



GAMES 003 科研素养课

第二周：如何选择科研课题



彭思达



高俊



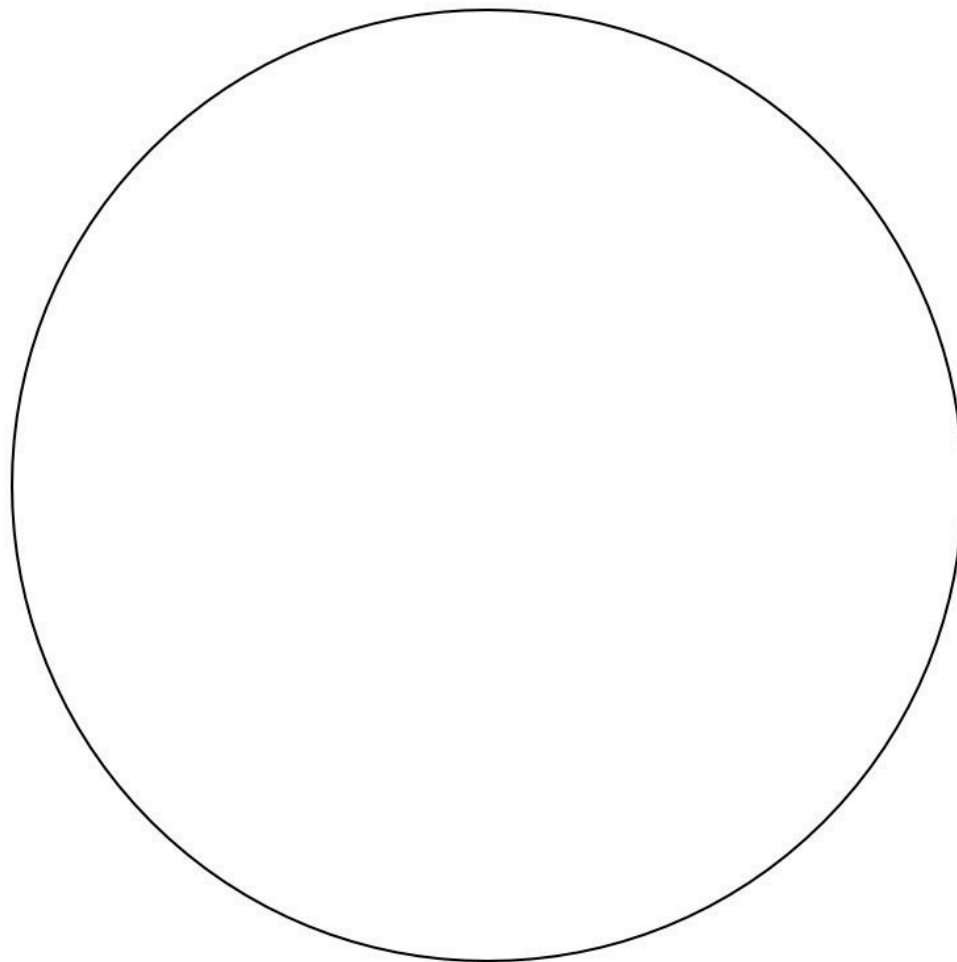
彭崧猷



王倩倩

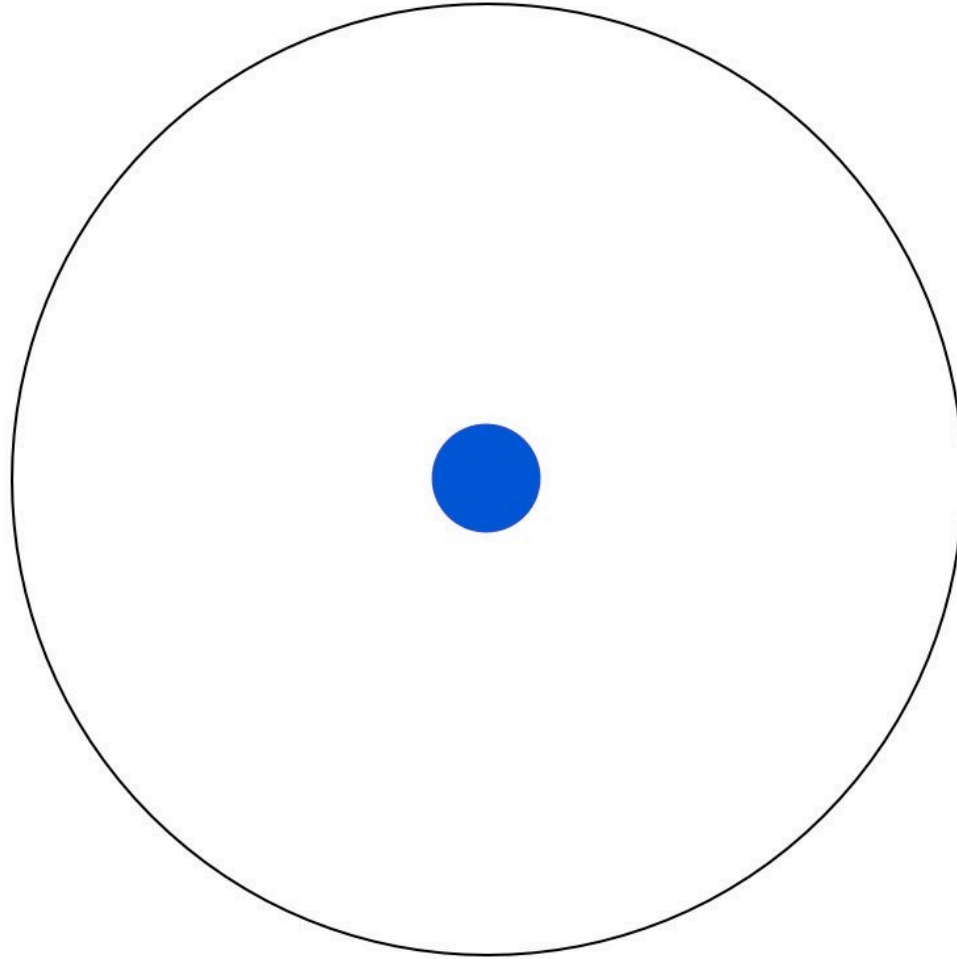
科研是什么？

Imagine a circle that contains all of human knowledge:



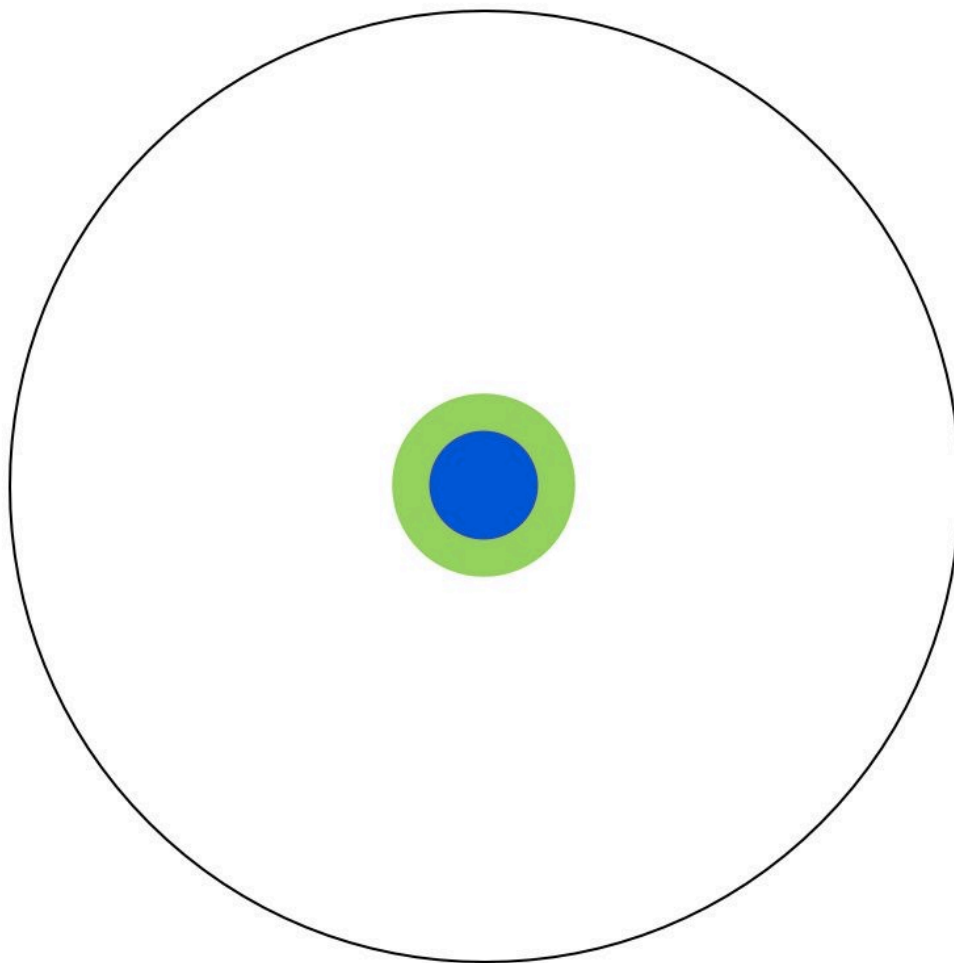
科研是什么？

By the time you finish elementary school, you know a little:



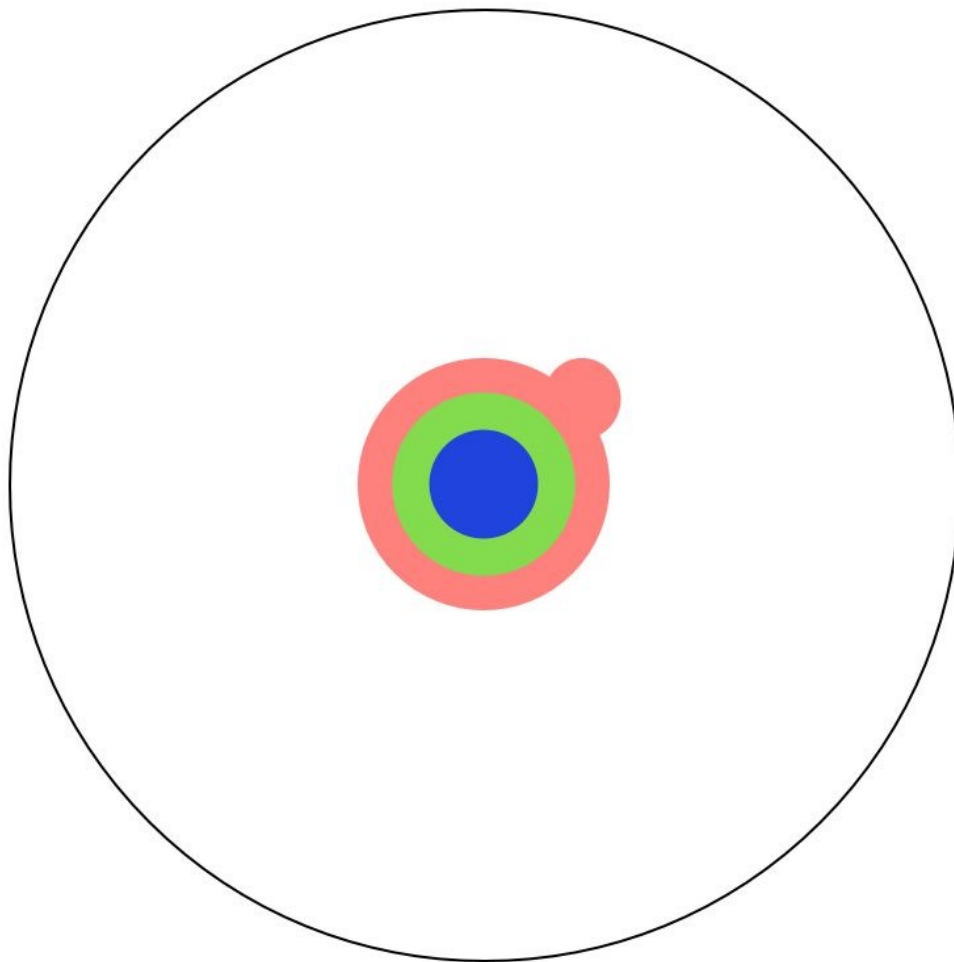
科研是什么?

By the time you finish high school, you know a bit more:



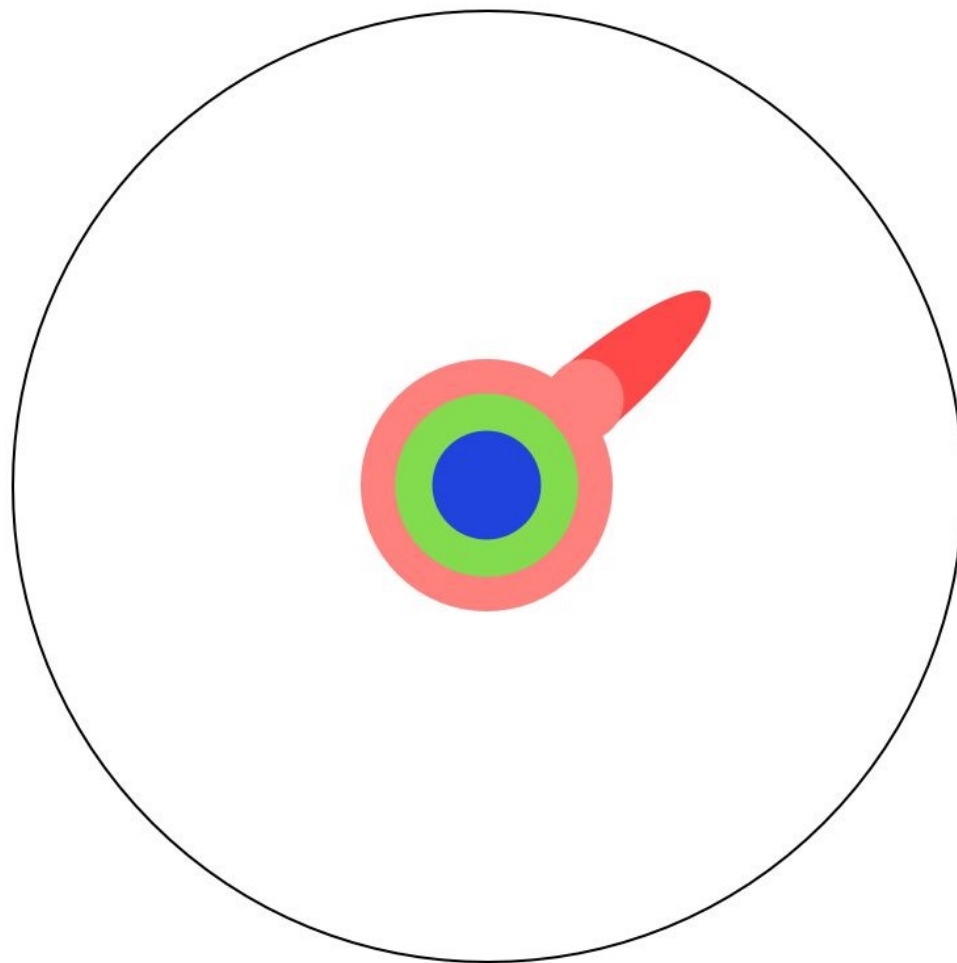
科研是什么?

With a bachelor's degree, you gain a specialty:



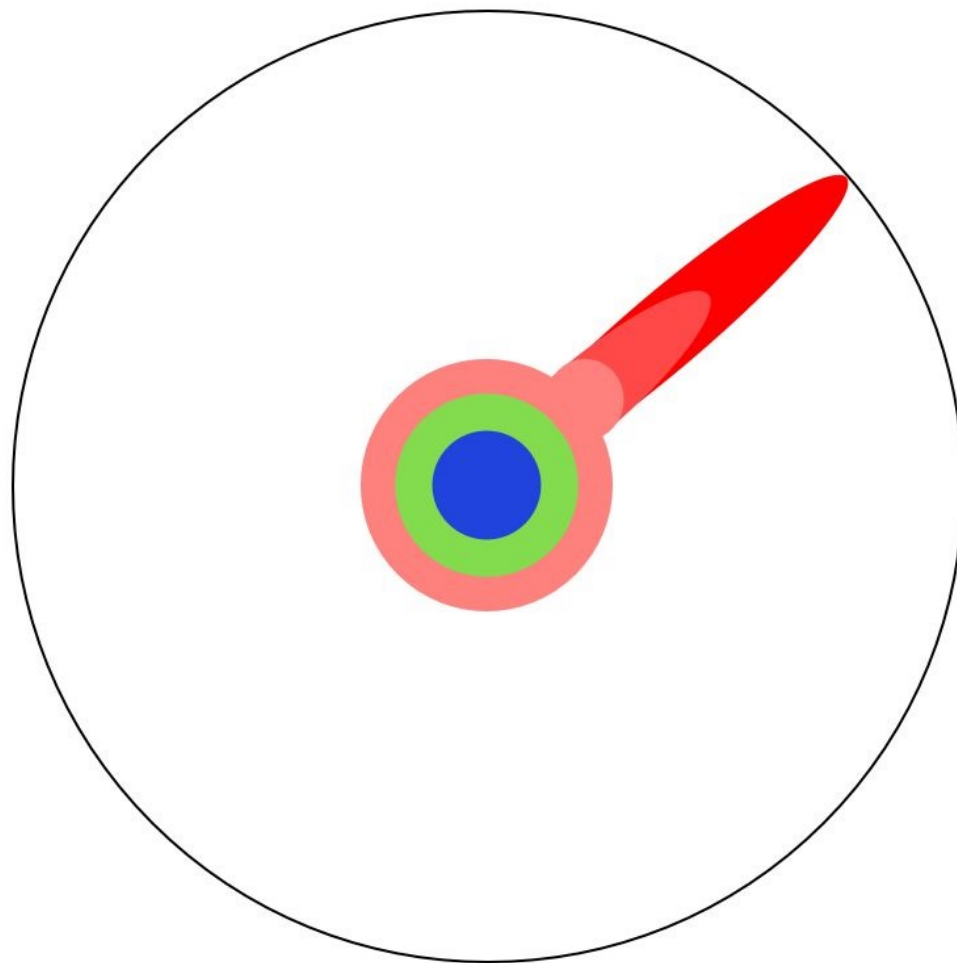
科研是什么？

A master's degree deepens that specialty:



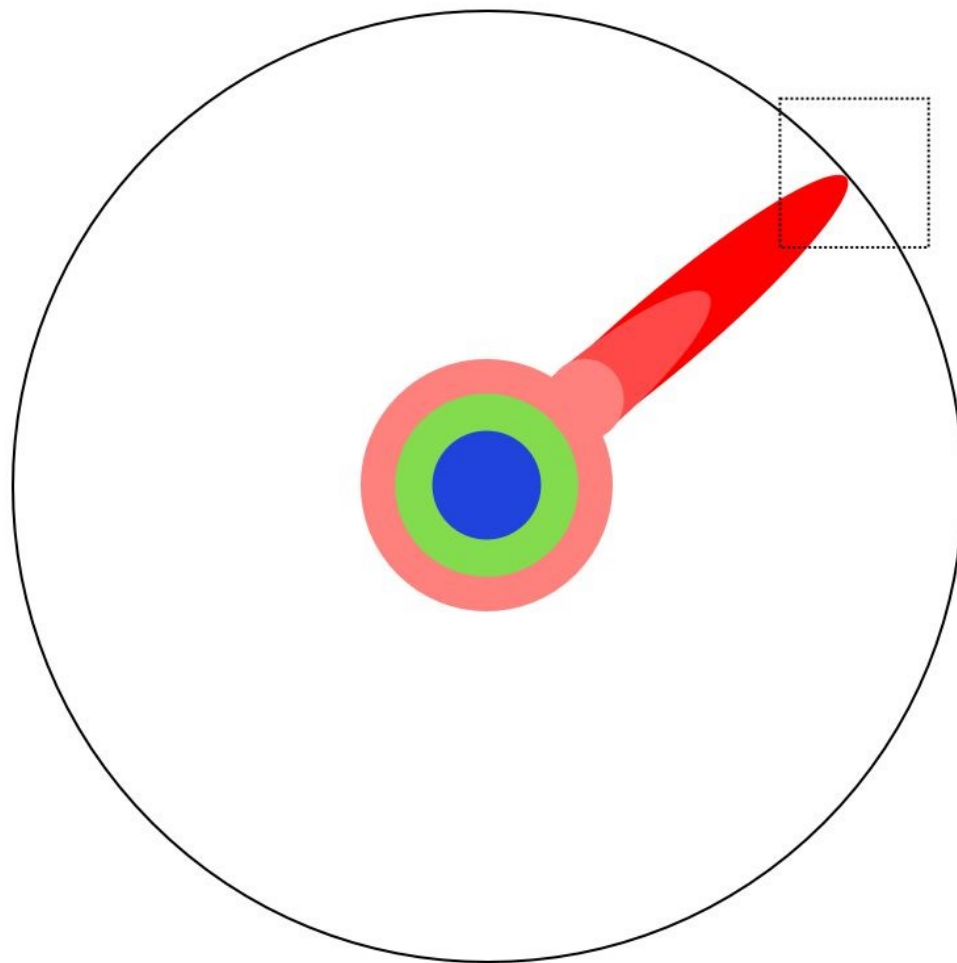
科研是什么？

Reading research papers takes you to the edge of human knowledge:



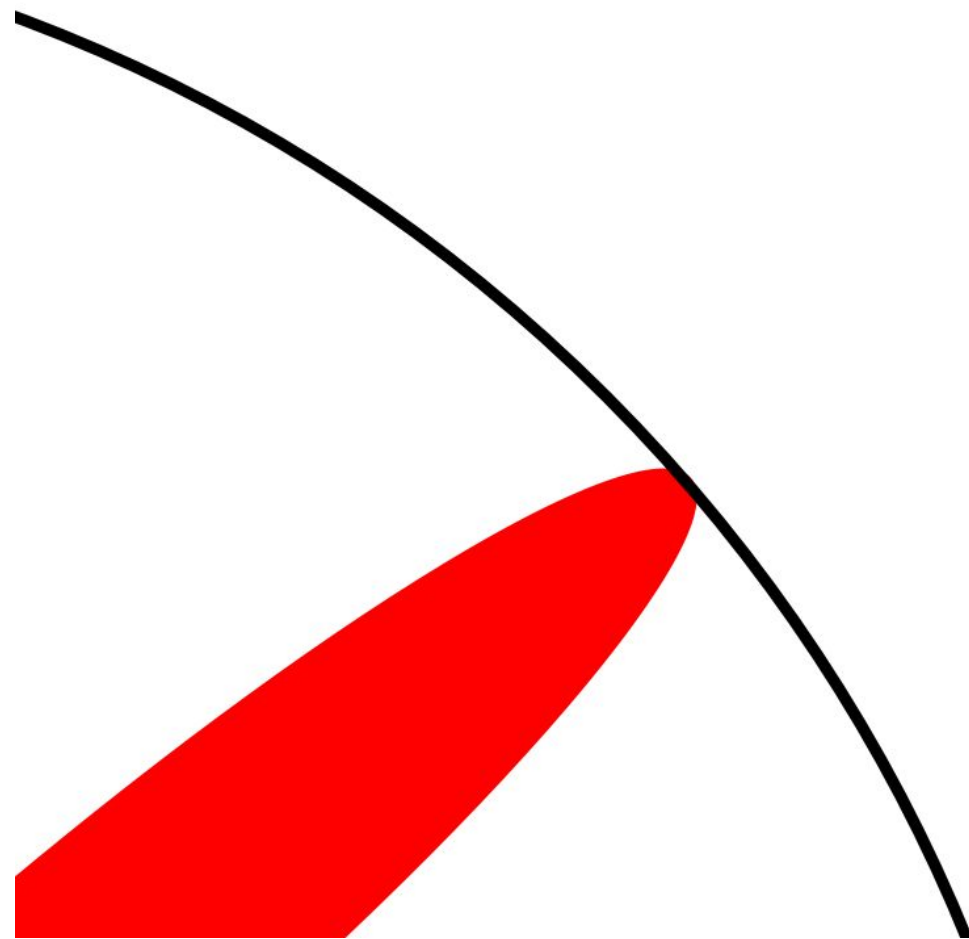
科研是什么？

Once you're at the boundary, you focus:



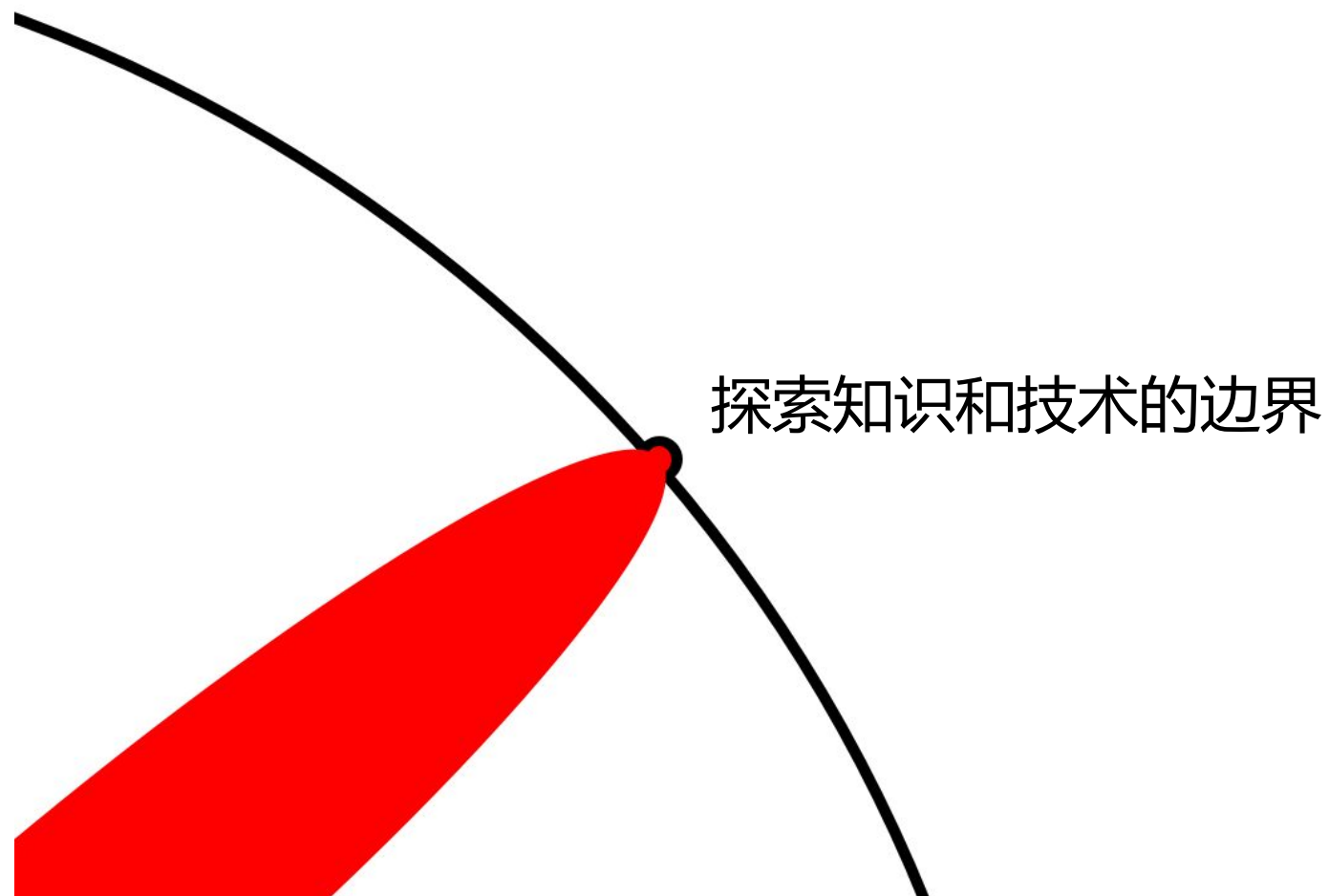
科研是什么?

You push at the boundary:



科研是什么？

Until one day, the boundary gives way:





学习



科研





学习



学习人类已有知识

科研



创造新的知识



学习



学习人类已有知识

有固定的课程大纲

科研



创造新的知识

没有边界，没有人替你“划重点”



学习



- 学习人类已有知识
- 有固定的课程大纲
- 一分耕耘，一分收获

科研



- 创造新的知识
- 没有边界，没有人替你“划重点”
- 比较随机，“失败”是家常便饭



学习



- 学习人类已有知识
- 有固定的课程大纲
- 一分耕耘，一分收获
- 所学知识绝大多数是真理

科研



- 创造新的知识
- 没有边界，没有人替你“划重点”
- 比较随机，“失败”是家常便饭
- 没有绝对的权威，没有人能预测未来

为什么选题很重要？



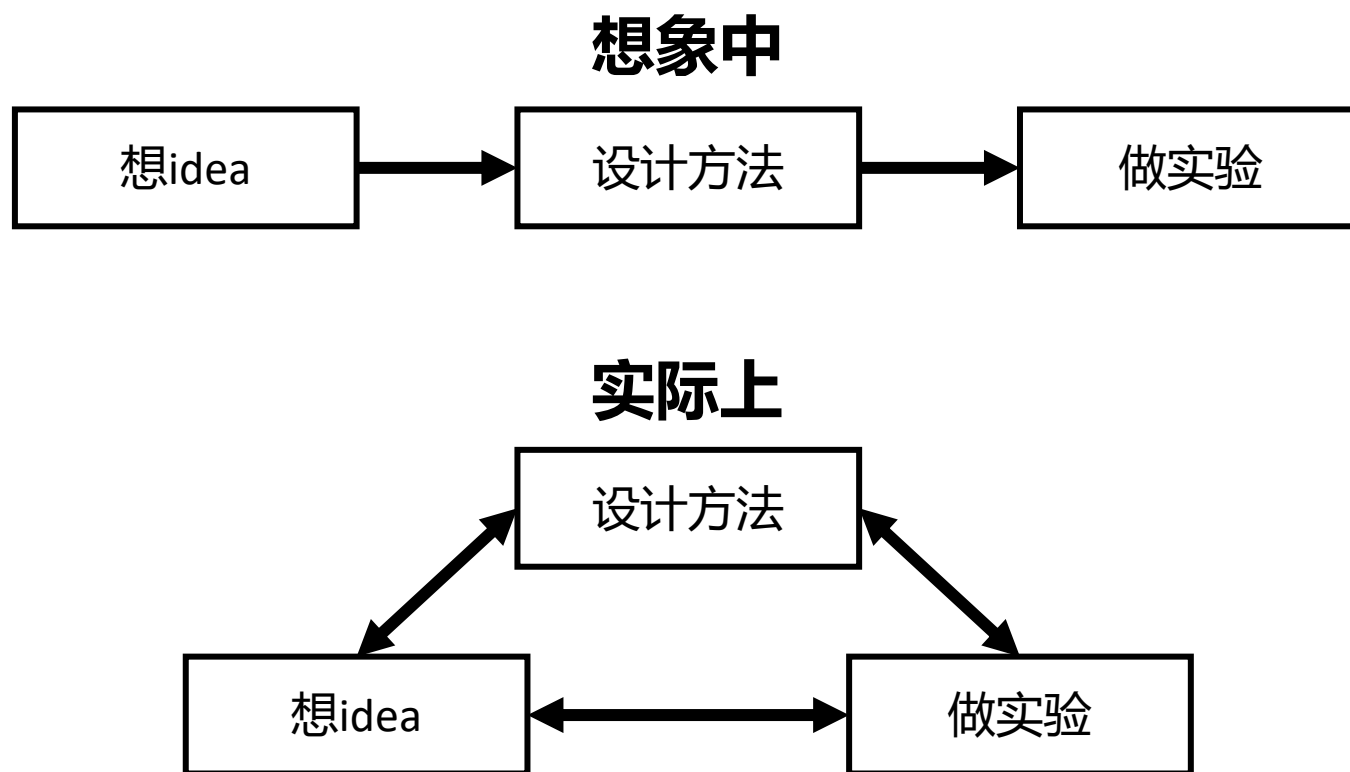
杨振宁讲“学术成功的关键因素”

为什么选题很难？

- 选择课题需要从“已知”推测“未知”，伴随着很大的不确定性：
 - 我选择的课题可能是一条“死路”
 - 我选择的课题可能有很多“分叉路”（一开始想做A，最后做成了B）
 - 其他人可能在同一条路上，可能先达到终点
 - 整个道路的布局可能发生巨大的变化（出现新的技术突破）
 - ...
- **拥抱不确定性：建立正确的心理预期（open-minded）**
- **降低不确定性：不断更新、加深自己对问题的认识**

寻找科研课题本身也是科研

- 它是科研最关键的环节之一
- 它常常会贯穿一个项目的始终



课题选择的关键因素



课题选择非常因人而异

- 自身情况
 - 自己的兴趣和背景
 - 自己所处的阶段（刚入门/有一定经验？）
 - 自己的目标（发表一篇顶会/深耕一个问题）
- 小环境
 - 导师的风格（自由探索/给特定方向？）
 - 实验室的情况（在某方向有一定积累/起步阶段？）
 - 合作者情况（有师兄师姐带/独立探索？）
- 大环境
 - 领域的发展阶段
 - 领域的活跃程度
 - 领域的发展潜力



选择课题的关键因素

- 兴趣/喜好 — 决定了做得开不开心
- 可行性 — 决定了能不能做出来
- 影响力 — 决定了做出来了关注度有多高



选择课题的关键因素

- 兴趣/喜好 — 决定了做得开不开心
- 可行性 — 决定了能不能做出来
- 影响力 — 决定了做出来了关注度有多高

兴趣与热情是好的科研不可或缺的元素

- 兴趣很大程度上也决定了能不能做出来，以及做出来的影响力有多大
- 在博士第一年，我曾问我的导师Prof. Noah Snavely: Do you have any advice for how to do well in my PhD? 他说: Find a problem that you are really excited about
- Alyosha Efros: Do something you really enjoy. There is a lot of randomness in research. You are lucky if the thing you do becomes hot. If it doesn't (which is very likely), at least you had fun.
- 个人经历:
 - 当做一个自己兴趣一般的项目时: 当一天和尚撞一天钟
 - 当做自己兴趣浓厚的项目时: 日思夜想, 不自觉花很多时间在上面



如何找到研究兴趣和热情？

- 首先，要了解自己
- 了解自己擅长什么
 - 因为擅长所以喜欢
 - 因为喜欢所以擅长
- 了解自己对什么风格的问题感兴趣
 - 有的人追求实用性：做有重要实际应用的问题；提升效果和速度
 - 有的人追求新颖和有趣：做别人没做过的问题；酷炫的效果
 - 有的人喜欢数学严谨性：喜欢能用数学解释的问题
 - 通过阅读论文和学术交流，可以大致判断自己对哪类风格的问题兴趣

