

不同类型的认知控制任务中走神的眼动证据

李钰珂

西南大学心理学部, 重庆
Email: nirosuza@163.com

收稿日期: 2021年1月18日; 录用日期: 2021年2月19日; 发布日期: 2021年2月26日

摘要

认知控制是指个体根据目标和计划对任务无关信息及相应加工活动加以抑制的能力, 这种过程能够保证符合目的或计划的任务相关信息得到顺利的加工, 有效抑制无关信息。走神又称为心智游移(mind wandering, 简称WM), 是指一种注意意识的流失(或叫做注意的解耦合)。本研究通过两种不同类型的认知控制任务(Simon任务、Flanker任务), 在眼动范式下, 分析插入探针前1个试次的行为指标和眼动指标, 探究两种类型认知控制任务中走神的特点及分析其过程。结果发现, Flanker任务所用的反应时显著高于Simon任务, 且Flanker任务无意图走神频率也显著高于Simon任务; Simon任务内, 探针报告为无走神和有意走神在总注视时间上差异显著, 而Flanker任务内差异不显著。最后, 实验可得以下2个结论: 1) 本研究条件下, Simon任务中, 个体在有意走神时, 会比未走神时的总注视时间更长; 2) 箭头Flanker任务难度高于汉字Simon任务, 故较为困难的Flanker任务中个体不论报告为无走神、还是无意图走神, 其任务过程中不同注视点的注视时间分布, 较Simon任务更为离散。由此说明, 任务难度会对眼动指标造成影响。本研究第一次将眼动与源于认知控制的走神相结合, 为走神和认知控制的研究提供了客观的眼动证据, 为后续研究提供了参考价值。

关键词

走神, 认知控制, 抑制控制, 走神频率

Eye-Movement Evidences in Different Types of Cognitive Control Task

Yuke Li

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: nirosuza@163.com

Abstract

Cognitive control refers to the ability of individuals to suppress task-unrelated information and corresponding processing activities according to goals and plans. This process can ensure that task-related information that conforms to goals or plans can be smoothly processed and irrelevant information can be effectively suppressed. Mindwandering, also known as mind wandering (WM), refers to the loss of consciousness of attention (or decoupling of attention). Across two different types of cognitive control tasks (Simon task, Flanker task), under the eye movement patterns, this study analyzes behavior indexes and eye-movement indexes in trials before or after inserted probes, to explore the characteristics and analyze the processes in mind wandering of different types of cognitive control task. It was found that the response time of the Flanker task was significantly higher than that of Simon task, and the frequency of mind wandering in Flanker task was significantly higher than that of Simon task. Finally, two conclusions can be drawn: 1) under the condition of this study, in Simon's task, the individuals will have a longer gaze time in which they have no attention to wander than non-MW; 2) the arrow Flanker task is more difficult than the Chinese character Simon task. Therefore, in the more difficult Flanker task, the individuals reported no mind-wandering or no intention mind-wandering, the fixation time distribution of different gaze points during the task was more discrete than that of the Simon task. This indicates that the difficulty of the task has an impact on the eye movement index. This study, for the first time, combines eye movement with mind-wandering, which is derived from cognitive control, and provides objective evidence for the study of mind-wandering and cognitive control, which provides reference value for subsequent research.

Keywords

Mind Wandering, Cognitive Control, Inhibition Control, Frequency of Mind Wandering

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 文献综述

1.1. 认知控制

认知控制是指个体根据目标和计划对任务无关信息及相应加工活动加以抑制的能力, 这种过程能够保证符合目的或计划的任务相关信息得到顺利的加工, 有效抑制无关信息。当人类面对复杂多变的冲突情景时, 认知控制过程能够通过选择与情景相关的知觉、记忆、反应表征或加工通路及时把行为与当前的情景和目标联系起来, 从而有效提高任务操作绩效[1]。

