北京邮电大学

硕士研究生学位论文开题报告

学 号: 2019140434

姓 名: 袁铭蔚

学 院: 电子工程学院

专业(领域): 电子与通信工程

研究方向: 无线与移动通信

导师姓名: 王莉

攻 读 学 位:工程硕士

2020年10月27日

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 论文题目 | 面向应急无人机信息采集的视频压缩技术研究 | | |
| 选题来源 | 重点研发 | 论文类型 | 应用研究 |
| 开题日期 | 2020-10 | 开题地点 | 教四445 |
| **一、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）**  中国是世界上自然灾害影响和威胁最严重的国家之一，习近平总书记在中央政治局第十九次集体学习中强调“依靠科技提高应急管理的科学化、专业化、智能化、精细化水平。”为了能及时的掌握突发灾况信息，指挥中心做出精准决策，实现资源的快速调度，灾难视频的实时回传就显得尤为重要。由于灾难突发，大量通信设施的损毁导致带宽极大的受限，如何在有限的频谱资源条件下实现视频实时回传的问题亟须解决。  视频压缩作为一种即能保留有用信息又能有效减少数据量的方法被广泛应用，JVT工作组于2013年4月发布了新一代视频编码标准HEVC[1]，作为H.264/AVC的替代者，在获得相似主观质量的前提下，能够达到50%的左右的码率节省。然而，在节省码率的同时，算法的复杂度也随之升高，一系列面向H.265/HEVC的帧内预测计算复杂度优化的算法被提出，以实现在复杂度满足实际应用需求前提下编码质量最优的目的[2][3]。**但是目前的帧内预测模式选择算法的优化是根据统计信息来归类，样本数据大，处理过程复杂。**此外，由于视频存在大量的时域冗余信息，如何优化HEVC编码标准中的帧间预测编码算法得到了广泛的关注。自2015年以来，有人提出了几种机器学习方法[4]-[7]来预测编码块CU分区以此来降低HEVC编码计算的复杂性。例如，为了降低模式间HEVC的复杂度，Zhang 等人[8] 提出了一种基于支持向量机（SVM）的三层联合分类器的深度决策方法，该方法预测了编码块CU分区中三个尺寸的编码块CU的分裂。**但是，以上研究得到的模型对场景的适应性差，在线训练又需要大量的数据，无法响应应急场景下的快速需求。因此，本研究点考虑应急通信场景下频谱资源的受限问题，研究视频压缩编码过程中帧内与帧间编码的算法优化。**  此外，基于应急场景下的特定业务，视频的实时回传可以简化为针对某些具体业务的压缩处理回传,例如人脸、火灾等视频中的局部区域。不同于传统的码流表示，语义化结构码流的每一部分均有一定的语义作用，部分码流即可恢复对用的目标信息[9][10]。根据显著性图的自编码网络机制，将待压缩的视频图像帧输入网络，通过卷积层逐步减少图像的特征图数目和空间尺度，实现有效的压缩[11]。Cai 等人提出了一种基于ROI区域编码的自适应码率分配机制，通过给人眼关注区域分配更多的码字，通过率失真优化方案实现ROI压缩，节省码率[12]。由于服务器端算力普遍较强，越来越多的研究考虑将视频流的复杂计算过程放到服务器端去做。分布式视频编码是独立编码联合解码的视频编码方法，将计算复杂的模块从编码器转移到解码器，降低了编码端的复杂度[13]。在文献[14]中，作者提出了一种基于元学习的自适应场景下的视频插帧算法，通过对视频序列抽帧，将离散帧解码后，通过插帧网络恢复，以快速适应新场景的模型特点，取得了较好的性能。另外，Wang等人在研究中提出了一种从两帧模糊图像中得到较清晰图像的视频插帧模型，在降低码率的条件下获得较好的视频质量。**以上研究多在考虑对整张图像的处理，均没有结合特定场景，所以本研究点考虑特定场景下的具体目标，对目标进行检索，视频抽帧处理，将插帧网络与应急场景结合，研究应急场景下的视频插帧网络恢复视频流的问题。**  [1]Gary J. Sullivan,Jens-Rainer Ohm,Woo-Jin Han,Thomas Wiegand.Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard. [IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=76).2012  [2]李棋.面向H.265/HEVC的计算复杂度控制算法研究.