浙 江 理 工 大 学

毕业设计(论文)诚信声明

我谨在此保证：本人所写的毕业设计(论文)，凡引用他人的研究成果均已在参考文献或注释中列出。设计(论文)主体均由本人独立完成，没有抄袭、剽窃他人已经发表或未发表的研究成果行为。如出现以上违反知识产权的情况，本人愿意承担相应的责任。

声明人(签名)：

年 月 日

摘 要

人类可以通过视觉系统在复杂的场景中快速地搜索到自己感兴趣的目标，在机器上模拟人类的这种能力对于使机器能够像人类一样处理视觉内容是至关重要的。模拟人类视觉系统来得到图像中的显著区域，也就是所谓的显著性区域检测，现已是计算机视觉相关领域的热点之一。近些年来，该技术被广泛的用于许多计算机视觉应用中，包括对兴趣目标物体分割方法，目标识别，图像自适应压缩，内容感知的图像大小调整和图像检索等。

本文主要针对常见几种显著区域检测算法的实现、显著性区域算法的对比以及基于显著性区域检测的图像分割等方面进行探讨。首先，选取显著区域检测算法中较为典型的五种算法（FT算法、HC算法、LC算法、RC算法和SR算法）进行对比研究，总结各自的优缺点；然后，利用这五种显著性区域检测算法获得测试图片的显著性区域，在获得显著性区域图的基础上，选择两种自适应阈值分割（最大直方图熵阈值分割法(ENT)和最大类间方差法(OTSU)）对测试图片进行分割；最后，将经过显著性区域检测的分割结果和直接利用自适应图像分割方法的分割结果进行比较，结果表明，经过显著性区域检测的分割结果比较好。

关键词：WebGL；three.js；3d模型

**Abstract**

In order to easily collect agricultural images and real-time diagnose diseases and pests, a distributed mobile system was designed with a number of portable image collection devices and one image processing server. Each image collection device consisted of an embedded camera, a stretchable handheld pole and an android phone equipped with an APP of control capability. The embedded camera was fixed on the end of the handheld pole via universal joints. The handheld pole could extend to about 2m in length. The embedded camera was built upon a development board with iTOP 4412 and a set of modules, including WIFI control, camera control, image collection, H.264/JPEG coding, RTSP/RTP video transmission, GPS information collection and writing, file transfer, and image preprocessing, which were developed in Linux platform.

The mobile application was developed in Android platform with a set of modules, including video streaming preview, network, image browsing and a camera control. The image processing sever could receive the images from the image collection devices, record GPS information, diagnose agricultural diseases and pests, and return the diagnosis and control information of agricultural diseases and pests to the mobile phone. Among the components of this system, the handheld pole was used to deliver the embedded camera to some unreachable agricultural disease and pest area, and the mobile phone was used for browsing images and controlling camera to collect the disease and pest images. TCP/UDP protocols and SoftAp technique were used for data exchange among the embedded camera and the mobile phone, which could be independent of cable networks and wireless local area networks. HTTP protocols were used for data exchange and distributed computing among the image collection devices and the image processing server, which can reduce the mobile phone charges and the server overhead.

**Keywords:** Agricultural diseases and pests, Image collection and diagnosis, Embedded camera, Android mobile phone, Stretchable pole, Distributed computation

**目 录**

摘 要

Abstract

[第1章 绪论 1](#_Toc387946909)

[1.1 研究目的与意义 …1](#_Toc3302)

[1.2 国内外研究现状 1](#_Toc1946)

[1.2.1 基于显著性区域检测的图像分割算法 2](#_Toc20884)

[1.2.2 自适应分割算法 4](#_Toc22477)

[1.2.3图割算法 5](#_Toc22384)

[1.3 研究内容与论文结构 6](#_Toc24426)

[第2章 显著区域检测分割算法与自适应分割算法的原理 7](#_Toc12513)

[2.1显著区域检测分割算法 7](#_Toc3142)

[2.1.1基于频谱的FT算法 7](#_Toc16357)

[2.1.2基于直方图对比度的HC算法 8](#_Toc29713)

[2.1.3 基于区域对比度和图的RC算法 9](#_Toc18724)

[2.1.4 基于全局对比度的LC算法 10](#_Toc6420)

[2.1.5 基于剩余频谱的SR算法 11](#_Toc4092)