认知控制(cognitive control)指当自动的或依赖知觉的加工无法满足任务要求时, 需集中并维持注意而进行的一系列自上而下的心理加工过程[2], 也是进行多种认知操作不可或缺的有意识的认知资源[3]。经常与之一起提起的相近的概念为执行功能(executive function)或执行控制(executive control)指个体在实现特定目标或完成复杂任务时, 以灵活、优化的方式控制多种认知过程协同操作的认知机制[4]。自下而上的认知控制更侧重于与自下而上的自动化加工相对应。执行功能更强调目标导向性行为, 但两者本质均

涉及大脑额顶控制网络的功能。

研究者们一致认为认知控制包含三个核心成分：工作记忆、抑制控制和认知灵活性。本研究所选择的 Simon 任务、Flanker 任务都反映了认知控制中的抑制控制。

抑制控制(inhibition control)是指减少或制止神经、心理或行为活动的认知加工活动，它是认知控制的核心成分[5]。而抑制主要分为三类：1) 分心干扰抑制，指抵制与当前任务无关的外界信息的干扰；2) 前摄抑制，指提取信息时阻滞先前与任务相关但现在与任务无关的信息进入工作记忆；3) 优势反应抑制，指刻意压制占优势地位的、自动化的反应[6]。

认知控制研究中较为常见的是 Flanker 冲突、Stroop 冲突和 Simon 冲突三种经典的反应冲突范式。研究一般认为，Stroop 和 Flanker 效应是属于基于刺激的冲突，而 Simon 冲突是属于基于反应的冲突[7]。这三种类型的冲突都涉及到任务相关维度与不相关维度之间信息加工通路的干扰而导致竞争性表征的激活。

Simon 效应是指尽管刺激的空间位置与任务无关，但当刺激的空间位置与预先设定的反应键位置一致时，被试的反应较快[8]。比如在一项颜色辨别任务中，实验中有两种颜色(红色和绿色)，任何一种颜色都可能呈现在计算机屏幕的左侧或右侧。实验中要求被试对红色刺激按左侧键，对绿色刺激按右侧键。尽管颜色刺激的空间位置与任务是无关的，但是相对于颜色刺激的空间位置与反应键位置同侧时，被试的反应更快。Flanker 效应则是指刺激的类型与环境刺激一致时，被试反应较快。

1.2. 走神

走神是日常生活中常见的现象，而且这种现象是不可避免的。比如说，我们在课堂上脑中会出现与讲台上的老师讲课内容无关的思绪，或者在浏览网页的时候却想起和眼前的画面完全无关的场景。而一般的走神是内源性的，如果是在课堂上，因为外面施工的声音或者鸟叫声打断了认真听课的思维状态，则只能称为干扰，不能算作走神。心理学上，走神又称为心智游移(mind wandering, 简称 WM)，是指一种注意意识的流失(或叫做注意的解耦合)，即：注意从当前主要任务或外部任务中脱离，并指向内部生成的思考和想法的心理过程和状态[9] [10]。

Smallwood 和 Schooler 等人[10]提出了解耦合假设。理论认为走神需要消耗执行资源，当任务难度提高，消耗的执行资源增加，分配给走神的执行资源减少，走神频率就会降低；当任务难度降低，完成任务逐渐自动化，消耗的执行资源减少，分配给走神的执行资源增加，走神频率就会提高。McVay 等人[11]使用 SART 任务(the sustained attention to response task, 持续注意任务) [12]研究人们在日常生活中的走神情况时发现，走神时被试在 SART 任务中的表现更差，因为走神会消耗执行资源，将原本投入到任务中的认知资源抢走，证明走神确实会消耗认知资源。大量研究证实了，走神可以促进个体的远距离联想能力，有利于酝酿效应(incubation effect)，从而克服功能固着的问题，使人们更加灵活的考虑问题。而目前关于走神的认知与脑神经机制还不完全清楚，研究者提出了注意力分散假设(distractibility hypothesis)、执行控制失败假设(executive-control failure hypothesis)和解耦合假设(decoupling hypothesis)等假设理论进行解释。它的影响因素既有内因也有外因，如个体的工作记忆、情绪、年龄、经验、动机与兴趣、疲劳与练习、酒精及药物摄入等都可以影响走神的频率。其中，源于工作记忆的走神影响创造性尤其值得关注。工作记忆(working memory, WM)是一个用来暂时保存信息的容量有限的系统，作为知觉、长时记忆和动作之间的接口，它支撑着人们的思维过程[13]。

