郑州大学毕业设计（论文）

题 目 圆柱测量数据的图形化显示系统开发

院 系 机械工程

专 业 机械工程

年 级 2014级

学生姓名 时猛

指导教师 杨炯

2018年 05月 20日

**摘要**

本文对圆柱数据的测量的技术发展进行了研究和阐述，针对圆柱数据的测量系统，本文设计了一种高精度的测量数据处理方法，并开发了一种形象可视化的上位机软件。利用面向对象技术，多线程技术以及OpenGL图形开发技术等，这些关键技术为整个项目的软件架构和软件设计提供了很大的便利，提高了软件的开发效率以及软件的高效性。

测量数据的显示系统包括数据通信，数据拟合，图形展示等。数据通信是基于半双工通信与PLC连接，获取PLC的测量数据；数据拟合采用最小二乘法圆度拟合。图形展示是基于OpenGL将测量的数据形象的展示为图形，处理后的结果精度高，数据重复性好。上位机软件是基于C++编程语言开发而成的，集成了二维图形展示，状态栏，菜单栏，数据导出以及三维图形展示等功能，打造了一个人性化的软件界面。

关键词 圆度拟合， 图形化显示， 圆拟合（关键词3-5个）

Abstract

In this paper, the technical development of cylindrical data measurement is studied and elaborated. For the measurement system of cylindrical data, this paper designs a high-precision measurement data processing method, and develops a visualized upper computer software. Using object-oriented technology, multi-threading technology, and OpenGL graphics development technology, these key technologies provide great convenience for the software architecture and software design of the entire project, improving the efficiency of software development and the efficiency of software.

   The display system of measurement data includes data communication, data fitting, graphic display and so on. Data communication is based on half-duplex communication and PLC connection to obtain the measurement data of PLC; data fitting is based on least-squares roundness fitting. The graphic display is based on OpenGL's display of the measured data image as a graph, with high precision after processing and good data reproducibility. The host computer software is developed based on the C++ programming language. It integrates functions such as 2D graphics display, status bar, menu bar, data export, and 3D graphics display, creating a personal software interface.

key Words Roundness fitting，Graphical display，Circle fitting

目 录

毕业设计任务：……………………………………………………………..I

摘要…………………………………………………………………………..V

Abstrct………………………………………………………………………..V

1 绪论………………………………………………………………………1

1.1 选题的目的意义………………………………………………………1

1.2 国内外研究综述………………………………………………………1

1.3 本题的主要工作…………………………………………………………2

2 算法分析 ……………………………………………………….3

2.1 圆拟合算法分析………………………………………………………3

2.2 圆柱拟合算法分析…………………………………………………7

2.2.1 圆柱面拟合方法原理

2.3 本章小节…………………………………………………………………9

3 网络通信……………………………………………………………

4 系统架构……………………………………………………………

5 结论……………………………………………………………………….25

谢辞…………………………………………………………………………...26

参考文献……………………………………………………………………...26

1 绪论

1.1 选题的目的意义

在计算机视觉中 , 圆、点与直线一样被认为是最基本的图像特征。现实生活中大量物体为圆,圆形特征不但是自然界中的最基本元素, 而且是许多人造产品中普遍存在的形状, 圆的鲁棒精确提取在图像识别与计算机视觉中有着特别重要的意义。

1.2 国内外研究综述

在测绘工程中, 也经常会遇到空间圆形物体的测量问题, 如在一些建筑天顶 、大型仪器和地铁遂道的工程测量中 ,经常需要对空间圆形物体进行测量 ,得出其圆心及半径 , 确定其是否满足施工要求。各种零部件定位圆孔几何中心的定位精度对零部件的成功安装以及物体的整体定位, 有着重要的意义。进行圆中心定位的基本方法为:从图像边缘检测所得数据进行圆的拟合 ,或者将边缘数据转换为三维空间数据进行圆的拟合。因此,圆的拟合是圆中心定位的关键问题之一在机器视觉领域，圆是最为基本的图像特征，广泛应用于定位、测量、识别等方面，其拟合方法具有重要的研究意义。经常会遇到需要利用有限样本点进行圆拟合的问题，如在一些大型仪器和地铁隧道的工程测量中，经常需要对空间圆形物体进行测量，得出其圆心及半径，确定其是否满足施工要求。利用有限样本点进行圆拟合的情况，常用的方法有：

