学号： 2015050427

**成 都 理 工 大 学**

**研究生毕业论文开题报告**

|  |  |
| --- | --- |
| 院、系（所）名称 | 信息科学与技术学院 |
| 专 业 | 电子与通信工程 |
| 研 究 方 向 | 嵌入式系统开发设计 |
| 导 师 | 李灿平 杨运民 |
| 研 究 生 姓 名 | 杨艳军 |
| 学 位 级 别 | 硕士 |

基于人眼视觉特性的边缘检测算法研究

2017年 6 月 22 日

目 录

[1. 研究背景及意义 1](#_Toc486340604)

[2. 国内外的研究现状 2](#_Toc486340605)

[2.1 边缘检测的研究现状 2](#_Toc486340606)

[2.2 其他学者对人眼视觉特性的研究现状 3](#_Toc486340607)

[3. 本文研究内容 5](#_Toc486340608)

[4. 论文工作计划 7](#_Toc486340609)

[参考文献 8](#_Toc486340610)

# 1. 研究背景及意义

数字图像是数字时代信息存取中最大的信息来源之一(张培珍, 2015)，而边缘是图像最本质的特征，虽然边缘像素只是占据一幅图像中很少的一部分，但是却携带着图像的大部分信息，可以反映目标的轮廓位置，而这些轮廓在对图像进行描述或者是识别目标时有着重要的作用。在 Mallat 看来，图像的边缘构造是模式识别最主要的特征(Tsai et al, 2002;Ziou et al, 1998;Yuan-Hui Yu et al, 2006)。因此可以很容易的凭借物体的外部轮廓来对其进行辨别。数字图像处理(王耀南 等, 2001)是伴随着计算机发展起来的一门新兴学科，随着计算机软、硬件发展的突飞猛进，数字图像处理也逐渐在生活中的各个领域得到广泛的应用。而边缘检测(王耀南 等, 2001)是图像处理中最基本的问题，它实际上就是提取出图像中不同区域之间的交界线(王捷, 2010)。它能在去除与图像特征无关的次要信息的同时保留重要的属性信息，从而大幅度地减少图像的信息量。边缘检测的解决对于人类进行高层次的图像理解和利用有着极为重要的指导作用。它是图像处理、特征提取和模式识别等图像高级技术的基础和根本，在许多领域都有着举足轻重的地位，如今已被广泛的应用在图像分割(罗军辉 等, 2005;Bellon et al, 2002;Arbelaez et al, 2010)，智能交通(王晓雪 等, 2010)，目标识别(李洋, 2013)和生物医学(彭微, 2015)等各种领域。如何更快、更精准地提取出图像边缘信息就成为了国内外研究的重点。

长久以来，众多专家和学者已经做了许多的工作，通过利用图像的边界信息来找寻目标区域，从而实现对目标物体的识别以及对特征的提取。图像边缘检测技术已经有了长足的发展(刘蕊, 2009)，但是由于目的的差异，图像的边缘、纹理特征甚至处理过程中夹杂的噪声可能都会成为要寻找的边缘，因此很难找到对所有图像都具有普遍适应性的算法。虽然现有的边缘检测算法都有它们各自的特点，但同时也都存在着各自的局限和不足，已经不能满足人们的需求，这就要求必须对现有算法进一步改进。根据实际应用的需求对传统的算法进行改进亦或者是开发出新的边缘检测算法使其检测结果适应实际的要求仍然是这个领域研究的主要方向。本文就是针对现有的边缘检测技术，在其他学者对人眼视觉特性的研究基础之上，更全面的结合人眼的视觉特性，对原有的边缘检测算法进行改进，从而提高原有算法的性能。

