# 新皮层回顾

- 大脑皮层中最晚进化出的部分
- 特有的6层结构，在所有哺乳动物的大脑中发现
- 大脑中与**智能有关的最主要部分**（另外两个部分：丘脑和海马）
- 厚度：**6张扑克牌**
- 面积
  - 人：1张餐巾
  - 猴子：1个信封
  - 老鼠：1张邮票



# 新皮层分区和 层级结构

- 分区之间的层次关系
  - 例如，视觉腹侧通路：Retina -> LGN -> V1 -> V2 -> V4 -> IT
  - 层次关系通过分区间的正向和反向连接体现

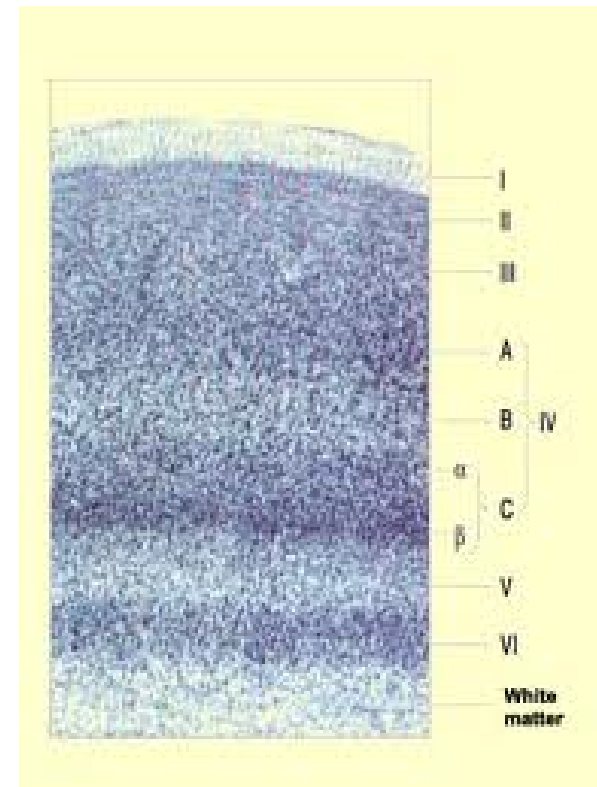


# 关于新皮层的猜想

- 新皮层的结构在不同区域、不同物种之间，存在高度相似性
  - 层数相同、神经元种类和分布相同、连接方式相同
- 结构相似导致功能相似
  - 将初生雪雕的视觉信号连接到听觉发育区，听觉区发育为视觉区
  - 先天性盲人阅读盲文时，激活的是视觉区
- 猜想（美国神经科学家Montcastle于1978年提出）
  - 新皮层的功能区域的信息处理都遵循一个共同的算法，视觉、听觉、运动输出等之间没有任何差异

# 新皮层的功能柱

- 功能柱是皮层的基本计算单位
- 大脑是个**many core CPU**，每个功能柱是个核心

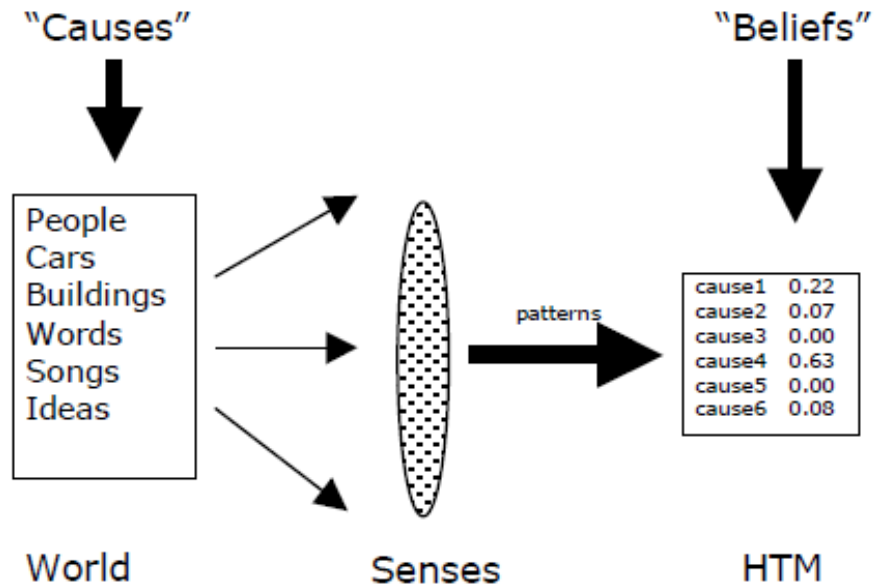


# 大脑的功能

- 记忆：推断和预测的基础
  - 模式记忆（空间），例如人脸
  - 序列记忆（时间），例如歌曲旋律
  - 大脑靠记忆而不是计算，抓球例子
- 推断
- 预测

# 大脑的功能

- 记忆
- 推断：找出感官输入数据的原因
  - 发现猎物、识别人脸
  - 发现物理定律
  - 推断的根据（贝叶斯公式）
    - 原因对数据的支持度（似然度） $\times$  原因的先验概率
  - 推断的结果：原因的后验概率分布（信念）



# 大脑的功能

- 记忆
- 推断
- 预测：接下来会发生什么
  - 逃避危险
  - 指挥行动、做计划
  - 提供上下文信息（先验概率），帮助推断
- 推断和预测是**自发的**，每时每刻都在发生，和有意识的逻辑推理不同
  - 我不懂贝叶斯，能做贝叶斯推断吗？
  - 你不懂，但你的视皮层懂

