

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学 号: 23220090153711

UDC _____

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

视频编码容错技术的研究

A Study on Error Resilient Techniques for Video Coding

陈 婧

指导教师姓名: 李翠华 教授

专业名称: 控制理论与控制工程

论文提交日期: 2015 年 10 月

论文答辩日期: 2015 年 12 月

学位授予日期: 2015 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2015 年 10 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

本文主要研究视频编码的容错技术,提高视频码流在互联网、无线网络等不可靠信道中传输的鲁棒性。研究对象包括单视点视频编码、双目立体视频编码和多视点视频编码。

在单视点视频编码研究方面,本文在 H.264/AVC 视频编码标准的基础上,分别从差错隐藏和差错恢复编码的角度提出了两种视频编码差错控制算法。(1) 基于运动连续性和纹理相关性的丢失宏块差错隐藏算法 (MCTC),该算法在解码过程中实现差错隐藏,无需对编码结构进行修改。(2) 基于 H.264/AVC 和三维双树离散小波变换的分层多描述视频编码算法 (HLMDVC),采用了多描述编码框架,通过增加部分冗余信息以提高信道出错情况下视频重建的质量;三维双树离散小波变换解决了分层多描述编码过程中增强层的运动估计和参考帧失配的问题,分层的编码结构提高了算法的灵活性。

在双目立体视频方面,本文研究了双目立体视频的对象分割和视频整帧丢失情况下的差错隐藏问题。(1) 提出了基于视差和时空信息的立体对象分割方法 (SOS_DTS),实现对双目立体视频运动对象的准确分割。(2) 针对双目立体视频整帧丢失的情况,提出了基于视差帧差投影的双目立体视频整帧丢失的重建算法 (FLC_DFD),并对帧差投影所产生的空洞进行自适应地填补,提高了双目立体视频编码的容错性能。

在多视点视频编码方面,本文研究了降低计算复杂度的快速模式选择算法和提高多视点视频编码容错能力的多描述编码方法。(1) 在多视点视频编码标准 JMVC 的基础上,建立了率失真代价和预测模式尺寸之间的单峰关系模型,在此基础上提出了基于单峰模型与模式即时选择的快速模式选择算法 (UM_FMD_MVC),大大降低了多视点视频编码的计算复杂度。(2) 从差错恢复编码的角度,提出了基于空间多相变换子序列间对应宏块相关性的多视点视频多描述编码算法 (SPT_MDC_MVC),根据宏块特性,自适应地复用已编码子序列的预测模式、预测向量与残差,降低冗余,提高多视点视频多描述编码的效率。

关键词: 视频编码; 差错隐藏; 多描述编码

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

In this work, error resilient techniques for video coding are studied to improve the robustness of video transmission via unreliable networks, such as Internet or the wireless network. The research includes error resilient techniques for single view video coding, for stereo video coding, and for multiview video coding.

For single view video coding, two algorithms are proposed to improve the fault tolerance ability of H.264/AVC-based video coding. (1) For macroblock lost, an error concealment algorithm, named *motion consistence and textural coherence based error concealment* (MCTC) is proposed. Since error concealment is only performed at the decoder, the encoding scheme keeps unchanged. (2) For error resilient coding, a *novel hybrid layered multiple description video coding* (HLMDVC) algorithm is proposed. The quality of reconstructed video can be improved via its multiple description structure. The directional selectivity feature of 3D dual-tree discrete wavelet transform gets rid of the enhancement layer motion estimation and the mismatch problem in ordinary multiple description coding scheme. The layered coding structure improves the flexibility of the algorithm.

For stereo video, a *stereoscopic object segmentation method based on disparity and temporal-spatial cues* (SOS_DTS) is proposed to segment the motion objects from the background. To construct a lost frame for stereo video, a *frame loss concealment algorithm for stereoscopic video based on disparity frame difference* (FLC_DFD) is proposed; then a self-adaptive holes filling algorithm is performed to improve the quality of reconstructed frame.

For multiview video coding, the computational load reduction and the error resilient ability improvement of the coding scheme are concerned. (1) By studying the correlation of the rate distortion cost and the size of prediction mode of JMVC, a unimodal model is presented, and a *fast mode decision algorithm for multiview video coding based on the unimodal model* (UM_FMD_MVC) is proposed to instantly

terminate the mode decision process. (2) To improve the error resilient ability of multiview video coding, *a multiple description coding scheme for multiview video based on macroblock correlation of spatial polyphase transformed subsequences (SPT_MDC_MVC)* is proposed. The multiple description coding structure improves the error resilient performance of the multiview video coding. Meanwhile, the coding efficiency is improved by adaptively exploiting the prediction modes, vectors, and residues of encoded subsequences.