1. 平均值法

针对样本点均匀分布在圆上的情况，从理论上来说，其圆心坐标为各点坐标的平均值，圆心到任一点的距离即为圆的半径。但是在实际问题中，样本点不可能正好均匀的分布在圆上，因此误差较大。

1. 加权平均法

平均值法求得的圆心位置会偏离数据点密集的一边，求出的半径也会偏小。加权平均法是将样本点距离其相邻两点的弧长与圆的整个周长的2倍的比值作为权数。样本点距离其相邻两点的弧长可用相邻两点的距离替代。

（三）最小二乘法

通过最小化误差的平方和找到一组数据的最佳函数匹配。但是最小二乘法拟合的平方项对干扰数据非常敏感。

1. 霍夫变换法

将样本点为圆心，在参数平面画圆，许多点对应的圆会交于一点，该交点即可能为圆心。缺点计算量大，运算时占用内存大。

1. 基于共形代数的圆拟合方法

将欧式空间嵌入到共形空间，将圆表示为向量形式，共形空间中点与圆的内积表示点与圆的位置关系，对具有噪声的样本点进行拟合实验。

1. 基于聚类方法的圆拟合算法

该算法将边缘样本点映射到圆心附近，使用聚类算法进行分类滤噪处理并计算圆心，最后以此为基础计算半径。机器视觉进行圆拟合，首先采用工业相机对圆形特征进行拍照，图像在拍摄、传输和存储过程中都会不可避免地产生噪声，这将带来较大的拟合误差。因此去除圆上其他轮廓干扰或对其局部失真进行纠正是一个十分重要的步骤

1.3 本题的主要工作

基于该项目的目标是完成基于OPEN GL开发圆柱测量数据的显示功能模块；实现利用给定的截面计算圆柱度等数据功能。因此考虑时间因素和学习成本，确定选择利用最小二乘法拟合圆，经过多次迭代生成最终结果。通过C++编程，实现该项目。

2算法分析

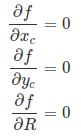
有一系列的数据点深度截图_选择区域_20180511155156，我们知道这些数据点近似的落在一个圆上，根据这些数据点计算出这个圆的参数这是一个非常重要的问题。圆拟合的方法有很多，本文选择的是基于最小二乘法。

2.1圆拟合算法分析

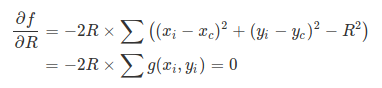
我们知道圆方程为深度截图_选择区域_20180511124008通常的最小二乘法拟合要求距离的平方和最小。也就是深度截图_选择区域_20180511124145最小，但是这个算起来非常的麻烦，也得不到解析解。因此我们退一步。深度截图_选择区域_20180511160736

上面这个式子简单的多。我们定义一个辅助函数：深度截图_选择区域_20180511160836

那么上述公式可以表示为： 深度截图_选择区域_20180511161222按照最小二乘法的通常的步骤，可得f取极值时对应下面的条件。



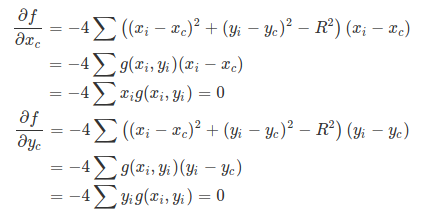
先来化简深度截图_选择区域_20180511161418



我们知道半径R是不可能为0的。所以必然有：

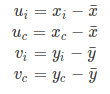
深度截图_选择区域_20180511162353

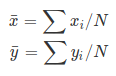
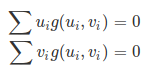
同样

