

# 基于视觉深度信息的室内定位关键技术研究

杨婷婷 贾树文

三亚学院信息与智能工程学院 海南 三亚 572022

**摘要:** 基于视觉深度信息的室内定位是当前研究的热点之一,对于满足现代社会对室内导航的需求、促进机器人导航和无人系统的智能化、支持科学研究与实验、提高室内定位和导航的安全性及便利性具有重要意义。本文着重对基于视觉深度信息的室内定位的关键技术进行了探究。

**关键词:** 视觉深度信息;室内定位;深度学习;实时定位与重建

随着人们对室内导航需求的增加,基于视觉深度信息的室内定位成为研究的热点。文章探究了基于视觉深度信息的室内定位中相关技术,例如传感器融合和地图构建等。通过融合不同类型的传感器数据,包括相机、激光器和惯性测量单元等,可以提高定位的准确度和稳定性。同时,精确的地图构建对于室内定位和导航是不可或缺的。最后,我们展望了基于视觉深度信息的室内定位关键技术未来发展方向。可以预见的是,随着深度学习技术的不断发展和硬件设备的进一步改进,基于视觉深度信息的室内定位将实现更高的定位精度和鲁棒性。此外,智能化的室内导航和定位系统将为人们提供更准确、方便和智能的室内导航服务。

## 1 深度传感技术

常见的深度传感技术包括ToF (Time of Flight)、结构光、双目视觉等。这些技术能够获得室内环境的深度信息,为后续的定位算法提供数据支持。

深度传感技术在基于视觉深度信息的室内定位中扮演着至关重要的角色。具体应用如下:

**1.1 深度数据获取:** 深度传感技术可以提供高精度的室内深度数据。通过ToF、结构光或双目视觉等传感器,可以实时获取室内物体和场景的距离信息。这种深度数据是实现室内定位和导航的基础。

**1.2 环境建模:** 基于深度数据,可以构建室内环境的三维模型。通过将深度数据与RGB图像进行融合,可以创建高度准确且细致的室内地图。这些地图可用于定位算法的输入以及可视化导航。

**1.3 物体识别和跟踪:** 深度传感技术可以帮助识别和

跟踪室内环境中的物体。通过使用深度数据进行物体分割和边缘检测,可以将环境中的物体与背景分离,从而实现实时的物体识别和跟踪功能。

**1.4 姿态估计:** 深度传感技术可用于实时估计人体或物体的姿态。通过将深度数据与骨架模型进行比对,可以准确测量室内环境中的人体或物体的姿态信息。这对于实现精准的室内定位和导航非常重要。

**1.5 动态场景感知:** 深度传感技术还可以帮助感知室内环境中的动态场景。通过实时地获取深度数据,可以检测和跟踪室内环境中的移动物体,如行人、家具等。这为室内定位和导航提供了更准确的动态场景信息。

综上所述,深度传感技术在基于视觉深度信息的室内定位中有着广泛的应用研究。通过利用深度数据获取、环境建模、物体识别和跟踪、姿态估计以及动态场景感知等技术,可以实现高精度和实时的室内定位和导航功能。

## 2 深度图像处理技术

获取到深度图像后,需要对图像进行处理和分析。常见的处理方法包括边缘检测、特征提取、图像分割等。这些处理方法有助于提取出室内环境的关键信息,为后续的定位算法提供输入。深度图像处理技术在基于视觉深度信息的室内定位中担任着重要的角色。

**2.1 数据去噪和补全:** 深度传感器获取的深度图像可能包含一些噪声或缺失的部分。深度图像处理技术可以通过滤波和填充算法来去除噪声并补全缺失的数据,从而提高深度图像的质量。

**2.2 特征提取:** 深度图像处理技术可以通过不同的特征提取算法,例如边缘检测、角点检测和纹理描述符等,从深度图像中提取有意义的特征。这些特征可以用于后续的定位和导航算法。

**2.3 目标检测和识别:** 深度图像处理技术可以帮助在室内环境中进行目标检测和识别。通过使用深度信息,

**基金项目:** 本文受海南省自然科学基金项目资助,项目编号: 621QN269,海南省教育厅项目资助,项目编号: Hnky2023-36, 2021年三亚市高校及医疗机构专项科技计划项目: 基于视觉深度信息的室内定位关键技术研究,项目编号: 2021GXyl51

可以提高目标检测和识别算法的鲁棒性和准确性，从而实现实时的目标检测和识别功能。

2.4 姿态估计：深度图像处理技术可以用于室内环境中的人体或物体的姿态估计。通过分析深度图像中的物体形状和轮廓，可以估计物体在三维空间中的姿态，从而实现精准的姿态估计。

