# 1绪论

# 1．1研究背景和研究意义

## 1.1.1研究背景

人类通过双眼来探索与发现世界，在接收外部信息的方式中，有不到三成来自于听觉、触觉、嗅觉等感受器官，而超过七成、最丰富、最复杂的信息则通过视觉进行感知的。计算机视觉便是一种探索给计算机装备眼睛（摄像头）与大脑（算法）的技术，以使计算机能够自主独立的控制行为、解决问题，同时感知、理解、分析外部环境。

20世纪60年代，计算机视觉得到了最初的发展，该阶段的研究重心主要体现在如何从二维图像中恢复出如立方体、圆柱体等立体化的三维形状，解释各个物体的空间位置关系。1982年David Marr从信息处理的角度对数学、神经生理学、计算机图形学等学科的研究成果进行了归纳总结，并在此基础上提出了一系列计算机视觉理论，经典Marr视觉信息处理过程如图所示。得益于这个完整明确的理论体系，计算机视觉得到了蓬勃的发展，它的核心思想是从二维图像恢复三维结构。

近年来，图像的三维重建在计算机视觉中发挥了很大的作用，并且在质量和性能上有了较大的提升。其主要应用是自动地对于难以建模的对象建模，加快了图像运用的建模过程。这种技术需要处理大量的数据，可以使用于室内和室外的场景, 而不受控制的环境通常影响室外场景，如密集建筑群，或者复杂的原始森林等。对于这些场景，虚拟现实和计算机模拟可以被用来分析工作环境和工作难度等方面，三维图像重建技术本身被视为一个生成3D模型的技术。快速有效完整重建类似于雕塑三维物体目标的三维模型成为目前的研究方向。由连续图像的三维重建主要是指从二维图像序列中的获取物体的信息并进行三维重建。然而,这个领域并没有引起人们足够的重视，因此本文将对三维重建的具体原理以及改善展开讨论。

当前在一些工业场景中，需要对其中场景进行测量，主要包括场景的高度，面积，体积，甚至于温度，湿度分布等，传统方式中主要采用雷达扫描场景的方式来进行，但考虑到该雷达本身成本较高，受场景的限制也很大，在室外环境或者大尺度环境下，就难以发挥作用。现在更多采用计算机视觉的方式来解决这些问题，可以根据三维重建的点云结果测量以上所描述的几何特性，这样做只需要结合摄像机和测量算法即可实现，可以很简易的复现在多种场合中。

当前基于无人机自主飞行采集图像数据进行三维重建以及体积测量的方案

本项目研究目标是解决目前煤堆体积测量过程中存在的成本高、效率低、工作强度大、自动化程度低等主要问题。本项目根据燃料煤堆场半露天基础设施及煤堆成形分布的结构特点，探讨利用无人机控制及视觉智能感知技术进行煤堆体积及温度场快速测量的方法。通过研究无人机的定位、路径规划、飞控及防撞等技术，实现无人机对煤堆的全覆盖、高效率视觉扫描；通过研究视觉三维重建及体积计算技术，实现对煤堆存量的准确估计；通过融合可见光和热成像相机的数据，实现对煤堆温度场的测量，以确保火力发电厂对煤堆存量实现科学准确管理。

## 1.1.2研究意义

根据图3生成的地图，通过对地图的解析，可以获取每一个二维码的三维

# 1.2国内外研究现状

## 1.2.1 SLAM的研究现状

根据图3生成的地图，通过对地图的解析，可以获取每一个二维码的三维

## 1.2.2 三维重建的研究现状

根据图3生成的地图，通过对地图的解析，可以获取每一个二维码的三维

## 1.2.3 基于视觉体积测算的研究现状

根据图3生成的地图，通过对地图的解析，可以获取每一个二维码的三维

## 1.2.4 语义结构化地图的研究现状

根据图3生成的地图，通过对地图的解析，可以获取每一个二维码的三维

# 1.3待解决问题

当前基于无人机自主飞行采集图像数据进行三维重建以及体积测量的方案还存在很多的待解决问题，如：

1. 无人机在完全封闭环境中依靠纯视觉进行定位和建图，难以获取高精度的飞行位姿和地图信息。
2. 基于三维重建算法对场景进行三维重建时，面临整个流程耗时长，输出点云噪音点大，需要对传统三维重建进行提升，以获取高精度强鲁棒性的大尺度地图。
3. 基于三维点云的体积测算，点云中缺少水平面信息，尺度信息，导致无法直接获取到体积真值。