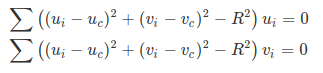


也就是下面两个等式： 深度截图_选择区域_20180511162510

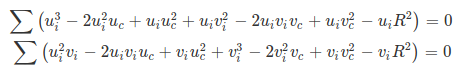
这里设：



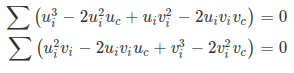
其中： 可以简单推导一下，就会发现：

这个变量替换修改了坐标远点的位置。而我们的等式与坐标原点的具体位置无关。所以必然成立。这两个式子展开可以写成这样：

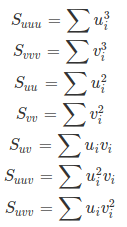
进一步展开：



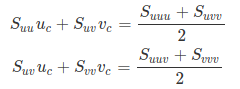
我们知道深度截图_选择区域_20180511163245所以上面两个式子是可以化简的。



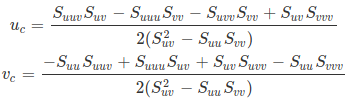
为了简化式子，我们定义几个参数：



那么上面的式子可以写为：

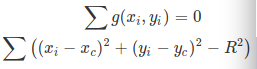


至此，可以解出Uc和Vc了。



那么：

深度截图_选择区域_20180511163627还剩下一个R没有求出来，也很简单。



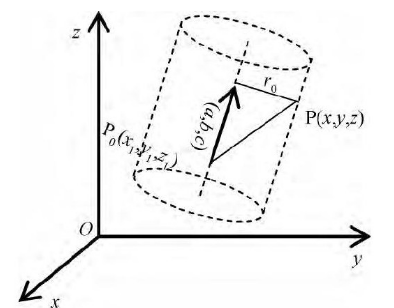
所以：深度截图_选择区域_20180511163750

以上就是最小二乘法的数学原理推导。然而这种方法对误差符合正态分布的数据点很有效。但是当数据中碰到一些干扰点。这些干扰点多数时候是偏向某一个方向的。因此，本文采用的是根据数据点到圆的距离绝对值的和来确定圆的参数，也就是下面的数学公式：

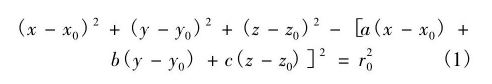
深度截图_选择区域_20180511164157 使得f取得最小值的Xc、Yc和R就是最佳拟合参数。

2.2 圆柱拟合算法分析

已知圆柱面上的点到其轴线上的距离恒等于半径r0，如图所示



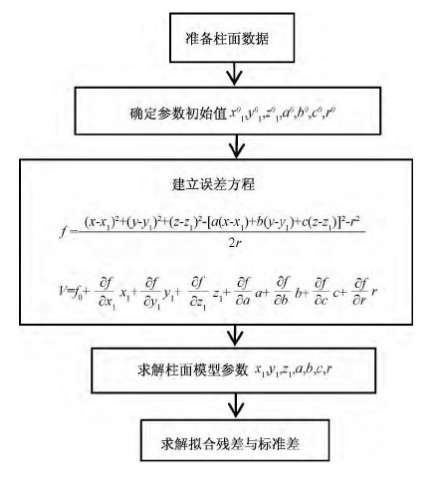
其中点P为圆柱上的任一点，P0为圆柱轴线上任一点，即：



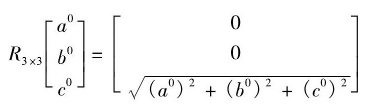
根据以上公式就可以唯一确认一个圆柱。

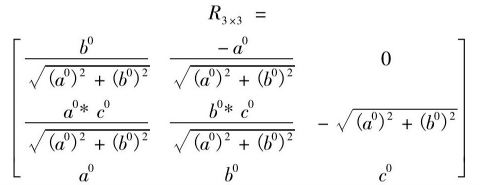
2.2.1 圆柱面拟合方法原理

圆柱面的拟合方法主要包括两个步骤：第一确定初始值；第二建立误差方程求解析值。本文的流程图为：



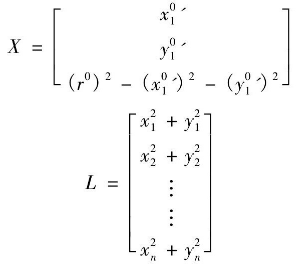
第一：将圆柱面上一点的相邻若干点拟合成一个平面，求得这个平面的法向量即为点的单位法向量。假设旋转矩阵为R3x3,要使：





