Inline Text Wrapping Picture

北京邮电大学

硕士研究生学位论文开题报告

学 号: 2022111246

姓 名: 沈雯杰

学 院: 人工智能学院

专业(领域): 智能科学与技术

研究方向: 语音及语言信息处理

导师姓名: 袁彩霞

攻 读 学 位: 工学硕士

2023年12月11日

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 论文题目 | 面向多任务的语言涌现技术研究与应用 | | | | 选题来源 | 企、事业单位委托项目 | 论文类型 | 综合研究 | | 开题日期 | 2023-12-04 | 开题地点 | 科研楼809 |  立题依据（包括研究目的、意义、国内外研究现状和发展趋势，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）（不少于800字）研究背景 语言是一种交互式完成任务的工具。人类使用自然语言进行交互，随着深度人工网络能力的增强，智能体之间是否能够开发出一种语言来进行交互受到越来越多的关注。涌现语言就是一种在没有语言使用数据或者语法规则的情况下自然产生的语言。  多智能体系统包含一群可以通过通信交互作用的多智能体。如图1所示，智能体们在环境中行动，并且可以作用或者影响环境的不同部分。多智能体系统可以通过相互协作和合作优化，解决单个智能体难以或者不可能解决的复杂系统中的问题，因此在智能机器人、交通控制、分布式决策、自主化作战系统等领域都得到迅速而广泛的应用。多智能体系统的研究包括使多个智能体协调运行的技术，例如交互通信、协调、合作、协商、调度、冲突消解等，依据任务特性的不同，一般可以将多智能体系统划分为完全协作、完全竞争和混合关系这三种设定，我们的课题中主要探讨的是完全协作任务。  首先涌现语言只需要传递固定词表大小中的一些符号，通信成本低。自然语言需要大量的标注，但是这些标注知识只是所有知识的子集，而涌现语言不需要预先的标注，它可以在交互过程中理解和产生新的未见过的概念。研究涌现语言从无到有的过程对我们理解自然语言的产生和发展也有很大的帮助意义。多智能体交互系统不止有单一任务，比如导航系统中存在定位任务，导航任务，识别物体任务等等。而单任务下通过大规模数据训练得到的语言在其他任务下理解和生成能力差，我们希望语言具有好的推广性，可以在不同的任务下都具有好的理解和生成能力，因此有必要研究多任务下的涌现语言。     1. 多智能体系统示意图[1]  研究目的及意义  1. 涌现语言不需要预先的标注，它可以在交互过程中理解和产生新的未见过的概念。研究涌现语言从无到有的过程对我们理解自然语言的产生和发展也有很大的帮助意义。 2. 多智能体交互系统不止有单一任务：比如导航系统中存在定位任务，导航任务，识别物体任务等等。而单任务下通过大规模数据训练得到的语言在其他任务下理解和生成能力差，我们希望语言具有好的推广性，可以在不同的任务下都具有好的理解和生成能力，因此有必要研究多任务下的涌现语言  国内外研究现状单任务涌现语言的研究现状 近年来，关于涌现语言的工作还没有围绕多任务的，都是围绕单任务的。典型的任务有referencial game，包含两个智能体sender和receiver。任务描述主要是receiver通过sender的描述来判断哪张图片被标记。最先是Lazaridou等人[2]将涌现语言用于referencial game中，后来Kottur等人[3]提出Task&Talk game，同样是两个智能体，从猜测图片变化成猜测图片代表的物体属性值。Evtimova等人[4]在多模态多回合的更为复杂的环境中研究涌现语言。Lazaridou等人[5]则研究了多长度序列的涌现语言在referencial game中的不同表现。Mu等人[6]比较了涌现语言在不同referencial game变体中的性质差异，其中concept game是两个智能体看到同一概念的不同实例。然而，referencial game的设置过于简单，跟实际应用差距比较大，具有局限性。在实际应用中，往往需要多轮交互，因此为了更加靠近现实对话场景，研究者们开始研究涌现语言在视觉导航任务中的应用。Kajić等人[7]提出的导航任务也包含receiver和sender，receiver通过sender的描述来走到目标位置。Das等人[8]将导航任务放到3D的模拟真实环境中进行多智能体系统的研究。 涌现语言性质的研究现状 但是在真实的导航系统中不止有单一的走到目标处的任务，可能包括遇到障碍物停下来，去打开某个房间的门等等一系列复杂的任务，是一个多任务的系统。为了将涌现语言推广到多任务下，需要涌现语言具备一些良好的性质。虽然目前没有面向多任务的基于涌现语言的多智能体对话的研究，但是有不少关于涌现语言性质的研究，这为扩展到多任务研究奠定了基础。  在更真实更复杂的系统中研究涌现语言遇到的首要问题是，理解涌现语言变得更加困难。即使我们知道多智能体之间的交互是有效的，但是我们对于这些信息的含义只有模糊的猜测。因此，有必要研究涌现语言的可解释性。可解释性就是语言可以被人类理解和解释的性质，Lazaridou等人[5]认为词汇长度会影响可解释性。另一个重要的性质是组合性，是指当输入空间足够大时，涌现语言自然地发展出的能够指称新的未见过的复合概念的能力。Brighton等人[9]在2006年提出衡量所有可能的概念对和相应的信号对之间的距离的相关性的一种评估指标，可以用来评估组合性。另外，Chaabouni等人[10]提出posdis和bosdis来衡量组合性，它们都是度量符号是否单一地指向特定属性，posdis跟词的位置有关而bosdis只和词的数量相关。