McVay 和 Kane [14]提出了执行控制失败假设。这个假设与解耦合假设相反，认为走神是执行控制失败的一种表征。他们认为走神和执行控制系统处理当前个体对外部信息和内心线索产生的自发思考的能

力有关,也就是说,走神和个体的执行控制能力有关。之后,McVay 和 Kane [14]为了克服执行控制失败假设无法解释老年人相比于年轻人所报告的走神率更低[15]这一不足,补充了关注观的观点,这一理论观点认为,预测个体间走神的差异需要同时考虑个体的执行控制能力,他们当前所关注事物的数量与重要性,以及当前环境可能启动这些个体所关注事物的可能性。

Seli 等人[16]发表的一篇综述中提出,以后的研究需要着重于走神是否是有意图的。他们认为,早期默认走神是无意图的,是基于被试来到实验室之后会全身心投入到实验中、无不会故意地走神这一假设,但是越来越多的实验证据表明,由于实验难度或实验的趣味性等原因,被试在实验过程中会主动地,有目的地走神。在 Seli [17]的研究中,他们同样使用主观报告法,在实验程序中加入探针来让被试报告自己在探针出现前的思维状态,但是本实验中将选项中由原来的是否走神改成了 1) 在当前任务上; 2) 有意图的走神; 3) 无意图的走神; 4) 受到了干扰。Seli 的结果发现有意图走神和无意图走神是有差异的,并且和被试的动机水平有关。添加干扰选项,是因为走神和受到干扰不一样,干扰是外源性引发的心智游移,而走神是内源性的思维状态改变。

运用眼动的技术研究走神,主要是操作不同的实验条件,采用随机探测或自我报告的方法,通过对比被试在报告为走神、报告为未走神两种状态下,被试眼动指标发生的变化,并且利用眼动指标上的差异来指示个体是否出现走神,利用这些差异来寻找走神现象背后的眼动活动模式和特征[18]。以往的研究并未证明走神与眨眼间存在因果关系,但是走神发生的时候,个体对来自外在环境的刺激加工相对于任务状态有所减弱,在走神发生时,体现在眼动上的是更多眨眼和更少注视时间等眼动指标的变化。个体是否走神能否利用眼动指标来推测,本研究则重点关注个体的平均注视时间、总注视时间、注视点次数、眼跳幅度等指标,根据眼动指标能否判断个体走神的阶段性仍值得研究。

2. 研究方法

2.1. 研究目的

基于 Simon 任务和 Flanker 任务两种范式,探索走神与非走神在行为上和眼动上的差异。

2.2. 实验假设

Simon 任务与 Flanker 任务在正确率、反应时、走神频率上差异显著;

Simon 任务与 Flanker 任务内的探针报告下,报告为无走神与报告为走神(有意图、无意图)的前后两个试次在正确率、反应时、眼动指标(平均注视时间、总注视时间、眼跳幅度、注视次数)上差异显著。

2.3. 实验设计

实验采用 2×3 的被试内设计,自变量分别是认知控制任务类型(Simon 任务、Flanker 任务)和被试报告的思维状态(有意图走神、无意图走神、未走神)。因变量是两类任务的行为指标和眼动指标。

被试为在校大学本科生 30 人,视力或矫正视力正常,无色盲、色弱,无患病、药物使用和心理治疗等,且从未参加过此类型实验。实验的过程中,部分被试因眼睛疲劳、散光等原因,不符合眼动实验要求,所以将其数据剔除,最后共 22 名被试的数据参与统计分析,其中男生 2 人,女生 19 人,平均年龄 18.67 岁($SD = 0.71$)。