福州大学.2018  [3]王丽.HEVC帧间加速算法研究.中国科学技术大学.2018  [4] G. Corrêa, P. A. Assuncao, L. V. Agostini, and L. A. da Silva Cruz, “Fast HEVC encoding decisions using data mining,” IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 25, no. 4, pp. 660–673, Apr. 2015.  [5] Y. Zhang, S. Kwong, X. Wang, H. Yuan, Z. Pan, and L. Xu, “Machine learning-based coding unit depth decisions for flexible complexity allocation in high efficiency video coding,” IEEE Trans. Image Process., vol. 24, no. 7, pp. 2225–2238, Jul. 2015.  [6] T. Mallikarachchi, D. S. Talagala, H. K. Arachchi, and A. Fernando, “Content-adaptive feature-based CU size prediction for fast low-delay video encoding in HEVC,” IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 28, no. 3, pp. 693–705, Mar. 2018.  [7] L. Zhu, Y. Zhang, Z. Pan, R. Wang, S. Kwong, and Z. Peng, “Binary and multi-class learning based low complexity optimization for HEVC encoding,” IEEE Trans. Broadcast., vol. 63, no. 3, pp. 547–561, Sep. 2017.  [8]李师师.基于压缩感知的分布式视频编解码研究.电子科技大学.2020  [9]何天宇.端到端的图像视频压缩研究.中国科学技术大学.2018  [10]TianYu He，Simeng Sun，Zongyun Guo. Beyond Coding: Detection-driven Image Compression with Semantically Structured Bit-stream. [2019 Picture Coding Symposium (PCS)](https://libcon.bupt.edu.cn/https/77726476706e69737468656265737421f9f244993f20645f6c0dc7a59d50267b1ab4a9/xpl/conhome/8945151/proceeding).2019  [11]刘鑫丽.基于深度学习的视频压缩方法研究与实现.哈尔滨工业大学.2018  [12]Chunlei Cai，Li Chen，Xiaoyun Zhang. End-to-End Optimized ROI Image Compression. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING.2020  [13]Myungsub Choi，Janghoon Choi，Sungyong Baik.“Scene-Adaptive Video Frame Interpolation via Meta-Learning.” IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.2020  [14]Wang Shen，Wenbo Bao，Guangtao Zhai，Li Chen，Xiongkuo Min，Zhiyong Gao.“Blurry Video Frame Interpolation.” IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2020 | | | |