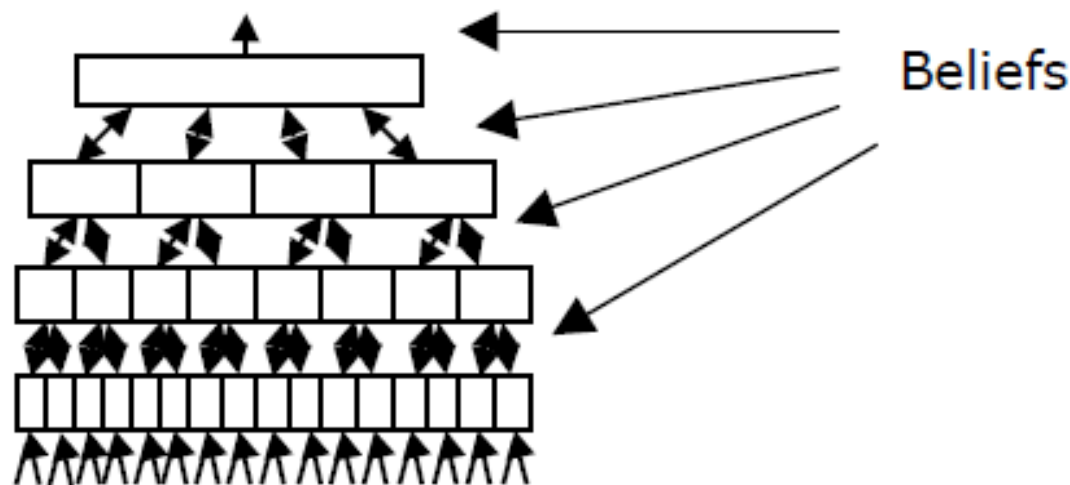
# 新皮层的功能

- 记忆
- 推断
- 预测
  
- 记忆基础上的推断和预测不仅是大脑的主要功能，也是新皮层功能柱的主要功能，是智能的基础
- 新皮层就是一部记忆-预测机



# 怎样完成推断和预测？ HTM层级结构

- 每个结点的功能
  - 识别模式
  - 记忆模式序列
  - 向上级传递信念
  - 向下级反馈预测
- 在“我们”看来

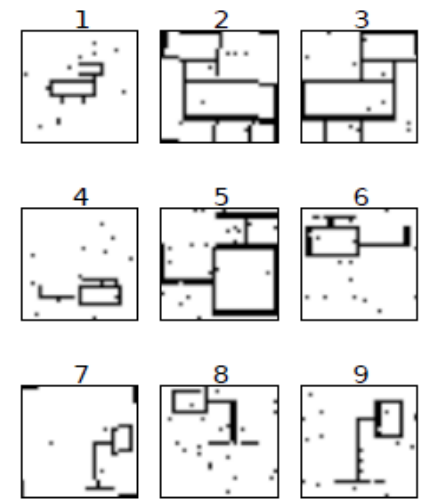
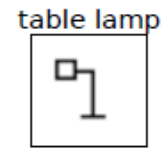
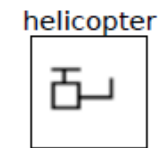
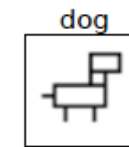
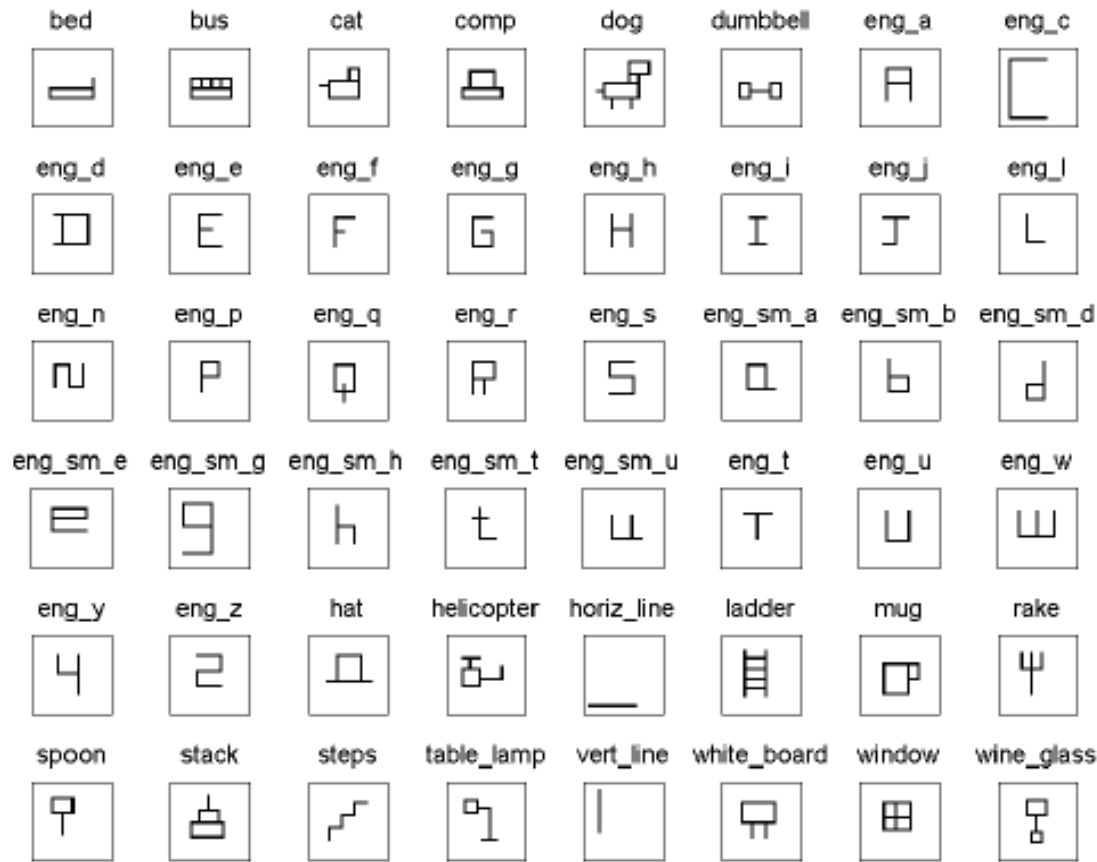


- 底层结点：记忆短暂时间序列，推断简单原因
  - 上层结点：记忆长期时间序列、推断复杂原因
- 在“结点自己”看来
  - 我不知道自己的身份、地位，不知道输入数据的类型、来源，只管做同样的工作

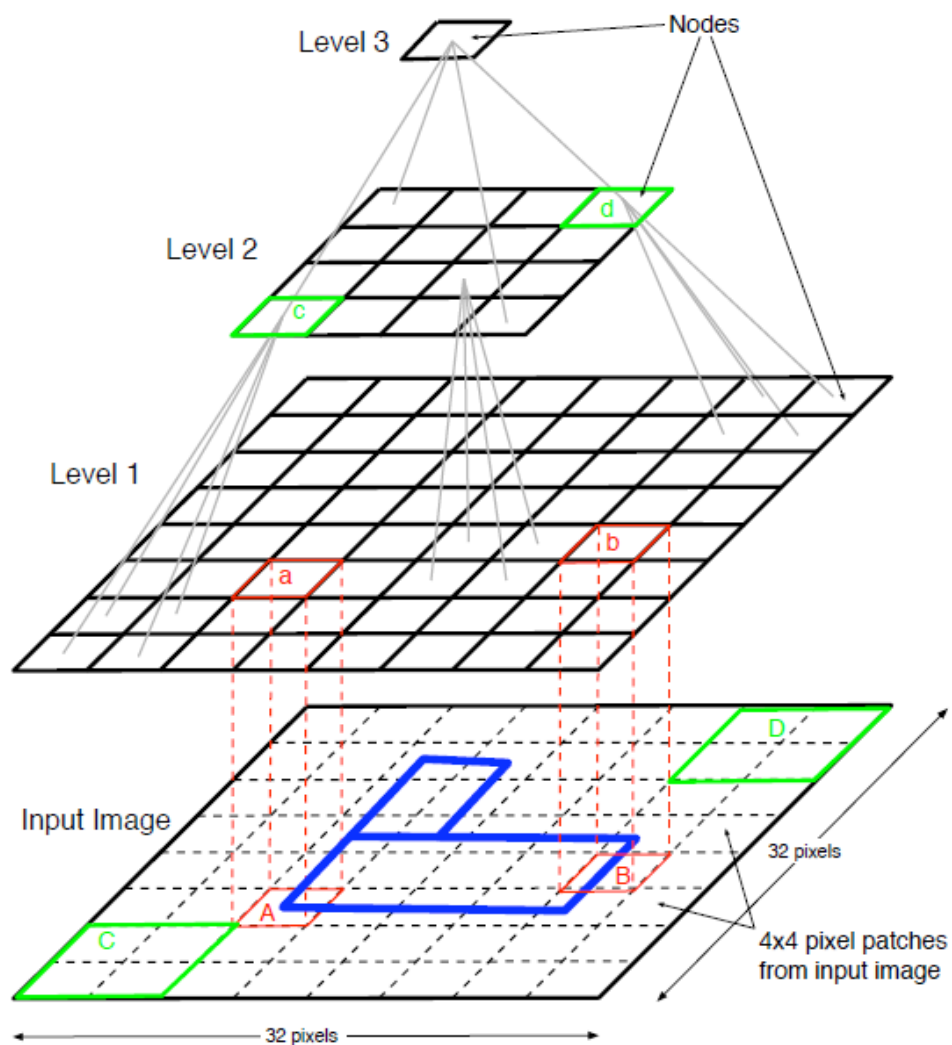
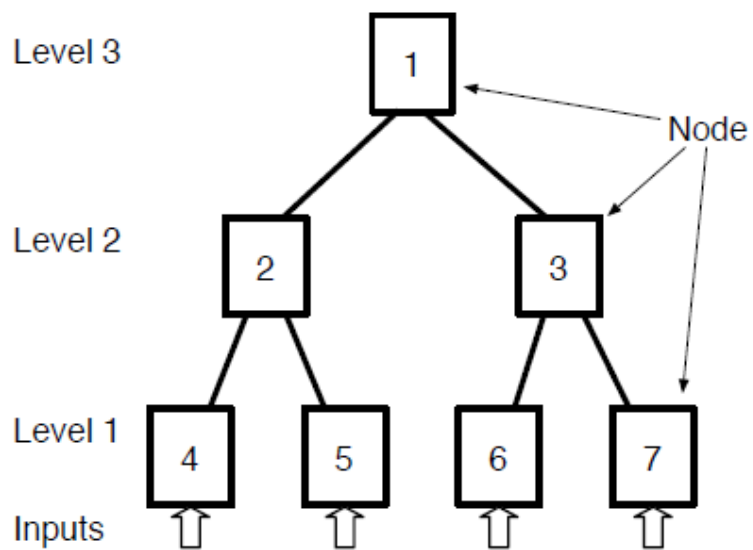
# 时间在视觉中的作用