Simon 任务与 Flanker 任务为被试内任务,任务顺序在被试间平衡,任务间隙休息时长为 5 min,且每次任务开始前都进行九点校准。

1) Simon 任务

实验程序采用 E-prime1.1 编程,刺激呈现在 16 英寸 CRT 中央,屏幕分辨率为 1024×768 ,刷新率

为 85 Hz。被试眼睛与屏幕中心距离为 57 cm，视角为 3.11°，实验材料为汉字 Simon 任务，使用了“左”“右”二字，在注视点消失后，二字在注视点左右两方随机出现，并要求被试按键判断位置，注视点呈现 400 ms，空白掩蔽 1000 ms，刺激呈现 ≤ 1200 ms。Simon 任务共有 400 个试次，实验时长约为 20 分钟。任务流程如图 1 所示：

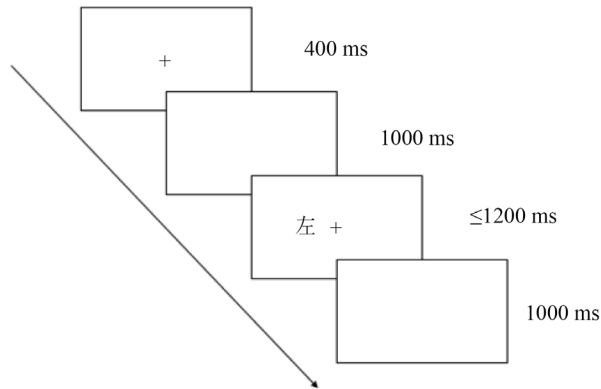


Figure 1. Simon task procedure
图 1. Simon 任务流程图

2) Flanker 任务

实验程序同样采用 E-prime1.1 编程，刺激呈现在 16 英寸 CRT 中央，屏幕分辨率为 1024 × 768，刷新率为 85 Hz。任务采用箭头 Flanker 任务被试眼睛与屏幕中心距离为 57 cm，视角为 2.25°，实验材料为五个连续排列的箭头，最中间箭头可能与其他箭头方向不一致，共有 4 种组合(1 为向左，2 为向右，分别为 11111、22222、11211、22122)的箭头配对，箭头组在注视点位置的左右两方随机出现，并要求被试按键判断，呈现时长与 Simon 任务一致。Flanker 任务共有 400 个试次，实验时长约为 20 分钟。任务流程如图 2 所示：

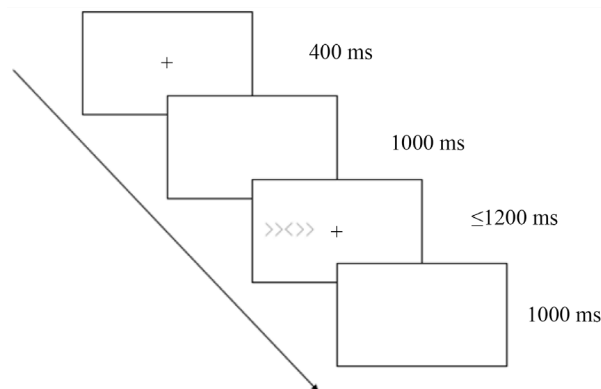


Figure 2. Flanker task procedure
图 2. Flanker 任务流程图

3) 探针

Simon 任务和 Flanker 任务进行时，试次间会随机插入探针检测被试是否走神，任务试次与探针试次数之比为 8:1，探针不会相邻出现，为防止被试习得探针出现规律，探针在距上一个探针间为 5、6、7 及 7 以上个任务试次的随机位置出现，Simon 任务共有 400 个试次，其中插入 50 个探针试次，Flanker 任务

中探针频率与 Simon 任务相同。探针为一个主观报告的选择题，描述为“下面哪一个回答能最好地描述你在该界面出现前 10 秒之内的思维状态？”，选项为“1、集中于当前任务；2、有意图的走神；3、无意图的走神；4、受到了干扰”。探针的指导语在实验开始时呈现给被试，要求被试清楚地了解三个选项分别代表什么意思。