[2.2自适应分割算法 12](#_Toc14983)

[2.2.1最大直方图熵阈值分割法（ENT） 12](#_Toc722)

[2.2.2最大类间方差法（OSTU） 13](#_Toc12576)

[第3章 基于显著区域检测的分割算法的设计与实现 15](#_Toc13273)

[3.1显著区域检测算法的实现 15](#_Toc22837)

[3.1.1 FT算法 15](#_Toc7482)

[3.1.2 HC算法 17](#_Toc16079)

[3.1.3 RC算法 18](#_Toc13143)

[3.1.4 LC算法 2](#_Toc9047)0

[3.1.5 SR算法 22](#_Toc7739)

[3.1.6 五种显著性区域检测算法的对比 24](#_Toc29137)

[3.2自适应分割算法的实现 25](#_Toc31608)

I

[3.2.1最大直方图熵阈值法 25](#_Toc7611)

[3.2.2最大类间方差法 26](#_Toc21501)

[3.2.3两种图像分割算法的对比 28](#_Toc2564)

[3.3基于显著性区域检测算法的图像分割算法的实现 28](#_Toc3508)

[第4章 基于显著性检测的图像分割软件GUI设计与应用 3](#_Toc16581)1

[4.1基于显著性检测的图像分割GUI的设计 3](#_Toc7904)1

[4.2基于显著性检测的图像分割软件的应用 33](#_Toc14737)

[第5章 总结与展望 36](#_Toc21099)

[5.1 总结 36](#_Toc5236)

[5.2 展望 37](#_Toc29374)

参考文献…………………………………………………………………………………………….38

[致 谢 4](#_Toc1266)1

[附 录 40](#_Toc27461)

II

1. 绪论

## 研究目的与意义

随着网络信息技术的迅速发展，以及5G网络将在2020年的推广商用，在网络娱乐、购物等多领域，仅仅单纯的网络二维空间的交互性已经不能满足人们的需要。而就目前的网络购物而言，小到铅笔、牙刷，大到车辆、家用电器均可在各大网购平台购买。2017年十一月十一日狂欢购物节，开场11秒，交易金额超十亿，3分01秒成交额超破百亿。由此可见，网络购物已然成为趋势。网络购物，不仅简化了购物模式，也大大节省了买卖双方的时间和空间成本。目前的网络购物方便、快捷，但在购物的过程中，消费者只能通过商家的文字和图片信息来获取真实的商品信息，是无法直接感受和触摸到真实的商品，仅仅是意识上的接触，而且这些文字和图片信息是由商家提供的带有一定的诱惑性，从而导致买家无法获取商品的真实、完整的信息，而造成对商品的误判。由此导致的商品尺寸、颜色以及质感的差异，频繁的退还货等问题是目前网络购物无法避免的痛点问题，给买家和卖家都带来一定程度的损失。

因而，针对这一信息不对称问题，提出建立虚拟现实购物平台。平台旨在实现商品的三维立体展示，尽可能的模拟商品在真实环境下的状态，给人以身临其境的时空感；旨在更好的展现商品，提供视觉效果上的全部信息参数。使得顾客更好的了解商品，获取更好的视觉体验。从而减少因色差、尺寸问题导致的退换货发生率，减少买卖双方的时间和空间成本，给顾客以良好的购物体验。

虚拟现实技术，是一种创建和体验虚拟世界的计算机系统。它是利用计算机系统实现多元信息融合、可交互的三维动态实景和行为的系统仿真，使得用户沉浸到虚拟构建的环境中。正是基于这种视觉现实性的体验，提出构建虚拟现实购物平台，提高顾客的购物现实性体验，减少因信息不对称问题而引起的一系列问题。

## 国内外研究现状

虚拟现实（Virtual Reality, VR）技术是综合应用各种技术制造逼真的人工模拟环境，模拟人在自然环境中各种感知行为的高级人机交互技术。虚拟现实设备正成为重要的购物平台和社交平台，虚拟现实技术将成为下一场革命。2014年以来，国际互联网巨头纷纷涉猎虚拟现实领域。我国从20世纪90年代初才开始研究VR技术，与发达国家相比，起步较晚从而存在一定的差距。随着系统工程和图形学等计算机技术的快速发展。VR技术已得到国家和社会的高度重视。Web3D（网络三维），是一种在虚拟现实技术的基础上，将现实世界中有形的物品通过互联网进行虚拟的三维立体展示并可互动浏览操作的一种虚拟现实技术。相比起目前网上主流的以图片、FLASH、动画的展示方式来说，Web3D技术让用户有了浏览的自主感，可以以自己的角度去观察，还有许多虚拟特效和互动操作。