2.5 场景分割和语义分析：深度图像处理技术可以帮助分割室内场景和进行语义分析。通过将深度信息与图像进行融合，可以将室内环境中的不同区域和物体进行分割，并进一步分析和理解室内场景的语义信息。

综上所述，深度图像处理技术在基于视觉深度信息的室内定位中有着广泛的应用研究。通过数据去噪和补全、特征提取、目标检测和识别、姿态估计以及场景分割和语义分析等技术，可以提高深度图像的质量，并从中提取有价值的信息，从而实现精准和实时的室内定位和导航功能。

### 3 定位算法

根据深度信息和室内环境的模型，可以设计出不同的定位算法。常见的算法包括基于特征点匹配的SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）算法、基于深度学习的定位算法等。这些算法能够利用深度信息进行环境建模、定位跟踪和路径规划，实现室内定位功能。定位算法在基于视觉深度信息的室内定位中发挥关键作用<sup>[1]</sup>。

3.1 室内定位和导航：定位算法利用深度信息，在复杂的室内环境中确定用户的位置和方向。这些算法可将深度图像与先前构建的室内地图进行匹配，通过比对特征点、局部描述符或几何特征来计算用户的位置。根据定位结果，算法还可以提供实时的导航指引。

3.2 同步定位与建图（SLAM）：SLAM算法是一种在同一时间估计室内环境地图和用户位置的算法。基于深度信息，SLAM可以实现实时的环境建模和自主定位。通过迭代地更新地图和位置估计，SLAM可以准确建立室内地图，并提供连续的定位结果。

3.3 深度学习定位：深度学习已被应用于基于视觉深度信息的室内定位。这些算法通过训练深度神经网络来学习深度图像和位置之间的复杂映射关系。基于学习的模型，它们可以实现端到端的室内定位，并具备较强的泛化能力。

3.4 传感器融合：除了视觉深度信息，定位算法还可以融合其他传感器提供的数据，如惯性测量单位（IMU），磁力计和激光扫描仪等。通过融合多个传感器的信息，算法可以提高定位的准确性和鲁棒性。传感

器融合可以通过滤波技术（如扩展卡尔曼滤波器）或优化方法（如图优化）来实现。

3.5 实时定位与重建（SLAR）：SLAR算法通过实时重建室内环境，来实现准确的室内定位。基于深度信息，算法可以在实时性要求下，快速地更新地图，并计算用户的定位结果。SLAR适用于需要高频率更新地图和定位的应用场景。

综上所述，定位算法在基于视觉深度信息的室内定位中具有广泛的应用研究。通过室内定位和导航、同步定位与建图、深度学习定位、传感器融合以及实时定位与重建等技术，可以实现准确和实时的室内定位和导航功能。

### 4 精准地图构建

在室内定位过程中，需要构建室内环境的地图。这包括收集和整理室内环境的深度信息，建立室内地图的三维模型，并标注出关键的地标和路线信息。这些精准地图对于定位算法的准确性至关重要。精准地图构建在基于视觉的深度信息的室内定位中起着重要的作用。

4.1 三维地图构建：通过利用深度信息，可以构建室内环境的精确三维地图。深度图像提供了场景中不同物体和表面的距离信息，通过将这些深度数据与相应的RGB图像进行融合，可以生成高精度的室内三维地图。这些地图可以捕捉到墙壁、家具、门窗等场景中的细节，为后续的定位提供准确的参考。

4.2 关键地标提取：精准地图构建技术可以从深度信息中提取关键地标。这些地标通常是室内环境中的特殊结构或物体，如楼梯、门、柱子等。通过识别和提取这些关键地标，可以在定位过程中用于校准和纠正位置估计，提高定位算法的准确性。

4.3 路线规划：精准的室内地图可以用作室内导航系统的基础。根据室内地图提供的准确信息，可以实现用户的路径规划和导航功能。地图上标记了不同的建筑物、房间和路径信息，可以提供最佳的路径指引，帮助用户到达目的地。

4.4 环境重建和虚拟现实应用：精准的地图构建技术还可以实现室内环境的重建和虚拟现实应用。通过获取和重建室内环境的准确三维模型，可以为虚拟现实场景提供真实感和交互性。这对于室内导航、游戏娱乐和培训等应用具有重要意义。

4.5 地图更新和维护：通过深度传感器的持续采集，可以实现实时的地图更新和维护。当室内环境发生改变时，如家具移动、装修变更，地图可以及时更新以反映这些变化。这可以保持地图的准确性，并提供定位算法