Mordatc等人[11]在研究中发现词表大小和记忆历史会影响组合性。Luna等人[12]发现约束有利于让智能体学习到有利于泛化的特征。Kharitonov等人[13]认为泛化性不需要组合性，然而他们的实验环境过于简单，如果在更复杂的场景下，泛化性和组合性的关系有待进一步的探索。 参考文献  1. Yuan L, Zhang Z, Li L, et al. A Survey of Progress on Cooperative Multi-agent Reinforcement Learning in Open Environment (in Chinese). Sci Sin Inform, for review 2. Lazaridou A, Peysakhovich A, Baroni M. Multi-agent cooperation and the emergence of (natural) language[J]. arXiv preprint arXiv:1612.07182, 2016. 3. Kottur S, Moura J M F, Lee S, et al. Natural language does not emerge 'naturally 'in multi-agent dialog[J]. arXiv preprint arXiv:1706.08502, 2017. 4. Evtimova K, Drozdov A, Kiela D, et al. Emergent communication in a multi-modal, multi-step referential game[C]//6th International Conference on Learning Representations, ICLR 2018. 2018. 5. Lazaridou A, Hermann K M, Tuyls K, et al. Emergence of Linguistic Communication from Referential Games with Symbolic and Pixel Input[C]//6th International Conference on Learning Representations, ICLR 2018-Conference Track Proceedings. 2018. 6. Mu J, Goodman N. Emergent communication of generalizations[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2021, 34: 17994-18007. 7. Kajić I, Aygün E, Precup D. Learning to cooperate: Emergent communication in multi-agent navigation[J]. arXiv preprint arXiv:2004.01097, 2020. 8. Das A, Gervet T, Romoff J, et al. Tarmac: Targeted multi-agent communication[C]//International Conference on Machine Learning. PMLR, 2019: 1538-1546. 9. Brighton H, Kirby S. Understanding linguistic evolution by visualizing the emergence of topographic mappings[J]. Artificial life, 2006, 12(2): 229-242 10. Chaabouni R, Kharitonov E, Bouchacourt D, et al. Compositionality and Generalization in Emergent Languages[C]//ACL 2020-8th annual meeting of the Association for Computational Linguistics. 2020. 11. Mordatch I, Abbeel P. Emergence of grounded compositional language in multi-agent populations[C]//Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence. 2018, 32(1). 12. Luna D R, Ponti E M, Hupkes D, et al. Internal and external pressures on language emergence: least effort, object constancy and frequency[C]//Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020. 2020: 4428-4437. 13. Kharitonov E, Baroni M. Emergent Language Generalization and Acquisition Speed are not tied to Compositionality[C]//Proceedings of the Third BlackboxNLP Workshop on Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP. 2020: 11-15. |