而网络三维立体展示系统仍存在很多的局限，比如现今Web3D依然没有统一的标准，每种方案都使用不同的格式和方法。插件也是一个问题，目前所有的Wed3D都需要插件的支持，因为标准的不同，各个厂商的插件也是不尽相同，从几百K到几M不等。基于Web架构的3D内容渲染对本地计算机和带宽都有很高的要求，也是限制了用户的要求。

### 1.2.1 虚拟现实技术的应用现状

阿里巴巴是马云在1999年成立的网络科技公司，涉及网络购物、云计算服务平台等领域，2014年在纽约证券交易所挂牌上市，2016年成为全球最大的零售交易平台。作为站在时代前沿的网络零售公司，阿里巴巴在3月推出虚拟现实购物系统BUY+，11月正式上线。而作为全球第一个VR购物系统，BUY+实现了瞬间前往纽约，东京、悉尼的热门商场进行可视化的实景购物，从进店到付款的全部过程，通过眼球的运动实现所有的购物操作。BUY+的起点是一间普通的房间，布置有七张壁画。这些壁画的地点就是你将要去的购物目的地。而随着场景的变换，让你足不出户，却可以实现在全世界的购物体验。

我国中视典公司积极运用先进的图形以及相关技术，研发出三维虚拟现实平台软件，在一定程度上打破了国外垄断的局面，以性价比较高的优势受到一些客户的喜爱，在当前已成为市场中占有率较高的一款虚拟现实软件，不仅能够满足消费者的购物心理，还能为消费者带来较多的便利。

### 1.2.2 虚拟现实的技术现状

WebGL（Web Graphics Library）是一种3D绘图协议，这种绘图技术标准允许把JavaScript和OpenGL ES 2.0结合在一起，通过增加OpenGL ES 2.0的一个JavaScript绑定，WebGL可以为HTML5 Canvas提供硬件3D加速渲染，这样就可以借助系统显卡来在浏览器里更流畅地展示3D场景和模型了，还能创建复杂的导航和数据视觉化。显然，WebGL技术标准免去了开发网页专用渲染插件的麻烦，可被用于创建具有复杂3D结构的网站页面，甚至可以用来设计3D网页游戏等等。

Three.js框架是一款运行在浏览器中的3D引擎，采用JavaScript编写而成。随着Html5的普及应用，网页表现能力更加强大，浏览器为WebGL提供了可用接口，可以通过调用对应的API进行3D图形的绘制，而Three.js在基础接口之上进行了二次封装。因此它具有了掩盖3D渲染细节、面向对象、功能强大丰富、速度快、扩展性强以及同时支持Html5和Canvas。Three.js辅助我们导出了不同的模型数据，辅助生产材质，自由地配置灯光等。

### 1.2.3存在问题和局限

目前仍有许多因素限制网络三维展示的发展、应用。到目前为止Web3D依然没有统一的标准，不同的方案都使用不同的格式和方法。目前的Web3D依然需要插件的支持。正是由于标准的不同，不同的厂商生产的插件也是不尽相同，甚至是差异巨大，插件规模小到几百K到达到几十M皆有。基于Web架构的3D渲染对本地计算机和带宽都有很高的要求，也是限制了网络三维立体展示的推广应用。而WebGL和Html5的使用推广可以解决此类问题。