写成矩阵形式为：

深度截图_选择区域_20180513150817

其中：

深度截图_选择区域_20180513150932

2.3 本章小结

本章主要说明该圆柱测量数据图形化显示系统中圆度拟合的算法分析，圆度拟合算法属于计算机图形学领域的算法分析。无论是在测量，还是在检验的过程中，我们都需要用到圆的拟合，圆拟合算法在工业领域应用的方方面面，我们往往是将一系列的点集生成一个一个的线段，之后依据线段之间的联系组合成为一个圆。针对误差过大的点，我们也应当可以清除数据，这些数据都属于冗余的，因此往往最后都需要做校验以及正确性检测。

3 网络通信

3.1 三菱PLC的分类及FX系列PLC的发展历史

三菱PLC包括一体式的和模块式的，有简单的控制系统，到高端的自动化解决平台。一体式的PLC数据集成式PLC, 包括CPU板、I/O板，显示面板、内存块、电源等，这些组件组合成一个整体。三菱FX系列的PLC属于一体式的，这种PLC多用于中小型系统。其主要特点就是可以实现10点到384点的控制规模，它体积比较小，并且容易安装，性价比高，成本低廉。同时可以实现多种网络、模拟量转换等多种特殊功能。而模块式的PLC包括CPU模块、I/O模块、内存、电源模块、以及各种功能的模块，这些模块可以按照一定规则组合配置。I/o点数可以达到4096点，最快的处理时间可以达到9ns,并且可以使用模拟量、网络等多种特殊功能模块。

70年代日本三菱公司开始研发PLC，之后第一台F系列投入实际应用，至今已经是高性能、高可靠型的最佳代表。FX系列包括FX1S、FX1N、FX2N、FX3U、FX3G等。其中FX1S基本单元有继电器或晶体管输出，不能链接扩展模块和特殊功能模块；FX1N可以连接FX2N系列的特殊功能模块，备有多种功能扩展板供使用；FX2N适用于从普通顺控开始的广泛用途。FX3U属于第三代微型可编程控制器，具有速度、容量、性能、功能的新机器、业内最高水平的高速处理，大大提升了内置功能；FX3G与FX1N系统兼容、高性能、高灵活性。提升用户友好。增强了程序安全性。

在Windows系统下使用的集成编程工具是GX Developer, 在设计、调试方面大大提高了编码的效率，允许以顺序功能图和结构化文本等语言进行编程。网络参数的设定和网络状态监视变得简单容易，并且同时可以在线监控程序、改变程序和数据以及强制I/O的ON/OFF等。可以实现离线编程、模拟测试和仿真等。在整个过程中，PLC通过ON/OFF位软元件或给字软元件赋值来实现真是动作情况。

3.2 PLC通信系统构成

FX系列PLC包括内置的CPU、存储器、输入输出、电源的产品。其中输入输出内置了电源回路和输入输出，用于扩展输入输出的产品，可以在连接其后面的设备供电，输入输出扩展模块内置了输入、输出，用于扩展输入输出。可以连接在基本单元上使用。特殊功能模块是一种可以是实现多种I/O以外其他功能的模块。包括模拟量控制、定位控制、网络系统、高速计数等功能。而像特殊适配器类似与特殊功能模块，也包含了模拟量和定位，通讯等多种功能。其他外部设备也是PLC系统不分割的一部分，它包括通过专用电缆，进行程序编制、对系统作一些设定、监控的手持编程器或编程软件、显示模块的监控设备和存储器以及用于安装特殊适配器用的连接器转换或实现通讯功能时使用。

