

#临时展示，不适用于声称的 Mozilla Public License 2.0 协议。请不要转载。著作权属于北京理工大学。



北京理工大学
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

结题报告书

选题名称 基于图像的体型检测系统

组 号 3

组 名 偶质数

指导教师 胡摇

组 长 陈良

组 员 徐孟南

温琦

马鑫

2016 年 6 月 7 日

名称	中文	基于图像的体型检测系统		
	英文	Body size detection system based on images		
项目组成员	姓名	项目中的分工		签字
	陈良	图像预处理和数据处理等程序设计，对成员提供其他指导。		
	徐孟南	图像采集，硬件部分。后期参与图像预处理调整和调试。		
	温琦	图形化、整合调试。后期也参与预处理调整。		
	马鑫	打包和整合。也参与图像预处理调整。		
项目背景	<p>背景与现状：</p> <p>随着消费者对服装个性化和合体性要求越来越高，服装的经营模式也由传统单一的批量生产转向包括量身定制、网络订制和虚拟试衣等在内的多元化形式。为了满足消费者量体裁衣和个性化的需求，人体测量技术逐渐发展起来，传统的二维测量方法以卷尺、直尺等作为主要工具，测量人体有关部位的长度、宽度、围度等数据，而后随着非接触式人体测量系统的出现，大大弥补了传统方法的费时费力和受主观因素影响较强的缺陷，其测量的数据更加准确和可靠。</p> <p>基于图像的人体参数测量问题是当今计算机视觉和图形图像处理领域的研究热点，它在图像处理、交通系统检测、公安系统（公共安全）中人体行为理解、图像编码、背景分割与替换、人体信息获取等领域有着广泛的应用前景。</p> <p>目的和意义：</p> <p>本研究的意义在于在前人研究的基础上，通过对课题组研究的人体扫描装置的调试与控制，运用更多先进的图像处理算法将装置拍摄到的人体图像进行彩色图像灰度化处理、灰度图像预处理（包括灰度归一化、滤波去噪和图像锐化）、图像边缘检测、边缘细化、轮廓提取、人体特征点识别和提取以及相关部位尺寸测量等图像处理工作，来达到获取人体尺寸的目的。然后再与用手工测量的数据相比较，分析在新的编程语言和先进算法下调试的此扫描装置存在的误差。最后通过比较误差，探索原因以便进一步优化该扫描装置，使之能尽量满足服装企业的生产要求。力图为企业普及人体扫描系统。基于人体扫描装置的图像处理和尺寸获取研究定基础，为以后三维扫描系统向更轻便快捷方式发展指引方向。</p>			



项目创新点	<ol style="list-style-type: none">1、通过过曝的方式消除纹理细节的方法。2、预处理的步骤、顺序安排是本组调试确定，与一般方法不完全一致。3、正面侧面图像的差异化处理由本组自己设计。4、拟合公式是本组结合本班多组 model 调试确定。（由椭圆周长公式演化，结合矩形周长公式，得出不同的权重因子）5、细节处理（如人像剪切时四周留白）6、拓展方案（网页远程上传图片、微信上传图片、pc 通过虚拟硬盘读取 web 服务器文件）。
项目研究情况	<p>目前我们已经完成了预期目标，通过三张图片和身高参数可以得到人体参数信息（三围），图形化界面可以进行全部必要的操作和输入，并额外显示图片。所有代码和图形化界面可以拓展。</p> <p>另外，通过与网站服务器结合，我们可以远程传送图片将三围信息显示于网页上。</p> <p>分工部分，徐孟南负责图像采集，硬件部分。后期参与图像预处理调整和调试。陈良负责图像预处理和数据处理等程序设计，对成员提供其他指导。温琦负责图形化、整合调试。后期也参与预处理调整。马鑫负责打包和整合。也参与图像预处理调整。</p>

