

报告正文

参照以下提纲撰写，要求内容翔实、清晰，层次分明，标题突出。
请勿删除或改动下述提纲标题及括号中的文字。

(一) 立项依据与研究内容 (建议 8000 字以下):

1. **项目的立项依据** (研究意义、国内外研究现状及发展动态分析, 需结合科学研究发展趋势来论述科学意义; 或结合国民经济和社会发展中迫切需要解决的关键科技问题来论述其应用前景。附主要参考文献目录);

大多数优化方法都需要利用目标或约束函数的一阶信息 (梯度或次梯度等)。然而, 实际应用中, 大量优化问题的一阶信息是无法有效计算的。在很多典型的例子中, 目标函数是没有显式表达式的黑盒, 其函数值由复杂的计算机模拟或者物理实验给出, 而函数的一阶信息几乎不可能得到。这样的问题被称为无导数 (derivative-free) 优化问题 [1, 2, 3], 也有作者称为黑盒优化问题 [4]。它们广泛出现在计算核物理 [5]、芯片设计 [6]、人工智能 [7] 等极具战略意义的领域。求解这类问题需要仅仅使用函数值而不依赖一阶信息的方法, 也就是无导数优化方法 (derivative-free optimization methods), 亦称为直接方法 (direct methods) [8] 或零阶方法。由于此类问题的目标函数计算往往代价较大并且含有噪音, 一个有效的无导数优化方法应当用尽量少的目标函数值计算获得合理精度的解, 并且对非精确的目标函数值有很强的鲁棒性。由于一阶信息的缺失, 满足上述要求并不平凡, 尤其当问题规模变大时难度骤增。随着计算机模拟成为越来越重要的科研手段, 无导数优化问题出现得越来越多, 规模越来越大, 无导数方法的研究也面临越来越大的挑战和机遇。

[9]

题目是你对评审专家说的第一句话。需要创新、创新、再创新!! 尽量回答“干什么、对象是什么、用什么方法、解决什么问题”。简洁明确, 具体清楚。不宜过长, 不宜出现过多的关键词, 但最好要有新意的关键词出现, 包含研究视角、方法和研究对象的创新, 最好能让专家一看到“题目名称”就能基本了解本申请重点要研究的问题。忌讳项目名称重复, 即使所提出的与以前资助项目研究内容有所不同, 甚至有所创新, 但名称重复很难给人以新意。**建议检索类似课题历年资助情况, 避免重复!!** 在选择研究题目 (或方向) 时, 应本着“扬长避短”的原则, 尽量结合自己的研究基础; 缺乏一定科学 (研究) 基础的“创新”是不成立的, 许多情况甚至是“空想”。选题最好以问题为导向, 不要以新以技术、新方法的应用为导向! 忌盲目追求“学科前沿”和“研究热点”问题。

写本子最难的是**想题目**和**写摘要**, 需要广泛快速阅读近几年的文献。可以考虑

找到一个具体的场景，用场景将本子的研究内容串起来。也可以围绕一个关键科学问题，将多个方面的研究内容有机结合起来。建议先画两个图：**研究内容框架图**和**详细技术路线图**。有了这两个总蓝图，整个本子写起来会更加的有条理，避免各种混乱和不一致。为了方便专家快速抓住重点，建议把**重点内容标粗**，让专家即使只阅读非常少的加粗字体，也可以获得判断本子优劣的足够关键信息。

我在参加基金委重点项目会评之前，基金委领导特意给评委们科普了基金委最看重的**灵魂六问**，请专家们重点关注：

- 该项目想做什么？请用大同行能够理解的术语表达您的研究目标。
- 目前的做法有哪些局限性？
- 您的方法有什么独特性，为什么您认为它会成功？
- 谁关心该项目取得的成果？
- 如果您成功了，对该领域有的推动作用是什么？
- 中期和期末，如何检查该项目计划成功与否？

在撰写基金的过程中，各部分需要重点阐明

- 立项依据：为什么做
- 研究内容：做什么
- 研究目标：做到什么程度
- 研究方案：如何做
- 工作基础等：我能做该项目

具体到立项依据，重点阐述清楚：**为什么要做这个课题？重大需求、存在问题、有解决思路。谁会关心该项目取得的成果？**让评审者读了申请书以后要有如下感觉：这个研究很重要，国内外都在做，但有要害问题没有解决，申请人提出了很好的解决途径，思路很独特且合理，若沿着这条思路做几个方面的研究，有解决希望。