- 视觉问题的本质是无监督的
  - 无论图像在位置，大小，光照条件、变形的呈现、大量的噪音发生改变，人类和绝大多数哺乳动物仍能够识别图像
- 哺乳动物怎样解决无监督学习问题？
  - 例如：猫捉老鼠
- 时间是视觉无监督学习的导师

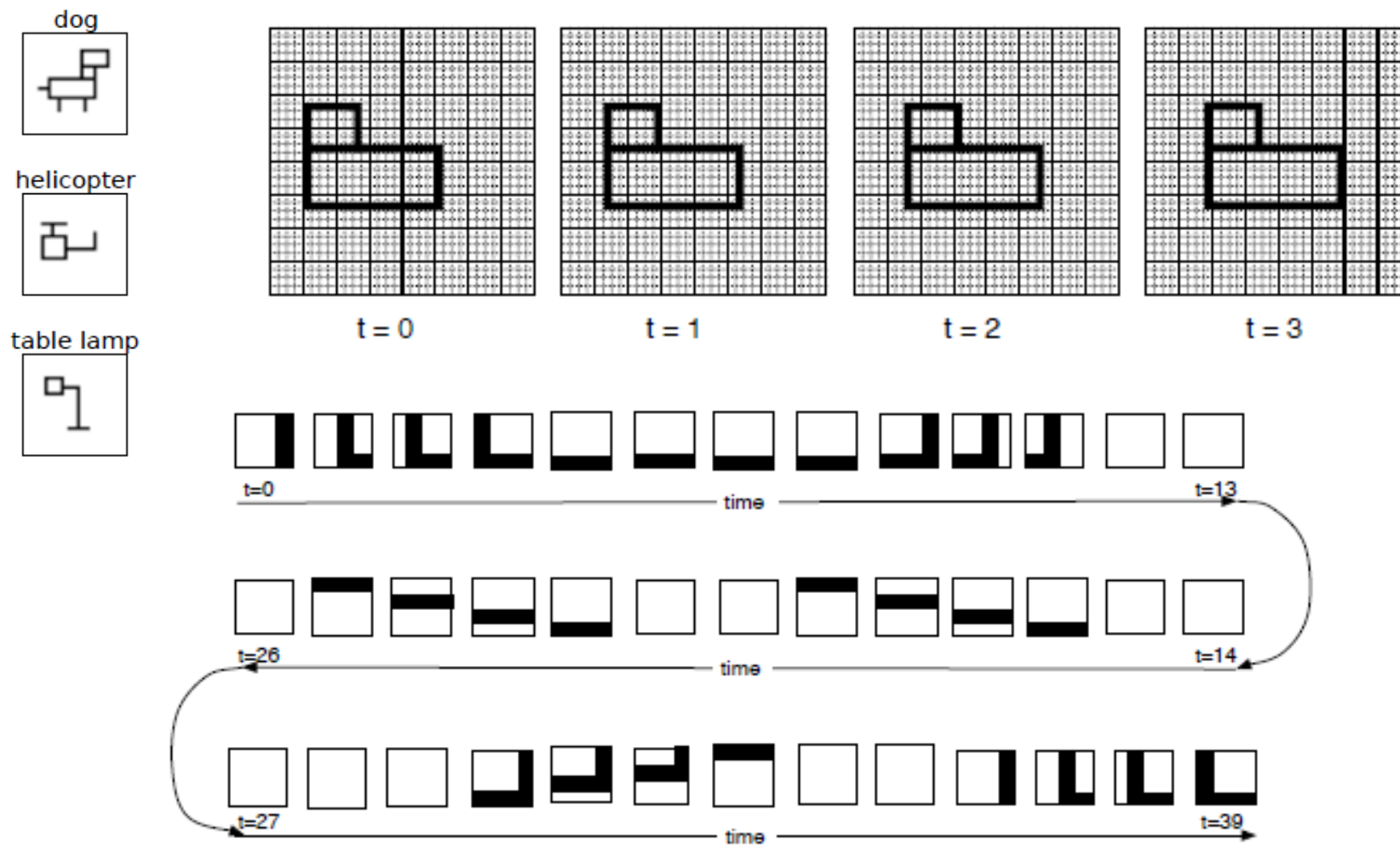
# HTM工作原理实例：看图识物



# HTM网络结构






































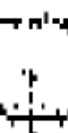









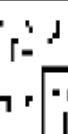




# 训练方法：给HTM网络看电影



顶层结点连接到一个有监督分类器，相当于海马

# 测试集

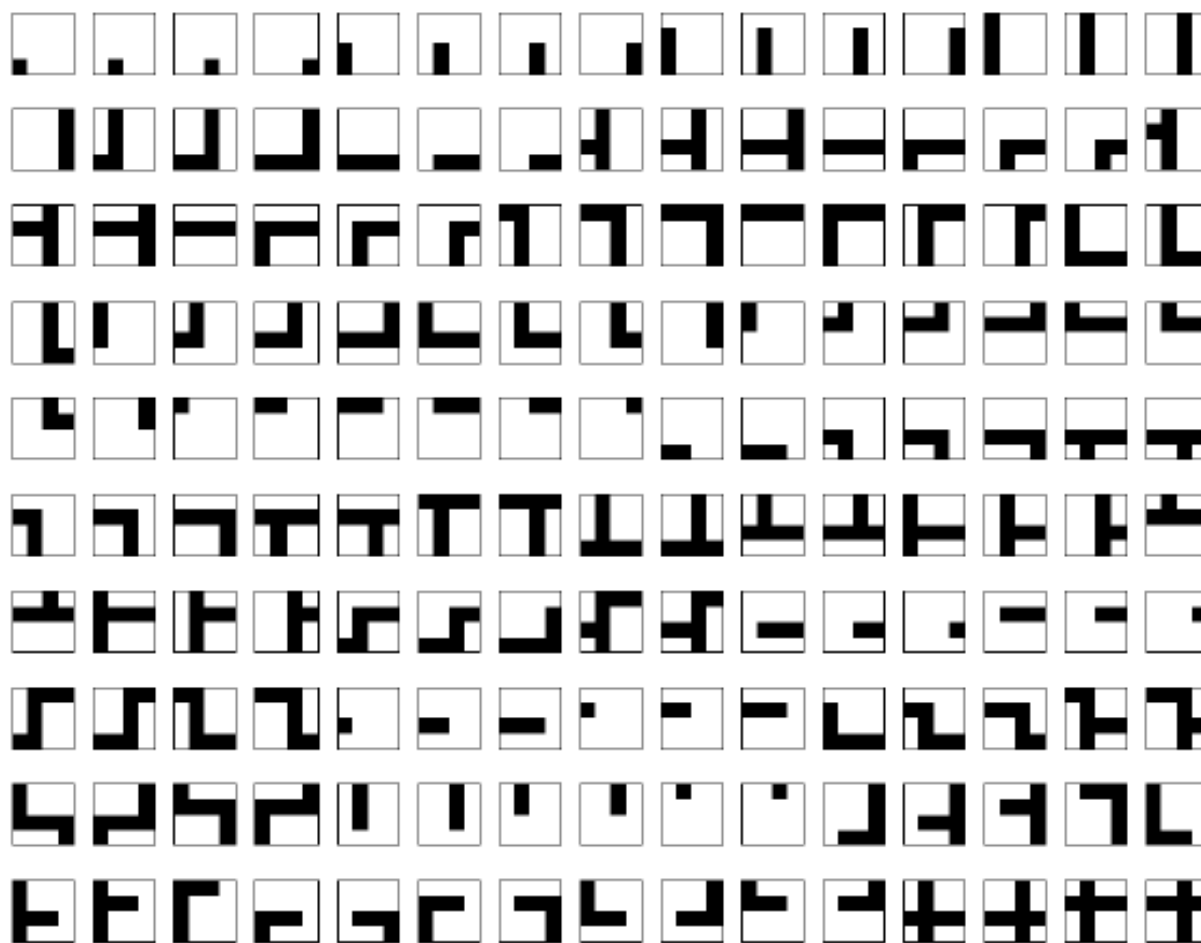
