


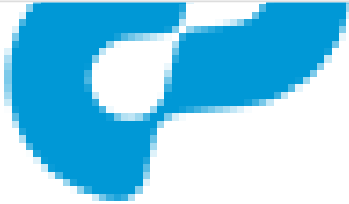
Hsin–HungLi 2021笔记

To look or not to look: dissociating presaccadic and covert spatial attention

To look or not to look: dissociating presaccadic and covert spatial attention

Attention is a central neural process that enables selective and efficient processing of visual information. Individuals can attend to specific visual...

 www.sciencedirect.com




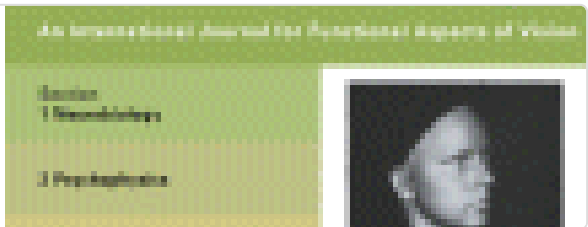
Presaccadic attention 与 Covert attention 的研究方法

Deubel,1996 研究 presaccadic attention

Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentio...

The spatial interaction of visual attention and saccadic eye movements was investigated in a dual-task paradigm that required a target-directed saccad...

 www.sciencedirect.com



简单说明最经典的实验设计，为 Deubel 等人于 1996 年发表文章中的实验一，也是原文中 Fig. 1(A)的来源。

被试

5 名被试，年龄区间 20~32，丰富的眼动实验经验，对本试验目的的不了解。

相关参数

刺激呈现在一个 fast 21 color monitor 上（CONRAC 7550 C21），

- 刷新率：100 Hz
- 像素：1024 × 768
- 显示器大小：40 × 30 cm
- 显示器距离：80 cm
- 灰色背景平均亮度：2.2 cd/m²
- 刺激材料亮度：25 cd/m²
- 亚阈值：<20 ms（不理解是什么东西）