收获与体会	<p>1、陈良：作为组长，除了技术上的东西，更多的是项目的管理、团队组织上的一些东西。且不说项目的流程和答辩、报告这些技能；自己第二专业正巧是管理，所以用到了一些对人的管理，对项目的管理的方法。但是实际操作毕竟很不一样。</p> <p>现在呢，知道了对于一个项目，应该怎么分模块，时间怎么分，留多少冗余时间以保证进度等等。如果未来再一次需要接受项目，自己能够很快上手，不急不发怵。另外一个是怎样去团结队员，怎样去根据队员兴趣和能力分工，在大家士气低谷时要及时激励。这么一学期我收获的不是一个好队伍，更是一群好兄弟，好朋友。</p> <p>在做项目的过程中，我得到的不单单是具体的技术。项目在中期阶段，一切都有了眉目，</p> <p>时不时都能攻克一些新的难关。有时吃这饭洗着澡突然都会有新的灵感，然后赶紧记下来，课上进行实施。我很欣喜的看到，自己之前被人认为是“不务正业”、“玩物丧志”的爱好也能发挥一些作用。连半途而废的摄影也能给图像采集带来灵感。之前一周时间早起晚睡搭建的网站最后能给这个项目提供平台也让我很是激动。突然感觉到，作为工科生，真的有用技术去改变世界的责任。</p> <p>项目后期，组员们都有了自己的成果，我能感受到每个人的兴奋，让每一个人看到自己的成长和提高，是最好的激励。看着他们在高兴，我自己又怎能不为他们高兴呢。</p> <p>之后的一段时间，自己又经历了其他几门课的期末设计答辩，或是报告。很明显感受到自己在设计和总结报告上的能力有了这样那样的提高。</p> <p>2、马鑫：第一次接触到这种“不用听老师讲课、没有课堂作业、没有期末考试”的课程时内心是欣喜的。经过漫长的一个学期终于宣告结束，然而，过程却是艰难的。</p> <p>这门课程给我带来的收获太多，远远不止学到知识这么简单。做项目的这个过程是一个不断失败、不断学习的过程，最后的成果离不开每个组员的坚持和努力，它是这个团队协力合作的结果。一个人的力量是渺小的，但是一个团队的力量却是无穷的。程序部分是我们这个课题的核心部分，写代码的这个过程中对于我们是一个现学现用的过程，我觉得这种独立学习的能力很受用，也正是我们所欠缺的。再有就是解决问题的能力，当出现问题的时候其实我们有一千种解决问题的方法，这个过程要善于利用集体的智慧解决问题。</p> <p>3、徐孟南：本次课程让我认识到自主学习的重要性以及团队合作的诸多好处，并且将学习过的理论知识应用于处理实际问题的困难。通过与同学的交流和互相学习我受益匪浅，也认识到自身的缺陷和不足。这些心得也会让我在今后的学习中更加进步。</p> <p>4、温琦：通过本学期的实验课程，一方面我们锻炼了团队合作的能力，另一方面我们对于研究工具（例如 matlab 和各种器材）的使用得到了锻炼。</p> <p>实际上这是一个熟能生巧的过程。在实验中我们明显发现，后期的时候我们对于 matlab 的操作已经较为熟练，很多功能都了然于胸，效率提高了很多。</p> <p>最后重要的是，经过这次锻炼，我们完整地亲身地经历了研究的每一个步骤，可以说为以后的研究打下了基础。</p>
-------	--



目录

目录	
一、背景与现状:	6
二、目的和意义:	6
三、方案设计和实施计划	7
四、研究内容进展及成果	9
五、创新点	13
六、成果与应用前景	13
七、存在的问题和建议	14
附录:	错误!未定义书签。

测控系统实验结题报告

基于图像的体型检测系统

组名：偶质数

成员：陈良、马鑫、徐孟南、温琦

一、背景与现状：

随着消费者对服装个性化和合体性要求越来越高，服装的经营模式也由传统单一的批量生产转向包括量身定制、网络订制和虚拟试衣等在内的多元化形式。为了满足消费者量体裁衣和个性化的需求，人体测量技术逐渐发展起来，传统的二维测量方法以卷尺、直尺等作为主要工具，测量人体有关部位的长度、宽度、围度等数据，而后随着非接触式人体测量系统的出现，大大弥补了传统方法的费时费力和受主观因素影响较强的缺陷，其测量的数据更加准确和可靠。

基于图像的人体参数测量问题是当今计算机视觉和图形图像处理领域的研究热点，它在图像处理、交通系统检测、公安系统（公共安全）中人体行为理解、图像编码、背景分割与替换、人体信息获取等领域有着广泛的应用前景。

二、目的和意义：

本研究的意义在于在前人研究的基础上，通过对课题组研究的人体扫描装置的调试与控制，运用更多先进的图像处理算法将装置拍摄到的人体图像进行彩色图像灰度化处理、灰度图像预处理（包括灰度归一化、滤波去噪和图像锐化）、图像边缘检测、边缘细化、轮廓提取、人体特征点识别和提取以及相关部位尺寸测量等图像处理工作，来达到获取人体尺寸的目的。然后再与用手工测量的数据相比较，分析在新的编程语言和先进算法下调试的此扫描装置存在的误差。最后通过比较误差，探索原因以便进一步优化该扫描装置，使之能尽量满足服装企业的生产要求。力图为企业普及人体扫描系统。基于人体扫描装置的图像处理和尺寸获取研究定基础，为以后三维扫描系统向更轻便快捷方