对基础研究，着重结合国际科学发展趋势，论述项目科学意义对应用基础研究，着重结合学科前沿，围绕国民经济和社会发展中的重要科技问题论述其应用前景。立项依据部分应该包括：

- 立项意义；
- 国外同类研究状况；
- 国内同类研究状况；
- 本课题组的研究基础和选题的依据。

立项依据论述要简明扼要，有理有据。要用准确的学术语言，将问题论述清楚，一

般要考虑如下问题：1、什么人在研究？研究了些什么？核心科学问题是什么？2、人家怎么进行研究？解决了些什么问题？还有什么问题没解决？哪些问题是别人想到了的？但没有解决？3、你考虑怎么解决？哪些问题是别人还没有想到的？你又是考虑怎么来解决？4、如果您成功了，对该领域有什么推动作用？

1.1. 研究背景及科学意义

1.1.1 * 题目 * 对 ** 具有重要作用

第一段：主要描述题目的主要工作，解释题目中涉及的术语，然后说明输入和输出，说明目前题目的主要工作是如何实现的，具有什么样的意义。

第二段：说明第一段描述的内容的局限性和不足，引出本项目的主要工作。

第三段：说明解决上述局限性和不足，有什么实际应用效果。

第四段：说明该项目工作对 *** 的重要作用。

1.1.2 * 题目 * 具有挑战性的问题

项目需要那些技术，这些技术的复杂程度，面临的主要问题，要使用一些术语来表述，最后要有结论性语言，例如：

因此，当前 * 技术很难应用于面向 *** 的研究，在 *** 等方面也缺少针对 *** 的专门研究，特别是缺乏针对 *** 的有效方法。这些局限性限制了 *** 分析技术的发展。**

1.1.3 *** 思想为 *** 题目 * 研究提供了新途径

一些最新的技术，有利于项目工作的解决。最后务必有一段总结的语言，例如

本项目基于 * 数据，建立 ***，利用 *** 表示和分析方法，以 *** 为核心，研究 *** 演化规律，在理论和技术层面都具有重要的引领和示范作用。**

1.2. *** 题目 * 面临的挑战

提出 3-4 个挑战，分别对应后面的主要研究内容，最后一定要有对挑战的总结描述，例如

因此，面向 ** 的 ***，需要对 ***、*** 和 *** 进行统一的概念描述与框架**

建模。在此基础上，通过 **** 是一个可行途径。

1.3. 总结

说明课题组具有解决上述挑战的能力，例如：

综上所述，*，本项目从 *** 出发，面对 *** 等挑战，研究 *** 关键科学问题。项目拟在以下三方面开展研究：******

项目组在 *** 具有扎实的研究基础，承担了多项国家和省部级课题，典型的有：***。这些项目的完成，使项目组在 *** 方面积累了丰富的研究经验，也为该项目的实施奠定了良好的技术基础。

本项目直接面向 *** 国家战略，可以为 *** 等重要应用提供核心技术支撑，对推进 *** 的应用和发展具有重要的意义。

1.4. 国内外相关工作

如果申请人从未在所申请项目的研究领域发表过一篇论文，或者申请书中对国内外研究现状阐述不明，不附主要参考文献目录，说明申请人在这一研究领域无研究工作基础，不具备实施该项目的研究能力。

在相关工作的评述中，应该尽量广泛的包含各方面的先进成果：既有国际上顶级的研究，也得有国内最先进的成果。**建议同时包含自己的中文和英文的代表作，这些相关的代表作也标明自己在该领域的研究基础。**可以引用几个代表性图，形象的展示一些重要的背景知识，方便大同行理解。

可以对相关工作进行分组介绍。每组介绍之后简单总结一下现有工作和拟研究工作的关系。**现有工作存在那些不足需要进一步研究。这些总结性的结论建议粗体强调，方便评审人迅速理解。**

参考文献：

- [1] A. R. Conn, K. Scheinberg, L. N. Vicente. Introduction to Derivative-Free Optimization, volume 8 of MOS-SIAM Ser. Optim. SIAM, Philadelphia, 2009.
- [2] 张在坤. 无导数优化方法的研究. 博士论文, 中国科学院, 北京, 2012.
- [3] 张在坤. 无导数优化. 袁亚湘主编, 中国学科发展战略：数学优化, 84–92 页. 科学出版社, 北京, 2020.