眼动记录通过 SRI Generation 5.5 Dual–Purkinje–image eyetracker。

- 采样频率：400 Hz

实验设计

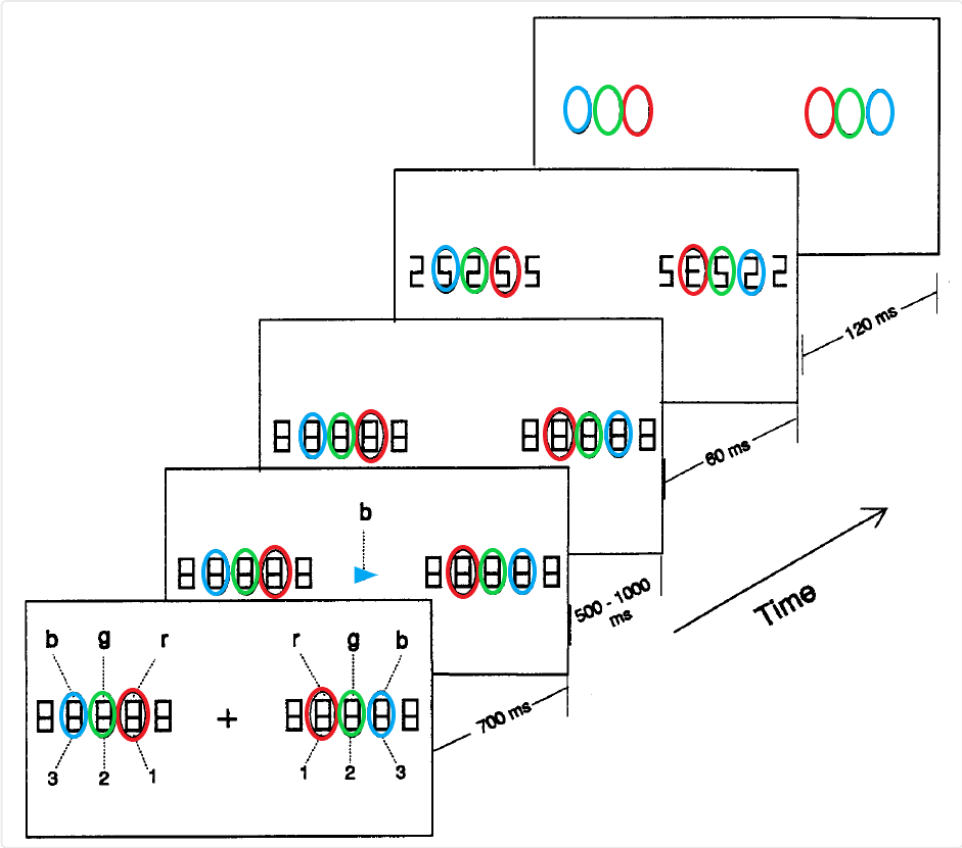


图 1 实验基本流程

一开始，被试盯住中央十字 700 ms，并看注视点左右侧的字符串。其中，各字符串中央三个字符（在图中标记为 1,2,3,），会分别呈现在红、绿、蓝的椭圆上（实心椭圆）。

700 ms 后，中央 cue（有颜色的三角形）会指示在右侧字符串中的 saccade target（ST）位置，以颜色表明哪个是 ST，被试需要根据指示，扫视到 ST 处。

中央三角形随机呈现 500~1000 ms 后消失，当中央 cue 消失后，被试才可以开始进行扫视。中央三角形消失，是被试可以开始扫视的 cue。

中央三角形消失后，再经过 60 ms，discrimination target（DT）和 distractors（原文使用的是 masks）会同时呈现 120 ms。

DT 要么是“E”，要么是“Э”（E 的左右反写），9 个 distractors 随机选择为“2”或“5”。

经过 120 ms 后，DT 和 distractors 均消失，只剩下 6 个有色椭圆。

被试的任务是报告 DT 是什么。

也就是说，被试在接收到开始眼动 cue（中央三角形消失），最多经过 180 ms，屏幕上就只剩下 6 个椭圆了。

我想这就是一种操作性分离的方法，就如同张老师推测的那样，通过控制呈现时间，使得刺激材料在眼动真正发生前消失。

1 个 block 有 216 个 trial，共 4 个 block。

实验结果

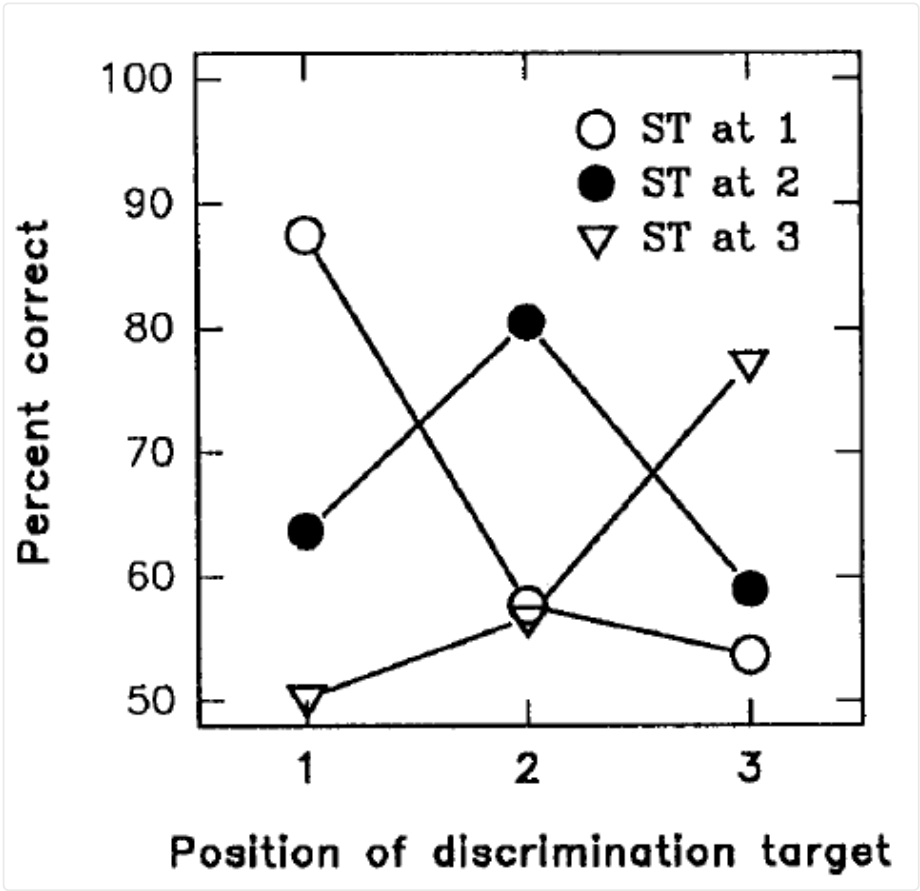


图 2 实验结果

实验结果发现，如果 ST 与 DT 一致，被试报告正确率会显著提高。

Li,2019 分离 presaccadic attention 与 covert attention

Presaccadic attention improves or impairs...

