

大学生科技创新项目

申 报 书

项目名称： 物理环境变化对追逐运动感知
和预测的影响机制探讨

项目申报人： 毛沛炫

学校名称： 浙江大学

申报日期： 2024 年 4 月

项目类别： 个人项目 ☒ 团队项目 ☐

浙江省大学生科技创新活动计划（新苗人才计划）实施办公室 制

填写说明

一、填写申报书前，请先查阅《浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)实施办法》及申报通知。

二、申报书要按照要求，逐项认真填写，填写内容必须实事求是，表达明确、严谨。

三、格式要求：申报书中各项内容以 Word 文档格式填写，表格中的字体为小四号仿宋体，1.5 倍行距；表格空间不足的，可扩展。

四、申报书由所在学校审查，签署意见并加盖公章后,报送浙江省大学生科技创新活动计划（新苗人才计划）实施办公室。

一、项目简介

项目概况	项目名称	物理环境变化对追逐运动感知和预测的影响机制探讨						
	项目性质	(√) 基础研究 () 应用基础研究						
	项目来源	(√) 自主立项 () 教师指导选题						
	起止时间	自 2024 年 4 月 至 2025 年 4 月						
项目状况		(√) 研发阶段 () 中试阶段 () 批量(规模)生产 (选项打√)						
项目申报人	姓名	毛沛炫	性别	男	出生年月	2003.9	入学年月	2022.8
	院系专业	心理与行为科学系		联系电话	13757014700		电子信箱	3220102692@zju.edu.cn
项目组成员		姓名	联系电话		院系专业		年级	具体分工
项目指导老师		姓名	联系电话		所在单位		职称	主要研究方向
		周吉帆	13588732225		心理与行为科学系		教授	工作记忆和社会认知基础研究
		近三年成果：国家级__等奖__项，省部级__等奖__项						
		近三年科研经费__50__万元，年均__17__万元						
项目主要内容简介		<p>智能体运动的产生过程同时受物理环境和本身心理因素的影响，厘清视觉系统如何对智能体产生运动的物理-心理因素进行联合推理，是理解视觉运动加工和视觉智能本质的核心。物理线索，如运动方向运动速度突然改变、物体与环境交互等，在人类通过视觉信息进行运动加工时有着重要的作用。该项目将比较视觉上的物理环境变化前后，被试感知和预测智能体追逐运动的绩效差异。</p>						

二、项目背景、目的及意义

(简要说明项目背景、研究现状、意义及实施必要性)

1. 项目背景

首先,以往研究表明,人可以基于输入的视觉信息感知到运动,包括对运动的觉察、似动现象(Ramachandran & Anstis, 1986)、运动后效(Raymond, 1993)等。其次,人能持续地追踪运动的物体(Pylyshyn & Storm, 1988)、预测物体运动轨迹以弥补视觉信息处理的时间延迟(Finke et al., 1986)等。最后,人还能从感知到的运动中推理潜在结构(Johansson, 1975)、生命性 & 社会性(Heider & Simmel, 1944; Michotte, 1950)等潜在意义。视觉系统如何构建和利用产生式表征,是视觉运动加工研究中的关键课题。

产生式视觉(generative vision)是近年来视觉领域中最前沿的描述和解释视觉加工推理过程的取向(Tang et al., 2023),其理论核心是:视觉系统能够推理观测到刺激背后的潜在产生过程,并据此形成视觉体验及开展后续的视觉认知活动。

而依据领域最前沿的“物理-心理”联合推断理论(Tang et al., 2021),阐明物理因素对视觉运动加工的具体影响机制,为生物运动-非生物运动的认知加工提供统一框架

2. 研究目的

本项目聚焦于视觉运动加工机制这一领域内热点问题,以“物理-心理”联合推断理论为基础,以物理条件变化为切入点,探明视觉运动加工中环境的作用机制和适应机制,从而完善视觉运动加工的产生式理论,为变化环境中个体对运动的推理和适应提供解释和预测。

具体来看,本项目希望

1) 探明物理条件变化在视觉运动加工中的具体作用机制,并构建计算模型,模拟不同环境下个体对运动信息的感知和预测,据此明晰视觉运动加工过程中对物理条件的表征。

2) 探明视觉运动加工对物理条件变化的适应机制,包括视觉运动加工如何随条件变化、其适应时间及临界水平,并构建计算模型,模拟视觉运动加工对物理条件变化的动态适应过程。

3. 研究意义

1) 人类所处的环境中充斥着大量运动信息，视觉系统对运动信息的感知和预测是人类与环境顺利交互的重要基础，相关认知机制一直是心理学科的核心研究领域之一。

2) 智能体运动的产生过程同时受物理环境和心理因素的影响，厘清视觉系统如何对物理-心理因素进行联合推理，是理解视觉运动加工和视觉智能本质的核心。

3) 有助于揭示视觉运动加工中物理条件变化的表征，推动完善视觉运动加工“物理-心理”联合推断理论，也有助于揭示视觉系统对物理条件变化变化情景的动态适应过程，为设计真实物理情境下的人机交互系统和制定训练计划提供建议和指导