# 国内外的研究现状

2.1 边缘检测的研究现状

边缘检测可以说是一个长盛不衰的研究课题，因为早在 1959 年 Julez(Julez, 1959)就已经提及到了边缘检测这一技术，但是他并没有对其进行系统的研究，最早对边缘检测进行较为系统研究的是Roberts(Roberts, 1965)在1965年开始的，从此，边缘检测逐渐进入人们的视野，引起了国内外众多专家、学者的不断研究。但是直到现在仍然没有一种能够完全符合人们要求的完美算法，这使得依然有许多专家、学者在研究这一课题，并且不断有新的理论和方法被人们提出，这也是边缘检测依然备受人们关注的原因。从 1965 年 Roberts 开始研究边缘检测至今，在研究人员锲而不舍的努力下，不断有新的理论和方法被提出，可以将它们简单的分为以下几类：

（1）经典的边缘检测算法

经典边缘检测算法是通过以原始的图像为基础，然后对图像中的灰度变化较为明显的地方求取微分来对边缘进行定位，简单地说就是利用亮与暗之间的梯度变化。它最大的优势在于它的简单有效性。这其中最基本的边缘检测算子有：Roberts 算子、Sobel 算子(张强 等, 2009)、Prewitt 算子(JMS.Prewitt, 1970)等等，这些算子都是基于一阶微分的。它们是基于一阶导数在灰度变化最明显处的值最大这个原理(王小俊, 2013)的。但在实际应用中，像素邻域对此较为敏感，所以检测到的边缘会较宽，因此要进行边缘细化操作，但这就降低了定位的精确度。为了对这一缺点进行改进，人们又提出了拉普拉斯边缘检测（Laplacian）算子(朱秀昌 等, 2010)。Laplacian 算子是二阶微分算子，它在某些方面有效地改善了一阶微分算子的缺点。但因为其固有特性，它们在工作时容易受到噪声的影响，所以 Marr 和 Hildreth 又提出了 LOG（Laplacian of Gaussian）算子(Marr et al, 1980),这种方法在检测边缘之前会对图像进行滤波操作处理，接着再用拉氏算子检测。之后，Canny 又发现能够用高斯函数的一阶导数近似的代替最优化算子，于是他在此基础上提出了 Canny 算子(Canny, 1986),并且实际验证了这一算子在检测、定位以及单边缘响应方面的有效性。

（2）基于经典边缘检测算法的改进算法

经典边缘检测算法中的大部分都是以数学中的微分运算为基础，属于微分算法。方便可靠、易于操作是这种方法最大的优点，并且这种方法也较为成熟，而且它们可以在 Matlab 中直接调用，现在已经在很多领域得到广泛的应用，并且效果显著。基于这个原因，改善经典算法成为了研究的方向之一(邓祥龙, 2012)。众多的专家、学者付出大量的努力，也卓有成效(夏建芳, 2017;许宏科 等, 2014)。本文主要对传统Robert,Prewitt和Kirsch 边缘检测算子进行了改进，并且有着较好的实验效果。

（3）基于小波变换的边缘检测算法

小波变换（wavelet transform，WT）(Mallat, 1989)是一种新的多分辨分析方法，它是在傅里叶分析无法分析突变信号和非平稳信号的背景下发展起来的。WT 与傅里叶分析有着惊人的相似之处，都源于经典的调和分析。WT 继承和发展了短时傅立叶变换局部化的思想，但是又优于傅立叶变换，因为它解决了傅立叶变换窗口大小不随频率变化的缺陷，它是时间和频率的局部变换，可同时进行时域和频域分析，具有时频局部化和多分辨特性，可以更加有效的提取信号和分析局部信号。因为小波变换所具有的特性，使其能够多尺度的细化分析信号。WT 通过调整取样步长可以定位到任意的细微区域，所以小波也被誉为数学显微镜。这些年以来，随着小波理论的不断发展完善，它在边缘检测中也得到越来越多的应用。一种小波变换极大值(Mallat, 1992)的方法在 1992 年被 Mallat 提出。它在信号奇异性分析和图像边缘检测方面取得了不错的效果。2001 年 Agnes Desolneux 等作者(Agnes Desolneux, 2001)在Helmholtz’s theorems 的基础上提出了一种改进方法，它是利用其参数来对边缘进行提取。2009 年 Thomas Batard 等作者(Thomas Batard, 2009)利用 Clifford Algebra 对 ND 图像进行度量，提出了一种改进算法。总而言之，小波变换是一种卓有成效的边缘检测方法。