Scientific Reports – <ArticleTitle Language="En" xml:lang="en">Presaccadic attention improves or impairs performance by enhancing sensitivity to...

Li 等人在 2019 年做的实验中分离了 Presaccadic attention 和 Covert attention，下面简单介绍一下该文章的实验一。

被试

8 个被试，年龄区间 19~31 岁，8 个做 Experiment 1a（实验条件），a 中的 7 个被试 +1 个额外被试做 Experiment 1b（控制条件）。

相关参数

伽马矫正显示器，MATLAB 与 Psychophysics Toolbox

显示器距离：57 cm

像素：1280 × 960

刷新率：85 Hz

眼动仪：EyeLink 1000 Desktop Mount

只追踪右眼

实验材料

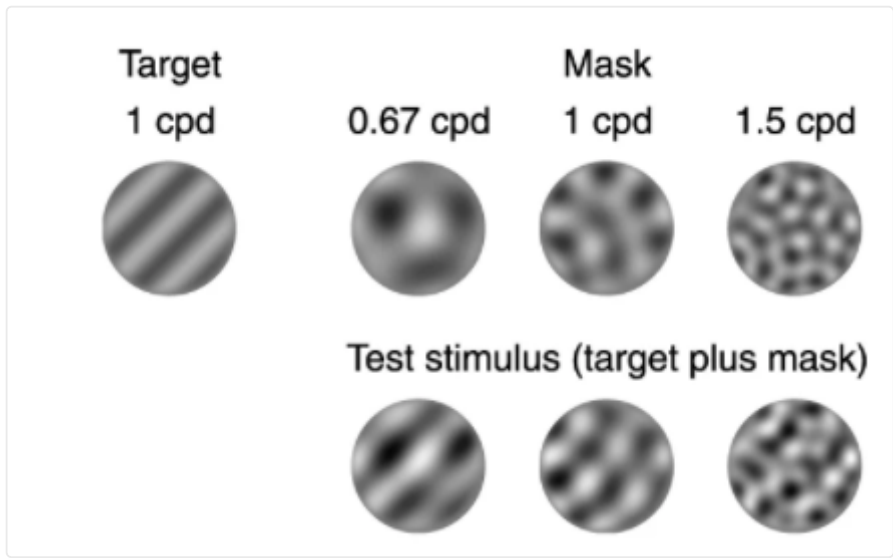


图 3 实验材料

Target 是 1-cpd 的正弦光栅，每个 trial 中随机以偏离垂直方向 45° 或 -45° 呈现

Mask 由 10 个相同 spatial frequency (SF) 的正弦光栅（bases）叠加形成，10 个光栅各指向不同方向，10 等分方向空间。即从 0° 开始，每个光栅与前一个光栅角度相差 36°。

Mask 在每个试次中，会随机以 4 个方向呈现（0°，90°，180°，270°）。Mask 的 SF 有三个水平（0.67，1，1.5 cpd）

此类 Mask 在此前的心理物理学和神经生理学的研究中有所应用。

Target 和 Mask 会叠加形成 Test stimulus，刺激呈现在 3.8° 的圆形光圈中，光圈边缘进行平滑处理。

Test stimulus 会随机呈现在两个可能位置，注视点左侧 10° 位置，或是注视点右侧 10° 位置。

实验设计

被试需要进行训练，让他们熟悉实验任务。

并且确定 Mask 和 Target 的对比度：

1. 确定 Mask 的对比度：

Mask 呈现在两个位置，把被试报告位置正确率达到 75% 的对比度作为阈限。为确保 Mask 对比度一定高于阈限，后续实验中 Mask 对比度设置为 3.5 倍阈限。