- [4] C. Audet W. Hare. Derivative-Free and Blackbox Optimization. Springer, Cham, 2017.
- [5] S. M. Wild, J. Sarich, N. Schunck. Derivative-free optimization for parameter estimation in computational nuclear physics. J. Phys. G, 42:034031, 2015.
- [6] T. Gu, W. Li, A. Zhao, Z. Bi, X. Li, F. Yang, C. Yan, W. Hu, D. Zhou, T. Cui, X. Liu, Z. Zhang, X. Zeng. BBGP-sDFO: Batch Bayesian and Gaussian process enhanced subspace derivative free optimization for high-dimensional analog circuit synthesis. IEEE Trans. Comput.-Aided Des. Integr. Circuits Syst., 43:417–430, 2024.
- [7] Y. Zhang, P. Li, J. Hong, J. Li, Y. Zhang, W. Zheng, P.-Y. Chen, J. D. Lee, W. Yin, M. Hong, Z. Wang, S. Liu, T. Chen. Revisiting zeroth-order optimization for memory-efficient LLM fine-tuning: A benchmark. In R. Salakhutdinov, Z. Kolter, K. Heller, A. Weller, N. Oliver, J. Scarlett, editors, ICML’24: Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning, pages 59173–59190. JMLR.org, 2024.
- [8] 袁亚湘. 非线性最优化计算方法. 科学出版社, 北京, 2008.
- [9] D. Ge, J. Liu, T. Liu, J. Tan, Y. Ye. Algorithm 1053: SOLNP+: A derivative-free solver for constrained nonlinear optimization. ACM Trans. Math. Software, 50:1–24, 2024.

2. 项目的研究内容、研究目标，以及拟解决的关键科学问题（此部分为重点阐述内容）；

2.1. 研究目标

重点阐述本项目计划**做到什么程度**。一定要用大同行能够理解的术语来描述。

2.2. 研究内容

重点阐述本项目计划**做什么**。如图1所示，建议撰写之前仔细画一个主要研究内容的图。我通常习惯用 PowerPoint 作图，做好后导出为 pdf 格式，既可以保持图片不会文件太大，也可以保证放大后非常清晰。幻灯片直接导出的 pdf 可能存在空白边，可以用 WPS 中的“页面-剪裁页面”去掉白边。作图用的 pptx 文件我也通常会保存起来，例如这个模版 L^AT_EX 文件中的“prepare/NSFC-Figs.pptx”。如果是大的国基金项目，后续可能涉及答辩。答辩时这个图可以用，保留 pptx 格式也方便到时候做尺寸和布局的调整。

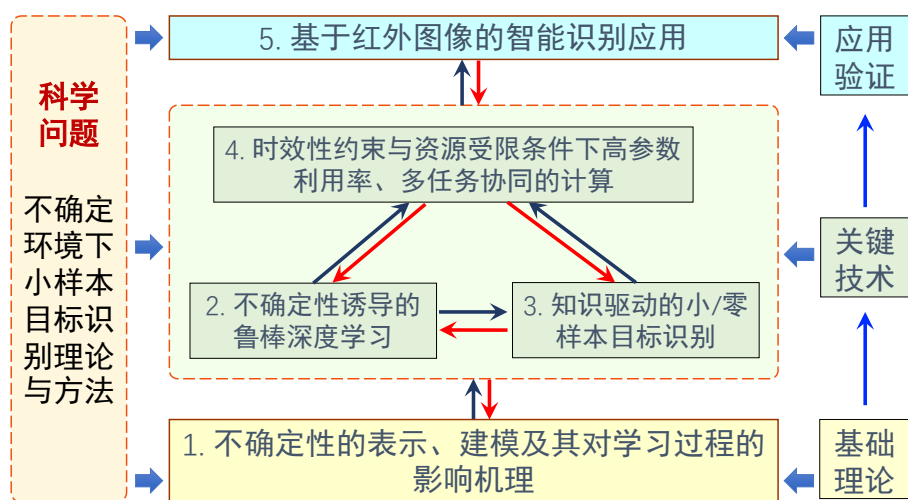


图 1: 本项目主要研究内容。

2.3. 拟解决的关键科学问题

3. 拟采取的研究方案及可行性分析 (包括研究方法、技术路线、实验手段、关键技术等说明);