实验采用 Eyelink1000 型眼动记录仪(SR Research, Mississauga, Canada)记录被试的眼动数据，取样率为 250 Hz，系统的空间分辨率为 0.1°，刺激呈现在 16 英寸 CRT 显示屏上，分辨率为 1024 × 768。仪器均记录被试左眼，被试眼睛和屏幕的距离约为 57 cm。1) 每个被试单独施测。2) 被试坐在距离眼动仪 60 cm 处的座椅上，下颌放在下颌托上，调整坐姿以保证眼动仪可以捕捉到其眼动情况，要求被试的头部尽量在实验过程中保持不动。3) 采用九点校准。校准成功后，检验校正精度，达到 Good 级水平后进入正式实验，向被试呈现指导语。眼动数据的采集从每个试次的注视“+”开始到其按键反应后结束。4) 在 Simon 任务中，向被试呈现如下指导语：“本实验是简单的按键反应任务。实验开始后，请你注视屏幕中心的十字‘+’，‘+’消失后，‘+’左右两方会随机出现‘左’或‘右’字，请你将左手食指放在 A 键上，右手食指放在 L 键上。看到‘左’字按 A 键，看到‘右’字按 L 键，请集中注意，又快又准地反应。”之后向被试呈现走神探测界面的指导语：“实验过程中的随机位置可能会出现一个探测界面，此时需要你按键选择在出现该界面之前的那一时刻，你的思维状态是正集中在当前任务上，还是正在走神(即想一些与任务目标无关的事情)，还是受到了干扰(被外界刺激如灯光、噪音等干扰了任务)。走神状态需要你判断你是有意图的走神还是无意图的走神。有意图的走神是自己主动地有目的地去想一些其他的事情；无意图的走神是指不是出于自己的主观意图，而是思维自发地不自觉地想一些其他的事情。集中在当前任务是指你正在集中等待下一个屏幕的出现，思维完全集中在任务上。”

数据使用 SPSS16.0 进行分析。行为指标记录：记录被试在 Simon 任务与 Flanker 任务中的正确率、反应时、未走神频率、有意图走神频率、无意图走神频率，剔除第一个及最后一个探针前 1 个试次的数据，以及 3 个标准差之外的数据，并分析其差异。

眼动仪记录以下指标：1) 总注视时间：将眼睛对准某个对象的活动叫做注视，一次注视也称为一个注视点，总注视时间是指一个反应试次内所有注视点所用时间的总和。2) 注视次数：被试注视某个区域时注视点的个数，记录总注视次数。3) 平均注视时间：被试注视某个区域时，每个注视点的平均所用时间。4) 平均眼跳幅度：眼球跳动幅度，一般被认为与注意、疲劳、获取信息量的大小有关。

3. 结果

3.1. 行为数据

Table 1. Behavioral indicators of different types of cognitive control task
表 1. 不同类型认知控制任务行为指标(SD)

	Simon 任务	Flanker 任务	<i>t</i>	<i>p</i>
正确率	0.96 (0.03)	0.93 (0.05)	2.374	0.027*
反应时	636.68 (72.78)	749.78 (108.98)	-6.987	0.000***
总走神频率	0.27 (0.22)	0.34 (0.26)	-0.1968	0.062
有意图走神频率	0.15 (0.15)	0.15 (0.15)	-0.292	0.773
无意图走神频率	0.13 (0.10)	0.19 (0.13)	-2.307	0.031*

注：*** $p < 0.001$ ，** $p < 0.01$ ，* $p < 0.1$ 。

数据记录截取探针前 1 个试次的反应时指标。Simon 任务中，配对样本 *t* 检验显示，报告为未走神探

针的反应时与报告为有意图走神的反应时差异显著, $t = -2.354$, $df = 21$, $p = 0.033$; 报告为未走神探针的反应时与报告为无意图走神的反应时差异边缘显著, $t = -2.087$, $df = 21$, $p = 0.051$, Flanker 任务中, 配对样本 t 检验显示, 报告为未走神探针的反应时与报告为有意图走神的反应时差异不显著, $t = 0.187$, $df = 21$, $p = 0.854$; 报告为未走神探针的反应时与报告为无意图走神的反应时差异不显著, $t = 0.778$, $df = 21$, $p = 0.447$ 。

3.2. 眼动数据

表 2、表 3 分别为 Simon 任务、Flanker 任务中探针报告为无走神、有意图走神、无意图走神的平均注视时间、平均眼跳幅度、总注视时间、注视次数的比较, 其中主要比较无走神与走神(有意图、无意图), 故采用配对样本 t 检验, 如表所示:

Table 2. Comparison of different eye movement indicators in three reports of the Simon task

表 2. Simon 任务中三种报告的不同眼动指标比较

Simon 任务	无走神	有意图走神	无意图走神	无走神 - 有意图走神		无走神 - 无意图走神	
				t	p	t	p
平均注视时间(ms)	330.79	342.15	346.00	-1.227	0.24	-0.561	0.582
平均眼跳幅度(度)	8.65	9.14	9.08	-0.518	0.613	-0.87	0.396
总注视时间(ms)	843.64	902.06	872.84	-2.274	0.039*	-1.603	0.126
注视点个数(次)	2.62	2.59	2.51	-1.901	0.383	0.779	0.446

注: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.1$ 。

Table 3. Comparison of different eye movement indicators in three reports of the Flanker task

表 3. Flanker 任务中三种报告的不同眼动指标比较

Flanker 任务	无走神	有意图走神	无意图走神	无走神-有意图走神		无走神-无意图走神	
				t	p	t	p
平均注视时间(ms)	346.51	348.33	347.05	-0.04	0.997	-0.276	0.786
平均眼跳幅度(度)	8.12	8.58	7.57	0.788	0.441	0.834	0.417
总注视时间(ms)	965.86	942.60	975.11	1.075	0.297	0.201	0.843
注视点个数(次)	2.71	2.67	2.83	0.211	0.836	-0.603	0.555

注: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.1$ 。

比较 Simon 任务和 Flanker 任务中走神的眼动指标, 其中, 1) 对于探针报告为未走神前 1 个试次的平均注视时间, Simon 任务与 Flanker 任务没有显著差异, $t = -1.227$, $df = 14$, $p = 0.24$ 。而对于总注视时间, Simon 任务与 Flanker 任务差异显著, $t = -3.552$, $df = 19$, $p = 0.002$ 。注视点个数, Simon 任务与 Flanker 任务没有显著差异; 2) 对于探针报告为有意图走神前 1 个试次的平均注视时间、注视点个数与总注视时间, Simon 任务与 Flanker 任务间差异不显著; 3) 对于探针报告为无意图走神前 1 个试次的平均注视时间、注视点个数与总注视时间指标, 结果与无走神的相似, 均表现为 Simon 任务与 Flanker 任务在总注视时间上差异显著, $t = -2.431$, $df = 15$, $p = 0.028$ 。

4. 讨论

4.1. 不同认知控制类型任务中的走神频率

由表 1 可知, Simon 任务与 Flanker 任务不论在正确率或反应时上均差异显著, 两项数据均指向同一

个结论：汉字的 Simon 任务难度显著低于方向 Flanker 任务，这说明两种任务的认知难度不匹配。研究一般认为，Flanker 效应属于基于刺激的冲突，而 Simon 效应属于基于反应的冲突[7] [19]。在本研究中，基于反应冲突的 Simon 任务难度显著低于基于刺激冲突的 Flanker 任务。

在表 1 中，对于 Simon 任务和 Flanker 任务的走神频率比较中，总走神频率二者差异达到边缘显著，而无意图走神频率差异显著。这说明有意图走神和无意图走神间确实存在差异，与 Seli [17]的研究结果一致，这可能是个体的动机水平不同导致的，说明区分走神是否是有意图的是极具意义的。总走神频率边缘显著，说明被试在 Flanker 任务中更容易走神，Flanker 任务是难度更高的任务，这也与前人研究中，支持难度更高任务更易导致走神的结论相一致。Flanker 任务与 Simon 任务性质不同，本结果也可以支持个体在基于刺激的冲突任务中，比起在基于反应的冲突任务中更容易走神。