阿里推出的BUY+虚拟现实购物系统，必须使用穿着特定的

**研究内容与论文结构**

第1章主要介绍本次设计的研究目的与意义，并且介绍Web3D发展历程及分类。

第2章主要介绍基于WebGL虚拟现实购物展示系统的搭建。

第3章详细介绍FXAA和SMAA算法。

第4章主要介绍FXAA和SMAA算法的实现和改进。

第5章对本文进行总结，对SMAA算法展望。

1. 基于WebGL的虚拟现实购物展示系统的搭建

本章主要介绍使用three.js框架快速搭建3D展示系统。

## 2.1 虚拟现实系统的协议规则和框架

### 2.1.1 WebGL绘图协议

WebGL（Web Graphics Library）是一种网页端的3D绘图规范。它巧妙地将JavaScript和OpenGL ES 2.0结合在一起，添加一个OpenGL ES 2.0的JavaScript的绑定，实现为HTML5 Canvas提供硬件3D加速渲染。OpenGL是操作系统下的独立的三维图形程序函数库。实际开发人员就可以使用计算机系统显卡在网页端流畅的进行3D场景和模型的展示，还可以进行复杂的导航和数据的可视化。WebGL技术标准的优势之一便是不在需要开发网页渲染插件的开发，可直接在网页端进行复杂3D结构的展示开发，甚至是直接开发web端网页游戏。

而于2010年发布的WebGL主要有两大优势：第一，它通过HTML页面本身实现和Web交互式三维动态展示，无需任何浏览器插件的支持。第二，它是通过统一、标准以及夸平台的OpenGL接口来调用底层的图形硬件加速功能而进行3D图形的渲染，达到在Web上显示逼真的3维立体图像。

WebGL绘制主要是通过获取顶点坐标、图元装配（绘制三角形）以及光栅化。我们使用从三维建模软件中导出的数据文件，如OBJ文件、FBX文件等。我们从中获取到模型的顶点信息进行图元装配，即进行三角形构建。使用三角形覆盖进行模型表面构建。在这个过程中，顶点着色器会先对顶点坐标进行转换。而后GPU（Graphics Processing Unit，图形处理器）进行图元装配。在图元装配完毕后，我们需要给3D模型“上色”，而帮我们完成这些工作的是运行在GPU的“片元着色器”，它进行模型颜色、质地、光照效果以及阴影等处理。最后，WebGL进行光栅化处理，即根据每个已经确定好片元的颜色，以及根据深度缓存区来判断该片元是否被遮挡，最终将片元的全部信息存储到颜色缓存区完成整个模型的渲染。

### 2.1.2 运行在网页端的3D引擎 ------ Three.js

Three.js是运行在浏览器中的3D引擎，是使用JavaScript编写的第三方库。众所周知，JavaScript是运行在网页端的脚本语言，故Three.js也是运行在浏览器中的。OpenGL是操作系统下的独立的三维图形程序函数库。WebGL是基于OpenGL设计的面向Web的图形标准，它提供了一系列的JavaScript API，通过这些API利用计算机硬件进行渲染，获得较高的性能。而Three.js则是通过对WebGL API进行封装与简化而形成的易用图形库。Three.js对WebGL 进行了良好的封装，简化了细节，降低了初学者的学习成本，依然保留了WebGL良好的灵活性。

对于Three.js，它没有规定计量单位，本质上是无单位的，故使用的唯一要求是进行归一化处理或者使用统一的测量单位，最后按照比例进行绘制成最终展现在Web端的3D图像。Three.js是遵循右手坐标系的，即以屏幕中心为原点，水平方向为x轴，竖直方向为y轴，垂直屏幕为z轴。在对模型进行旋转操作时，rotation正值代表逆时针旋转，负值表示顺时针旋转。Three.js主要有三大组件，场景（scene）、相机（camera）和渲染器（renderer）。场景即是物体容器，编程开发人员将自己需要的模型、物体等放入场景中。而相机的主要功能是面对场景，娶一个合适的角度进行拍摄。而渲染器（renderer）的功能则是将相机拍摄的图片放在网页中进行展示。在计算机的世界中，一条弧线是由有限点构成的有限线段连接得到的。当线段的数量多到一定的程度的时候，在我们的视觉系统中，折线段也就变成了圆滑的曲线了。类似于数学中极限，当折线段的数量趋于无穷时，那展现给我们的就是圆滑的曲线。而在计算机中的3D模型也是采用此原理，通用的做法是3维立体模型采用三角形组成的网格模型来进行描述，业界称之为Mesh模型。

著名的斯坦福兔子。（图片）

正如所见，随着三角形数量的增加，斯坦福兔子的表面更加准确和光滑。在Three.js中Mesh的函数构造器是：Mesh（geometry, material）。其中，geometry是模型的形状，而material则是模型的材质。材质是模型表面除了形状之外的所有可视属性的集合，例如色彩、纹理、光滑度以及产生阴影等等。