2. 确定 Target 的对比度：

按照第一步设置 Mask 的对比度，生成 Test stimulus，然后以被试能够在中性条件下 75% 正确率分辨出 Target 方位的阈限，作为 Target 的对比度。

训练结束后，各被试在 3~5 天内完成主要任务。

主要任务流程：

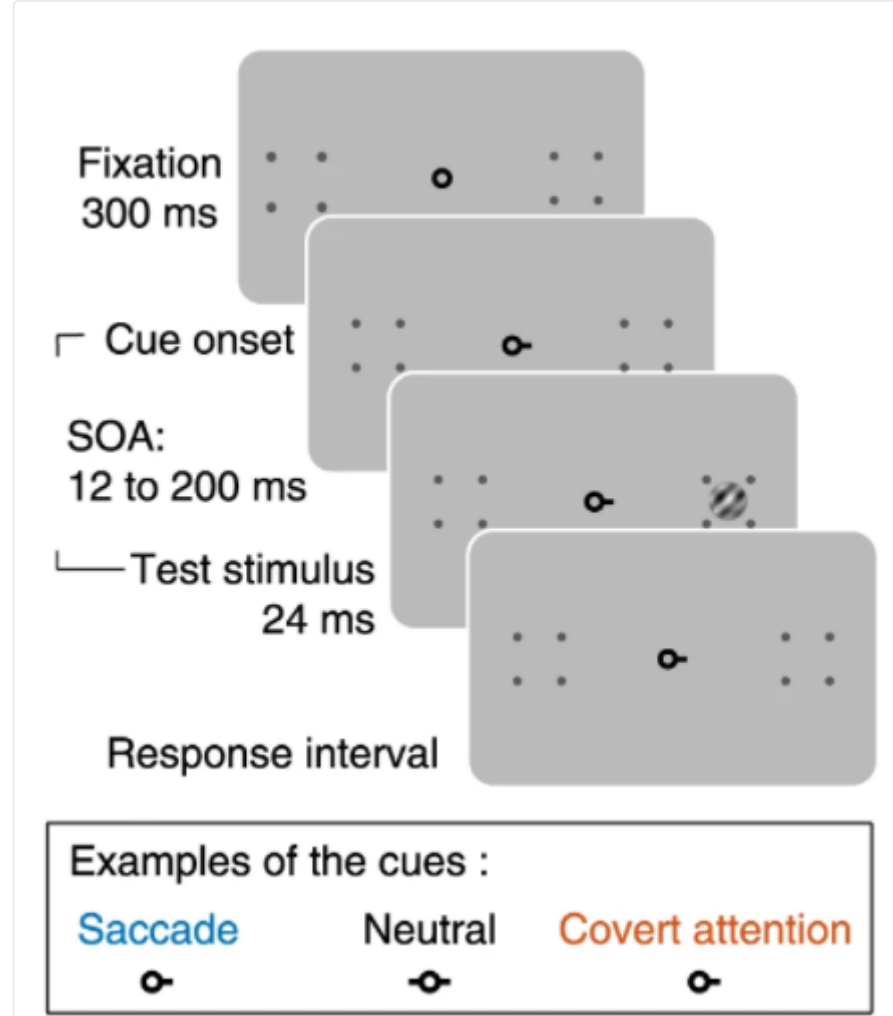


图 4 实验流程

Experiment 1a, Saccade / Neutral 条件：

在每个试次中，被试首先盯住中央注视点 300 ms。

300 ms 后呈现 cue。Saccade 条件下，出现一个水平 bar，指示 Test stimulus 即将出现的方位（随机左或右）；Neutral 条件下，两侧均有水平 bar。

cue 呈现后的 12~200 ms 后，Test stimulus 会呈现 24 ms。

Test stimulus 消失后 700 ms，反应 cue 会呈现（语音），被试需要报告 Target 的方向。如果 Test stimulus 呈现在左，通过键盘左侧 Z 和 X 反应；如果 Test stimulus 在右，通过键盘右侧>和/反应。

