电 子 科 技 大 学

硕士学位论文开题报告表

班 学 号： 201521010620

姓 名： 袁 超

论文题目： 5G信道编码技术在

无人机场景下的研究

指导教师： 武 畅

学科专业： 电子与通信工程

所在学院： 通信与信息工程学院

电子科技大学研究生院制表

2016年12月16日填

**一、学位论文研究内容**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 班学号：201521010620 | | | 姓名：袁超 | 入学时间：2015年9月 |
| 学位论文题目 | | 5G信道编码技术在无人机场景下的研究 | | |
| 学位论文的课题来源： 1.纵向 2.横向 3.自拟 | | | | |
| 学位论文类型： 1.基础研究 2.应用基础研究 3.应用研究 | | | | |
| 学  位  论  文  研  究  内  容 | 5G的发展如火如荼，5G这两个字已经家喻户晓，未来 5G 网络正朝着网络多元化、 宽带化、 综合化、 智能化的方向发展。随着各种智能终端的普及，面向 2020 年及以后，移动数据流量将呈现爆炸式增长。移动宽带、IoT和云的快速发展，正推动着新的市场机会的形成以及各行各业的重塑，而5G的发展将扮演关键的角色。无人机网络将会是未来5G战场的一个关键，近日，爱立信与中国移动江苏无锡分公司合作在无锡进行了5G无人机试验，该试验是国家科技重大5G专项的一部分，也是全世界第一例无人机在运营商蜂窝网络上通过5G技术的验证，将成为一项重要的5G技术里程碑。  2016年11月17日凌晨0点45分，在3GPP RAN1 87次会议的5G短码[方案](http://baike.baidu.com/view/556358.htm" \t "_blank)讨论中，历经千辛万苦，中国华为公司的Polar Code（极化码）方案，最终战胜列强，成为5G控制信道eMBB场景编码最终方案。把5G和无人机融合在一起将会有巨大的发展空间，本论文着眼于5G运用于无人机，重点研究无人机的信道编码技术，使得无人机能实现高速率高效率传输。具体如下：  1、首先了解学习5G的信道编码方案和喷泉码的国内外研究现状；  2、研究无线信道编码原理和常见的编码方案并对其进行仿真；  3、在1,2基础上，研究LDPC码基于Tanner图的编码译码原理;分析LDPC码和积译码算法的收敛性，可快速收敛的TTWA译码算法。对比算法之间的性能，尽可能提出改进性能的算法，仿真并验证；  4、在1,2的基础上，研究了极化码的译码算法， 分析在不同信道的极化方案，给出了信道选择的方法。极化码生成矩阵的构造方法和编码过程，极化SC译码的基本原理，尽可能提出改进性能的算法，仿真并验证；  5、在1,2,3,4的基础上，实现喷泉码的代表—LT码的编译码算法及其度分布函数，和一种常用的喷泉码—Raptor码，并尝试利用喷泉码思想提升系统覆盖性能，并对其性能作了仿真分析。最后尝试组合不同码本，得到一种较好的混合编码。 | | | |