### 2.1.3 搭建虚拟现实购物平台

本课题构建的虚拟现实购物平台，主要采用Bootstrap前端框架进行样式格式控制。Bootstrap（Web框架）是目前最受欢迎的前端框架之一，是由Twitter设计师开发的CSS/HTML开源框架，是基于HTML、CSS和JavaScript，简洁、灵活，使得Web开发更加便捷。Bootstrap提供了优雅的HTML和CSS规范，提供了基本的样式、Web组件以及jQuery插件，这些插件为Bootstrap赋予了“生命”。

1. 基于图像的后处理抗锯齿技术FXAA和SMAA

本章主要阐述基于图像后处理抗锯齿技术FXAA和SMAA算法。计算机图形走样主要发生在图形光栅化和纹理映射的过程中，称为几何走样和纹理走样。快速反走样技术（Fast Approximate Anti-Aliasing, FXAA），对图像边缘进行抗锯齿处理，速度更快，不会造成镜面模糊和亚像素模糊（表面渲染不足一个像素时的闪烁现象），代价则是精度和质量上的损失。

## 3.1显著区域检测算法的实现

### 3.1.1 FT算法

在主程序Saliency.cpp中编程实现FT算法，程序如下：

Mat Saliency::GetFT(const Mat &img3f)

{

CV\_Assert(img3f.data != NULL && img3f.type() == CV\_32FC3);

//若括号中的表达式值为false，则返回一个错误信息

Mat sal(img3f.size(), CV\_32F), tImg;

GaussianBlur(img3f, tImg, Size(3, 3), 0); //高斯平滑函数

cvtColor(tImg, tImg, CV\_BGR2Lab); //实现颜色空间的转换

Scalar colorM = mean(tImg);

for(int r = 0;r < tImg.rows; r++)

{

float \*s = sal.ptr<float>(r);

float \*lab = tImg.ptr<float>(r);

for(int c =0; c < tImg.cols; c++, lab += 3)

{

s[c] = (float)(sqr(colorM[0] - lab[0]) + sqr(colorM[1] - lab[1]) + sqr(colorM[2] - lab[2])); //计算显著性值

}

}

normalize(sal, sal, 0, 1, NORM\_MINMAX);

return sal;

}

实验结果展示如下：





**图3-1 原图** **图3-2 FT算法显著图**

编程部分根据FT算法的原理实现了显著性值的计算，FT算法是基于频域的显著性检测算法，且是在CIELAB色彩空间中计算的，因此程序中要是实现颜色空间的转换，在计算时也是计算的LAB空间中某点的特征值与图像平均特征值的差值。

### 3.1.6 五种显著性区域检测算法的对比

在实现了五种显著性区域检测算法后可以得到五种不同的显著性图，相互对比后可以得到结论：

FT算法在实现上较为简单，计算速度较快，所花的时间不多，但是在实验结果上显著性检测的效果并不是特别的好。

HC算法在使用方法加快计算速度的同时容易产生人工痕迹与噪声，因此虽然加快了速度但是最后图像检测出的效果可能会有瑕疵。

RC算法的显著区域检测效果最好，能够较完整的区分出显著物体与背景区域，但是所花的计算时间也是最长的，而且对于一些复杂图片不能很好的检测出物体的边缘，检测效果会减弱。

LC算法非常简单，但是由于全局对比会导致稀有特征具有较高的对比度，是的最后检测出来的效果不良好，而且若是检测的背景区域过大的话，会导致该区域的对比度也较大，弱化了显著区域的检测，因此检测效果并不理想。

SR算法中所使用的傅里叶变换是较为常用的图像处理方法，但是从频域变化到空间域没有很好的保留图像中显著物体的轮廓信息。

## 3.2自适应分割算法的实现

### 3.2.1最大直方图熵阈值法

同时根据不同的显著性算法得到的效果图也有好有坏，这和显著性检测算法有关联，就像上文所分析的那样，基于RC算法和HC算法的图像分割效果最好，基于FT算法的图像分割一般，基于LC算法的图像分割效果图又明显缺失，而基于SR算法的图像分割效果最差，未能够检测出兴趣目标的具体轮廓。