2.2 其他学者对人眼视觉特性的研究现状

冷、王、刘等(冷寒冰 等, 2004)及吴乐南(吴乐南, 2000)指出：人眼对灰度的分辨能力如图3-1 所示，当图像灰度很高或很低时人眼对灰度的分辨率较差，当图像灰度适中时人眼的分辨率较强；并且人眼对图像平缓部分的噪声比细节部分的噪声更敏感。

从图3-1可以看出人眼对灰度的分辨能力在黑色区域最低,其次是白色区域,而最敏感的区域是灰度值在50左右。

冷、王、刘等(冷寒冰 等, 2004)根据人眼的这些视觉特性，在将正交的Prewitt 算子作用于输入图像的每个像素点，求出梯度图像后对梯度图像进行变换时，使图像的局部对比度在细节部分增加得大一些，在平缓部分增加得小一些。

他们这里只考虑了人眼视觉的结构化特性，没有真正考虑人眼视觉的灰度特性，且没有给出具体的判定阈值的表达式。

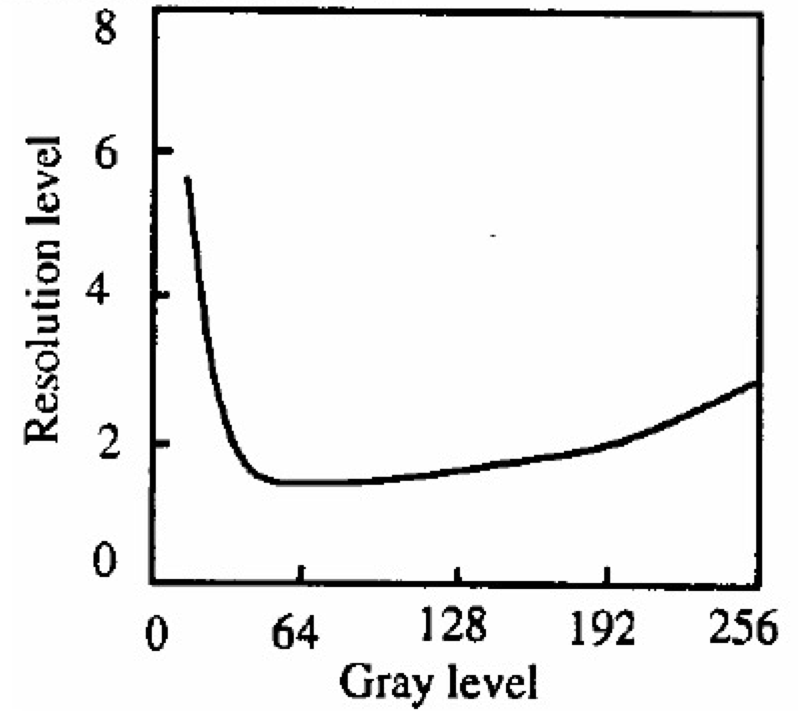


图2-1 人眼对灰度的分辨能力

吴、方、李等(吴颖谦 等, 2003)指出：人类的视觉系统有着很大的动态范围, 其行为类似于带通空域滤波器。它的特性由人眼的对比度敏感性函数决定, 而该函数则与人眼的对比度阈值成反比, 该对比度阈值是空间频率和背景亮度这两者的函数。人眼在图像的平滑区域中对随机噪声的敏感性大于图像的“结构化”区域, 这种区域中有更多的图像细节。研究和实验表明, 图像中噪声的可见度随图像区域中空间活动性增加而单调下降。这里所谓的空间活动性指的是图像区域内灰度空间变化率(Nowak et al, 1998)。上述性质对于好的增强算法来说是至关重要的, 为应用方便, 可简化成如下表述: 人类视觉系统在亮区域具有比黑区域小的噪声敏感度, 该性质被称为“韦伯法则”（Weber’s Law ）；视觉系统在边缘或结构化区域具有比平缓区域小的噪声敏感度,该性质称为“结构噪声掩模”(Nowak et al, 1998)。