|  |
| --- |
| 研究内容和目标（说明课题的具体研究内容，研究目标和效果，以及拟解决的关键科学问题。此部分为重点阐述内容）（不少于2500字）研究内容 涌现语言研究是指通过让智能体在与环境交互的过程中自主地学习和发展出一种用于交流和理解的语言。目前，单任务的涌现语言研究主要集中在视觉导航任务等领域。然而，视觉导航任务的局限性在于只追求智能体在单一任务上的表现，忽略了真实系统中多任务的复杂性。因此，为了更好地模拟真实环境和提升系统的实用性，我们需要将单一任务的涌现语言研究扩展到多任务的背景下。  多任务涌现语言的研究可以使智能体具备处理多个任务的能力，并在不同任务之间进行知识迁移和共享。通过在多个任务上进行联合训练，智能体可以学会处理未见过的动作和环境组合，并具备更好的理解和生成能力。这样的研究不仅可以提高智能体在特定任务上的性能，还可以增强其适应新任务的能力。  除了多任务的涌现语言研究，还需要进一步探索涌现语言的各种性质，以提升其可解释性。涌现语言是智能体与环境交互的结果，具有一定的内在结构和规则。通过研究涌现语言的结构、语法和语义等方面，可以揭示其中的规律和机制，从而更好地理解和解释智能体的决策和行为。  此外，还可以进一步探索如何将涌现语言与人类语言进行对齐。研究如何使涌现语言与人类语言相互理解和衔接，可以为自然语言的产生和发展提供启示，并为实现更智能化的人机交互提供基础。  通过对现有的涌现语言相关研究工作进行分析，我们将目前涌现语言研究所存在的问题总结如下：   1. 目前的涌现语言研究主要集中在单一任务上，这些任务的设置相对简单，往往只关注智能体的生成或理解能力。然而，这种简化的任务设置与实际应用场景存在较大差距。在真实世界中，智能体需要处理多个复杂任务，并在不同任务之间进行灵活的切换和迁移。因此，单一任务的涌现语言无法全面展现涌现语言在复杂系统中的实际应用效果。 2. 单一任务下生成的涌现语言在其他任务下的理解和生成能力较差，这导致了涌现语言的利用效率低下。由于涌现语言是在特定任务环境中生成的，其语义和表达方式往往与其他任务有较大差异。当智能体在面对新任务时，需要重新学习和适应新的涌现语言，这限制了涌现语言在多任务环境下的应用能力。因此，为了提高涌现语言的效用，需要研究如何在多任务背景下培养智能体具备更好的跨任务语言迁移能力，使得涌现语言能够在不同任务之间灵活应用。 3. 目前涌现语言的可解释性较差。虽然我们知道涌现语言的交互是有效的，但具体的语言表示、每轮对话传递的信息以及哪些对话是真正传递了有效信息等细节仍然是未知的。我们只能进行模糊的猜测，而无法对涌现语言进行准确的解释。这限制了我们对涌现语言内在机制的理解和对智能体决策行为的解读。因此，进一步研究涌现语言的可解释性，揭示其中的语法、语义和推理规则等方面的内在结构，有助于提高智能体的可解释性，使涌现语言更易于被理解和解释。   针对涌现语言研究所存在的三点不足，本课题将进行以下三个部分的研究。 设计并提出多个涌现语言任务 将涌现语言研究扩展到多任务背景下，使智能体能够学习多个任务，生成的涌现语言可以在多个任务中都适用。这需要设计并构建具有复杂性和多样性的任务集合，涵盖不同的场景和目标。通过在多任务环境中训练智能体，使其能够在不同任务之间进行灵活的切换和迁移，从而提高涌现语言的实际应用效果。