**表3-1 \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 图像数 | 准确率 |
| 0 | 35 | 88.5% |
| 1 | 32 | 81.2% |
| 2 | 35 | 80.0% |
| 3 | 36 | 77.8% |
| 4 | 32 | 81.3% |
| 5 | 30 | 93.3% |
| 平均准确率 | | 83.5% |

第4章 基于显著性检测的图像分割软件GUI设计与应用

基于显著性加测的图像分割最终是要实现对输入图像进行显著性检测和对显著区域的图像分割\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

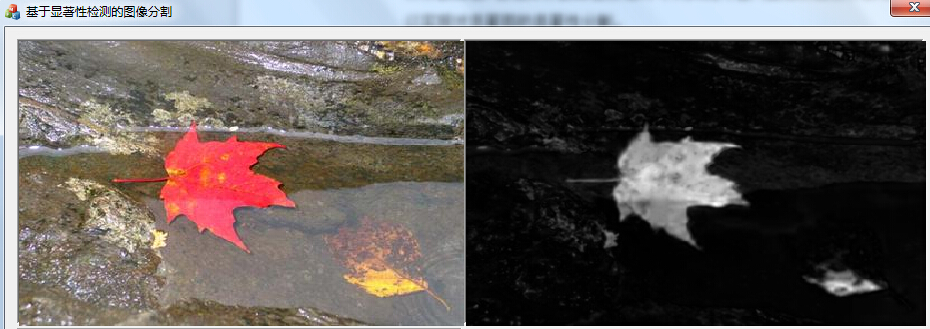
## 4.1基于显著性检测的图像分割GUI的设计

本次设计的基于显著性检测的图像分割界面是在Microsoft Visual Studio 2010环境下，用C/C++编写的。其界面部分采用了类似于MFC的方法，其本质是对各种控件的操作。本次设计当中涉及的控件有：Static Text、Button、Radio Button、Dialog。完整的界面见下图：



**图4-1 基于显著性检测的图像分割界面**

在设计这个界面是比较重要的是对几个关键的Button的设计，要将这几个Button分别与多种算法连接在一起，还要分别设计直接分割按钮对输入图像直接用分割方法进行分割，显著图分割按钮则是要在经过显著性算法运算得到显著图



**图4-4输入图像与显著图**

第5章 总结与展望

## 总结

显著性区域检测一直是计算机视觉领域中的重要的研究问题。显著性区域检测技术也一直是伴随着生物学、心理学等相关学科的发展而不断的进步。本文研究对图像进行显著性区域检测，并将图中的显著区域分割出来，首先要理解什么是显著性区域，显著性区域是图像中能在短时间内快速吸引到人的注意力的部分区域，是图像中的主要目标。在了解了显著性区域的基本概念后要利用相关算法编程实现对其的检测与分割，实现在这个过程中用到的显著性区域检测算法和分割算法都没有太大的难度，可以通过寻找资料自主的学习来做出结果。

本次设计选用了五种较为典型的显著区域检测算法进行显著区域的检测，在分割方面选取了自适应阈值分割的两种方法。本文的总结工作如下：

1. 介绍了显著性区域检测的研究目的与意义，同时也对目前国内外的研究状况进行了总结，主要介绍显著性区域检测算法的各个分类。
2. 介绍了本次设计与实现过程中涉及到的理论知识，主要是所用到的五种显著性区域检测算法和两种图像分割算法的基本原理，五种显著性区域检测算法分别为基于频谱的FT算法、基于直方图对比度的HC算法、基于区域对比度和图论的RC算法、基于全局对比度的LC算法和基于剩余频谱的SR算法。两种分割方法则选取最大直方图熵阈值法和最大类间方差法。
3. 本次设计利用Visual Studio的平台，通过C++语言编程来实现各个算法，通过编写头文件和主要的源文件将各个算法组合在一起，在运行后能逐个实现。

## 展望

现如今许多学科都在研究视觉感知的工作原理，试图可以深度全面的解析人类的视觉行为，这些学科的研究成果将不断的被引入到显著性区域检测方法的研究与应用中去，并指导显著性区域检测方法向着更加准确与更加快速的道路上发展。显著性检测技术的发展同时必定会随着其相关领域应用的不断发展而发展。当前在很多方面对显著性检测技术的一些应用还处在较为初步的起步阶段。不管是在理论方面还是实践方面都需要更多的研究成果来帮助寻找到最适合的应用方式。在面对一些新的问题和新的应用时，也需要显著性区域检测技术不断改进自身以适应新的工作需求。显著性区域检测检测的在某些方面的适用性还需要进一步深入的研究，以求增大适用范围。