Experiment 1b, Covert attention / Neutral 条件

基本与 a 部分相同，只是 Covert attention 条件下，整个试次中，被试必须将视线保持在中央注视点上。

a 部分与 b 部分中，Neutral 条件下，被试均需要将视线保持在中央注视点上。

实验结果

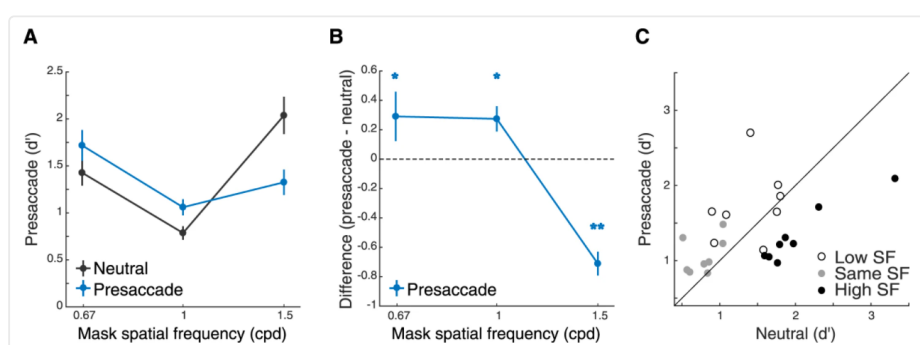


图 5 Experiment 1a 结果

其中， d' 是心理物理法中的辨别能力指标，a 部分实验结果说明，当空间频率为 0.67 cpd 和 1 cpd 时（中低频），Presaccade 条件会比 Neutral 条件判别力更强；而当空间频率为 1.5 cpd 时（高频），Presaccade 条件会比 Neutral 条件判别力更弱。

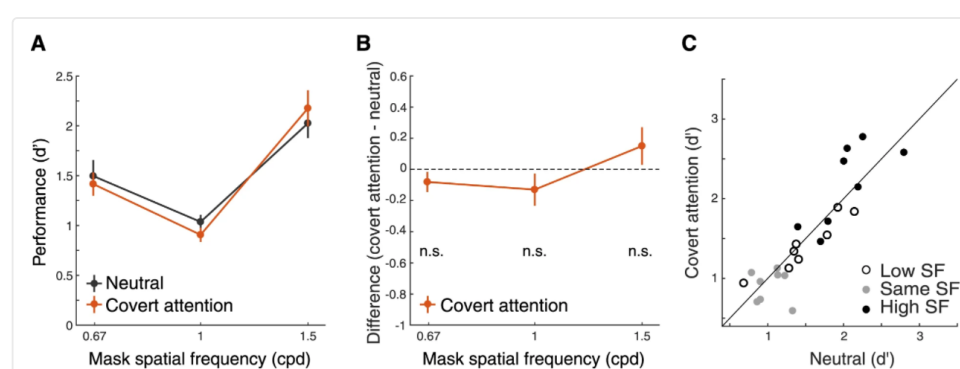


图 6 Experiment 1b 结果

分析与上图相同，只是在这种控制条件下，Covert attention 条件和 Neutral 条件在 Mask 的各个空间频率下均没有差异。

从实验结果可以说明，Presaccade 和 Covert attention 的确存在区别。这是一件很有意思的事情，因为从实验设计来看，Presaccade 和 Covert attention 条件下，接收 Test stimulus 的过程中，接受信息以及视线位置都是完全一样的。

此部分总结

简单阅读完这两篇文章的实验设计，我可以初步推断出 Presaccade attention 和 Covert attention 的区别。

Presaccade attention，在眼动之前发生，不过在眼球真正开始运动前，刺激已经消失。

Covert attention，刺激呈现方式与上述一致，只是每个试次中，全程被试眼球不能移动。

在这两种条件下，其实被试都是在视线处于中央注释点位置时接受刺激（Presaccade attention 是没发生眼动，Covert attention 则是不能眼动），实验结果确实是不一致的。

但是这里还有个方面值得深究，我认为，在我们的实验设计中，在 Presaccade attention 条件下，必须迫使被试在 cue 消失后眼动，或者在数据处理中剔除部分 trial。这个方式在最开始 Deubel 1996 年发表文章中是有体现的，他只做了 Presaccade attention 的条件，他在数据处理中删去了基础眼动 <2° 试次的的数据。

我在 Li 2019 年的文章中似乎没有看到剔除数据的具体说明。但个人觉得，严格来讲，为了更好区分此二者，Presaccade attention 条件下应该要求被试必须进行眼动且达到一定合理角度，Covert attention 则要求被试必须盯住中央注视点。