他们以如下原则体现上述性质: 算法应在黑区域具有比亮区域低的增强幅度, 以避免视觉明显的噪声放大; 图像信息主要集中于结构化区域, 而增强导致的噪声放大在平滑区比在结构化区域更为明显, 因而增强应集中在结构化（边缘） 区域。

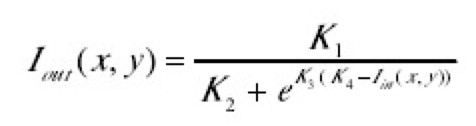
他们虽然给出了计算阈值的表达式，但他们仍然是只考虑了人眼的结构化特性，没有考虑人眼的灰度特性。

袁、王等(袁晓松 等, 1999)同样也是只考虑了人眼视觉的结构化特性，没有考虑人眼视觉的灰度特性。

黄、王、吴等(黄凯奇,2003)利用HSI模型进行彩色图像增强，他们指出：人眼锥体细胞和杆体细胞对光强度变化的响应是非线性的，人眼的这种对输入感受体的响应可用调制转移函数（MTF-Modulation Transfer Function）来表示。一种基本的MTF模型如式(3-1)所示：



(2-1)

式中,Ki(i=1,2,3)是常数，Iin(x,y)是输入信号，Iout(x,y)是输出信号在进行图像处理时，可将线性系统的概念应用到人的视觉系统中，并对MTF函数进行逆变换以获得新的函数，这样通过人眼后的MTF就具有近似的线性效果，可称其为线性矫正函数（LRF-Linear Rectification Function），线性矫正函数如式（2-2）所示：

(2-2)

式中,Ki是常数，其中，K1,K2为归一化常数，K3是调节图像对比度的参数，K4用于调节图像的亮度。这些参数可以根据实验调整，也可以按照图像内容自适应地选取。一般取K1=K2=1,K3和K4主要用于调节图像的对比度和亮度参数，随着K3的增大，图像对比度增大，反之减小，随着K4的增大，图像亮度随之减小。

在式(2-1)中只说Ki(i=1,2,3)是常数，但是没有给出具体的值；在式(2-2)中只给出了K1=K2=1,没有给出K3和K4的值，且当Ki(i=1~4)的值给定以后，输出图像的结果只取决于输入图像的灰度值，没有考虑人眼视觉的结构化特性。

即使近几年，相关学者对人眼特性的研究也不是特别的准确到位(孙德智, 2016;刘伟峰 等, 2017)。

由此可见，他们有的只考虑了人眼的结构化特性、有的只考虑人眼视觉的彩色特性、有的只考虑了人眼的灰度特性，但都没有完整的考虑人眼的视觉特性，也没有给出如何来衡量或计算这个阈值，只是给出了一般原理上的阐述。

# 本文研究内容

在以前的边缘检测算法中，人们通常利用一个相同的检测模板或算子对整幅图像进行运算，例如Sobel， Prewitt ，Robert，Kirsch，Robinson，Laplacian 算子等都属于这类方法，这类方法的特点是运算简单，可并行处理，缺点是对噪声敏感，得到的边缘比较粗。另一类方法是针对局部区域或者整幅图像确定一个门限，对图像进行分割，从而提取出边缘。这类方法的关键是如何确定一个或多个门限将边缘有效地提取出来。针对这些问题，人们开展了一系列的研究，并提出了许多改进措施，有的通过双阈值查找图像 f ( x , y )梯度的局部最大值的方法来得到边缘信息,但都没有考虑人眼的视觉特性，容易把噪声点当作边缘，也容易把弱边缘丢掉，且运算量大，不能满足实时图像处理的要求(孙艳英 等, 2004)。