通过将强化学习与涌现语言相结合，可以使智能体在与环境交互中不断优化涌现语言的生成和理解能力。可以通过引入奖励机制和优化算法，使智能体能够根据任务目标和交互反馈不断改进涌现语言，提高其适应性和性能。 设计并实现面向多任务的基于涌现语言的多智能体交互模型和算法 在多任务涌现语言研究中，关键问题是智能体如何在不同任务之间进行灵活的切换和迁移。可以采用多任务学习的方法，通过共享模型参数并同时训练多个任务，使得智能体能够学习到通用的语言表示和交互策略。同时，可以研究如何设计合适的迁移学习方法，使得智能体在面对新任务时能够利用已学到的涌现语言知识，快速适应新任务的语言要求。这样可以提高涌现语言的实际应用效果，减少对大量训练数据的依赖。 设计并实现基于涌现语言的多智能体系统 每个智能体由三个模块组成：图像处理模块，生成模块，理解模块。图像处理模块负责将输入的图像数据进行处理，并将其转化为向量表示。它可以使用图像处理技术，如卷积神经网络 (Convolutional Neural Network, CNN)，来提取图像的特征。CNN通过一系列的卷积、池化和全连接层操作，能够有效地捕捉图像中的局部和全局特征，并将其转化为固定长度的向量表示。这个向量表示将被传递给生成模块进行进一步的处理。生成模块采用循环神经网络 (Recurrent Neural Network, RNN) 的结构，将图像处理模块输出的向量表示作为输入，并生成对应的符号序列。RNN是一类能够处理序列数据的神经网络，它通过自循环的方式在每个时间步骤上接收输入，并在隐藏状态中保留过去的信息。在这种情况下，生成模块使用RNN来将图像的向量表示转化为符号序列，也就是涌现语言。通过学习从图像到符号序列的映射关系，生成模块能够根据输入图像生成与之相关的涌现语言。理解模块接收生成模块输出的符号序列作为输入，并将其转化为向量表示。这个向量表示可以用于进一步的操作。这种结构能够使智能体在多任务场景下灵活地应用涌现语言，例如图像描述、问题回答、任务规划等。每个模块的具体实现可以根据具体任务和需求进行调整和扩展，以提高智能体的性能和适应性。 研究目标和效果  1. 基于现有的环境，设计多种任务，通过在多任务背景下训练智能体，结合强化学习方法，可以实现智能体在多个任务中生成适用的涌现语言，为智能体在复杂多变的环境中实现有效的交互和协作提供有力支持。 2. 采用多任务学习方法，通过共享模型参数并同时训练多个任务，使智能体学习到通用的语言表示和交互策略，实现面向多任务的基于涌现语言的多智能体交互模型和算法。 3. 基于三大模块，设计多智能体系统。在多任务场景下具有灵活性和适应性，可以应用于导航等任务。每个模块的具体实现可以根据任务和需求进行调整和扩展，以提高智能体的性能和适应性。  拟解决的关键科学问题 本课题拟解决的关键问题主要集中在如何将单任务扩展到多任务，可以表述为以下几个关键问题：   1. 研究如何设计不同任务， 任务之间不能完全不相关，这样学习的难度会很大，也不能完全类似，这样学不到泛化性好的涌现语言。 2. 如何在任务之间共享模型参数，既可以保留每个任务的特征，又要学习任务间的泛化表示。对于我们的实验来说，我们需要涌现语言在任务间一致，否则可能会出现词表大小需要成倍增加的问题。 3. 研究如何解决梯度更新冲突的问题，维持不同任务的之间学习能力的平衡。 |