如何找到研究兴趣和热情？

- 浓厚的兴趣建立在对一个问题有过亲自探索、产生了深刻理解的基础上
 - 例子：Noah一直对重建有对称结构的建筑物有浓厚的兴趣，因为在他早年时候做SfM的时候，有对称结构的建筑物重建总是失败
- 多与他人交流，了解大家对什么感兴趣
- 时而没有热情是十分正常的（不是必需品）
 - 找到一个自己很感兴趣的课题是一件很幸运的事情
 - 重要的是一直保持好奇心和求知欲



选择课题的关键因素

- 兴趣/喜好 — 决定了做得开不开心
- 可行性 — 决定了能不能做出来
- 影响力 — 决定了做出来了关注度有多高

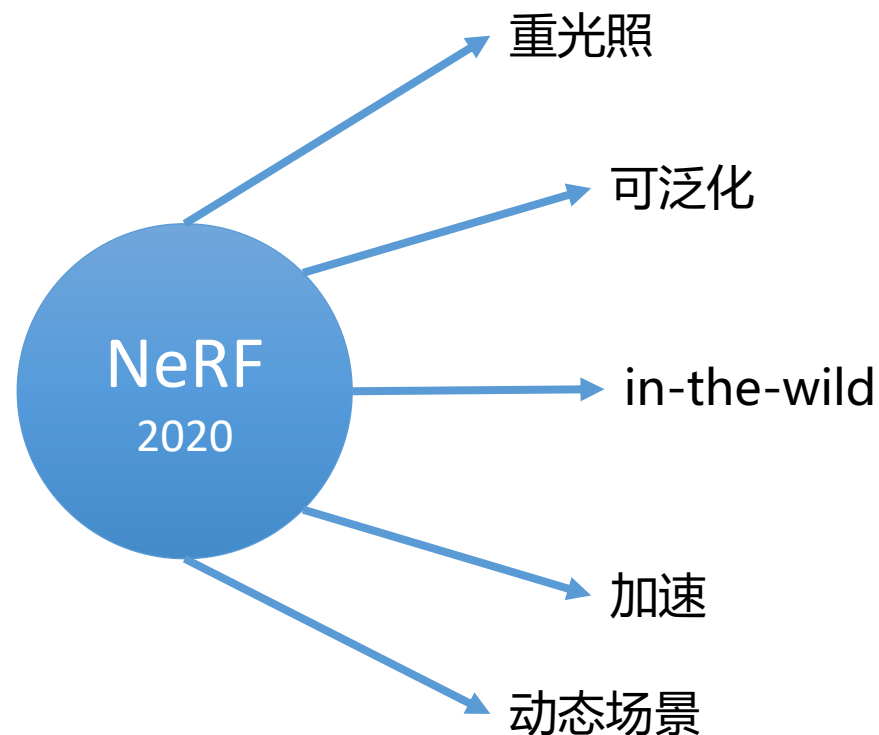


可行性的影响因素

- 课题的研究空间/难度/竞争程度
- 我的背景/能力/阶段
- 我能获取到的资源和支持 (计算资源/合作者/指导)
- ...

可行性之课题的研究空间

- 新兴的领域内课题研究空间通常较大，越成熟的领域和问题研究空间通常较小



- 衡量方法：针对一个方向试想一下，看自己能想到多少个不同的研究方法/角度

可行性之课题的难度

- 课题的难度并不等同于问题本身的难度
- 难度 = 相较于前人的工作做出更好的效果的难度
 - 越成熟的领域难度越高（例：图像分割）
- 难度 = 相较于前人的工作挖掘新的角度的难度
 - 即使领域不是很成熟，也有可能大家探索的角度已经比较全面了
- 难度是相对的，我们可以在做项目的时候调整课题的难度
 - 如果目标太难，可以适当降低难度（简化问题设定）
 - 每个方法都有自己的优缺点，想办法将自己方法的优点发扬光大 → 调整问题设定

可行性之课题的竞争程度

- 大家越关心的问题竞争通常越高（例：三维生成模型）
- 越容易想到的课题竞争度也通常越高（例：把nerf的拓展方向做到gaussian splatting上）
- 应当尽量避免竞争激烈的问题
 - 但如果比较独特的角度或者优势（跟自己的背景很相关/手快/合作者给力），可以一试



可行性之我的背景/能力/阶段

- 我编程能力、数理基础怎么样？
- 我对所研究领域是否有充分的了解？
- 我对科研流程的把握能力怎么样？

可行性之我的背景/能力/阶段

- 对于刚入门的同学：
 - 还需锻炼基本的科研技能
 - 尽可能选择门槛比较低的、难度适中、风险较低的课题
 - 目标：培养科研技能、建立科研的信心
 - 建议可以找一篇自己喜欢的、代码维护比较好的论文，深入理解方法，并在此基础上尝试对其进行改进
 - 尽可能选择自己能够得到足够支持和指导的课题
- 对于有一定科研经验的同学：
 - 可以选择深挖某个问题里的难点，尝试解决核心问题
 - 也可以适当探索一些别的方向，丰富自己的技能和知识储备，更有可能产生好的idea

影响可行性的其他因素

- 问题定义的清晰程度：能否用简洁的语言描述我的核心研究问题？
 - 我要解决一个什么问题？
 - 我想的方法为什么能解决这个问题？
 - 解决了带来什么？
- 指导：我的导师能否给我有意义的指导，如果不能，我能否找到其他人来指导我？
- 反馈环：我能否及时得到反馈，还是要等几周/几个月才知道？
- 时间：这个项目所需的时长是否符合我的时间安排？
- 资源：是否有足够的计算资源、数据集支持我想做的课题？
- 灵活性：如果我想到的idea不work，有多少plan-B？有多容易“回收”我已探索的成果？



选择课题的关键因素

- 兴趣/喜好 — 决定了做得开不开心
- 可行性 — 决定了能不能做出来
- 影响力 — 决定了做出来了关注度有多高



影响力

- 工作的影响力 = 一个领域的总体关注度 × 我的工作的显著程度
- 越重要/越普适/越热门的问题关注度越高
- 重要的问题例子：
 - 对应关系 (correspondence) : "What are the three most important problems in computer vision?" Takeo Kanade: "Correspondence, correspondence, correspondence!"
 - 单目深度估计
- 小众的问题例子：
 - 解决鱼眼相机下马的姿态估计问题
- 思考：哪些人群会对我的课题感兴趣？
 - 一个比transformer更好的架构：所有AI领域从业者
 - 一个能从视频中得到更好相机参数的算法：做3D/4D重建的人，做内容生成的人（提升视频模型的可控性）

影响力

- 影响力有不同的表现形式：
 - 很有用：解决核心的问题/挑战
 - 很特别：给大家留下深刻的印象



Creating and exploring a large photorealistic virtual space. CVPR workshops 2008



Factorized Diffusion: Perceptual Illusions by Noise Decomposition, ECCV 2024



如何扩大自己工作的影响力？

- 根本：提升工作的质量
- 但是更好的呈现也会让人更容易关注到你的工作
 - 提升论文写作
 - 及时开源代码
 - 做好项目主页
 - 更好的可视化来突出自己的工作的优势和特点