|  |
| --- |
| **二、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）**  **1.研究内容**  由于灾难突发，大量通信设施的损毁导致带宽极大的受限，如何在有限的频谱资源条件下实现无人航拍视频实时回传的问题亟须解决。一方面，在视频压缩的过程中，需要考虑有限带宽情况下的压缩算法复杂度的问题，即如何在保证视频质量的情况下，降低计算时延；另一方面，考虑将视频压缩算法的计算复杂度转移到服务器上，并采用深度学习技术处理图像，即保证视频回传的高效性，又要保证视频的质量。针对以上两个问题，本课题主要从以下两个方面展开研究：  **（一）基于元学习的自适应场景下的视频压缩算法研究**  H.265/HEVC标准相较H.264标准，码率节省了50%，但是随之而来的也增加了编码的计算复杂度。不同业务对编码性能也有着不同的需求，如：基于医疗设备的视频播放器对编码质量要求较高，但计算复杂度方面有一定的冗余空间；基于移动终端的视频应用由于功耗和带宽有限，对计算复杂度则有较高要求，仅需保证一定的编码质量。在通信资源极大受限的应急场景下，为了使指挥端快速掌握灾况，做出精准决策，无人机航拍视频的快速高质量回传则显得尤为重要，因此，本研究点**考虑对H.265/HEVC编码标准进行计算复杂度优化的算法研究，**主要分为两个部分：  一方面，**对于帧内压缩，**H.265的编码性能大幅提升的原因之一就是预测模式的选择更加多样，随着细致的块划分，多种预测模式选择的计算量也出现了激增。文献[15]中，基于图像复杂度的信息，蒋捷等人利用纹理梯度、Sobel检测等提取图像的问题信息，实现图像的帧内编码加速。Nejmeddine Bahri等人的主要思路是根据率失真RD代价的结果来确定编码块CU的划分，作者通过大量的实验找到各编码块CU的率失真RD代价大致范围[16]，以此作为下次预测模式选择的准则，减少预测模式选择时的计算次数，达到降低计算复杂度，优化算法的目的。Luo 等人[17]提出了一种快速的内部编码块CU尺寸基于关键点检测的HEVC决策，实验结果表明，该算法在节省26.7%的帧内编码时间的同时提升了0.73%的比特率。**以上研究是通过了大量实验，统计结果后得到的模式选择，是一个人为的线性分类过程，精确性不够，部分研究在降低编码复杂度的同时，增加了码率和图像失真度。** 越来越多的学者着眼于以降低**帧间编码复杂度**的方式实现快速高质量压缩，这些研究大致分为两类：基于传统规则的方法和基于学习的方法。一方面，基于规则的方法通常利用空间和时间块的深度相关性、先前编码块CU的研发成本统计以及预测模式[18]、[19]来生成一组固定的规则，以确定给定内容的最佳编码块CU大小。然而，视频特性和视频内容的动态特性的巨大差异使得很难维持一套固定的严格规则来确定特定视频内容的最佳CU大小。另一方面，基于学习的方法通常使用机器学习方法，通过从先前编码的序列[20]–[24]的大量数据生成预先训练的模型。然而，**固定刚性模型的使用使得它们对自然视频序列不断变化的特性（即纹理和运动特性）的适应性较差。**  **具体的，本研究点分为两部分，首先研究面向H.265/HEVC的计算复杂度控制算法中的帧内压缩算法的优化问题，提出有效的预测模式选取方案，按实际应用需求灵活地控制预测模式的选择，降低压缩的计算时延；其次，考虑研究基于元学习的帧间编码算法的优化，在模型快速适应新场景的条件下，得到新视频序列中编码块的划分方式，保证降低压缩计算时延的同时实现高质量的的视频压缩。**  **（二）基于传算联动和目标识别的视频压缩算法研究**  无人机航拍视频压缩回传经过了压缩编码，传输与解码等几个阶段，而针对通信资源极大受限的应急场景，机载数据链路的传输能力有限，这就使得视频信息需高效的压缩才能快速回传。然而无人机算力小、续航能力差，实现保证质量的高压缩时，会产生极大的能耗和时耗，视频回传的可靠性难以保证。针对上述问题，**本研究点考虑如何在有限通信带宽资源的条件下最大化传输视频的信息量和质量，实现通信资源和视频质量的均衡。**  为了降低视频数据量，实现高效传输，越来越多的研究考虑在进行视频压缩时，首先进行抽帧处理，降低数据量传输后，在服务器端插帧恢复。Myungsub Choi[25]等人提出了一种基于元学习的自适应场景下的视频插帧算法，随机抽取视频序列帧，通过多任务训练，得到插帧网络模型，将视频插帧的恢复模型快速适用到不同的场景下，实现视频的快速高质量恢复。Wang Shen[26]等人提出了一种对低分辨率抽帧后，通过金字塔模型恢复中间帧，得到高质量图像帧的方案。**但以上研究获得的模型具有泛化性，没有考虑场景特点和观看视频端的需求，即应急场景下，无人机航拍的视频帧中是否含有特定的目标，以及如何在通信资源受限条件下进行合理化抽帧。因此，**本研究点考虑基于传算联动和目标识别的视频压缩算法研究，以保障视频的高质量快速回传。  具体地，研究如何对视频序列进行抽帧提取，在降低视频回传数据量的同时，并采用插帧网络模型对视频进行高质量的恢复。一方面，考虑无人机航拍视频帧变化缓慢的特点，每帧的信息量差异并不大，因此无需全部压缩回传；另一方面，针对应急场景，**指挥端往往更关注存在目标的区域，如伤员，火灾等，通过目标识别技术将视频中特定目标找出；其次，对于存在目标的帧，考虑通信资源限制，采用不同码重占比的方式分配码字对关注区域和非关注区域进行编码。**最后，在服务器解压缩，对离散的抽帧序列采用插帧网络进行恢复，得到完整的视频序列，以达到高质量快速回传的目的。  **2.研究目标和效果**  本课题将考虑应急场景中频谱资源受限条件下，无人机航拍大视频实时回传的问题，提出面向应急网络中大视频实时回传的解决方法。一方面，解决如何在有限频谱资源的条件下，尽可能的保证视频高质量压缩的问题。另一方面，解决由于无人机算力不足，难以将大视频快速压缩，实时回传至服务器的问题。最终，降低视频传输时延，提升回传视频质量。具体目标有：  （1）提出一种基于元学习的视频编码优化算法。针对应急场景，考虑针对频谱资源受限的场景下，不同像素块采用不同的预测模式进而降低计算复杂度的问题和视频帧中具体目标的检索、识别，采用局部编码的方式降低数据量的大小，进行视频压缩编码算法的优化，达到降低计算时延的目的。  （2）提出了一种基于传算联动和目标识别的视频压缩算法。针对业务特定目标，无人机算力不足，服务器大算力的特点，将部分视频流的恢复计算移到服务器上去做，确保视频传输的实时性和高质量恢复的目的。  **3.拟解决的科学问题**  本课题将围绕应急通信场景下中，频谱资源受到极大限制的问题，以及无人机航拍视频回传在有限资源约束下难以满足实时性的问题，研究并设计应急场景中的视频压缩算法。拟解决的关键科学问题有：  （1）如何在频谱资源受限的情况下，快速得到适应于新场景的视频压缩编码方案，降低HEVC编码计算的复杂度，达到视频高质量快速回传的目的。  （2）如何根据带宽限制，提取视频帧并在服务器上高质量恢复，以达到精准决策的目的。  [15]蒋洁，郭宝龙，莫玮等。利用平滑区域检测的HEVC帧内预测编码快速算法[J].西安电子科技大学，2013，40(3):194-200  [16] Nejmeddine Bahri1 , Randa Khemiri2. “Optimised HEVC encoder intra-only configuration.” [IET Computers & Digital Techniques](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=4117424).2020  [17]Luo, F, Wang, S, Ma, S, et al.“Fast intra coding unit size decision for HEVC with GPU based keypoint detection. ”IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems (ISCAS), Baltimore, MD, 2017.  [18] L. Shen, Z. Liu, X. Zhang, W. Zhao, and Z. Zhang, ‘‘An effective CU size decision method for HEVC encoders,’’ IEEE Trans. Multimedia, vol. 15, no. 2, pp. 465–470, Feb. 2013.  [19] J. Xiong, H. Li, Q. Wu, and F. Meng, ‘‘A fast HEVC inter CU selection method based on pyramid motion divergence,’’ IEEE Trans. Multimedia, vol. 16, no. 2, pp. 559–564, Feb. 2014.  [20] M. Grellert, B. Zatt, S. Bampi, and L. A. da Silva Cruz, ‘‘Fast coding unit partition decision for HEVC using support vector machines,’’ IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 29, no. 6, pp. 1741–1753, Jun. 2019.  [21] Y. Zhang, S. Kwong, X. Wang, H. Yuan, Z. Pan, and L. Xu, ‘‘Machine learning-based coding unit depth decisions for flexible complexity allocation in high efficiency video coding,’’ IEEE Trans. Image Process., vol. 24, no. 7, pp. 2225–2238, Jul. 2015.  [22] X. Shen and L. Yu, ‘‘CU splitting early termination based on weighted SVM,’’ EURASIP J. Image Video Process., vol. 2013, no. 1, p. 4, Dec. 2013.  [23] G. Correa, P. A. Assuncao, L. V. Agostini, and L. A. da Silva Cruz, ‘‘Fast HEVC encoding decisions using data mining,’’ IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 25, no. 4, pp. 660–673, Apr. 2015.  [24] M. Xu, T. Li, Z. Wang, X. Deng, R. Yang, and Z. Guan, ‘‘Reducing complexity of HEVC: A deep learning approach,’’ IEEE Trans. Image Process., vol. 27, no. 10, pp. 5044–5059, Oct. 2018.  [25]Myungsub Choi. Janghoon Choi.Sungyong Baik. Tae Hyun Kim. Kyoung Mu Lee. “Scene-Adaptive Video Frame Interpolation via Meta-Learning.” IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition .2020  [26]Wang Shen . Wenbo Bao . Guangtao Zhai. Li Chen. Xiongkuo Min. Zhiyong Gao. ‘‘Blurry Video Frame Interpolation.’’ IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition .2020 |