参考文献

1. 孙家广, 杨长青. 计算机图形学[M]. 北京：清华大学出版社, 1995.
2. Skolink M I. Radar handbook [M]. New York: McGraw-Hill, 1990.
3. 王鑫, 王斌, 张立明. 基于图像显著性区域的遥感图像机场检测[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, (3):336-337.
4. Tnesman A M, Gelade G. A feature-integration theory of attention Cognitive Psychology[J]. 1980,12(1): 97-136.
5. 张佐光, 张晓宏, 仲伟虹, 等. 多相混杂纤维复合材料拉伸行为分析[A]. 见: 张为民编. 第九届全国复合材料学术会议论文集(下册)[C]. 北京: 世界图书出版公司, 1996. 410-416.
6. Odoni A R. The flow management problem in air traffic control[A]. In: Odoni A R, Szego G, eds. Flow Control of Congested Networks[C]. Berlin: Springer-Verlag, 1987. 269-298.
7. 钱丁丁. 图像显著性区域检测算法研究[D]. 济南：山东大学, 2012.
8. 金 宏. 导航系统的精度及容错性能的研究[D]. 北京: 北京航空航天大学, 1998.
9. GB/T 16159-1996, 汉语拼音正词法基本规则[S].
10. 姜锡洲. 一种温热外敷药制备方案[P]. 中国专利: 881056073, 1989-07-06.
11. 王明亮. 关于中国学术期刊标准化数据系统工程的进展[EB/OL]. http://www.cajcd.edu.cn /pub/ wm1.txt, 8-16/1998-10-04.

**说明：**

① 参考文献应是公开出版物，按在论著中出现的先后用阿拉伯数字连续排序。

② 参考文献中外国人名书写时一律姓前，名后，姓用全称，名可缩写为首字母(大写)，不加缩写点(见例2)。

③ 参考文献中作者为3人或少于3人应全部列出，3人以上只列出前3人，后加“等”或“et al”(见例3)。

**表1 参考文献类型及文献类型标识**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型** | **专著** | **论文集** | **报纸文章** | **期刊文章** | **学位论文** | **报告** | **标准** | **专利** |
| 文献类  型标识 | M | C | N | J | D | R | S | P |

**表2 电子参考文献类型及其标识**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **电子参考文献类型** | **数据库** | **计算机程序** | **电子公告** |
| 电子文献类型标识 | DB | CP | EB |

致 谢

经过大半年的学习与研究，本次毕业设计已经接近尾声。在这里我要感谢我的指导老师宋滢。从毕设的选题、开题、中期答辩到最后的毕业论文的撰写，\*\*\*老师都细心地提供指导，给予了我许多意见，尤其在毕设中期遇到问题的时候，\*\*\*老师一次次与我们展开讨论，指出研究方向，给出解决思路。正是\*\*\*\*老师的指导与帮助，才能让我一次次克服困难，最终完成毕业设计，\*\*\*\*老师面对问题的态度更是我今后学习与工作的榜样。

与此同时，我要感谢我的母校，我的老师，我的同学。老师们的谆谆教导，给我今后的学习打下坚实的基础，让我有展望明天的自信。同学们的无私帮助，让我度过美好而快乐的大学四年。母校的无私栽培让我能成长为一个不惧风雨自信自强的新世纪大学生。

最后感谢我的父母，感谢你们对我的无限包容与无私付出。你们是我人生的第一位导师，是你们的辛劳培养，才能成就今天的我。感谢我的父母，希望你们永远健康、快乐！

孙晓明

2017年4月30日

#### 附录

1. 语音信号预处理程序

//预加重

**private** **double**[] preEmphasizing(**double**[] samples){

**double**[] emphasized = **new** **double**[samples.length];

**double** a = 0.98;

emphasized[0] = samples[0];

**for**(**int** i = 1; i < samples.length; i++){

emphasized[i] = samples[i]-a\*samples[i-1];

}

**return** emphasized

}

//分帧