Key Words: Video coding; Error concealment; Multiple description coding

目录

第一章	视频编码研究概述	1
1.1	选题背景和意义	1
1.2	单视点视频编码的研究现状	2
1.3	多视点视频编码的研究现状	5
1.4	互联网和无线信道的不可靠性对视频编码的要求	7
1.5	现有的视频传输差错控制技术	8
1.5.1	预处理差错控制	9
1.5.2	后处理差错控制	9
1.5.3	交互式差错控制	10
1.6	本文的研究内容及结构安排	10
第二章	基于运动连续性和纹理相关性的单视点视频丢失宏块差错隐藏	12
2.1	视频编码的差错隐藏技术	12
2.2	现有的单视点视频丢失宏块差错隐藏算法的分析	13
2.3	基于运动连续性和纹理相关性的丢失宏块差错隐藏	14
2.3.1	基于运动连续性的方向性预测运动矢量候选集的定义	14
2.3.2	方向性预测运动矢量候选集的选择	16
2.3.3	基于纹理相关性的边缘匹配策略	17
2.3.4	基于运动连续性和纹理相关性的丢失宏块差错隐藏算法 (MCTC)	19
2.4	实验结果和分析	19
2.5	本章小结	20
第三章	基于 H. 264/AVC 和三维双树小波的单视点视频多描述编码	22
3.1	多描述编码思想及编码结构	22
3.2	多描述视频编码方法的文献综述	24
3.3	三维双树离散小波变换介绍	25
3.3.1	双树离散小波变换 (DT-DWT)	25
3.3.2	三维 DT-DWT 噪声整形	27

3.4	基于 H. 264/AVC 和三维双树离散小波变换的分层多描述视频编码	28
3.4.1	基本思路	28
3.4.2	分层多描述视频编码框架	29
3.4.3	基于 H. 264/AVC 和三维双树离散小波变换的分层多描述视频编码算法 (HLMDVC)	30
3.5	实验结果和分析	31
3.6	本章小结	35
第四章	双目立体视频对象的分割	36
4.1	双目立体视频研究引言	36
4.2	对象分割概述	38
4.3	视差匹配	38
4.4	基于秩空间的视差匹配	40
4.4.1	秩变换	40
4.4.2	在秩变换空间做视差匹配的特点	41
4.4.3	秩变换域的多窗口立体匹配算法	43
4.4.4	视差修补	44
4.5	基于视差图的对象分割	46
4.6	结合视差和时空信息的双目立体视频对象分割	46
4.6.1	自适应参考帧选择方法	47
4.6.2	结合视差和时空信息的双目立体视频对象分割算法 (SOS_DTS)	48
4.7	实验结果和分析	49
4.8	本章小结	50
第五章	双目立体视频丢失帧差错隐藏	51
5.1	立体视频差错隐藏方法的文献综述	51
5.2	基于前景对象投影的差错隐藏原理	53
5.3	基于视差帧差投影的立体视频差错隐藏	55
5.3.1	基于视差的帧差投影及立体视频丢失帧的重建	55
5.3.2	视差帧差投影导致的空洞问题	58
5.3.3	自适应空洞填补	59
5.3.4	基于视差的帧差投影及立体视频丢失帧的重建算法 (FLC_DFD)	60

5.4	实验结果及分析.....	61
5.5	本章小结.....	62
第六章	基于单峰模型与模式即时选择的多视点视频编码快速模式选择.....	64
6.1	多视点视频编码研究引言.....	64
6.2	多视点视频编码优化的文献综述.....	66
6.3	JMVC 多视点视频编码标准的模式选择.....	68
6.4	基于单峰模型的快速帧间模式选择算法的原理.....	70
6.4.1	JMVC 的预测模式分布比例分析.....	70
6.4.2	基于单峰模型的快速帧间模式选择算法.....	73
6.5	基于单峰模型与模式即时选择的快速帧间模式选择.....	73
6.5.1	宏块编码模式的预判.....	73
6.5.2	基于单峰模型与模式即时选择的快速帧间模式选择算法 (UM_FMD_MVC).....	75
6.6	实验结果与分析.....	76
6.6.1	客观实验结果分析.....	76
6.6.2	主观实验结果分析.....	78
6.7	本章小结.....	81
第七章	基于空间多相变换子序列间对应宏块相关性的多视点视频多描述编码.....	82
7.1	多视点视频多描述编码的文献综述.....	82
7.2	基于空间多相变换的多视点视频分解.....	84
7.2.1	空间多相变换.....	84
7.2.2	多描述的生成.....	85
7.3	基于子序列间对应宏块相关性的多视点视频多描述编码.....	86
7.3.1	子序列编码宏块的最佳模式相关性分析.....	86
7.3.2	基于子序列间对应宏块相关性的多视点视频多描述编码准则.....	88
7.4	基于空间多相变换子序列间对应宏块相关性的多视点视频多描述编码算法 (SPT_MDC_MVC).....	90
7.4.1	编码端的多描述编码.....	90
7.4.2	解码端的多视点视频重建.....	91
7.5	实验结果和分析.....	94
7.6	本章小结.....	96

第八章 总结和展望	97
8.1 本文的主要研究工作与创新点	97
8.2 展望	98
博士研究期间发表的论文	100
博士研究期间参与的课题	101
致谢	102
参考文献	103