1

|  |
| --- |
| **学位论文的选题依据和研究意义，以及国内外研究现状和发展态势（应有2000—3000字），主要参考文献**   1. 选题依据   随着信息和网络技术的快速发展，无线移动通 信网络的数据流量正以每年接进100% 的速度增 长，预 计未来 10 年，无线网络的数据流量 将增加 1 000倍，联网设备将高达 500 亿台( 部) ，新兴智能 业务将层出不穷，迫切需要更加高速、更加高效、更 加智能化的新一代无线移动通信技术来支撑。因 此，在全球第 4 代移动通信( 4G) 网络的部署方兴未 艾之时，第 5 代移动通信技术( 5G，fifth － generation) 的研发已拉开大幕，成为整个学术界和信息产业 界最热门的课题之一，掀起全球移动通信领域新一 轮的技术竞争。5G 是继 4G 之后，为了满足智能终端的快速普及和移动互联网的高速发展而正在研发 的新一代移动通信技术，是面向 2020 年以后人类信 息社会需求的第 5 代移动通信网络。  无人机(unmanned aerial vehicle,UAV)是指由自备程序装置和无线遥控设备操控的不载人飞行器，是由早期的航空飞行器模型演变而来，最早用作军方训练时地面武器系统的靶机随着电子通信技术的发展，无人机在侦察任务中崭露头角，并逐渐显示出它的重要性和相较于传统载人飞机的优势。20世纪90年代以来，航空航天和信息技术迅猛发展，推动无人机研制进入了一个高潮，无人机向“侦察一打击”一体化方向发展，无人机逐渐进入各个大国的武器系统。目前基本达成了一个共识:无人战斗机将成为未来战场的急先锋，是战场制胜的最关键要素之一。  现在5G和无人机是最流行的技术之一，很多公司，研究院都在参与研究，而把两者的组合起来更是研究的热点，5G移动通讯网络将降低网络延迟问题，让操控无人机更加安全可靠。总的来说网络遥控无人机未来是很美好的，很值得期待的。所以，研究无人机运用5G编码是极具有实际意义的充满挑战的研究领域。   1. 研究意义   美国当地时间2016年11月17日凌晨0点45分，在刚刚结束的[3G](http://tele.ofweek.com/IND-8320550-3G.html)PP RAN1 87次会议的5G短码方案讨论中，中国华为公司主推的Polar Code（极化码）方案，华为拿下了5G的半壁江山，让国人倍感骄傲，这是一个历史时刻，值得每一个通信人骄傲。信道编码，也叫差错控制编码，是所有现代通信系统的基石。几十年来，信道编码技术不断逼近香农极限，波澜壮阔般推动着人类通信迈过一个又一个顶峰。[5G](http://fiber.ofweek.com/KW-5G.html)到来，我们继续突破自我，再创通信奇迹。信道编码是通过信道编码器和译码器实现的用于提高信道可靠性的理论和方法。由于移动通信存在干扰和衰落，在信号传输过程中将出现差错，故对数字信号必须采用纠、检错技术，即纠、检错编码技术，以增强数据在信道中传输时抵御各种干扰的能力，提高系统的可靠性。对要在信道中传送的数字信号进行的纠、检错编码就是信道编码。  随着传输容量需求的快速增长，高速数传中面临着功率/频谱受限的严重压力，因此寻求功率/频谱同时有效利用的传输手段己成为高速数传系统设计研究的主要目标。为了满足传输带宽的限制与高数据率的要求，可以采用高阶调制技术来提高传输效率，诸如8PSK, 64QAM, 64APSK甚至更高阶的调制技术都是提高频谱效率的候选方案。然而，这些高阶调制技术在相同带宽条件下提高数据传输率是以降低功率利用率为代价的。通过在高阶调制系统中应用具有强大纠错能力的信道编码则是提高功率利用率的有效手段。就信道编码方面而言，作为目前性能最好的码之一，LDPC，polar-code，喷泉码各有千秋，究竟哪种才是适合无人机，或者它们的哪种方式组合才是最好的，因此，研究它们的性能和组合式无比重要的。   1. 国内外研究现状和发展态势   LDPC码最早是由麻省理工学院的Gallager于1963年在其博士论文中提出来的一种具有稀疏奇偶校验矩阵的分组码，并且证实具有极为优越的性能，然而限于当时的科技水平却无法实现。此后三十多年基本上被人们所遗忘，其间最大进展是由Tanner在1981年推广了LDPC码并给出了其图表示，即后来所谓的Tanner图。直到Turbo码的出现，伴随着Turbo码带来的巨大冲击，LDPC码终于在1995年由MacKay与Neal重新发现并加以研究，2001年，Luby指出不规则LDPC码可以达到与Turbo码一样的性能。同年，Chung构造了距离香农(Shannon)限仅0.0045dB的LDPC码，迅速引起强烈反响和极大关注。目前，有关LDPC码的研究方向主要包括码的性能分析、码的构造、有效编码、译码算法、硬件实现以及针对实际通信系统的应用等。2016年11月，LDPC正式成为5G的长码方案。  2006年，Erdal Arikan在文章中指出，通过对离散无记忆信道(DMC' S)进行信道组合与信道分解操作，可以提高信道的截止速率。在总的信道容量不变的情况下，使得一部分信道的容量增大，而另一部分信道的容量降低，提出了信道极化的概念。2008年，在文章中，Erdal Arikan仿照Reed-Muller(RM)码的构造方法提出了极化码构造方法，在信道极化的基础上，选择一部分好信道来传输信息。随后，在2009年Erdal Arikan系统地提出了极化码，并给出了一种译码方案一一连续消除算法(successive-cancellation) 。文章从理论上证明了极化码一种容量可达的信道编码，在使用SC译码算法时，具有较低的编码和译码复杂度。2016年11月，华为提出polar-code正式成为5G短码的编码方案便准，标志我国在5G技术上有了很大的发言权。  迄今为止，喷泉码经历了一系列的发展过程。1998年，Luby提出了喷泉码的前身Tornado码。Tornado码具有与码长相关的线性复杂度编译码算法，但其码率固定，无法在不同的信道下自适应。在此基础上，Luby在2002年提出了第一种可实际应用的无率码一一LT (Luby Transform)码LT码能够自适应不同的信道，是目前研究和应用最广泛的数字喷泉码，但其缺点在于编译码复杂度并不是最优的。在LT码的基础上，2006年Shokrollahi等人提出了Raptor码[4]。Raptor码以LT码为内码，使用LDPC码作为外码，有比LT码更高的编码效率，且有线性的时间译码复杂度。但由于Raptor码需要完成预编码，其编码复杂度稍高。2011年Luby与Shokrollahi等人提出了RaptorQ码。RaptorQ码是性能最优的喷泉码之一，尤其在中长码下有优异的性能，具有结构化的编译码方法，适合于标准化。但RaptorQ码再译码端采用高斯消元法，需要一定的译码时间和较大的复杂度开销。   1. 主要参考文献   [1]Shannon C E. A mathematical theory of communication [J].Bell System Technical Journal, 1948, 27(3):379-423.  [2]傅祖芸.信息论[M]//电子工业出版社，  [3] Luby M. LT Codes[C] // Proceedings of the 2011.43rd Symposium on Foundations of Computer Science. IEEE Computer Society, 2002:271-280.  [4] Etesami, O, Shokrollahi, et al. Raptor codes on binary memoryless symmetric channels [J].IEEE Transactions on Information Theory, 2006, 52(5):2033-2051.  [5]Mackay DJC. Fountain codes [J].IEE Proceedings-Communications, 2005, 152(6):1062-1068.  [6] Gummadi R, Sreenivas R S. Relaying a fountain code across multiple nodes[C]// Information Theory Workshop, 2008. ITW '08. IEEE. IEEE, 2008:149-153.  [7] Luby M, Gasiba T, Stockhammer T, et al. Reliable Multimedia Download Delivery in Cellular Broadcast Networks [J].IEEE Transactions on Broadcasting, 2007, 53(1):235-246.  [8] Molisch A F, Mehta N B, Yedidia J S, et al. Performance of Fountain Codes in Collaborative Relay Networks [J].Wireless Communications IEEE Transactions on, 2007, 6(11):4108-4119.  [9] Liu X, Lim T J. Fountain codes over fading relay channels [J].Wireless Communications IEEE Transactions on, 2009, 8(6):3278-3287.  [10]Arikan, Erdal. A performance comparison of polar codes and Reed-Muller codes[J].Communications Letters, IEEE, 2008, 12(6):447-449.  [11]Arikan, E. Channel Polarization: A Method For Constructing Capacity- Achieving Codes For Symmetric Binary-Input Memoryless Channels[J]. Information Theory, IEEE Transactions on, 2009, 55(7):3051-3073.  [12]Arikan E, Telatar I E. On the rate of channel polarization[C]//Information Theory, 2009. ISIT 2009.IEEE International Symposium on. IEEE, 2009:1493-1495.  [13]Korada SB, Sasoglu E, Urbanke R. Polar Codes:Characterization of Exponent, Bounds, and Constructions[J].IEEE Transactions on Information Theory, 2009, 56(12):6253-6264.  [14]Mori R, Tanaka T. Performance And Construction Of Polar Codes On Symmetric Binary-Input Memoryless Channels[C]//Information Theory, 2009. ISIT 2009. IEEE International Symposium on. 2009:1496-1500.  [15]E. Sasoglu, E. Telatar, and E. Amkan, "Polarization for arbitrary discrete memoryless channels," arXiv:0908.0302v1，2009.  [16] Hussami N，Korada S B, Urbanke R. Performance of polar codes for channel and source coding[C]//Information Theory, 2009.ISIT 2009.IEEE Inter-national Symposium on. IEEE, 2009:1488-1492.  [17] Cronie H S，Korada S B.Lossless source coding with polar codes[J]. IEEE International Symposium on Information Theory, 2010, 41(3):904-908.  [18]Korada S B. Polar codes for channel and source coding[J]. Epfl, 2009.  [19]Korada S B, Urbanke R. Polar Codes are Optimal for Lossy Source Coding[J].IEEE Transactions on Information Theory, 2009, 56(4):149-153.  [20] Mori R, Tanaka T. Channel polarization on q-ary discrete memoryless channels by arbitrary kernels[J].Eprint Arxiv, 2010, 41(3):894-898.  [21]唐崇严，李建平，蔡超时，"Raptor码的原理及应用前景，”全国信息化发展与新技术大会一技术与方案，2008.  [22]卢守信，“喷泉码技术研究”.中国高新技术企业，2007,vo1. 6, pp.Lol-02.  [23]土育民、梁传甲，信息与编码理论.西安:西北电讯工程学院出版社，1986. pp.43-48 |