4.2. Simon 任务与 Flanker 任务在眼动指标中关于注视点的差异

在 Simon 任务中，在总注视时间的指标上，被试报告为无走神和有意图走神间差异显著，而平均注视时间、注视点个数差异不显著。说明被试在 Simon 任务中，有意图走神发生时，相对于专注于任务时，个体分配给每个注视点的时间更加不平衡，即注意更加不稳定。总注视时间指标反应的是被试对刺激的加工过程，如果被试在任务中遇到了困难，则会增加其总注视时间。平均注视时间及注视点个数不受影响，说明在被试发生有意图走神时，比起未走神时，完成 Simon 任务会更加困难，但此效应在 Flanker 任务中没有发生。可能有以下几个原因：1) Flanker 任务难度更大，被试动机水平更高；2) 总注视时间可能不仅仅由平均注视时间、注视点个数决定，在其他与难度、注意稳定性相关的指标上体现，如首次注视时间过长。

对于两类任务中的走神报告，在探针报告为无走神、无意图走神的情况下，Simon 任务与 Flanker 任务的平均注视时间、注视点个数均为差异不显著，而总注视时间差异显著。说明任务难度不会显著影响走神中的注视点个数，但是会影响到个体分配给每个注视点的注视时间，也就是说，个体在 Flanker 任务中相比于在 Simon 任务中，不论是否走神，注意都会更加不稳定，体现在每个注视点的注视时间差异大。

Simon 任务与 Flanker 任务平均眼跳幅度差异不显著，眼跳幅度指标一般被认为与信息量获取有关，由此说明 Simon 任务与 Flanker 在平均下的信息量获取差不多，但不能说明在任务过程中，每时每刻的信息量获取都是相同水平的，若想要获得时程上的信息，可继续改进为脑电实验。

4.3. Simon 任务与 Flanker 任务内报告为的无走神与走神的眼动指标比较

如表 2、表 3 所示，不论在 Simon 任务中还是在 Flanker 任务中，个体在走神和无走神间的比较并不如实验假设所设想的差异显著，而是表现相似，对此结果的解释如下：1) 任务难度过低，Simon 任务与 Flanker 任务的正确率均在 93%以上，这说明被试足以应付这两类任务，故走神情况下仍能表现得跟无走神一样好；2) 被试动机水平，指导语中明确指导被试一定要如实报告，但因最终结果被试知道会得到反馈，故报告为有意图走神、无意图走神的比率虚高，从而影响整体；3) 被试选择的任务反应策略，任务过程中有少数被试会选择“余光”策略，虽然反应刺激离中心注视点较远，但仍有部分被试能在只注视中心注视点的情况下完成任务，此部分数据在整体中无法被剔除出来，故会导致被试不论报告走神还是未走神，在正确率、反应时上差异均不显著，后续改进实验中应提醒被试不能采用“用余光判断刺激位置”的策略；4) 眼动指标选取问题，本文结果并未验证 Foulsham 等人[18]研究中走神状态下呈现更多的注视次数的结论，后续研究不应再着重于注视点的走神和未走神区别，更应关注注视点密集程度、首视点位置、眨眼次数、兴趣区访问次数等指标。本研究选取的是单调重复的 Simon 任务及 Flanker 任务，不能很好地说明走神发生时，个体的眼动逐渐与任务解离(Decoupling)，后续研究可以尝试将认知控制与阅读任

务结合, 如阅读倒序、逻辑不通的句子, 来分析走神发生时眼动的变化, 也可以加入更多丰富的眼动指标如眨眼次数、回视次数、回视路径分析等。

5. 结论

1) 本研究条件下, Simon 任务中, 个体在有意图走神时, 会比未走神时的总注视时间更长;

2) 箭头 Flanker 任务难度高于汉字 Simon 任务, 故较为困难的 Flanker 任务中个体不论报告为无走神、还是无意走神, 其任务过程中不同注视点的注视时间分布, 较 Simon 任务更为离散。由此说明, 任务难度会对眼动指标造成影响。本研究第一次将眼动与源于认知控制的走神相结合, 为走神和认知控制的研究提供了客观的眼动证据, 为后续研究提供了参考价值。