式发展指引方向。

三、方案设计和实施计划

(一)、方案确定

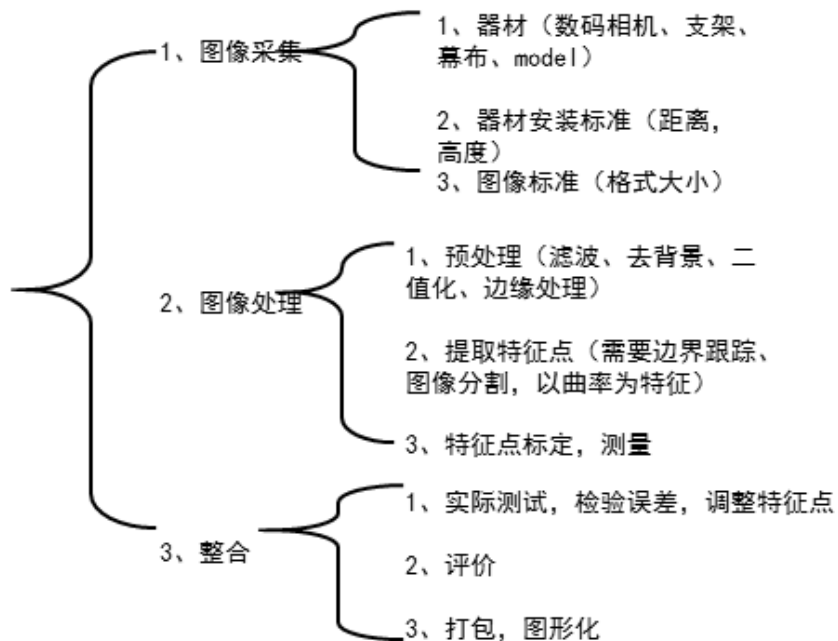
项目伊始，我们有两个方案。

方案一：标定相机，在一定拍摄距离和相机参数的条件下对相机进行标定。得到每单位像素代表的实际距离。通过图像处理之后，后期计算直接用标定得到的参数计算实际尺寸。

方案二：不标定相机，对拍摄距离和相机参数要求不严格（仍需保证全身人像及像质合乎要求）。通过图像处理之后得到最终使用图像。需要被测人员输入身高参数计算每单位像素代表的实际尺寸，最后换算人体实际尺寸。

实际操作中，方案一难度较大，难以实施。第一，在标定的时候，由于存在边缘畸变，我们仍需要对畸变进行矫正。但是考虑到像素的要求，我们选择了消费级卡片相机。在拍摄的时候，自动对焦后镜头自动变焦。标定的方法适用于定焦镜头，对于自动变焦镜头此方法不适用。故我们舍弃了这个方案。

(二)、方案设计



我们将项目分成了三个主要部分。

1、 图像采集：

在这一部分，我们完成硬件设备的搭建，图像采集方式和图片的标准，拍摄时对受测者服装、姿势的要求。以及确定外界环境对拍摄质量的影响等。

2、 图像处理：

这一部分包括两个子项目，一是图像预处理，将原始图像处理为人像突出、易于处理的图像；二是数据处理，由图像换算出实际的人体参数。

3、 整合

这一部分是对之前程序的调试、优化，最终打包。

（三）、实施计划

为保证项目进度，三个部分同时进行。

- 1、 图像采集完成初步硬件搭建和拍摄工作
- 2、 整合部分完成图像打包和图形化的技术学习
- 3、 图像处理部分先完成初步预处理的设计。然后进行数据计算方法的设计。