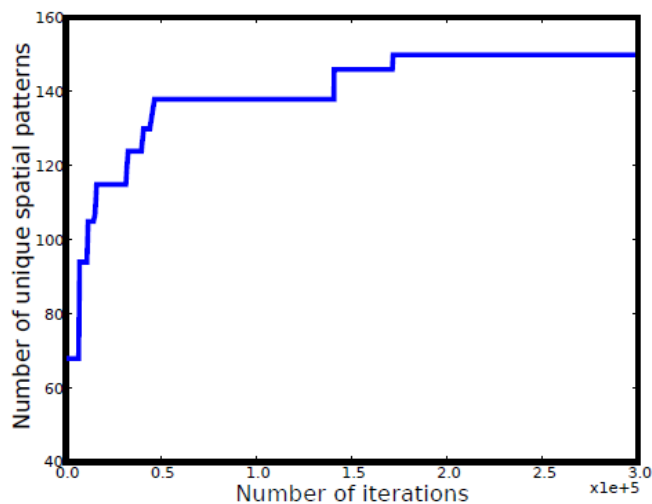
DOG	DUMB BELL	ENGLISH A	ENGLISH T	HELICOPTER	MUG	ENGLISH E	ENGLISH Q	ENGLISH S	CAT
									
									
									
									
									

# 单个结点的操作

- 学习阶段
  - 观察输入模式，建立内部表示，没有输出
  - 又分为记忆模式、学习转移概率、时间聚合三个子阶段
- 感知/推断阶段
  - 对每个输入模式产生输出表示信念

# 学习阶段1：记忆模式

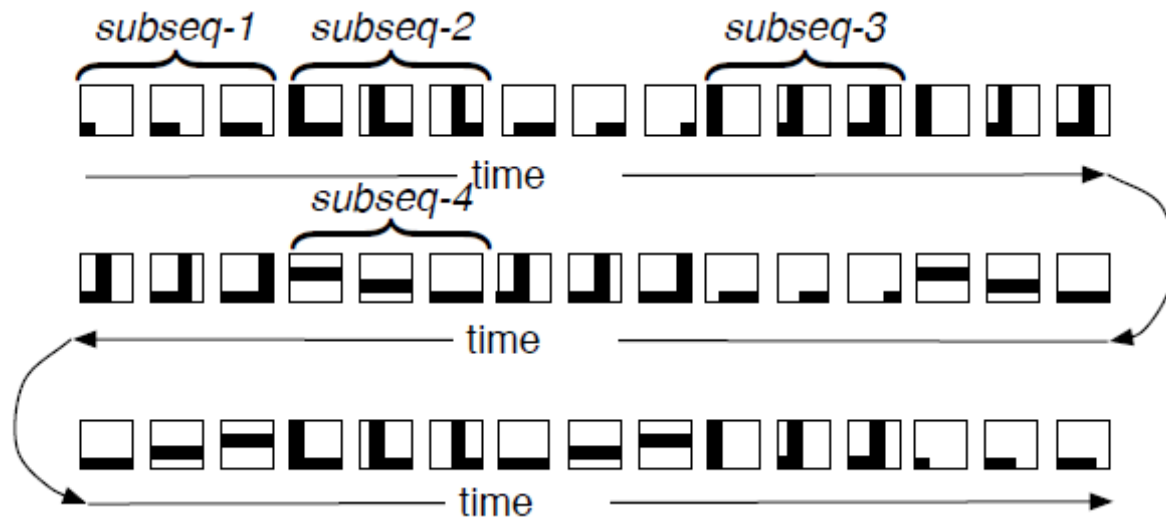
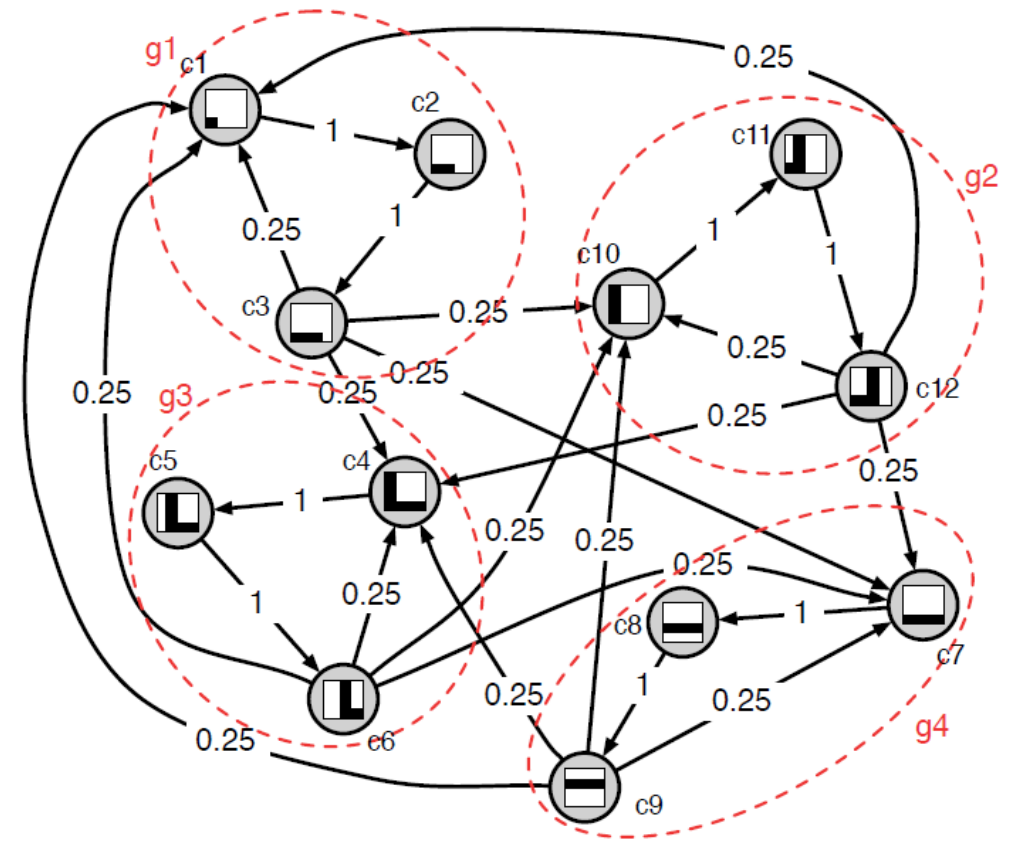
- 建立记忆持久存储看到的模式，并给每个模式编号
- 把感受野中出现的模式和模式库比较，如果不在，则加到模式库中