有一些方法用小波方法进行边缘检测，但是构造光滑、对称、紧支撑的小波函数比较困难，由于他们没有考虑人眼视觉特性，判断噪声点和非噪声点也容易误判，且运算量也相当大。Canny方法(Canny, 1986)是目前为止比较理想的一种边缘检测算法，也成为衡量其他算法质量的一个标准，但Canny算法对噪声非常敏感，需要进行非极大值抑制、边缘连接等操作，运算量非常大，不适合用于实时图像处理系统中。因此，设计一种具有噪声抑制能力、可并行处理、运算速度快、能自动产生阈值、且边缘比较细的边缘检测算法势在必行。

本文更全面的结合人眼的视觉特性，对原有的几种经典的边缘检测算子进行改进，从而提高原有算子的性能。主要从以下几个方面研究：

(1) 图像边缘检测算法的分析与比较

总结目前国内外一些常用的边缘检测算法，并分析比较他们各自的优缺点

(2) 提出一种新的计算阈值的方法

根据国内外一些学者提出的思想，更全面的结合人眼视觉特性提出了一种计算阈值的方法，并应用于之后的算法中。

(3) 针对Robert 边缘检测算法对噪声比较敏感，结合人眼视觉特性提出了一种改进的 Robert 边缘检测算法，该算法不但具有一定的抑制噪声的能力，检测到的边缘也更光滑细腻；

(4) 针对 Kirsch、Prewitt 边缘检测算法的复杂度比较高，结合人眼视觉特性对它们进行了分析和改进，提高了它们抑制噪声的能力，有的还降低了它们的复杂度。

(5) 针对传统边缘细化算法复杂度比较高，分析了它的原理，简化了它的运算，在不影响运算结果的前提下，降低了算法的复杂度。

# 4. 论文工作计划

本课题的工作计划如表4-1所示。

表4-1 论文工作计划表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 毕业论文工作阶段要求 | 实习或出差地 点 | 起止日期 | 检查方式 |
| 1 | 搜集相关基础资料及文献、技术调研 | 实习单位 | 2016.10-2017.05 | 通信检查 |
| 2 | 开题设计准备及答辩 | 学校 | 2017.06 | 现场检查 |
| 3 | 边缘检测相关算法研究 | 实习单位 | 2017.07-2017.09 | 通信检查 |
| 4 | 提出新阈值并改进Robert、Prewitt和Kirsch算法 | 实习单位 | 2017.10-2018.01 | 通信检查 |
| 5 | 完成论文初稿 | 学校 | 2017.02 | 现场检查 |
| 6 | 修改、定稿、送审 | 学校 | 2017.3-2017.5 | 现场检查 |

# 参考文献

邓祥龙,图像边缘检测算法研究[D].合肥工业大学,2012:3-6

黄凯奇，王桥，吴镇扬等.基于人眼视觉特性的多尺度彩色图像增强算法[J].

中国图象图形学报.2003,8A（11）:1242-1247.

黄凯奇，王桥，吴镇扬等.基于视觉特性的多尺度彩色图像增强算法[J].电路

与系统学报.2003,8（6）:113-117.

黄凯奇，王桥，吴镇扬等.基于视觉特性和彩色空间的多尺度彩色图像增强算

法[J]. 电子学报.2004,32（4）:673-676.

冷寒冰，王先，刘上乾等. 基于人眼视觉特性的邻域自适应模糊增强算法[J].

光电工程.2004,31（1）: 62-65.

刘伟峰，仝方.基于眼部特征的疲劳驾驶检测算法研究[J].现代交通技术.2017(01)

罗军辉,冯平,哈力旦.A.MATLAB7.0 在图像处理中的应用[M].北京:机械工业

出版社,2005,6:205-212

李洋.图像边缘检测技术在人脸中的研究与实现[D].电子科技大学,2013:30-

57

刘蕊.数字图像中边缘检测算法的研究[D].江苏科技大学,2009:1-4

彭微,基于 Canny 算子的肝脏 CT 图像边缘检测的实现[J].医疗卫生装备,

2015,6:43-45

夏建芳，巢军.一种改进的Canny边缘检测算法[J].电子世界.2017(10)

许宏科,秦严严,陈会茹. 一种基于改进Canny的边缘检测算法[J]. 红外技术. 2014(03)

孙德志.基于人眼视觉系统(HVS)的空域数字水印算法研究[D].南昌: 南昌大学, 2016.