由于硬件采集和打包图形化任务较轻，完成之后加入图像处理部分，主要是图像预

处理的优化。得到较好的图像对其他部分也很有帮助。

然后是各个部分的结合。三大模块进行修改调试，得出初步成果。最后进行多组实际测试调整参数，得到理想结果后打包。

四、研究内容进展及成果

（一）图像采集

我们图像预处理的目的是将人像和背景完全分离，得到纯黑的人像和空白背景。因此图形采集也应配合此要求。

我们使用三星卡片相机 wb800f 在适当距离拍摄，要求全身人像，四周有留白。感光度 400，快门参数 1/30s, 焦距无强制要求。用数据线连接 pc。

环境要求：自然光，用两个双光源白色补光灯左右补光消除阴影，白色背景白色地板（要求不严格，即使背景有杂物或其他颜色也可）

被测人员要求：需要正面、侧面、背景三张图片，要求双脚并拢，最好穿深色衣服。需要提供准确身高值。

图像采集分析及成果：

拍摄时的每一个要求都是有具体意义的，与后续数据处理或预处理有一定关系。

例如：

- 1、我们的相机参数设置得到轻微过曝的效果，消除了背景和人像服装的一些细节，为后期提供了方便。
- 2、背景颜色差有助于人像与背景的剥离，与算法结合，最后对背景的要求大大降低，使得即使背景有大块杂物也能处理。
- 3、三张图片两张是为了得到人体正面侧面尺寸信息，另一张是为了进行背景减除操作

(实际为降低背景亮度值, 故为减除而不是剪除)。

(二) 图像处理

1、图像预处理

流程: 背景减除操作;

灰度化; 二值化; 腐蚀填充; 滤波; 边缘提取; 腐蚀。

背景减除后人像与背景实际上已经有了较大的对比, 腐蚀填充的操作是为了消除人像内部的曲线和背景呈现出来的各种纹理。滤波是为了平滑边界线。最后的腐蚀是为了进一步消除背景中的纹理和孔洞。

各个步骤中的参数变量结合图像采集调试得出, 流程顺序由测试和分析得出。

2、图像数据得出及处理

2.1、单张图像处理

流程: 得出人像外接矩形; 剪出人像; 人像分区; 求每一部分特征点并记录位置;

每一特征点宽度方向上像素数量; 根据身高求得每一像素实际代表长度; 计算特征点位置实际宽度;

2.2、两张图片参数共享

正面的处理与侧面有差异, 原则上特征点的位置已经确定可以不再重复计算, 但是为了在图形化窗口中显示, 我们重新计算了特征点。另外, 正面的单位像素代表的实际长度值没有重复计算, 调用的是侧面处理的数据, 这样可以减少误差, 原理见下文。

2.3、主函数调用

结合前面要求, 将正面侧面两算法设置为函数, 分别输入输出不同的图片和参数。

先处理侧面, 然后处理正面(调用部分侧面函数输出值)。最后进行整合。

2.4、人体三围信息(含其他位置)参数的得出

前面已经得出两个方向上平面的宽度值, 可以初步拟合为椭圆形(躯干)或圆形(脖子), 其中两个宽度值分别是长轴长和短轴长。

在后期的优化中, 我么采取了进一步的调整。用椭圆和矩形拟合, 用不同的权重因子结合。将在下文叙述。

图像处理部分分析及成果:

1、 预处理部分, 我们得到了纯黑色人像和纯白背景。最后剪切出来单独的人像

图像。

需要注意的是，参数的确定和流程的确定需要多次实验得来，不同的器材不同的环境参数都不同。

这一部分可能是最难的，最耗时的，但一旦成功，给数据处理带来极大的方便。

2、关于正面侧面图像差异化处理。

正面图像由于视角的原因，脚的长度在平面上会变成身高的一部分。显然图片上的高度会比真实的大。而侧面图像就不会出现这种问题。所以我们单位像素代表实际长度值用的是侧面图像处理之后的值（真实身高与图像上身高方向上像素数的比值）。

3、关于实际三围信息拟合问题的解决方案。

特征参数计算公式校正前为： $s = \pi * c_2 + 2 * (c_1 - c_2)$ 。即椭圆周长公式，其中 c_1 为长半轴长，由正面图片中同一水平线的两个特征点的距离得到； c_2 为短半轴长，由侧面图片中同一水平线的两个特征点的距离得到。下面由胸围拟合公式校正过程的数据说明。

项目	1	2	3	4
样本				
椭圆拟合	107	129	113	110
矩形拟合	154	174	156	150
实际测量	121	137	121	116
矩形拟合权重	0.298	0.178	0.186	0.150
椭圆拟合权重	0.702	0.822	0.814	0.850

由上表可知，实际值在椭圆拟合计算结果和矩形拟合计算结果之间。故分别设

椭圆拟合权重为 a ，矩形拟合权重为 b 。设拟合公式为 $s=(\pi*c2+2*(c1-c2))*a+b*2*(c1+c2)$ 。由表中四组数据带入公式得出 a, b 的值。并将四组 a, b 值取平均数即求得权重。