3.1. 拟采取的技术路线

如图图2所示, 建议在具体写技术路线之前, 先厘清这个框架图。技术路线的框架图通常比研究内容更加饱满, 可以更好的展示本项目的研究思路。

3.2. 可行性分析

既然国内外相关工作都没能解决你提出的重要问题, 为什么你觉得自己有望解决该问题。论述的时候通常包括: 独特的时机、与众不同的方案、雄厚的相关科研积累等。

4. 本项目的特色与创新之处;

您的方法有什么独特性, 为什么您认为它会成功?

5. 年度研究计划及预期研究结果 (包括拟组织的重要学术交流活动、国际合作与交流计划等)。

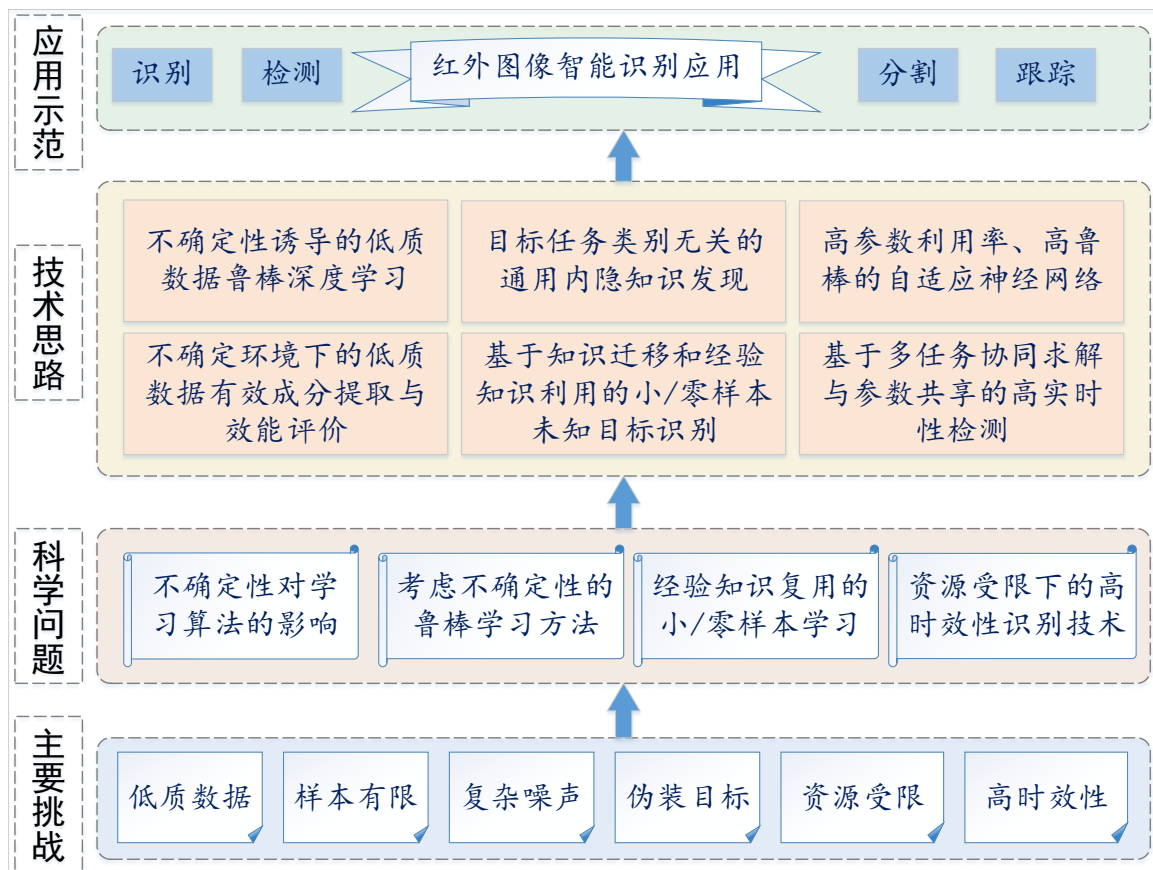


图 2: 本项目的技术路线。

5.1. 年度研究计划

5.2. 预期研究成果

项目各阶段，特别是中期和期末，如何检查该项目计划成功与否？

(二) 研究基础与工作条件

1. **研究基础**（与本项目相关的研究工作积累和已取得的研究工作成绩）；

以我本人的第一个国基金项目的**申请原文为例**，通过高度精炼的语言，在 2 页左右的篇幅中快速讲清楚：1) 大部分申请人没有的特色优势是什么；2) 特色工作和拟研究工作的联系得清晰。

申请人在与本项目相关的研究工作中有着丰富的积累，并取得了国际领先的科研成果，发表**10 余篇 CCF A 类**国际期刊及会议论文（ACM TOG 4 篇，IEEE TPAMI 2 篇，IEEE CVPR 3 篇，IEEE ICCV 2 篇，IEEE TVCG 2 篇），**论文** Google Scholar **他引 1600+ 次**，一作**论文单篇最高他引 700+ 次**。这些研究基础主要包括 3 个方面：