**三、学位论文研究计划及预期目标**

|  |
| --- |
| 1.拟解决的关键问题和最终目标，以及拟采取的主要理论、技术路线和实施方案  （1）本论文拟解决无人机在5G技术系统中，高速率高效率编码问题。  （2）最终目标：研究5G编码标准，并引用一种适合视频传输的喷泉码，研究三种编码移植到无人机上的可行性，尝试这三种编码的混合编码，在现有基础上尝试组合出一种适合无人机的混合编码，最后对其进行优化。  （3）拟采取的主要理论：5G空口技术、5G信道编码、LDPC编码原理、polar-code编码原理、喷泉码编码原理，无人机信道编码等。  （4）技术路线：  1.了解5G信道编码原理和技术；  2.了解无人机信道编码技术；  3.研究LDPC, polar-code , 喷泉码，并对其进行仿真和建模；  4.对三种编码有了较深理解后，结合无人机信道编码要求，尝试组合出一种适合无人机的混合编码，并对其进行优化，通过仿真分析，结合现实物理硬件的条件，给出一种较好的混合编码方案;  5.总结混合编码，后续可以继续研究。  （5）实施方案：先搭建软件平台，然后对已有的算法进行仿真，并且提出改进算法，最后提交最优且可实现算法，找出一种适合无人机在5G高速率要求的混合编码。 |
| 2.实验条件落实情况，可能存在的问题及解决办法  基本需要的软件设备，实验室都可以提供。 |

3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 3.年度研究计划及预期研究成果 | | |
| 年  度  计  划 | 起始时间 | 完 成 内 容 |
| 2016年12月  ~  2016年3月 | ① 结合关键问题查找文献、寻找相应的解决办法；  ② 搭建基本的实现模块，规划统一的算法实现框架；  ③ 撰写解决方案文档和实现框架文档； |
| 2017年4月  ~  2017年7月 | ① 解决关键技术问题，并对算法进行仿真分析；  ② 撰写仿真结果分析文档和性能分析文档； |
| 2017年8月  ~  2017年11月 | ① 对关键技术所涉及的算法进行具体实现、调试；  ② 撰写算法仿真结果分析文档； |
| 2017年12月  ~  2018年3月 | ① 对关键技术所涉及的算法进行优化和改进；  ② 检查、整理代码，进行最后调试；  ③ 整理算法仿真、分析、优化文档和代码实现文档； |
| 2018年4月  ~  2018年5月 | ① 整理所有文档，撰写毕业设计报告，准备答辩；  ② 整理算法文档，总结成果，发表论文； |
| 学位  论文  特色  或  创新 | 1、结合最新5G技术和无人机，把5G编码技术和无人机结合；  2、不是单一的一种编码，而是组合两种甚至是三种编码，尝试把组合编码运用于无人机上面，实现高效率高速率传输；  3、考虑算法准确性以及硬件实现复杂度的问题上，对算法进行改进。 | |
| 最终  成果  形式 | 论文 | |

4

**四、开题报告审查意见**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.导师对学位论文选题和论文计划可行性意见，是否同意开题：  签名： 年 月 日 | | |
| 2.评审专家意见 | | |
| 开 题  报 告  会 | 时间： 年 月 日 | 地点： |
| 评审专家（至少3位）： | |
| 评审专家组对学位论文的选题、方案实施的可行性，是否通过开题报告的具体意见和建议：  组长签名： 年 月 日 | | |
| 3.学院意见：  负责人签名： 年 月 日 | | |

5