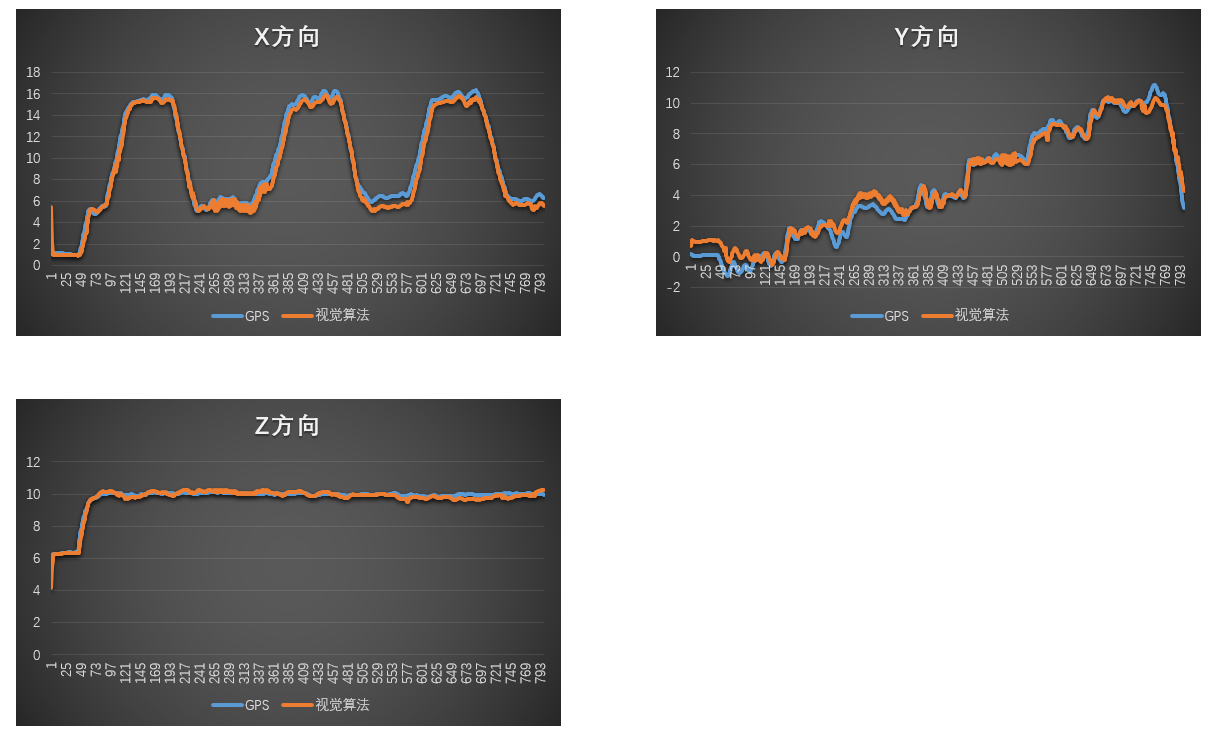
# 1.4主要研究内容和技术路线

## 1.2.1 SLAM研究现状

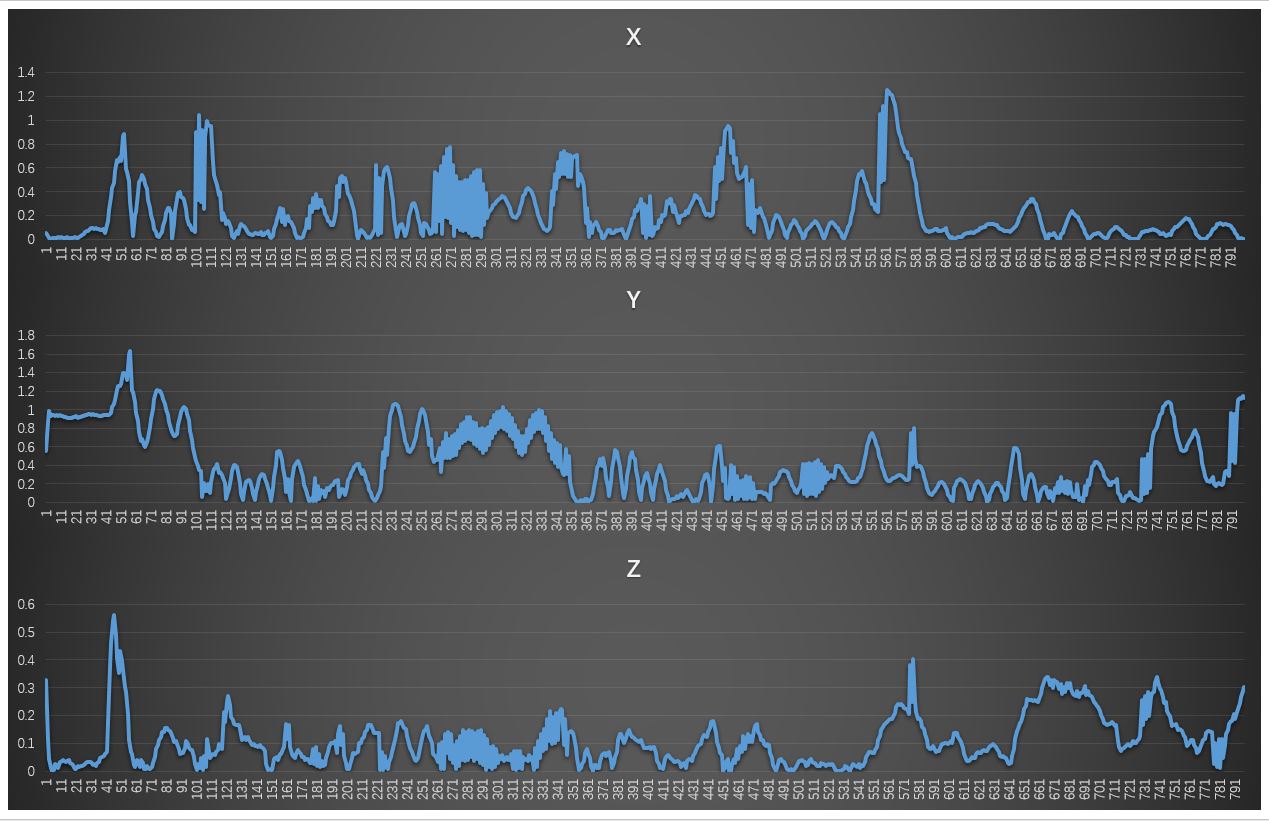
SLAM（即时建图与定位）是一种在定位导航的同时，进行构图的技术。

## 2.2轨迹精度

其次对于无人机三维坐标的精度，以无人机自带GPS测距仪器测定出的坐标为真值，和视觉算法计算出来的位置信息进行对比，选择无人机在0-800帧的数据，在X、Y、Z方向得到的结果分别如图所示。其中蓝色连线为视觉算法检测出的坐标值，红色连线无人机GPS检测出的真实值。随后，计算真值和测量值之间的误差，在X、Y、Z方向分别得到结果如图，对于X、Y、Z三个方向分别可以得到距离误差为0.22m、0.37m、0.107m。



**图6 ：GPS和视觉算法测算XYZ示意图**

****

**图7 ：GPS和视觉算法测算XYZ差值示意图**

## 2.3定位精度

最后，对无人机的轨迹精度进行对比。无人机在自主飞行过程中能够产生实时的相对于真实世界坐标系的定位信息，将其与GPS生成的定位信息进行对比，如图8所示。对于无人机的直飞路线，误差较小，GPS和视觉算法测算出的轨迹基本吻合，但是在对于转弯改变方向的区间，两者之间的相对误差则较大，考虑其原因为，在转弯处所设计的循迹点相对比较稠密，导致在该区域内无人机需要改变的方向更大，导致视觉算法在测算时由于方法振动的缘故产生较大的误差。