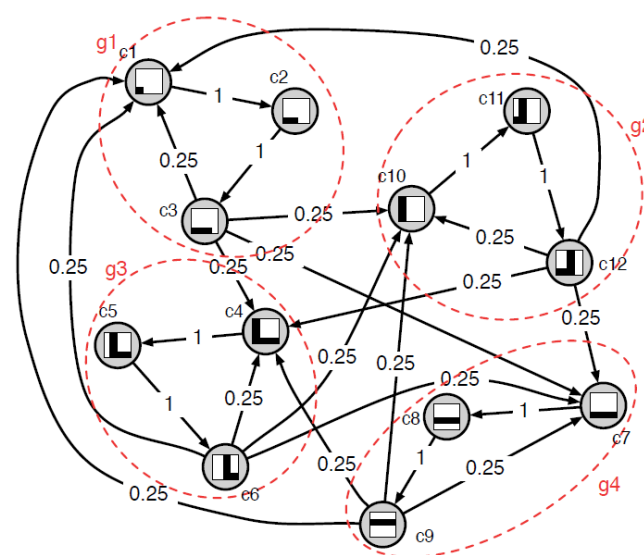
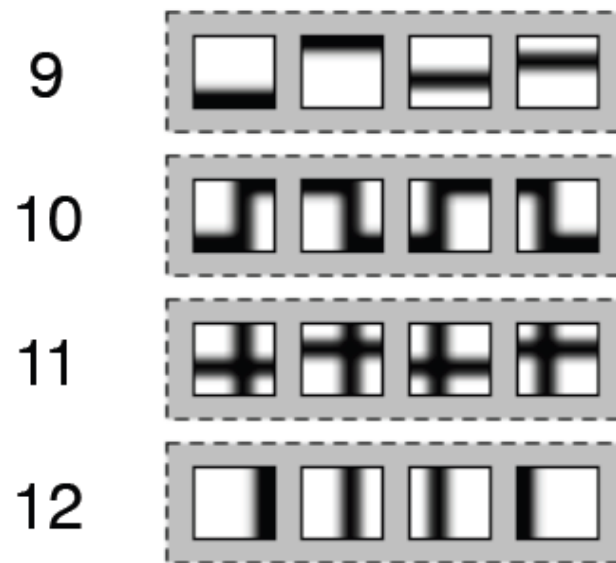
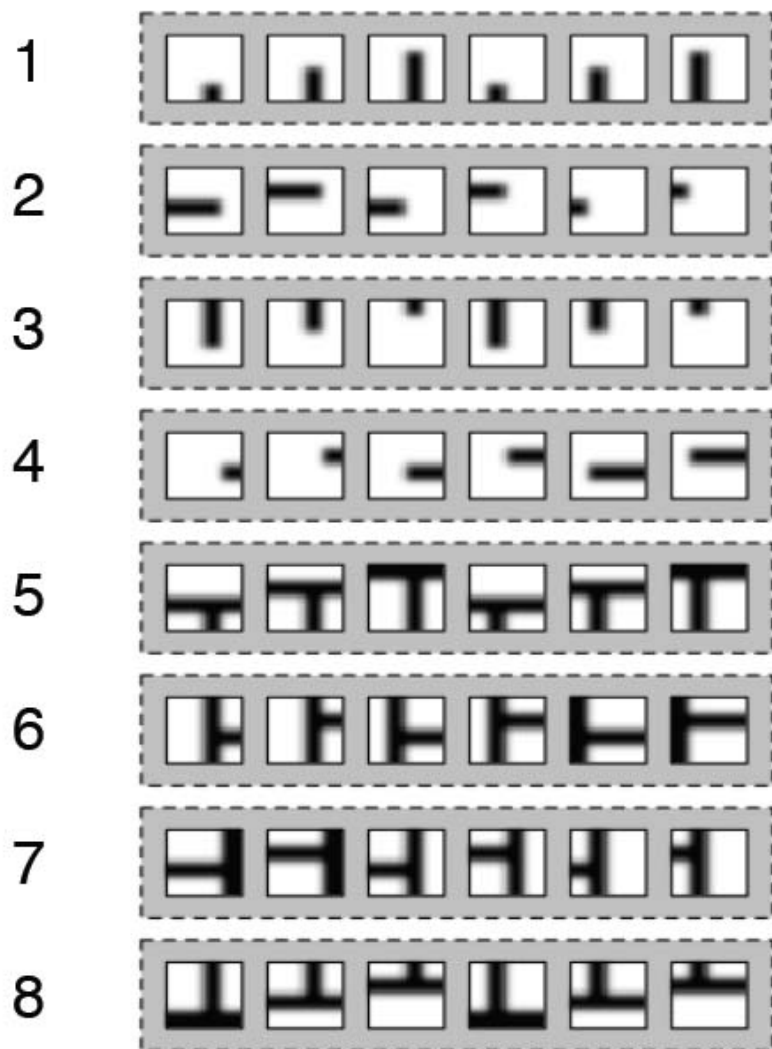
# 学习阶段2: 学习转移概率

- 建立并维护表示模式转移的马尔科夫图

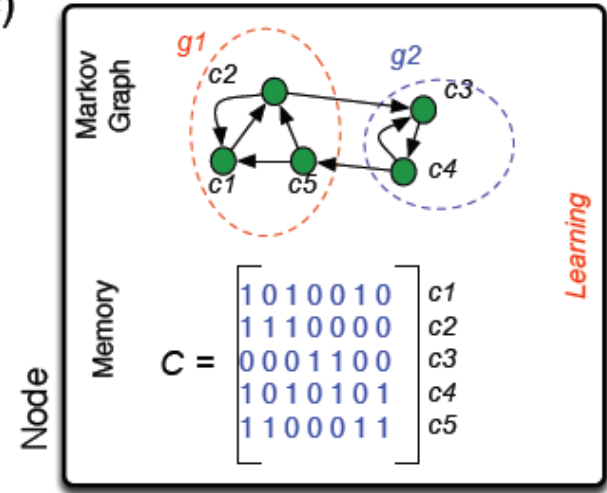
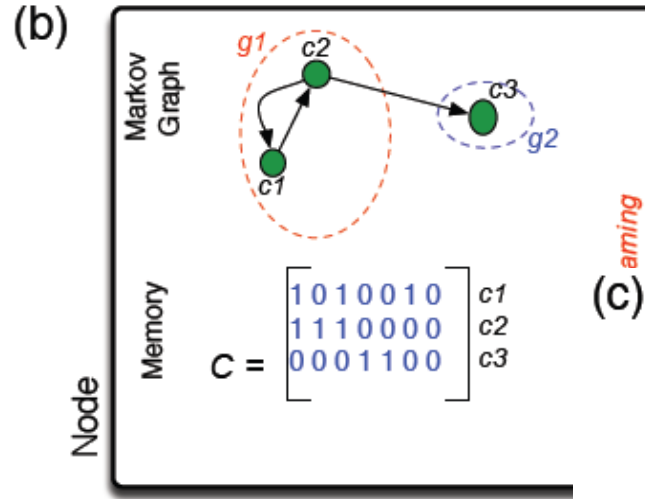
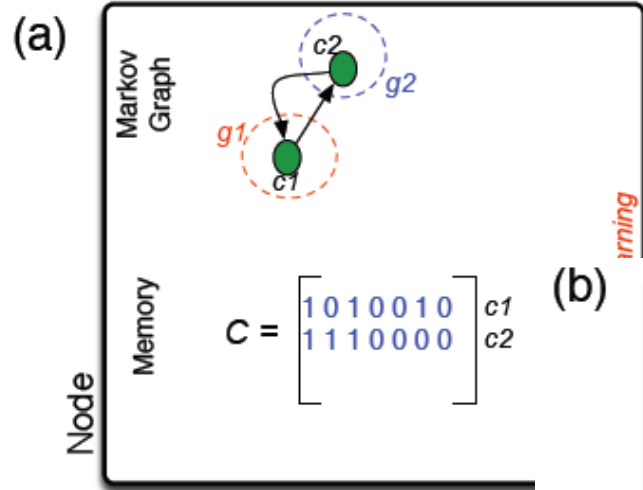