|  |
| --- |
| **三、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）**  本课题将充分利用视频压缩理论、深度学习、机器学习等技术，在资源约束条件下设计视频压缩算法，形成解决应急通信场景中高质量视频、图像数据回传的若干方法。本课题研究方法为理论分析和实验应用相结合的方式，从理论上进行性能分析和比较，然后通过实验与已有的研究进行比较对本课题提出的关键技术的有效性进行验证。具体地，主要研究内容的研究方法如下：  （1）**基于元学习的自适应场景下的视频压缩算法研究**。充分考虑视频流中空域和时域的相关性，基于机器学习、深度学习等技术，利用应急场景中像素块间不同的预测模式，给出选择方案，达到码率控制的同时复杂度降低的目的。首先，需要对视频图像中的像素进行冗余分析，包括对其与周围像素的相关程度、与前后帧的相关程度。然后，根据这些关联程度，率失真RD最小化等约束，通过统计信息，深度学习等技术达到降低计算复杂度的目的。充分帧间序列变化下，冗余量大的特点，使用深度学习、元学习等方法，**快速得到适应于当前视频序列的编码块CU划分的模型，缩短编码时间，提升系统决策的实时性和精准性。**  （2）**基于传算联动和目标识别的视频压缩算法研究研究**。充分考虑应急场景下通信资源不足、无人机航拍视频变化小、无人机算力不足而服务器端又具有大算力等特点，具体地，研究如何对视频序列进行抽帧提取，将大部分计算任务放到服务器上进行，在降低视频回传数据量的同时，并对视频进行高质量的恢复。首先，**考虑传算联动机制**，**通过目标识别技术将视频中特定目标找出，对于存在目标的帧，考虑通信资源限制，采用不同码重占比的方式分配码字对关注区域和非关注区域进行编码；**其次，将目标帧在边上压缩编码后，在服务器解压缩，对离散的抽帧序列采用插帧网络进行恢复，得到完整的视频序列，提升视频质量，确保指挥端决策的实时性，精准性。  可行性分析：  本课题针对应急场景中大视频实时回传的问题进行研究，背景意义明确，研究目标合理，紧密结合实际需要，具有一定的科学研究和工程应用价值，具有一定的深度和可扩展度。本课题研究方案的可行性主要基于以下几个方面的认识：  （1）研究内容：本课题基于对国内外关于视频压缩技术的大量文献调研，相关的技术研究现状有了清晰的理解和把握。从理论上确保了本课题的切实可行。此外，视频压缩作为解决频谱资源受限与人类日增长的高质量需求体验的矛盾也是一直热门的话题。  （2）技术路线：本课题的技术路线明确，研究方法主要是用理论分析与实验相结合的方式，属于成熟的研究途径。  （3）软硬件环境设备：本课题依托的研究单位具备了研究中所需的基本软件和硬件设备，可满足本课题的研究和实验要求。  通过对研究内容、技术路线、软硬件设备情况的分析，可以说明本课题是完全可行的。 |