1.1. 图像的智能理解与新一代交互方面

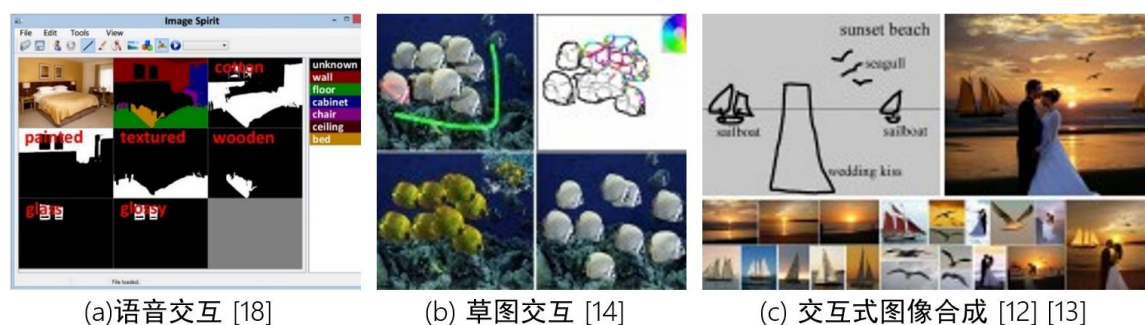


图 3: 图像智能理解与交互关键技术。

对图像中的物体对象进行智能分析，从而实现基于语音、简单笔画等自然直观操作方式的图像编辑，是计算机图形学中的重要课题。如图3所示，在该领域，申请人提出了基于图像场景物体的编辑技术 (ACM TOG 2010，申请人为一作)，基于语音控制的图像分析技术 (ACM TOG 2014，申请人为一作)，基于草图和网络图像的图像合成技术 (ACM TOG 2009，申请人为二作)。其中，图像合成技术于 2010 年被法国政府参与组织的国际互联网行业论坛评选为“全球互联网数字媒体领域十大创新性发明之一”并在法国参议院颁奖，成果介绍视频浏览百万次以上，并被英国《每日邮报》、德国《明镜周刊》等多家著名国际媒体撰文报道。英国《每日邮报》对该工作的评价为“An image manipulation tool built by a group of Chinese students has taken the internet by storm”。该工作被科技部 **作为 973 计划成功案例** 予以报道 (信息领域仅列出这一个案例)。申请人在该领域的 CCF A 类国际期刊 ACM TOG (4 篇) 和 IEEE TVCG (2 篇) 上发表多篇论文。