整个系统构成包含三个方面，一是关于输入输出点数，二是关于特殊扩展设备，第三是关于消耗电流的计算，确认其是否可以扩展的输入输出点数。将剩余的电源容量作为外部负载的电源使用。剩余电源容量是否允许连接，特殊适配器和特殊功能单元。输入输出点数的合计就是计算基本单元、输入输出扩展单元/模块的输入输出点数，以及特殊功能单元/模块的输入输出占用点数，不同型号的输入输出占用点数，可以通过特殊功能单元/模块的台数 X 每台的点数 = 输入输出占用的点数。

如果CPU连接输入输出扩展单元，当上电时，会自动输入输出标号进行标号分配，因此，无需通过参数制定输入输出编号。输入输出编号以8进制进行分配，扩展的输入输出扩展单元/模块，接着前面的输入编号和输出编号，末尾从0开始分配。上电时，CPU会从离其最近的特殊功能模块开始，依次对特俗功能单元分配单元号，而在输入输出扩展单元/模块没有这个单元号。基本单元的输入为内部供电的漏型输入和源型输入的通用产品。通过选择可以将基本单元的所有输入设置为漏型输入，或者源型输入，但是不能混合使用，各基本单元和输入输出扩展单元，可以分别选择漏型输入、或是源型输入。

PLC执行程序是通过循环执行的顺序从而实现顺序控制。分为输入处理阶段，程序处理阶段、输出处理阶段。输入处理是在可编程控制器执行程序前，将可编程控制器中的所有状态读入。程序执行过程中即使输入发生了变化，输入映像区也不会发生变化，在执行下一个循环的输入处理时读取该变化。编程控制器根据内存中的内容，从输入的映像区和其他的映像区读出各软元件的状态，从最初依次开始运算，并将每次得出的结果写入到映像区。因此，各软元件的映像区随着程序的执行逐步改变其内容。所有指令执行结束后，输出映像区中的状态会传送至输出锁存内存。所谓的工程就是至程序、软元件注释、参数、软元件内存的一种集合体。

FX系列可编程控制器中，使用SFC图（顺序功能图)作为实现顺控，以一种便于理解的方式表现基于机械动作的各工序的作用和整个控制流程。在SFC程序中，状态S被作为一个控制工序，在其中对输入条件和输出控制的顺序进行编辑。工序推进后，前工序不再执行，因此可以通过各个工序的简单顺序来控制机械。状态S和驱动指令的动作，SFC程序中，用状态表示机械运行的各个工序。当状态为ON时，在此连接的梯形图动作，当状态为OFF时，与此连接的内部梯形图不发生动作。当各个状态设置的条件(转移条件)被满足时，下一个状态为ON，此前如果状态为ON则为OFF。在状态的转移过程中，仅仅在一个瞬间两个状态会同时ON。转移前的状态在转移后的下一个运算周期OFF。不能重复使用同一个状态编号。

特殊功能模块是为了实现特殊功能如AD、DA转换，输入输出定位等的模块，其带有自有的CPU和处理电路，和基本单元进行通信。PLC是依靠内部的位软元件和字软元件的使用来进行PLC的输出控制的。因此，为了对外界的温度、电压、电流、流量等连续变化的的物理量进行控制，必须采用模拟量控制单元。特殊功能模块分为模拟量输入模块、模拟量输出模块、模拟量输入输出模块、温度传感器输入模块、温度调节模块等。特殊功能模块通过PLC的FROM/TO指令对特殊功能模块的缓冲存储器的数据进行信息交换。FROM指令用于把特殊功能模块的缓冲存储器的信息读书其当前值或者是状态信息。TO指令用于把数据及信息写入到特殊功能模块的缓冲存储器中。特殊功能模块内置了缓冲存储器，其作用就是用来与PLC基本单元进行交互。