|  |
| --- |
| **四、本研究课题可能的创新之处（不少于500字）**  本研究课题针对应急场景下频谱资源受限与视频高质量实时回传的问题，提出支持高效率、低时延的视频压缩解决方案，考虑应急场景下无人机航拍视频具有移动性和算力不足的特点，研究并形成一套应急场景下大视频压缩并的方法，以达到实时性的目的。  本研究课题可能的创新之处，可以归纳为以下几点：  （1）已有的研究在考虑HEVC压缩编码标准中的帧内编码时，一方面是通过了大量实验，统计结果后得到的模式选择，这属于一种人为的线性分类过程，分类标准太泛化，没有根据场景特点考虑，精确性不够。另一方面是研究在降低编码复杂度的同时，增加了码率和图像失真度，**本研究点在考虑场景特点的同时，考虑图片的空间相关性与前后预测模式的相关性，增强模式选择的精准性，降低编码时延，提升视频质量。**  （2）已有的研究在考虑HEVC压缩编码标准中的帧间编码时，由于视频特性和视频内容的动态特性的巨大差异使得很难维持一套固定的严格规则来确定特定视频内容的最佳CU大小，固定刚性模型的使用使得它们对自然视频序列不断变化的特性的适应性较差。因此，**本研究点考虑基于元学习的帧间编码优化算法，在降低数据量的同时保证视频压缩的高效性。**  （3）已有的无人机视频回传考虑的均是采用传统的H.26X系列的算法进行压缩，没有考虑场景特点、通信资源等。因此本研究点**考虑传算联动机制**，**通过目标识别技术将视频中特定目标找出，对于存在目标的帧，考虑通信资源限制，采用不同码重占比的方式分配码字对关注区域和非关注区域进行编码；**其次，将目标帧在边上压缩编码后，在服务器解压缩，对离散的抽帧序列采用插帧网络进行恢复，得到完整的视频序列，提升视频质量，确保指挥端决策的实时性，精准性。 |
| **五、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）**  **1.与本课题相关的研究工作积累基础**  本课题相关的研究工作基础主要包括充足的专业基础知识书籍、相关文献资料以及实验室研究基础。本课题所采用的数学方法，如均方误差分析、率失真优化等都是目前很成熟的理论知识。本人对于视频压缩领域已经有了充足的调研分析，对国内外现状和发展趋势有深入的理解，对于本研究课题的研究意义论证的很充分，并且深刻的认识到关于视频压缩这个领域中存在的挑战和面临的难题。对于拟研究的内容思路清晰，并且已经形成了成熟的技术方案。同时，本人也参与与本课题相关的若干项目的调研工作，对相关研究内容进行过深入的分析，并得到了导师认可。综上所述，本人有能力完成本课题所提出的研究内容。  **2.已具备的实验条件**  本课题依托北京邮电大学电子工程学院、高性能计算与组网实验室完成。依托单位具备了研究所需的基本的软件和硬件设备。并且该课题所使用的系统仿真软件和实验设备均为国际通用和认可，可满足实验需求。本实验室拥有GPU服务器（Intel Seon E5-2620 v4），处理器为2.1GHz八核，两块2080TI-11GGPU运算卡，大疆无人机若干，有超高清摄像头两个，可支持无人机航拍捕获高质量视频流，英伟达TX2开发板两块，可供无人机搭载实现计算功能。  综上所述，本人对于该课题的研究有足够的前期研究基础和相关理论基础，在技术基础、软硬件设备以及试验平台等方面，本课题组及依托单位已具备了充分的技术支撑条件，能够满足本课题的基本需求，为实现本课题的预定目标奠定了良好的基础。 |

**学位论文工作计划**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 时间 | 研究内容 | 预期效果 |
| 2020.9.1-2020.12.31 | 调研与学习 | 掌握基本概念与方法 |
| 2021.1.1-2021.6.30 | 基于元学习的自适应场景下的视频压缩算法研究 | 根据研究内容与目标，进行解决方案的设计、仿真、结果分析 |
| 2021.7.1-2021.12.30 | 基于传算联动和目标识别的视频压缩算法研究研究 | 根据研究内容与目标，进行解决方案的设计、仿真、结果分析 |
| 2022.1.1-2021.3.31 | 完善上述方案内容 | 整理研究点间的逻辑关系，准备中期答辩 |
| 2021.4.1-2022.6.1 | 总结研究成果，论文撰写与提交 | 完成毕业论文的撰写,进行毕业答辩 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评  定  小  组  成  员 | 姓 名 | 职 称 | 单位名称 | 职务 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 导师意见： | | | | |
|  | | | | |
| 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 | | | | |