1.2. 显著性物体检测方面

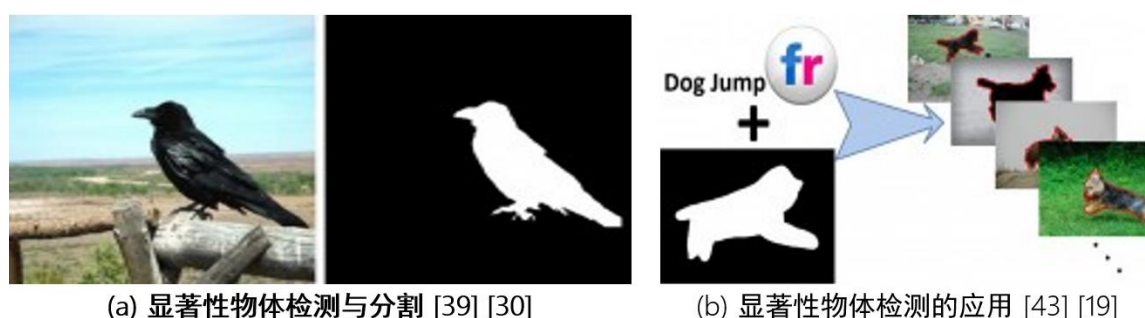


图 4: 视觉显著性物体检测与分割算法及其应用。

申请人提出了一种基于全局对比度分析的图像视觉显著性区域检测算法。通过对图像区域间的全局对比度和空间相关性进行建模，该算法能够快速有效地检测并分割图像中的视觉显著性区域。在国际上现有最大的公开测试集上，该方法的检测

结果优于已有方法，显著性区域分割结果的准确性从之前最好结果的正确率 75%、召回率 83% 提升到了正确率 90%、召回率 90%。该成果自 2011 年在 IEEE CVPR 上发表之后（申请人为一作），源代码下载量 2000 余次，论文 Google Scholar 他引 700+ 次（其期刊版本被 IEEE TPAMI 2015 录用）。基于该工作的若干扩展性工作在 IEEE ICCV 2013（申请人为一作），和 SCI 期刊 The Visual Computer 2014（申请人为一作）上发表。

1.3. 基于视觉注意机制的候选物体生成方面



图 5: 图像中候选物体（object proposal）生成的快速机制。

物体检测是计算机视觉领域最重要的核心问题。传统物体检测技术大多基于滑动窗口机制，非常耗时。近年来，通过对图像进行预分析，从而提取相对少量的图像窗口作为候选物体，并对这些候选物体进行分类从而达到检测目的的机制逐渐兴起。虽然这一机制可以极大地加速后续物体检测过程，并且通过使用强分类器提高检测正确率，但是现有方法比较耗时。申请人根据不同物体类别图像都具有封闭轮廓这一特性，提出了一种简单有效的方法解决这一问题。相对与该领域内已有代表性方法，新方法的计算效率提升了 1000 倍以上，并能得到更高的检测率。图5所示工作被 IEEE CVPR 2014 录用为 Oral 论文（录取率 5%，申请人为一作）。相关代码公开后一个月内下载量突破 2000 次。论文发表半年左右时间，已经被多个国际著名学者在论文或者大会报告中引用，包括：IEEE TPAMI 主编 Forsyth 教授、加州大学伯克利分校的 Malik 教授（IEEE Fellow 和 ACM Fellow）、牛津大学 Vedaldi 副教授（IEEE TPAMI Associate Editor）、瑞士联邦工学院的 Gool 教授等。申请人也因为这方面的工作被英国皇家学会院士 Andrew Zisserman 教授、剑桥大学 Roberto Cipolla 教授、新加坡国立大学颜水城教授等十余位著名学者邀请，分别去他们的研究组做报告。



图 6: 图像中候选物体 (object proposal) 生成的快速机制。

1.4. 研究工作获奖

申请人在图像分析与编辑方面的初步工作获得了多项重要奖励，包括：Google PhD Fellowship (2010 年亚洲地区共 2 人获奖)，北京市优秀博士论文 (同年度清华大学 56 个系共有 7 人获得该奖项)，英国皇家学会 Newton International Fellowship 提名，教育部自然科学奖一等奖，IBM PhD fellowship，北京市优秀博士毕业生，教育部博士研究生学术新人奖等奖项。这些初步研究中取得的成果为本项目取得进一步的创新性成果打下了坚实的基础。

2. 工作条件 (包括已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决的途径，包括利用国家实验室、全国重点实验室和部门重点实验室等研究基地的计划与落实情况)；