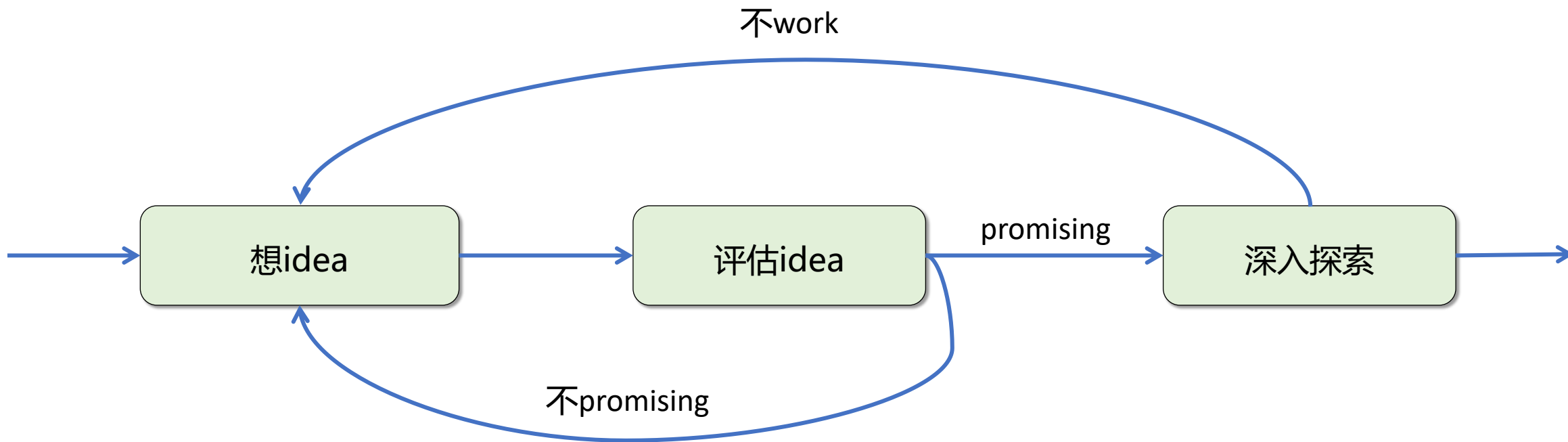
如何选择课题？



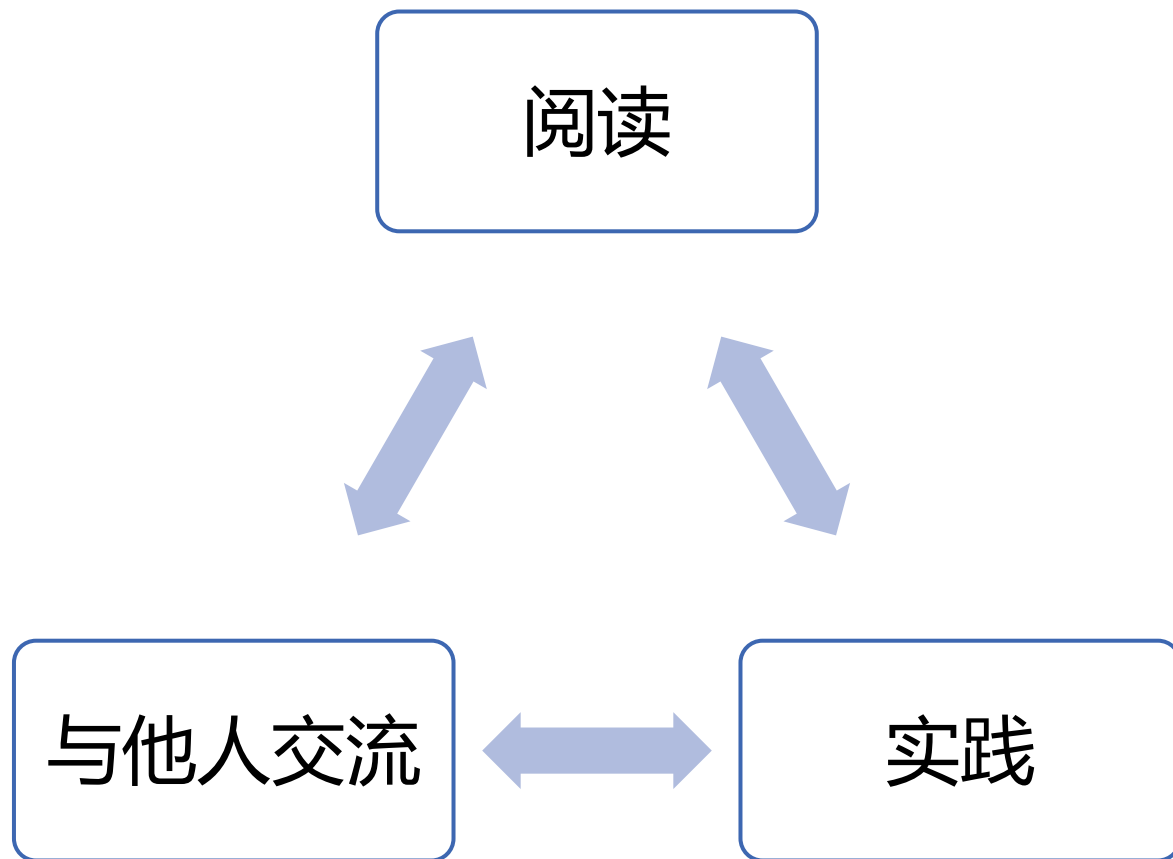
前提：建立对领域的认知

- 整理一个领域的发展脉络（第一讲）
 - 找出每一年的关键论文（citation/阅读related work）
 - 整理出论文之间的联系
 - 总结过去每个阶段大家在重点解决哪些问题
 - 判断当前这个领域还有哪些重要的、可解决的问题

寻找课题是一个循环往复的过程

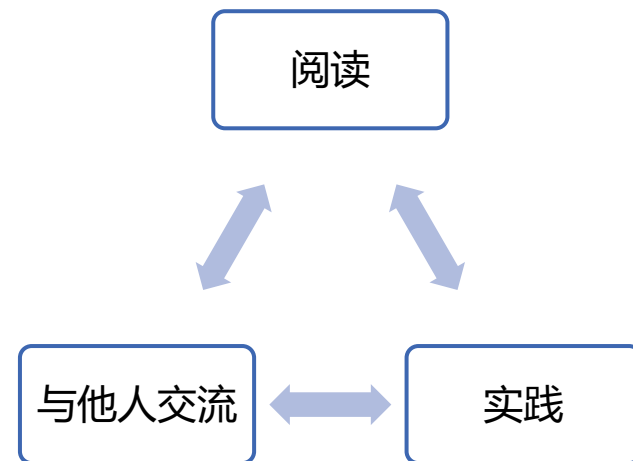


想idea的过程



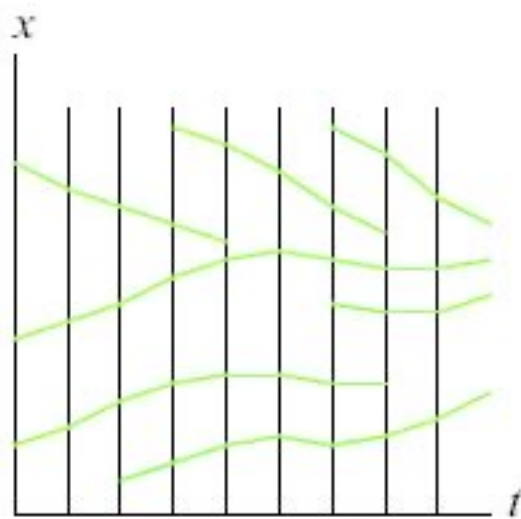
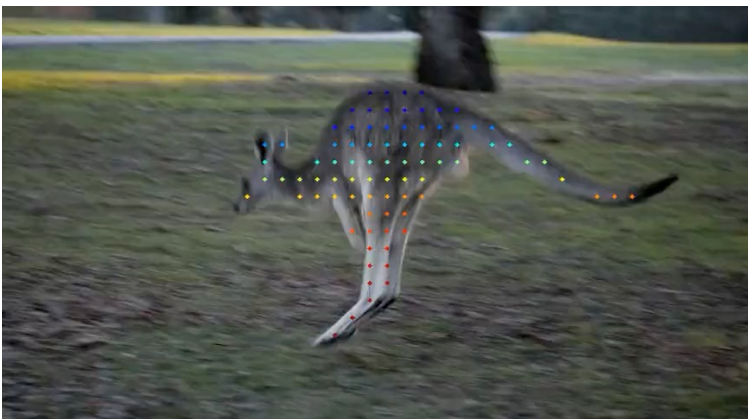
想idea之阅读

- 对待一篇具体的工作，带着问题去阅读：
 - 这个工作有哪些不足的地方？
 - 这个工作开启了哪些新的可能性？
 - 这个工作跟我想解决的问题有什么关系？
 - 误区：完全关注在一个工作不足的地方；完全相信一个论文的结论
- 广泛阅读：
 - 横向比较，整理脉络，识别缺口
- 阅读经典论文：
 - Alyosha Efros: Read old papers. History does not repeat, but it rhymes

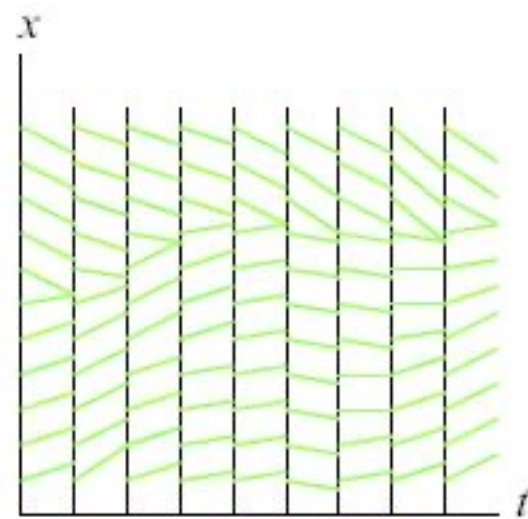


阅读的个人案例

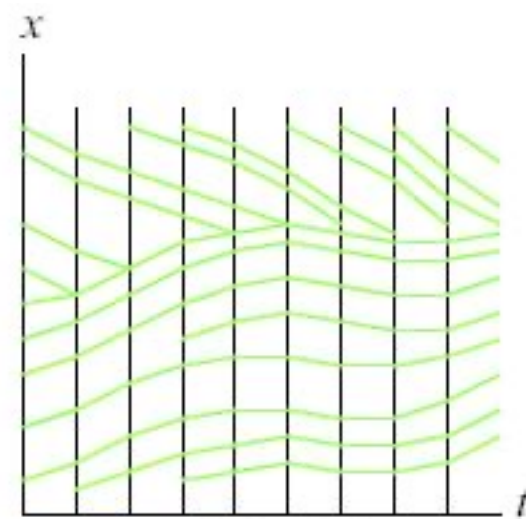
- OmniMotion brainstorm期间，Noah推荐我阅读一篇18年前的工作Particle Videos，打开了我的思路