Computational Models Difference

www.nature.com
https://www.nature.com/articles/s41562-021-01099-4

NMA 模型（Normalization model of attention）

$$R(x,\theta)=\frac{A(x,\theta)E\left(x,\theta;c^n\right)}{S\left(x,\theta;c^n\right)+\sigma^n}$$

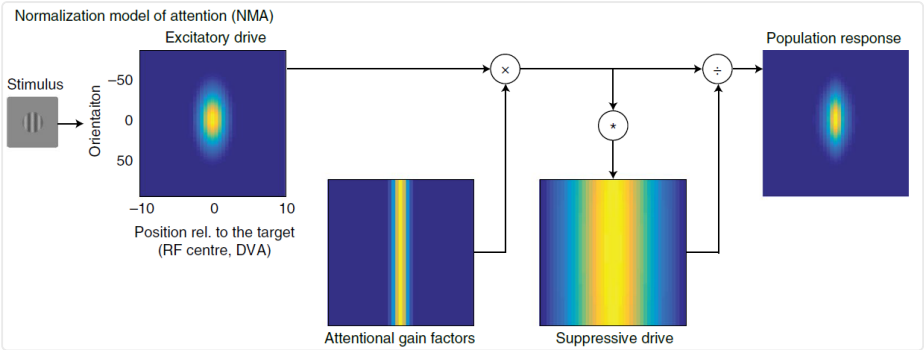
$$S\left(x,\theta;c^n\right)=K(x,\theta)*\left[A(x,\theta)E\left(x,\theta;c^n\right)\right]$$

$$S\left(x,\theta;c^n\right)=\iint K(X,\Theta)\left[A(x-X,\theta-\Theta)E\left(x-X,\theta-\Theta;c^n\right)\right]dXd\Theta$$

$$A(x,\theta)=1+w\frac{1}{\sigma_a^p}\mathrm{e}^{\frac{-(x-\mu_a)^2}{2\sigma_a^2}}$$

参数说明：

- x ：感受野中心（receptive field center）
- θ ：偏好方向（preferred orientation）
- $R(x,\theta)$ ：拟合出的神经反应（response）
- $A(x,\theta)$ ：注意力增益因子（attention gain factor）
- $E\left(x,\theta;c^n\right)$ ：兴奋驱动（excitatory drive）
- $S\left(x,\theta;c^n\right)$ ：抑制驱动（suppressive drive）
- σ^n ：适应性（contrast gain of the neuron's response）
- $K(x,\theta)$ ：抑制核（suppression kernel） / 抑制空间（suppressive field, ie., the extent of pooling over space and orientation）
- $*$ ：卷积（convolution）
- μ_a ：注意位置（attened location）
- σ_a ：空间范围（the size or width of spatial extend of $A(x,\theta)$ ）
- p ：调控空间范围的影响程度（parameter controlling the trade-off between the spatial extent and the magnitude of attentional modulation）
- w ：权重（weight）



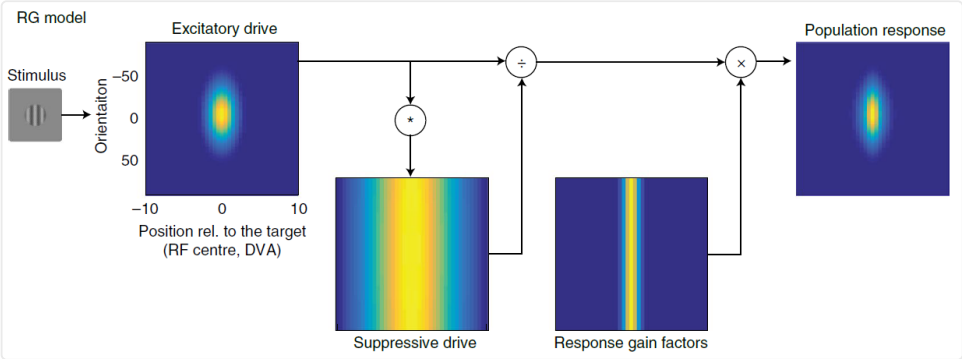
RG 模型（Response gain model）

$$R(x,\theta)=\gamma(x,\theta)\frac{E\left(x,\theta;c^n\right)}{S\left(x,\theta;c^n\right)+\sigma^n}$$