# 学习阶段3：时间聚合

根据马尔科夫图将模式聚合为序列

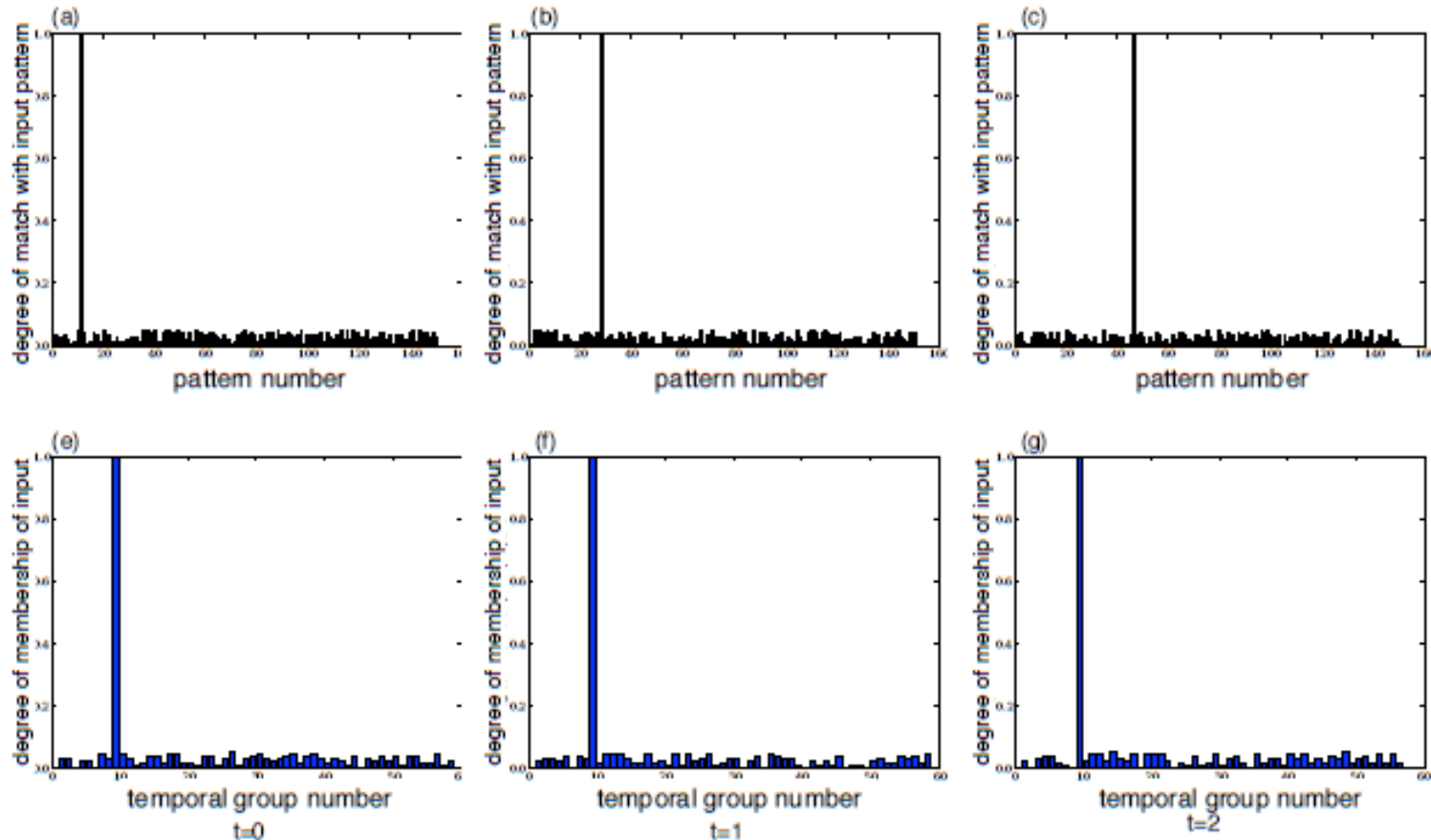
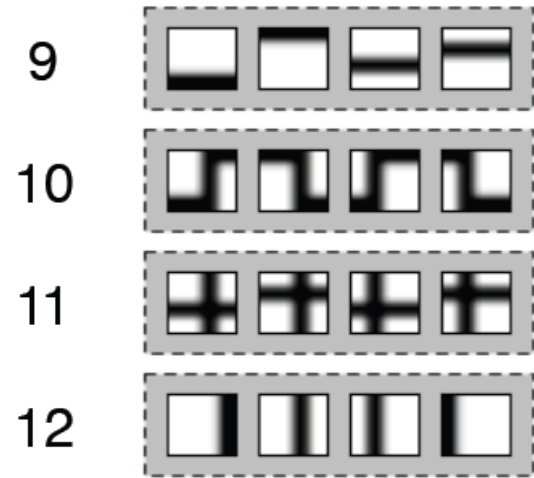