Feature Tracking



Optical Flow



Particle Video

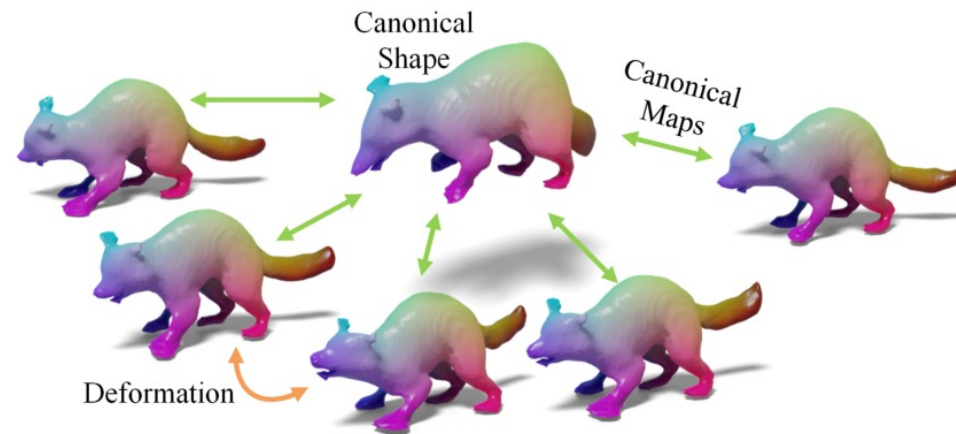
Particle Video: Long-Range Motion Estimation using Point Trajectories, CVPR 2006

阅读的个人案例

- OmniMotion期间阅读了解到invertible networks, 可以保证对应关系的全局一致性



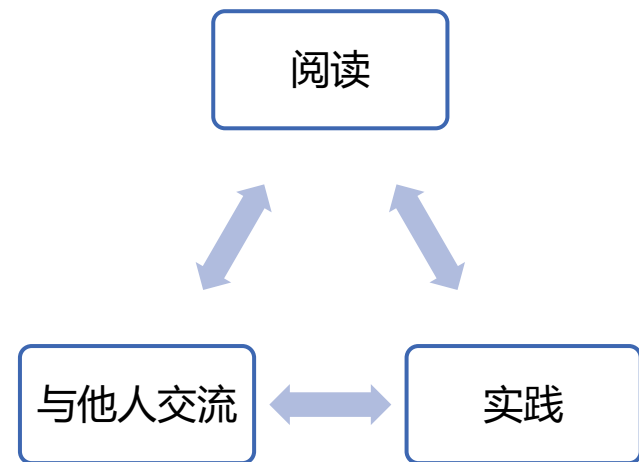
Invertible Networks $y = f_{\theta}(x)$, $x = f_{\theta}^{-1}(y)$



CaDeX: Learning Canonical Deformation Coordinate Space for Dynamic Surface Representation via Neural Homeomorphism, Jiahui Lei and Kostas Daniilidis. CVPR 2022

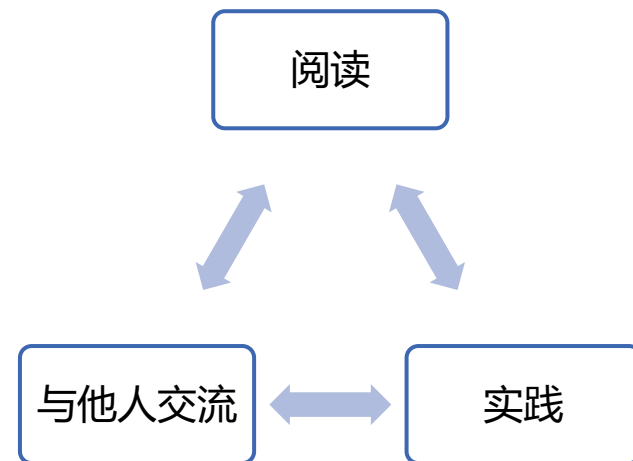
想idea之与他人交流

- 寻找跟自己研究兴趣相同/技能互补的同学一起讨论idea
- 跟老师/资深的研究者交流 — 更有宏观视野
- 无目的的闲聊会有意外的收获
 - 帮助你了解领域动态
 - 可能诞生research ideas



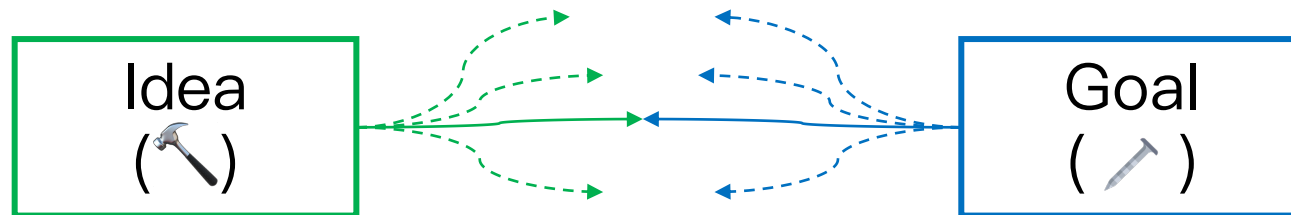
想idea之实践

- 上手跑代码，深入理解一个方法的机理
- 理解它的不足、可以提升的地方
- 提出新的解决方案来提升效果

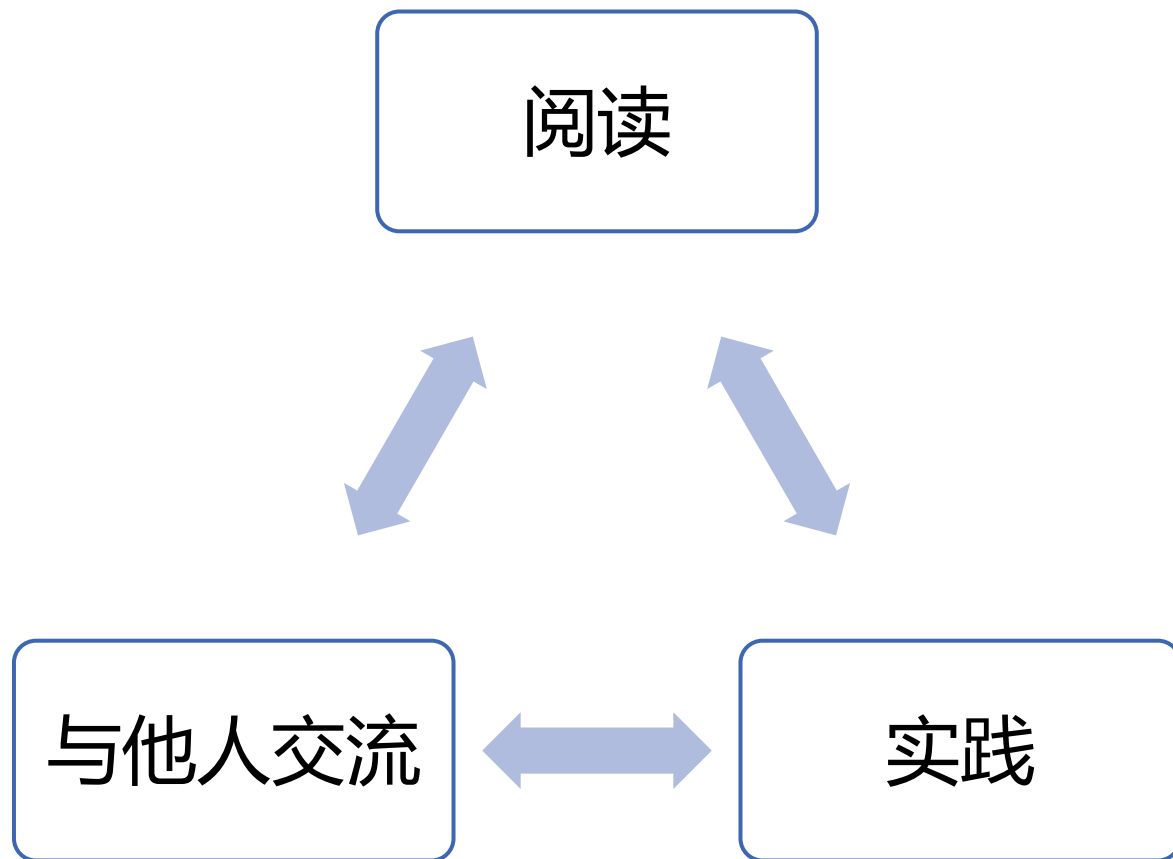


想idea的两种方式

- Goal driven:
 - 有目标，寻找实现目标的方法
- Idea driven:
 - 想到一个新的idea，看效果/看能解决什么问题



评估idea的过程



评估idea的标准

新颖性
(novelty)

可行性

影响力



评估idea之novelty (beauty)

- 越令人意想不到的，就越让人耳目一新
- 越简单有效的idea，潜力越大
- 最好的idea让人读后感觉：
 - 这个好make sense，这个问题就应该这么解决！我之前怎么没想到?!