­­

|  |
| --- |
| 研究方案设计及可行性分析（包括：研究方法，技术路线，理论分析、计算、实验方法和步骤及其可行性等）（不少于800字）研究方法及技术路线  1. 设计更合理的多种任务   本课题将在MiniGrid环境中设计实验，每格格子都由三维向量表示，分别代表物体、颜色、状态，所有格子组合成全局的环境。智能体A每次只能在所在位置朝向的局部观测到周围环境信息，而智能体B可以看到全局环境。我们设计的任务列表有多轮定位任务、导航任务、开门任务等。其中多轮定位任务如图2所示，可以分为两个辅助任务。定位任务中智能体A根据局部观测到的环境信息，从词表中选择符号序列，传递给智能体 B，智能体B根据符号信息和全局环境信息来判断智能体 A所在的房间。移动任务中如果智能体 B猜测房间错误，则随机选取一个动作，用涌现语言将动作信息传递给智能体A，智能体 A根据动作信息进行移动。智能体A移动后观测到新的环境信息，再用涌现语言传递给智能体B，智能体B根据多轮信息判断房间，直到猜测正确。     1. 多轮定位任务  设计更好的参数共享机制 在多任务涌现语言研究中，不同任务可以共享一些底层的图像特征，来减少每个任务独立学习底层特征的需求，从而提高模型的效率和泛化能力。在网络中某些层次或模块上进行参数共享，但在其他层次或模块上进行任务特定的参数学习。这样可以平衡不同任务之间的共享和个性化需求，提高模型的适应性。例如，在涌现语言生成任务中，可以共享底层的图像特征提取器和中间的语义表达层，而为每个任务单独学习任务特定的语言生成模块。另外可以引入距离约束和相似性惩罚机制。通过计算不同任务网络参数之间的距离，如L1范数或L2范数，可以度量参数之间的差异。然后，通过将参数之间的距离纳入损失函数，并对参数之间的相似性进行惩罚，可以促使参数更加相似。这样可以加强参数共享的效果，提高模型在多任务场景下的性能。   1. 研究更好的模型训练方法   模型训练过程中，存在Loss差异大、梯度更新冲突和收敛速度不一致等问题。Loss差异大会导致任务的不平衡，在某个任务上表现好，在其他任务上表现很差。通过为每个任务的Loss分配合适的权重来平衡任务之间的重要性。可以根据任务的难易程度、数据规模等因素来调整权重，确保每个任务都能够得到适当的关注和训练。在多任务学习中，不同任务的梯度更新可能会发生冲突，导致模型在多个任务下表现不如单任务好。可以通过对梯度向量进行矫正来消除冲突。由于不同任务的复杂性和数据分布差异，可能导致模型在不同任务上的收敛速度不一致。可以根据任务的收敛情况，动态调整学习率。对于已经收敛或接近收敛的任务，可以降低其学习率，以减少过拟合的风险。而对于还在收敛的任务，可以适度增加学习率，以加速收敛。 可行性分析 针对本课题的研究内容和研究方案进行可行性分析：   1. 大量的研究已经证明了涌现语言在视觉导航任务中的有效性。这表明涌现语言的交互机制可以在多智能体环境中发挥作用，并且涌现的语言可以作为有效的沟通方式，基于涌现语言研究多智能体的对话是可行的。 2. 相较于单任务而言，目前没有对多任务的涌现语言研究，但是在NLP领域，已经有很多关于多任务学习的研究，这些研究提供了一些通用的方法和技术，如任务选择、共享层参数、动态权衡等。这些方法可以为多任务涌现语言的研究提供参考。 3. 已经初步完成了多轮定位任务的代码，后续改进方向明确，可以在模型的不断完善中达到本课题的研究目标。 |

|  |
| --- |
| 本研究课题可能的创新之处（不少于500字） 本课题可能的创新点如下：   1. 拟提出基于涌现语言的多任务设计，在MiniGrid环境中设计的多任务涌现语言设置具有一定的创新性。通过引入多轮定位任务、导航任务和开门任务等，涌现语言需要在不同的任务之间进行信息传递和推理，从而实现智能体之间的协作和决策。除此之外，可以通过增加MiniGrid环境的复杂性来扩展多任务设计。例如，引入更多的房间、更复杂的地图布局、更多种类的物体等，以增加任务的难度和挑战性。这样可以更好地模拟真实世界的复杂环境，提高模型在现实场景中的泛化能力。 2. 拟提出参数共享机制的优化，在多任务涌现语言研究中，除了共享底层的图像特征和中间的语义表达层外，可以进一步探索不同任务之间的参数共享和个性化需求的平衡。这可能包括更细粒度地确定共享和任务特定的层级或模块，并结合距离约束和相似性惩罚机制来促进参数的相似性。通过优化参数共享机制，可以提高模型的泛化能力和效率。 3. 拟提出对模型训练方法的改进，针对多任务涌现语言中存在的问题，如Loss差异大、梯度更新冲突和收敛速度不一致等，提出更好的模型训练方法。例如，根据任务的重要性调整Loss权重，确保每个任务都能得到适当的关注和训练；通过梯度矫正来解决梯度更新冲突问题；动态调整学习率以加速收敛或避免过拟合。这些改进方法可以提高模型在多任务涌现语言中的性能和稳定性。 |
| 研究基础与工作条件（1.与本项目相关的研究工作积累基础 2.包括已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决途径）（不少于500字）与本项目相关的研究工作积累基础在选题过程中，本人已经阅读了大量的多智能体系统、涌现语言领域的相关文献，对于本课题的相关的研究背景和研究现状有了较为全面的认识。通过对现有研究工作进行理论、实验分析，对本课题的难点和重点有了充分的了解。  1. 已经完成了环境的调研和分析工作。通过对现有的任务环境的复杂性等进行分析，拟选用MiniGrid环境进行实验，并针对环境特征设计了多个任务，比如多轮定位任务、开门任务、推箱子任务等，任务之间具有比较紧密的联系，但是任务的动作空间也有其特殊性，有利于进行多任务的学习。 2. 有强化学习框架的使用经验，可结合强化学习进行涌现语言的多任务研究。通过对多轮定位任务的实验结果进行分析，有清晰的改进方向。 3. 已经针对多任务的涌现语言的建模进行了一定的前期实验和探索。  已具备的实验条件  1. 本人所在的智能科学与技术中心配备多台高性能CPU和GPU服务器，可以满足实验需求。 2. 实验室有大量的自然语言处理和深度学习相关书籍，同时在涌现语言领域有丰富的技术积累可以借鉴和参考。实验室的老师和同门在涌现语言领域有一定的实验经验，能够在本课题的开展过程中给予本人极大的帮助。 3. 本人研一期间阅读并复现了大量涌现领域相关的论文，积累了大量可复用的代码和编程经验，构建了一套自己的代码体系，在实验过程中可以快速实现相关需求。 |