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter1	Introduction of video coding	1
1.1	Research background	1
1.2	Researchs for single view video coding.....	2
1.3	Researchs for multiview video coding.....	5
1.4	The unreliability of Internet and wireless network.....	7
1.5	Error control techniques for video transmission.....	8
1.5.1	Preprocessing error control techniques	9
1.5.2	Post-processing error control techniques	9
1.5.3	Interactive error control techniques	10
1.6	The arrangement of the thesis	10
Chapter 2	Motion consistence and textural coherence based error concealment for single view video.....	12
2.1	Error concealment for video coding.....	12
2.2	Analysis of existing macroblock loss error concealment algorithms	13
2.3	Motion consistence and textural coherence based error concealment algorithm (MCTC)	14
2.3.1	The candidates set of directional predicted motion vector	14
2.3.2	The selection of directional predicted motion vectors	16
2.3.3	The matching criteria based on textural coherence.....	17
2.3.4	The algorithm of MCTC.....	19
2.4	Experiments and discussions.....	19
2.5	Summary.....	20
Chapter 3	Multiple description video coding based on H.264/AVC and 3D dual-tree discrete wavelet transform	22
3.1	The idea of multiple description coding.....	22
3.2	Reviews of multiple description video coding.....	24
3.3	Introduction of 3D dual-tree discrete wavelet transform.....	25
3.3.1	Dual-tree discrete wavelet transform (DT-DWT)	25

3.3.2	3D DT-DWT noise shaping	27
3.4	Layered multiple description video coding based on H.264/AVC and 3D DT-DWT (HLMDVC).....	28
3.4.1	Main idea	28
3.4.2	The layered structure of multiple description video coding	29
3.4.3	The algorithm of HLMDVC.....	30
3.5	Experiments and discussions.....	31
3.6	Summary.....	35
Chapter 4	Object segmentaion for stereo video.....	36
4.1	Introduction of stereo video	36
4.2	Introduction of object segmentation	38
4.3	Disparity matching.....	38
4.4	Disparity matching in the rank domain	40
4.4.1	The rank transform	40
4.4.2	The characteristics of disparity matching in the rank domain	41
4.4.3	Disparity matching in the rank domain	43
4.4.4	Hole filling for the disparity map	44
4.5	Object segmentation based on the disparity map	46
4.6	The stereoscopic object segmentation method based on disparity and temporal-spatial cues (SOS_DTC).....	46
4.6.1	Adaptive reference frame selection	47
4.6.2	The algorithm of SOS_DTS.....	48
4.7	Experiments and discussions.....	49
4.8	Summary.....	50
Chapter 5	Frame loss error concealment for stereo video	51
5.1	Reviews of error concealment for stereo video.....	51
5.2	Error concealment based on foreground object projection	53
5.3	The frame loss concealment algorithm for stereoscopic video based on disparity frame difference (FLC_DFD)	55
5.3.1	The frame loss concealment for stereoscopic video based on disparity	55

5.3.2	The problem of frame difference projection.....	58
5.3.3	Adaptive hole filling	59
5.3.4	The algorithm of FLC_DFD	60
5.4	Experiments and discussions.....	61
5.5	Summary.....	62
Chapter 6	Fast mode decision algorithm for multiview video coding based on the unimodal model	64
6.1	Introduction for multiview video coding.....	64
6.2	Reviews of multiview video coding	66
6.3	The mode decision strategy for JMVC.....	68
6.4	The principle of unimodal model	70
6.4.1	The percentage analysis of JMVC prediction mode	70
6.4.2	Fast mode decision based on the unimodal model.....	73
6.5	Fast mode decision algorithm for multiview video coding based on the unimodal model (UM_FMD_MVC).....	73
6.5.1	Prejudging for macroblock coding mode.....	73
6.5.2	The algorithm of UM_FMD_MVC.....	75
6.6	Experiments and discussions.....	76
6.6.1	Objective analysis	76
6.6.2	Subjective analysis.....	79
6.7	Summary.....	81
Chapter 7	Multiple description coding scheme for multiview video based on macroblock correlation of spatial polyphase transformed subsequences	82
7.1	Reviews of multiple description multiview video coding.....	82
7.2	The descriptions produced by spatial polyphase transform	84
7.2.1	The spatial polyphase transform	84
7.2.2	The production of multiple description.....	85
7.3	Multiple description coding for multiview video based on macroblock correlation of spatial polyphase transformed subsequences (SPT_MDC_MVC)	86
7.3.1	The analysis for macroblock correlation of subsequences.....	86

7.3.2	The criteria of multiple description coding for SPT_MDC_MVC	88
7.4	The algorithm of SPT_MDC_MVC.....	90
7.4.1	The multiple description coding process.....	90
7.4.2	The reconstruction process	91
7.5	Experiments and discussions.....	94
7.6	Summary.....	96
Chapter 8	Conclusion and the future work.....	97
8.1	The main researches and innovations.....	97
8.2	The future work.....	98
Publications	100
Projects	101
Acknowledgement.....		102
References.....		103

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.