所需的最新信息。

## 5 室内导航和可视化

定位算法得到的定位结果可以用于室内导航和可视化。通过将定位结果与地图结合,可以实时显示用户的位置和方向,并提供室内的导航功能。这可以通过移动设备上的离线或在线应用程序实现。室内导航和可视化在基于视觉的深度信息的室内定位中有着广泛的应用研究<sup>[2]</sup>。

5.1 室内导航系统:基于视觉深度信息的室内导航系统可以利用精确的室内地图和定位算法,为用户提供实时的导航指引。通过显示用户当前位置、目标位置和最佳路径等信息,室内导航系统可以帮助用户准确定位并引导他们到达目的地。

5.2 可视化增强现实(AR)导航:基于视觉深度信息的AR导航系统可以通过融合实时摄像头图像和深度信息,提供增强现实的导航体验。用户可以通过手机、平板电脑或AR眼镜等设备,看到实时的室内场景,并在实景中显示导航指引、标记目标位置等信息。

5.3 路径规划和路径可视化:基于视觉深度信息的室内定位可以为路径规划算法提供准确的参考。这些算法可以根据起点和目的地,使用深度信息中的地图数据和路径搜索算法,计算出最佳路径。路径规划算法还可以通过可视化将路径显示在地图上,以便用户更直观地了解如何到达目的地。

5.4 环境重建和虚拟导航:基于视觉深度信息的室内定位可以实现室内环境的重建和虚拟导航。通过获取精确的三维地图和重建室内环境的准确模型,用户可以通过虚拟现实技术进行室内导航。虚拟导航可以在虚拟环境中展示用户所在位置、目标位置和路径等信息,提供一种全新的导航体验。

5.5 可视化地图更新和编辑:当室内环境发生变化时,基于视觉的深度信息可用于进行地图更新和编辑。通过将新的深度数据与先前的地图数据进行比较,可以检测到环境中的变化,并更新地图。地图编辑算法可以利用深度信息来添加、删除或修改地图中的特定区域或物体。

综上所述,室内导航和可视化在基于视觉的深度信息的室内定位中具有重要的应用研究。这些研究可以改善用户的导航体验,提供实时的导航指引和路径规划,并通过AR导航、虚拟导航、地图更新和地图编辑等方法提供更丰富的地图可视化 and 定位功能。

## 6 应用前景展望

基于视觉深度信息的室内定位的关键技术研究有着广阔的前景。以下是一些前景方面的展望:

### 6.1 高精度室内定位

随着深度传感器技术的不断发展和改进,基于视觉深度信息的室内定位将能够达到更高的准确性和精度。这将使得室内定位能够实现亚米级的精准定位,满足更加精细和复杂的室内导航需求。

### 6.2 实时定位与重建

实时定位与重建是基于视觉深度信息的研究热点之一。通过将定位和三维重建相结合,可以实现实时获取环境的地图和定位信息,并随着用户的移动进行持续更新和修正。这样的技术将使得室内定位更加稳定和可靠。

### 6.3 深度学习定位

利用深度学习技术对视觉深度信息进行处理和分析,可以更好地提取关键特征和进行目标识别,进而改进室内定位的精确性和鲁棒性。深度学习定位技术的发展也为基于视觉深度信息的室内导航系统提供了更高效的定位方法。

### 6.4 跨平台和多设备支持

基于视觉深度信息的室内定位将逐渐支持跨平台和多设备应用。用户可以使用各种设备,如智能手机、平板电脑、AR眼镜等,进行室内导航和定位,实现跨设备的位置共享和导航体验。

### 6.5 场景理解和语义导航

基于视觉深度信息的室内定位可以进一步融合场景理解和语义导航的能力。通过对深度图像的语义分割和理解,可以识别出室内环境中的不同区域和物体,并将其应用于导航决策和智能路径规划。

### 6.6 地图更新与维护

随着室内环境的不断变化,地图的更新与维护成为一项重要任务。利用视觉深度信息和智能算法,可以实现地图的自动更新和维护,及时反映出环境中的变化,保持地图的准确性和实时性。

## 7 结束语

综上所述,基于视觉深度信息的室内定位的关键技术研究具有广阔的前景。通过提高定位精度、实现实时定位与重建、利用深度学习定位、跨平台和多设备支持、场景理解和语义导航以及地图更新与维护等方面的创新,将推动室内定位技术的发展和應用。这将为人们提供更准确、智能和自主的室内导航和定位服务。

## 参考文献

- [1]张浩,孙健,李弘,等.基于深度学习的室内场景定位方法研究[J].计算机应用研究,2019,36(3),691-695.
- [2]陈海涛,等.深度学习在移动机器人室内定位中的应用研究[J].机器人技术与应用,2019,2(03),1.