$$S\left(x,\theta;c^n\right)=K(x,\theta)*E\left(x,\theta;c^n\right)$$

参数说明：

$\gamma(x,\theta)$ ：反应增益因子（response gain factor）



CG 模型（constract gain model）

$$R(x,\theta)=\frac{E\left(x,\theta;c^n\right)}{S\left(x,\theta;c^n\right)+\left[\sigma/\phi(x,\theta)\right]^n}$$

$$S\left(x,\theta;c^n\right)=K(x,\theta)*E\left(x,\theta;c^n\right)$$

参数说明：

$\phi(x,\theta)$ ：对比增益因子（contrast gain factor）

IB 模型（Input baseline model）

$$R(x,\theta)=\frac{E\left(x,\theta;(c+I(x,\theta))^n\right)}{S\left(x,\theta;c^n\right)+\sigma^n}$$

$$S\left(x,\theta;c^n\right)=K(x,\theta)*\left[E\left(x,\theta;(c+I(x,\theta))^n\right)\right]$$

参数说明：

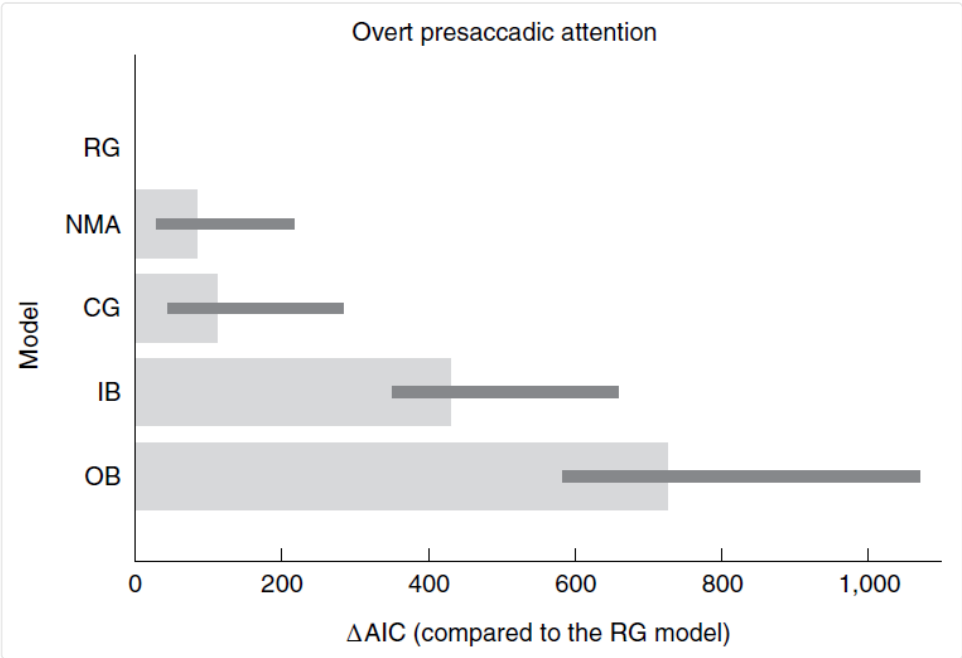
$I(x,\theta)$ ：输入基线（input baseline）