**学位论文工作计划**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 时间 | 研究内容 | 预期效果 |
| 2023.07-2023.09 | 查阅相关论文和资料，总结目前相关方向的最新进展，寻找可能的创新点 | 掌握相关方向的基本知识以及最新进展，确定研究方向和研究点及其可行性 |
| 2023.10-2023.11 | 完成基线模型代码 | 调研及复现MiniGrid下单任务的涌现语言实验 |
| 2023.12-2024.03 | 研究如何设计多种任务 | 提出在MiniGrid环境中设计的多任务 |
| 2024.02-2024.03 | 研究如何设计多任务模型 | 提出参数共享机制的优化 |
| 2024.04-2024.07 | 分析如何优化训练过程 | 提出对模型训练方法的改进 |
| 2024.08-2024.11 | 整理当前完成的工作，撰写中期报告，进一步优化模型 | 完成中期报告 |
| 2024.12-2025.05 | 总结前期的所有工作，完成毕业论文的撰写 | 完成论文撰写 |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评  定  小  组  成  员 | 姓 名 | 职 称 | 单位名称 | 职务 |
| 王小捷 | 教授 | 人工智能学院 | 组长 |
| 袁彩霞 | 副教授 | 人工智能学院 | 成员 |
| 冯方向 | 助理教授 | 人工智能学院 | 成员 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 导师意见： | | | | |
| 1.选题的价值和意义  涌现语言是人工智能、认知语言学等领域研究的重点问题之一，论文以此为题，具有重要的理论及应用价值。课题前期进行了大量的文献调研和实验验证，为后续研究提供了重要参考，论文将围绕多任务表征和学习、面向多任务的语言涌现、涌现语言能力分析等问题，开展深入研究。  2.技术可行性  该生系统学习了自然语言处理、深度学习等方面的基础理论知识，同时熟练掌握了任务开发所需的工程实践技术。通过参阅大量的文献方法和实验验证，发现多任务对语言组合能力和多智能体合作能力的影响，据此提出多任务场景下的语言涌现任务，同时针对现有单一任务下语言涌现技术的不足，提出基于多任务表征和学习的语言涌现技术研究思路。所设计的关键技术具有可行性。  3.论文成果要求和考核指标  论文拟提出一种面向多任务的语言涌现技术模型，实现基于涌现语言的多智能体交互系统，并开展应用验证。考核指标和成果形式明确。  综上，同意开题。 | | | | |
| 导师（签名）：  日期： 年 月 日 | | | | |
| 开题报告小组意见： | | | | |
| 组长（签名）：  日期： 年 月 日 | | | | |
| 学院意见（签章）： | | | | |
| 负责人：  日期： 年 月 日 | | | | |