孙艳英,杨克俭.一种基于预处理的边界检测算法[J].武汉理工大学学报（交

通科学与工程版）.2004,28（1）:59-61.

王耀南,李树涛,毛建旭.计算机图像处理与识别技术[M].北京:高等教育出版

社,2001,6:18-20

王耀南,李树涛,毛建旭.计算机图像处理与识别技术[M].北京:高等教育出版

社,2001,6:107-117

王捷 . 数字图像边缘检测方法的若干改进与应用研究 [D]. 浙江理工大

学,2010:1-2

王小俊.数字医学图像边缘检测算法研究与实现[D].首都师范大学,2013: 3-6

王晓雪,苏杏丽.数字图像处理在车牌识别中的应用[J].Process Automation In

Strumentation,2010, 31(7):22-28

吴颖谦, 方涛, 李聪亮等.一种基于小波分析和人眼视觉特性的图像增强方

法[J].数据采集与处理.2003,18:17-21.

吴乐南. 数据压缩[M].北京：电子工业出版社. 2000.

袁晓松，王秀坛，王希勤等.基于人眼视觉特性的自适应的图像增强算法的研

究[J]. 电子学报.1999，27（4）:63-65.

张强,王正林. 精通 MATLAB 图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社,2009:

166-168

张培珍.数字图像处理及应用[M].北京:北京大学出版社,2015.

朱秀昌,刘峰,胡栋. 数字图像处理教程[M].北京:清华大学出版社,2010:201-

203

Agnes Desolneux,Lionel Moisan andJean-Michel morel.Edge Detection by Helmholtz Principle[J].Journal of Mathematical Imaging and Vision,2001,

14(3):271-284

Canny J.A computational approach to dege detection[J].Pattern Analysis and Machine Intelligence,IEEE Transactions on,1986,8(6):679-698

D.Ziou,S.Tabbone.Edge detection techniques-an overview[J].Pattern Recognition

and Image Analysis,1998,8(4):537-559

Images Edge Detection with Clifford Algebras[J].Journal of Mathematical

Imaging and Vision,2009,33(3):296-312

JMS.Prewitt.Object enhancement and extraction .New York:Academic Press, 1970,70:75-149

Julez B. A method of coding TV sigmals based on edge detection[J]. Bell Systern Technology,1959,4(38):1001-1020

Marr D,Hildreth E.Theory of edge detection[J].Proceedings of the Royal Society of London.Series B.Biological Sciences,1980,207(1167):187-217

O.Bellon,L.Silva.New improvement to range image segmentation by edge

detection .IEEE Signal Process Letters,2002,9(2):43-45

P. Arbelaez, M. Maire,C.Fowlkes,et al.Contour detection and hierarchical image

segmentation.IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,

2010,33(5):898-916

P.Tsai,C.C.Chang,Y.C.Hu,An adaptive two-stage edge detection scheme for

digital color image[J].Real-Time Imaging,2002,8(4):329-343

Roberts L G. Machine perception of 3-dimensional solids[A]. Optical and Electro-Optical Information Processing[C]. MIT Press,1965

S.Mallat.Multi-frequency channel decomposition of image and wavelet models[J].IEEE Trans.Acoustic Speech and Signal Processing,1989,37(10):

2091 -2010

S.Mallat.Singularity detection and processing with wavelet[J].IEEE Transaction on Information Theory.1992,38(2):617-643

Thomas Batard,Christophe Saint-Jean and Michel Berthier.A Metric Approach to ND Nowak R D,Baraniuk R G.Adaptive weighted high-pass filters using multiscale analysis[J].IEEE Trans Image Processing,1998, 7（7）:1068-1074.

Yuan-Hui Yu,Chin-Chen Chang,A new edge detection approach based on image

context analysis[J].Image and Vision Computing,2006,24:1090-1102