关于novelty的个人看法

- 能给领域带来新的增量（信息/知识/技术）的工作都是novel的工作
- 所有工作一定程度上都是A+B
 - 因为所有的工作都需要站在巨人的肩膀上，都会有前人工作的影响
- 但不同的是，这个A+B的组合是否是由你要解决的问题所驱动的一种自然（甚至必然）的解决方案
- 以及，这个A+B的组合是否是大家在类似的情景下已知能work的



培养研究品味(research taste)的练习方法

1. Write down a list of research ideas. Have a mentor you respect rate each idea 1–10. Discuss ideas where you disagree with them after reflection.
2. Pay attention when other people try ideas you've had. How did the results compare with your expectations?
3. Interview researchers around you on their taste. Why do they work on the problems they do? How do they pick problems? What's their “big picture” of research?
4. Read books about the history of science. Reflect on why some researchers focused on important directions their contemporaries ignored.
5. Critically consider your research taste, and the community taste around you. Your taste is likely very influenced by your research cluster (your collaborators, advisor, etc)



评估idea之可行性

- (阅读/与他人交流): 我想做的问题有没有人已经做过了?
- (阅读/与他人交流): 我想的方法有没有人在其他的领域尝试过? 是否有过成功经验?
- (实践): 设计最简单的实验来快速验证核心idea

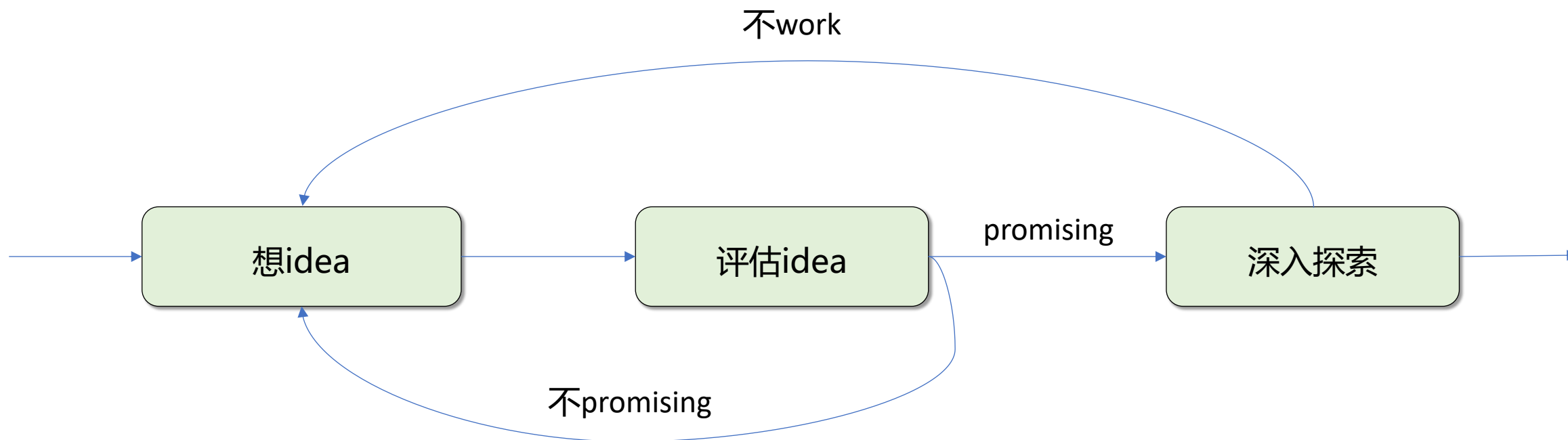


评估idea之影响力

- 如果一切顺利，所有的难点都得以解决，最终的效果是否足够惊艳？
- 如果我跟别人讲述最终可能实现的效果，他们是否对其感到兴奋？

如何执行？

- 有多种策略：
 - 有的人同时对不同的方向和ideas进行初步尝试，选出最promising的一个深入探索
 - 有的人会谨慎想好一个大概的方向，在这个方向内根据实际的反馈对idea进行调整和提升



什么时候应当放弃一个idea?

- 有硬伤：
 - 核心idea已经被别人做过了
 - 核心的idea不work
 - 核心的contributions不够，列出contributions并判断这些contributions是否达到目标期刊/会议的标准（求助有经验的人）
- 陷入瓶颈（不要完全放弃）：
 - 尝试所有能想到的解决方案，总结他们不能解决问题的原因，这些原因是不是致命原因？
 - 跳出来看，是不是思路不对？考虑对问题进行重构
 - 是不是有一个特定的模块缺失？发现/等待更好的工具出现






一些tips

- 常见错误：对领域了解不够、对前沿的跟进不够，导致研究的方向明显不能达到SOTA而不自知
 - 没有在最好的方法的基础上进行改进
 - 没有用最先进的工具
- 解决方案：多读多问

一些tips

- 常见错误：在深入探索一段时间后放弃一个项目，转而开始做一个不相关的项目
 - 浪费了在一个方向上积累的insights和技能
- 解决方案：对这个项目进行重构，尽可能找到一个相关的项目，“重复利用”在这个项目里学到的知识和积累的技能





一些tips

- 维护一个文档，记录自己所有的research ideas
- 记录本身可以帮助自己理清思路
- 方便对不同的ideas进行比较和融合



QA: 回答同学们的一些问题

- 分享ICCV best student paper的经历
- 动机: 在做上一篇文章(3D Moments)的时候发现motion是最大的难点
- 一开始尝试4D reconstruction → 太难 → 降低难度到dense and long range 2D correspondences
- 效果不好 → invertible networks + **dense** canonical volume → 有基本效果
- 尝试改进效果 → 没有明显提升 → 投稿
- 做demo/可视化



QA：回答同学们的一些问题

- 在确定一个大方向之后，如何能够快速精准关注到这个领域的大牛和强组？
 - 硬指标：citation/github stars/论文中方法的表现
 - 社交媒体/与他人交流/开学术会议
 - 不迷信大牛和强组
- 如何一直follow新技术
 - 有的放矢，有自己长期的目标，跟自己的目标相关的仔细了解，跟自己目标不太相关的至少要有基本了解
 - 找最了解这个新技术的同学合作

QA：回答同学们的一些问题

- 当初是怎么选定第一篇论文的研究课题的？
- 刚入门科研的研究生新生该选怎样的科研课题比较好上手，以及能取得比较好的正反馈？
- 想请问我在选题的时候不是按照"类似研究方向的文章->产生idea->方法->实验->."路线，而是在解决一个工程问题一直在寻找不同解决问题的方法，所以感觉很难去画出一条时间轴思维图。这是一个合理的选题吗
- 有没有在实验过程中发现选题做不动然后调整论文目标的情况？能否结合具体实例讲解一下当时是如何调整的？

QA：回答同学们的一些问题

- 当初是怎么选定第一篇论文的研究课题的？
- 刚入门科研的研究生新生该选怎样的科研课题比较好上手，以及能取得比较好的正反馈？
- 想请问我在选题的时候不是按照"类似研究方向的文章->产生idea->方法->实验->."路线，而是在解决一个工程问题一直在寻找不同解决问题的方法，所以感觉很难去画出一条时间轴思维图。这是一个合理的选题吗
- 有没有在实验过程中发现选题做不动然后调整论文目标的情况？能否结合具体实例讲解一下当时是如何调整的？

QA：回答同学们的一些问题

- 当初是怎么选定第一篇论文的研究课题的？
- 刚入门科研的研究生新生该选怎样的科研课题比较好上手，以及能取得比较好的正反馈？
- 想请问我在选题的时候不是按照"类似研究方向的文章->产生idea->方法->实验->."路线，而是在解决一个工程问题一直在寻找不同解决问题的方法，所以感觉很难去画出一条时间轴思维图。这是一个合理的选题吗
- 有没有在实验过程中发现选题做不动然后调整论文目标的情况？能否结合具体实例讲解一下当时是如何调整的？



Thank you!



彭思达



高俊



彭崧猷



王倩倩