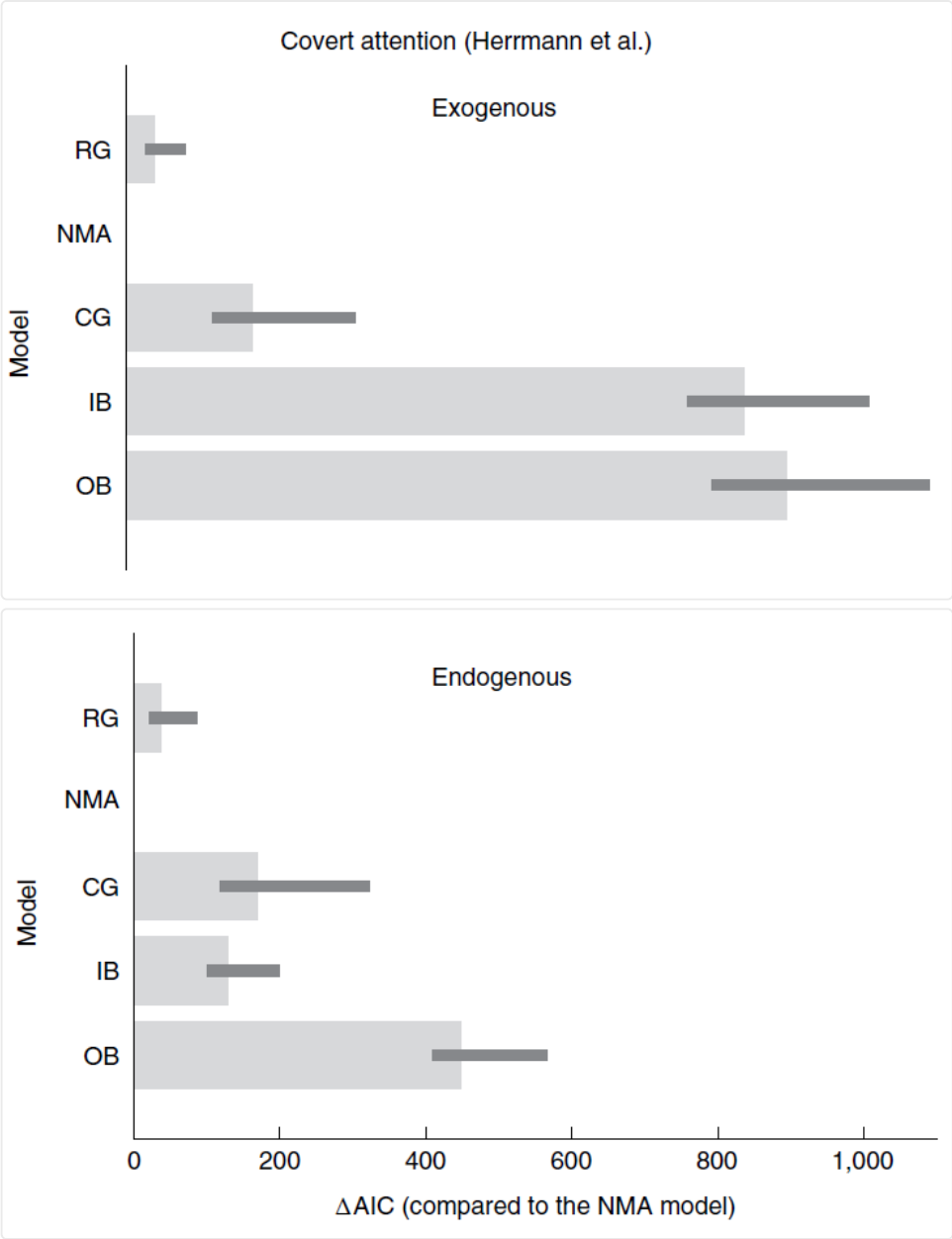
OB 模型（Output baseline model）

$$R(x,\theta)=\frac{E\left(x,\theta;c^n\right)}{S\left(x,\theta;c^n\right)+\sigma^n}+O(x,\theta)$$

$$S\left(x,\theta;c^n\right)=K(x,\theta)*E\left(x,\theta;c^n\right)$$

模型比较结果





AIC 是用于评价模型拟合程度的一个指标，AIC 越小，代表拟合效果越好。

此部分总结

各模型的底层运算原理基本相同，都是应用“归一化”计算方式，不同的模型在归一化的步骤前后进行对于一些内容的参数修正。

补充知识——卷积

$$f(t) * g(t) = \int f(\tau)g(t - \tau)d\tau$$

卷积运算后，得到关于 t 的函数，表达将所有此前行为叠加起来后对于当下的影响。

相关推荐学习链接：

如何通俗易懂地解释卷积？ – 知乎

我来举个通俗易懂的例子吧。我大一一是这么理解记忆的，到现在大四一直没忘记过。要理解卷积，就必须树立起...

www.zhihu.com

卷积究竟卷了啥？——17分钟了解什么是卷积_哔哩哔哩_bilibili

这期视频终于做出来了。不知道大家是否喜欢这种口味，求三连支持。“不务正业系列”未来会努力拓展新的思路，希望大家能看得开心。这期讲卷积的相关内容，祝大家吃煎饼的时候能吃得更香。（另外，跟内卷和卷积神经网络真没啥关系.....

www.bilibili.com