申请平台概况： 南开大学计算机学科在计算机视觉与计算机图形学领域具有非常扎实的研究基础。作为教育部直属重点大学，南开大学是国内学科门类最齐全的综合型、研究型大学之一。在计算机视觉与图形学方向上，南开大学计算机学院拥有计算机与控制工程国家级虚拟仿真实验教学中心、可信行为智能算法与系统教育部工程研究中心、和天津市视觉计算与智能感知重点实验室等一系列优良研究平台。计算机视觉与图形学团队现拥有一批先进的高性能 GPU 服务器集群 (包含 Tesla A40, Tesla V100, RTX 3090 等高端 GPU 共计 900 多块)。为本项目的研发提供强有力的计算环境。南开大学为计算机视觉与图形学团队提供了 1200 平米的科研用房。这些良好的配套支持将为项目的顺利开展提供优良的工作条件。

科研团队介绍： 申请人所在的南开大学计算机视觉与图形学团队由国家杰出青年基金获得者程明明教授带领，包含国家级“四青”人才 5 人。近五年，团队承担国家自然科学基金重点项目、国家重点研发计划课题、国防科技创新重点项目等重点重大项目 10 余项；在相关领域的 SCI 一区/CCF A 类顶级国际期刊和会议上发表

学术论文 100 余篇，其中 TPAMI 论文 40 余篇，ESI 高被引论文 30 余篇；获得教育部自然科学一等奖、中国图象图形学学会自然科学一等奖、吴文俊人工智能自然科学二等奖等多项奖励。

国内外合作与学术交流情况：南开大学计算机视觉与图形学团队有着丰富的国内外学术合作与交流基础。近年来，团队与计算机视觉最高奖 Marr 奖得主、英国皇家学会院士、牛津大学 Philip Torr 教授团队，计算机视觉最高奖 Marr 奖得主、加州大学圣迭戈分校的 Zhuowen Tu 教授团队，和清华大学胡事民教授团队合作开展了多项具有影响力的学术研究，并共同发表相关学术论文。团队成员受邀担任 IEEE TPAMI, IEEE TIP, IEEE CVPR, ICCV 等本领域多个顶级期刊和会议的编委或领域主席。团队成员作为主要组织者承办了 VALSE 2022 (3000 余人现场参会)，2023 (5000 余人现场参会)，和 PRCV 2020, 2024 (1000 多人现场参会) 等多个国内大型学术会议。与这些国内外相关研究团队开展密切合作与交流的经验也将为项目的成功进行起到重要的促进作用。

申请人所申报的项目将依托于南开大学计算机视觉与图形学团队开展。现有优越的实验条件可以满足项目研发需求。项目团队将继续加强国际交流与合作，以创新性的高水平学术成果为研究目标。

3. 正在承担的与本项目相关的科研项目情况（申请人和主要参与者正在承担的与本项目相关的科研项目情况，包括国家自然科学基金的项目和国家其他科技计划项目，要注明项目的资助机构、项目类别、批准号、项目名称、获资助金额、起止年月、与本项目的关系及负责的内容等）；

正在承担的项目

4. 完成国家自然科学基金项目情况（对申请人负责的前一个已资助期满的科学基金项目（项目名称及批准号）完成情况、后续研究进展及与本申请项目的关系加以详细说明。另附该项目的研究工作总结摘要（限 500 字）和相关成果详细目录）。

已完成的国家自然科学基金

（三）其他需要说明的问题

1. 申请人同年申请不同类型的国家自然科学基金项目情况（列明同年申请的其他项目的项目类型、项目名称信息，并说明与本项目之间的区别与联系；已收到自然科学基金委不予受理或不予资助决定的，无需列出）。

无。

2. 具有高级专业技术职务（职称）的申请人或者主要参与者是否存在同年申请或者参与申请国家自然科学基金项目的单位不一致的情况；如存在上述情况，列明所涉及人员的姓名，申请或参与申请的其他项目的项目类型、项目名称、单位名称、上述人员在该项目中是申请人还是参与者，并说明单位不一致原因。

无。

3. 具有高级专业技术职务（职称）的申请人或者主要参与者是否存在与正在承担的国家自然科学基金项目的单位不一致的情况；如存在上述情况，列明所涉及人员的姓名，正在承担项目的批准号、项目类型、项目名称、单位名称、起止年月，并说明单位不一致原因。

无。

4. 同年以不同专业技术职务（职称）申请或参与申请科学基金项目情况（应详细说明原因）。

无。

5. 其他。

无。