如：胸围参数计算公式校正后为： $s2=(\pi*b2+2*(b1-b2))*0.828+0.172*2*(b1+b2)$ 。

(三)、整合打包

此部分是实际检验环节，三大模块进行整合调试。最后图形化和打包（MATLAB 应用程序）。

(四) 拓展

由于我们的图像文件可以手动选取，因此图像文件调入程序很灵活。除了直接插相机读取图片，还可以上传网站，上传的文件直接被保存于本地 pc 端。网站可以接入微信等平台 API，实现更丰富的功能。

目前我们在网页上设计了上传照片的接口和显示三围信息的接口，访问 bitcl.cn 即可以测试（服务器为个人设备，不保证长期有效）。

综合成果

在每个模块取得进展的基础上，我们的项目取得了预期的成果。

通过我们的系统拍摄正面侧面背景三张图片，在图形化界面选择满意的图片，输入身高，就可以看到自己脖、胸、腰、臀、腿五个位置的“三围”信息（周长）。

在界面上，还可以显示原始图片和经过处理之后的图片。

其中，有显示特征点和不显示特征点的版本。另外，由于可以选择另外的特征点，实际上可以得出让人体任意高度上的“三围”信息或宽度信息。我们在程序和图形化界面上预留了这些接口方便以后的扩展升级。

关于我们网络读取文件的实现。在嵌入式 unix 系统设备上我搭建了 web 服务器，通过设计 php 网页代码实现上传文件功能和显示三围信息功能。受测者可以在世界上任何一个地方打开 bitcl.cn 上传照片，pc 机可以直接读取本地服务器图片处理，结果返还网页显示。

（注：服务器为个人设备，不保证长期有效）。

实际上网页可以接入微信新浪等平台实现更丰富功能，技术上可行。但由于时间关系

以及国家网站管理法规限制并没有测试。

另外，我们的测量对象主要是男同学。通过拍摄参数，图像处理参数和数据处理方法的改进，在小样本范围（已经受测同学）内平面宽度误差小于一厘米，三围信息（次要特征点腿、脖子未拟合）误差在不足一厘米到两三厘米之间。展示环节过后，有女同学主动要求测试，但是觉得数据误差太大。

在此声明，目前的版本仅适用于男性，因为开发时并没有女性志愿者。再者，测试时会显示特征点位置，实际测量的位置应与图形界面显示的特征点位置一致。

五、创新点

- 1、通过过曝的方式消除纹理细节的方法。
- 2、预处理的步骤、顺序安排是本组调试确定，与一般方法不完全一致。
- 3、正面侧面图像的差异化处理由本组自己设计。
- 4、拟合公式是本组结合本班多组 model 调试确定。（由椭圆周长公式演化，结合矩形周长公式，得出不同的权重因子）
- 5、细节处理（如人像剪切时四周留白）
- 6、拓展方案（网页远程上传图片、微信上传图片、pc 通过虚拟硬盘读取 web 服务器文件）。

六、成果与应用前景

1、可用于电商辅助销售工具。

通过远程测量三围，可以向消费者找到符合自己体型的衣服，促进电子商务平台服装销售量。实际上，人们一直顾虑网络购买服装可能不合适，影响了网络服装销售产业的发展，这一技术可能会促进这一市场发展。

2、可用于个人测量工具。

通过这一系统。人们可以很方便的得出自己的体型数据，给健身爱好者或减肥群体带来便利。

同时，与社交平台对接，分享三围数据，show 出最美的自己。

4、公安系统工具。

虽然体型是一个很容易变化的生物特征，但是公安系统在追捕逃犯时还是会给出体型信息，这一信息在识别犯人时还是有很大作用。将此系统部署与车站机场等区域，放宽精度要求，可以筛选出特定体征人群，减小公安人员工作量，加快破案速度。

七、存在的问题和建议

1、对不同参数的照片没有自适应功能。不同光照条件会影响处理效果。

对于这个问题，我们可以在图像预处理中加入更复杂的算法，让个参数随着光强等指标自动变化。

2、根据身高参数求得其他参数虽然消除了拍摄距离和角度对处理的影响，但实际上加大了对不确定因素身高的倚赖，被测人员可能不愿配合。

这一问题可能就需要我们初期的另一个方案来解决。严格的拍摄规则和环境条件会大大提高精度，但是也会给技术推广带来难度。