三、项目研究方案

(包括项目的主要内容、计划目标、思路方法、组织实施、进度安排等)

1. 主要内容

本项目拟考察视觉上的物理条件变化与被试感知和预测智能体追逐运动的绩效之间的关系。其中被试对于运动感知和预测的绩效将通过两个实验测得。实验一、实验二借助“狼羊追逐”实验范式，构建带有“追逐”这一社会属性的运动智能体进行实验。实验一操作智能体的可见性，比较在不同的物理条件下，被试对“追逐”运动的预测绩效。实验二引入干扰子，比较在不同的物理条件下，被试对“追逐”运动的感知绩效。

2. 计划目标

通过对于上述关系的考察，本项目试图探讨视觉系统是否会对物理环境变化进行加工，以及探明视觉运动加工对物理条件变化的适应机制。

3. 拟解决的问题

本研究拟解决的科学问题是：视觉上物理条件的变化（如总体摩擦力、环境颜色等）对被试感知和预测智能体追逐运动的绩效是否有影响？视觉运动加工如何随条件变化、其适应时间及临界水平是怎样的？

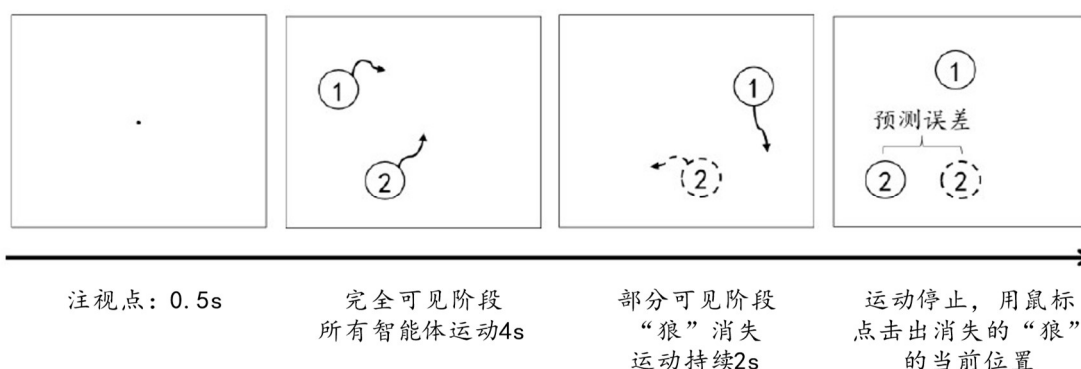
4. 思路方法

操作随机运动的智能体所处的物理条件，验证个体视觉系统是否会对物理条件的改变做出加工，并影响对“追逐”运动的预测绩效，其次探明视觉运动加工随物理条件变化、其适应时间及临界水平。

被试：浙江大学学生，男女不限，18~30岁

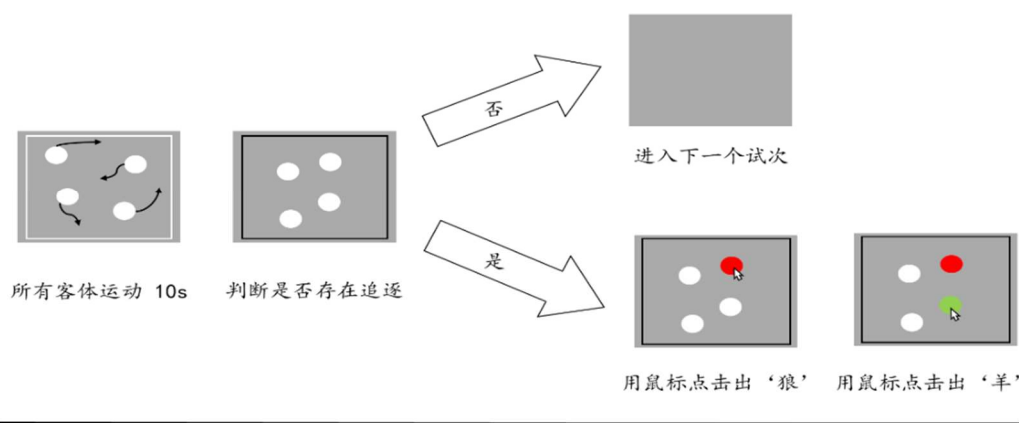
实验设计：被试间设计。

实验 1:



位置预测任务实验。两个智能体分别代表“狼”和“羊”。“狼羊”追逐运动持续 4s, 随后“狼”消失, 继续呈现 2s 运动, 该阶段消失的“狼”仍然保持追逐, 只是不能被观测到。运动结束后, 用鼠标点击消失“狼”最后时刻的位置。组间物理条件不同, 且组内物理条件可能发生变化。