# 学习阶段全过程

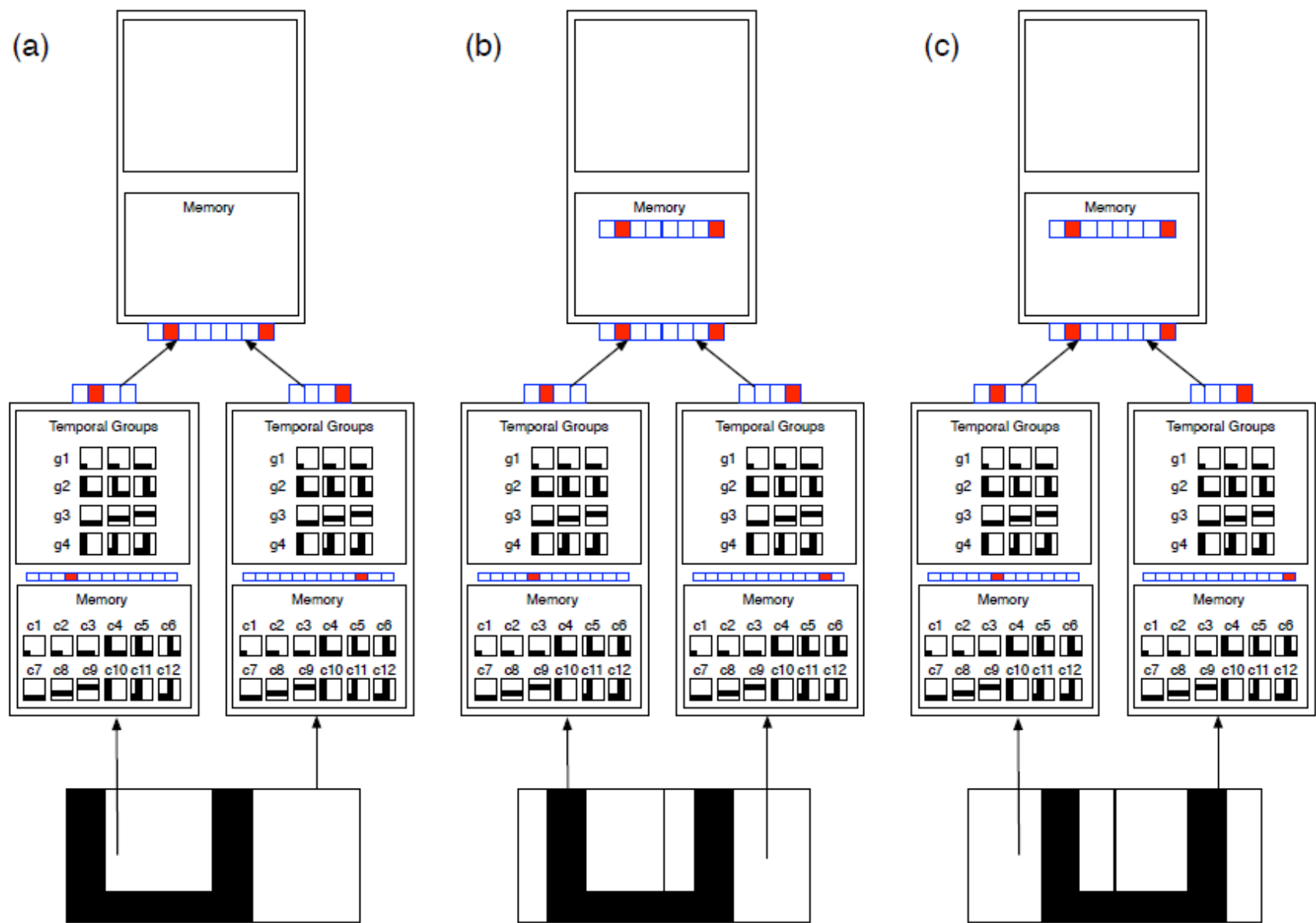


# 推理阶段

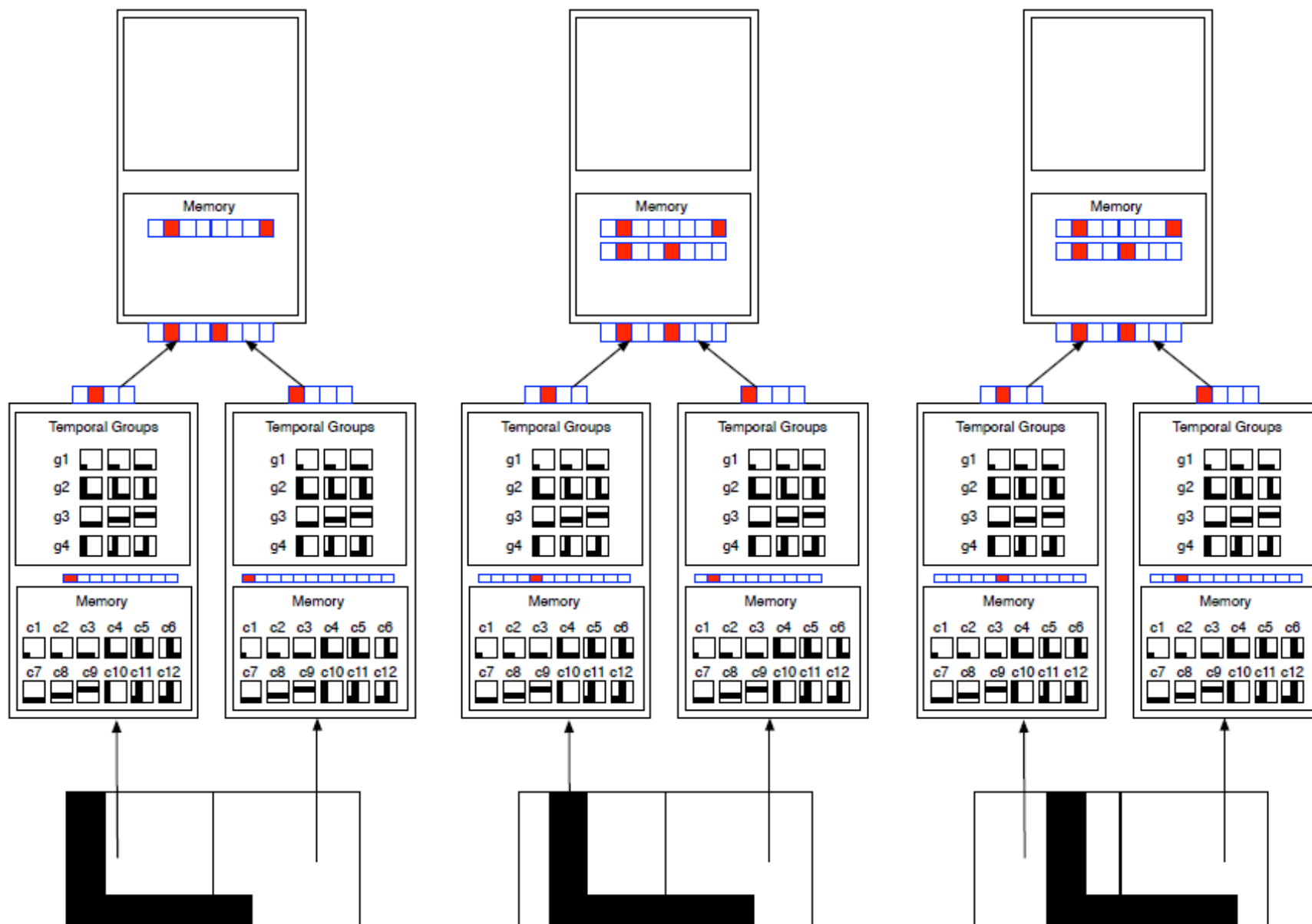
- 输入：同学习阶段
- 输出：输入模式属于每个时间序列的概率（向量表示）



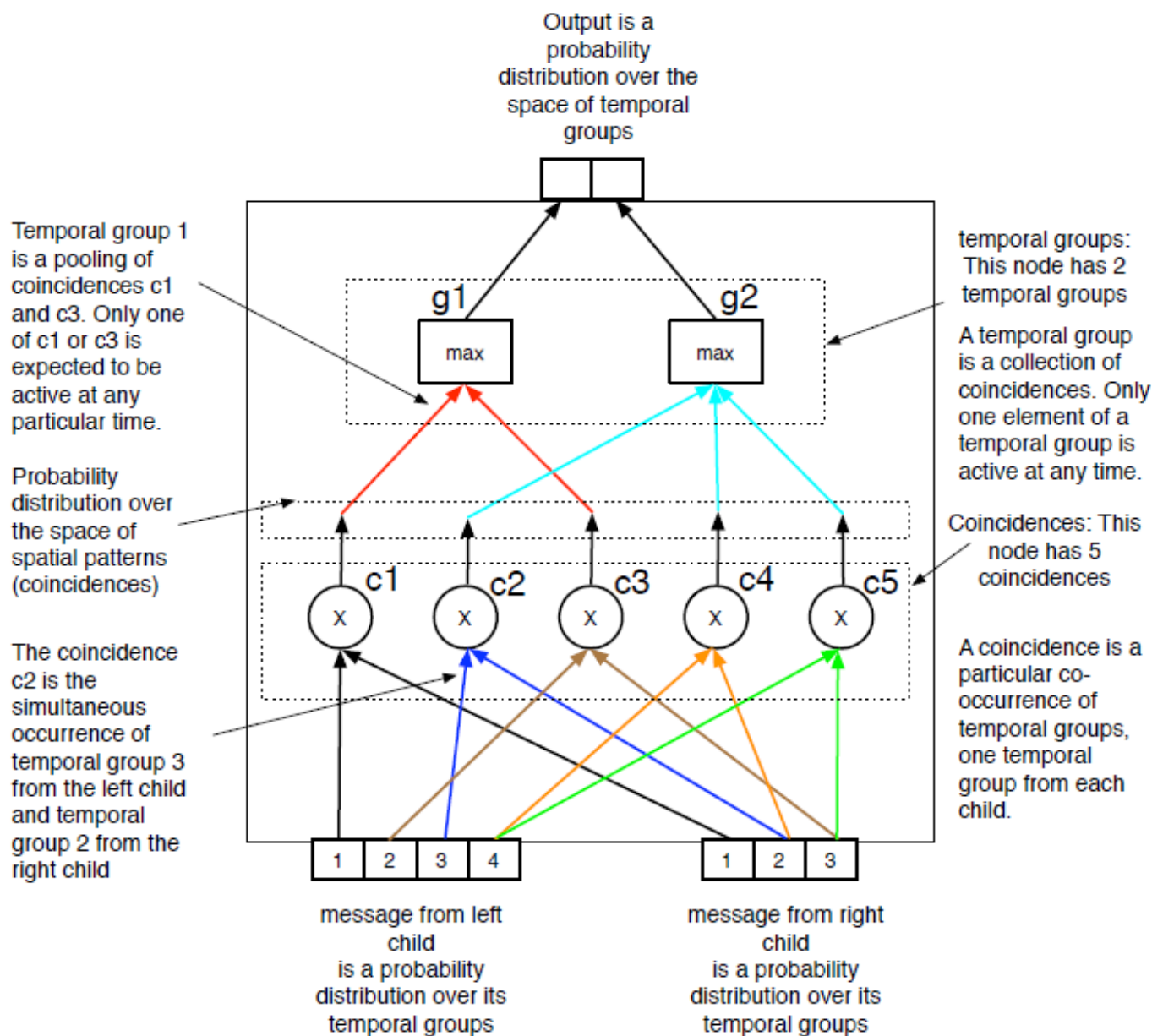
# 层级中结点的操作（以两层为例）



# 层级中结点的操作（以两层为例）

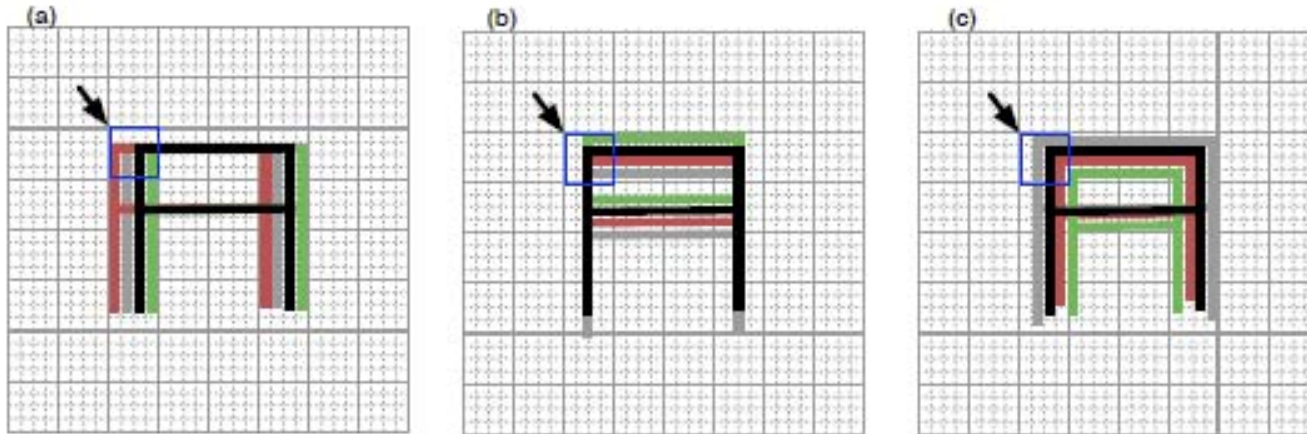


# 处理噪声和歧义——将唯一转换为概率



# 怎样泛化？

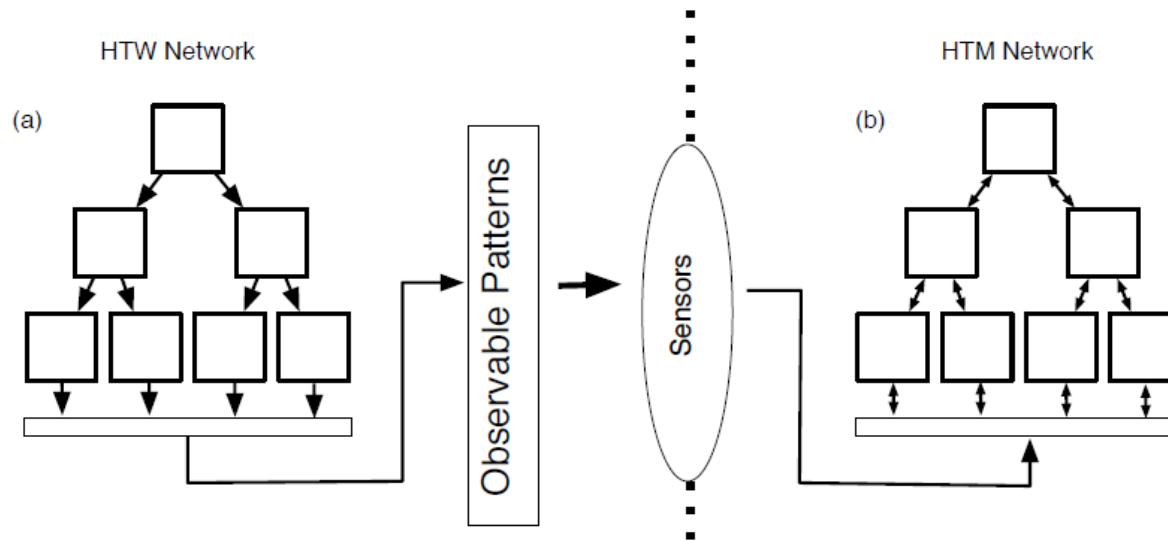
- 物体在位移、拉伸、扭曲等时的恒定表征
- **拉伸**恒定表征所需的时间序列可以从**位移**中学到





# 新皮层/HTM为什么能work?

- 新皮层/HTM的组织结构反映了物理世界的组织结构的基本规律
    - 空间和时间的局部性和层次性
  - 空间局部性：相邻空间的模式更可能相关（由相同原因导致）
  - 时间局部性：顺序出现的模式更可能相关（由相同原因导致）
  - 空间层次性：例如多尺度、分形
  - 时间层次性：例如语言、股票市场
- 
- 层次性保证局部性原理在更大的尺度上仍然适用



# 讨论

- 已经接触的基本表现规律
  - 空间局部性
  - 时间局部性
  - 层级结构
- 上述表现规律是某些更为基本的相互作用的涌现结果？
- 还有哪些基本规律？