参考文献

- [1] Matsumoto, K. and Tanaka, K. (2004) Conflict and Cognitive Control. *Science*, **303**, 969-970. <https://doi.org/10.1126/science.1094733>
- [2] Diamond, A., Barnett, W.S., Thomas, J. and Munro, S. (2007) Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science*, **318**, 1387-1388. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>
- [3] Vandervert, L.R., Schimpf, P.H. and Liu, H. (2007) Authors' Responses to Commentaries. *Creativity Research Journal*, **19**, 59-68. <https://doi.org/10.1080/10400410709336882>
- [4] Miller, E.K. and Cohen, J.D. (2001) An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annual Review of Neuroscience*, **24**, 167-202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- [5] Kirkham, N.Z. and Diamond, A. (2003) Sorting between Theories of Perseveration: Performance in Conflict Tasks Requires Memory, Attention and Inhibition. *Developmental Science*, **6**, 474-476. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00303>
- [6] Nigg, J.T. (2010) Response Inhibition and Disruptive Behaviors. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1008**, 170-182. <https://doi.org/10.1196/annals.1301.018>
- [7] Egnér, T., Delano, M. and Hirsch, J. (2007) Separate Conflict-Specific Cognitive Control Mechanisms in the Human Brain. *Neuroimage*, **35**, 940-948. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.11.061>
- [8] Lu, C.H. and Proctor, R.W. (1995) The Influence of Irrelevant Location Information on Performance: A Review of the Simon and Spatial Stroop Effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, **2**, 174-207. <https://doi.org/10.3758/BF03210959>
- [9] Evelyn, B., Riby, L.M., Greer, J. and Smallwood, J. (2011) Absorbed in Thought: The Effect of Mind Wandering on the Processing of Relevant and Irrelevant Events. *Psychological Science*, **22**, 596-601. <https://doi.org/10.1177/0956797611404083>
- [10] Jonathan, S. and Schooler, J.W. (2006) The Restless Mind. *Psychological Bulletin*, **132**, 946-958. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.6.946>
- [11] Mcvay, J.C., Kane, M.J. and Kwapil, T.R. (2009) Tracking the Train of Thought from the Laboratory into Everyday Life: An Experience-Sampling Study of Mind Wandering across Controlled and Ecological Contexts. *Psychonomic Bulletin & Review*, **16**, 857-863. <https://doi.org/10.3758/PBR.16.5.857>
- [12] Robertson, I.H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B.T. and Yiend, J. (1997) "Oops!": Performance Correlates of Everyday Attentional Failures in Traumatic Brain Injured and Normal Subjects. *Neuropsychologia*, **35**, 747-758. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00015-8](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00015-8)
- [13] Alan, B. (2003) Working Memory: Looking Back and Looking Forward. *Nature Reviews Neuroscience*, **4**, 829-839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- [14] Mcvay, J.C. and Kane, M.J. (2009) Conducting the Train of Thought: Working Memory Capacity, Goal Neglect, and Mind Wandering in an Executive-Control Task. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory & Cognition*, **35**, 196-204. <https://doi.org/10.1037/a0014104>
- [15] Carriere, J.S.A., Cheyne, J.A., Solman, G.J.F. and Smilek, D. (2010) Age Trends for Failures of Sustained Attention. *Psychology and Aging*, **25**, 569-574. <https://doi.org/10.1037/a0019363>
- [16] Seli, P., Risko, E.F., Smilek, D. and Schacter, D. (2016) Mind-Wandering with and without Intention. *Trends in Cognitive Sciences*, **20**, 605-617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.05.010>
- [17] Seli, P., Carriere, J.S.A. and Smilek, D. (2015) Not All Mind Wandering Is Created Equal: Dissociating Deliberate from Spontaneous mind Wandering. *Psychological Research*, **79**, 750-758. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0617-x>

-
- [18] Foulsham, T., Farley, J. and Kingstone, A. (2013) Mind Wandering in Sentence Reading: Decoupling the Link between Mind and Eye. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne De Psychologie Expérimentale*, **67**, 51-59. <https://doi.org/10.1037/a0030217>
- [19] Kornblum, S., Hasbroucq, T. and Osman, A. (1990) Dimensional Overlap: Cognitive Basis for Stimulus-Response Compatibility—A Model and Taxonomy. *Psychological Review*, **97**, 253-270. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.2.253>