实验 2:



意图识别任务实验。加入两个干扰物, 所有智能体运动 10s 后停止, 被试需要首先按键判断之前的运动中是否存在追逐信息, 若判断为“是”, 则需用鼠标点击出追逐中“狼”和“羊”的身份。组间物理条件不同, 且组内物理条件可能发生变化。

5. 组织实施及进度安排

2024.3: 文献和资料查阅

2024.4 - 2024.5: 招募被试进行实验

2024.6 - 2024.7: 数据统计、处理与分析

2024.8 - 2024.10: 撰写论文或研究报告

2024.11 - 2025.1: 论文发表

四、项目研究条件及创新之处

（包括实施该项目所具备的基础、优势和风险，以及项目创新点等）

1. 研究基础

追踪绩效主要受到与运动相关的时空因素的影响，速度、运动复杂度、场景中的客体密度等均在多智能体追踪中扮演重要作用(Alvarez & Franconeri, 2007; Clair, Huff, & Seiffert, 2010; Fencsik, Klieger, & Horowitz, 2007; Yantis, 1992)。有充分理由猜测，除了智能体的运动学特性，物理条件发生变化也会影响对于追逐物体的追踪绩效。

同时，指导老师周吉帆教授以及课题组师兄在该研究领域开展过多项研究(Gao, 2009; Xu, 2017; Tang et al., 2021)，能为本项目的顺利开展提供指导。

心理系拥有完备的有关认知实验的实验室，能保证本项目顺利展开。

2. 尚缺少的条件

负责人编程能力有限，代码复现能力有待提高；理论知识以及经典模型的学习还需加强。

3. 项目优势、创新之处：

项目依据“物理-心理”联合推断理论(Gao. & Shen., 2021)，希望进一步探讨物理因素对视觉运动加工的具体影响机制，为生物运动-非生物运动的认知加工提供统一框架。

在方法上，本项目通过改变物理环境，研究视觉系统的适应与再适应过程，从而直接揭示视觉运动加工过程中物理环境的作用及对物理环境变化的适应，在思路和方法上具有明显的创新性。

同时，本项目从感知和预测两个方面对视觉运动加工进行系统探讨，并基于领域内最前沿的“物理-心理”联合推断理论，通过认知建模方法对物理环境变化的影响进行量化和动态模拟，从而直接考察视觉运动加工中对物理环境线索的表征及其动态变化机制。

五、项目预期成果

（包括知识产权成果和经济、社会效益等）

1. 预期产出物理条件变化对视觉运动加工过程的影响机制及其适应机制的理论模型，为物理条件变化环境下设计符合人类视觉特性的信息呈现和操作设备提供理论指导。
2. 预期形成研究报告，并发表至少 1 篇学术论文，拟发表该领域相关学术期刊。

六、项目用款计划

项 目	金 额（元）	备 注
一、经费收入	10000	
1. 省财政经费	5000	
2. 学校配套经费	5000	
3. 自筹经费		
4. 其它		
二、经费支出		
1. 设备费		
（1）购置设备费		
（2）试制设备费		
（3）设备租赁费		
2. 材料费	8000	实验程序开发以及被试费发放
3. 测试化验加工费		
4. 燃料动力费		
5. 差旅费	1500	交通费用
6. 会议费		
7. 合作、协作研究与交流费		
8. 出版/文献/信息传播/知识产权事务费	200	被试单及实验指导材料
9. 人员劳务费		
10. 专家咨询费		
11. 其他开支		
三、经费结余	0	

注：1. 经费收入 = 经费支出 + 经费结余。

2. 原则上不得列支通用设备购置费，其他实验设备购置费不超过资助金额的 20%，人员劳务费不超过资助金额的 15%。

七、审核流程

承诺书	<p>1. 本报告中所填写的各栏目内容真实, 准确。</p> <p>2. 提供验收的技术文件和资料真实、可靠, 技术 (或理论) 成果事实存在。</p> <p>3. 提供验收的实物 (样品) 与所提供鉴定的技术文件和资料一致, 并事实存在。</p> <p>4. 本项目的知识产权或商业秘密明晰完整, 未剽窃他人成果, 未侵犯他人的知识产权或商业秘密。</p> <p>5. 项目实施经费合理有效, 由承担项目的学生使用, 无弄虚作假行为。</p> <p>若发生与上述承诺相违背的事实, 由项目组承担全部法律责任。</p> <p>签名 (全体成员):</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>
指导教师意见	<p style="text-align: right;">签名:</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>
学院审核意见	<p style="text-align: right;">盖章:</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>
学校审核意见	<p style="text-align: right;">盖章:</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>
省实施办公室 审核意见	<p style="text-align: right;">盖章:</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>