

ICS 号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/GLAC XXXXX.9-2021

室内定位系统：第 9 部分 室内三维场景众包更新技术规范

Technical specification for indoor 3D Scene updating based on
crowdsourcing data

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国卫星导航定位协会 发布

目 次

| | |
|------------------------|----|
| 前言..... | 3 |
| 引言..... | 4 |
| 1. 范围..... | 5 |
| 2. 规范性引用文件..... | 5 |
| 3. 术语和定义..... | 6 |
| 4. 总则..... | 8 |
| 5. 技术准备..... | 8 |
| 5.1 资料准备..... | 8 |
| 5.2 仪器设备及检校..... | 8 |
| 5.3 技术设计..... | 9 |
| 6. 更新计划..... | 9 |
| 6.1 更新计划制定..... | 9 |
| 6.2 更新测试方案制定..... | 10 |
| 6.3 更新路线设计..... | 10 |
| 7. 更新方案实施..... | 10 |
| 7.1 更新准备及流程..... | 10 |
| 7.2 室内三维点云模型的生成..... | 11 |
| 7.3 室内三维场景配准与更新..... | 12 |
| 7.4 室内三维场景更新速度..... | 14 |
| 7.5 室内三维场景更新补测与重测..... | 14 |
| 7.6 其他注意事项..... | 14 |
| 8. 质量控制..... | 14 |
| 8.1 质量控制内容..... | 14 |
| 8.2 更新质量评价方法..... | 15 |
| 9. 相关文件制作..... | 15 |
| 10. 成果整理与上交..... | 16 |

前 言

本文件依据 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规划》起草。

本文件由中国卫星导航定位协会归口。

本文件起草单位：中国科学院地理科学与资源研究所、北京四维图新科技股份有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所、卫星导航系统与装备国家重点实验室。

本文件主要起草人：张恒才、陆 锋、徐晋辉、曹晶峥、蔚保国、李隽。

引 言

室内三维场景快速更新一直是困扰位置服务产业难点问题，也是全息地图、全空间地理信息系统、智能位置服务发展的瓶颈问题，近年来，移动终端的普及，通讯技术的发展，为室内三维场景众包更新提供了机遇，但国内外对其更新的标准尚未完善。为规范室内定位系统及相关产品，有利于室内定位行业发展，中国卫星导航定位协会室内导航定位专业委员会特别组织形成了本室内定位系统测试领域的团体标准。

本文件属于室内地图制作领域。该标准规定了室内三维场景众包更新的基本要求，包括更新计划、技术准备、更新方案、更新实施、数据处理、质量控制与评价、成果整理与上交等部分。

本文件规定了室内三维场景众包更新阶段的基本要求，以及室内模型表达符号及说明、更新计划与方案、更新实施、数据处理及更新质量控制、成果提交等技术要求。本文件对外业数字地图更新的技术准备、技术流程和外业调查等方面给予详细的定义。在内业编辑方面，从数据配准、数字化、三维更新及数据导出方面来予以规范。外业纠正、质量控制、成果检查验收和上交也给出明确的规范。

本文件适用于体育场馆、候机（车）厅、购物中心、室内停车场、医院、图书馆、工厂、仓库、写字楼、居民住宅楼等室内或地下场景中各种三维场景快速更新任务。

室内三维场景众包更新技术规范

1. 范围

本文件描述室内三维场景的内外业更新制作的流程，同时涵盖各流程环节所需满足的基本要求。针对室内地图数据制作、更新的总则，本文件对外业数字地图更新的技术准备、技术流程和外业调查等方面给予详细的定义。在内业编辑方面，从数据配准、数字化、三维更新及数据导出方面来予以规范。外业纠正、质量控制、成果检查验收和上交也给出明确的规范。

本文件适用于我国室内导航电子地图产品的制作、更新。适用于商场、医院、交通枢纽、家具建材、会展中心、写字楼、博物馆、园区等建筑物内部导航数据。园区、医院等有明确所属范围区域内部（围墙、栅栏等物理分隔区域以及产权所属范围）可以参考此标准。

主要包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、模型表达符号及说明、室内三维场景更新计划、室内三维场景更新方案及室内三维场景更新质量控制。

2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本文件，然而，鼓励根据本文件达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

| | |
|-----------------|------------------|
| DB50/T 763-2017 | 室内导航数字地图概念模型 |
| 20173683-T-466 | 室内地图数据模型与表达 |
| GB/T 14950-2009 | 摄影测量与遥感术语 |
| CH/T 1001 | 测绘技术总结编写规定 |
| CH/T 1004 | 测绘技术设计规定 |
| GB/T 20267-2006 | 车载导航电子地图产品规范 |
| GB/T 19711 | 导航地理数据模型与交换格式 |
| GB 20263-2006 | 导航电子地图安全处理技术基本要求 |
| GB/T 20268-2006 | 车载导航地理数据采集处理技术规程 |
| 20079530-T-339 | 个人位置导航电子地图数据质量规范 |

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

室内地图 Indoor Map

描述建筑物内部空间要素组成、分布及其相互关系的地图。在地图内将任意楼层的信息采集和表达出来,使用户通过移动设备在建筑物内仍能利用精确的定位功能找到要去的空间单元、卫生间、电梯、休息区、出入口等。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达, 室内地图 定义 3.1]

3.2

点云 (point cloud)

以离散、不规则方式分布在三维空间中的点的集合。

[CH/T 8024-2011, 机载激光雷达数据获取技术规范 定义 3.5]

3.3

点云密度 (density of point cloud)

单位面积上点的平均数量。

注: 一般用每平方米的点数表示。

[CH/T 8024-2011, 机载激光雷达数据获取技术规范 定义 3.7]

3.4

空间信息 Spatial Information

指建筑物、空间单元、公共设施、路网的几何形状及拓扑关系信息。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达, 空间信息 定义 3.2]

3.5

建筑物 Building

指功能单一的公共建筑, 如写字楼、购物中心、机场、火车站等建筑实体。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达, 建筑物 定义 3.3]

3.6

建筑物综合体 BuildingComplex

描述由多个使用功能不同的空间组合而成的一种综合建筑，包括单体式（单幢建筑）和组群式（多幢建筑）。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达，建筑物综合体 定义 3.4]

3.7

楼层 Floor

用于描述建筑物内部各楼层的基本信息，包括楼层的主要功能、单元空间以及通道的信息。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达，楼层 定义 3.5]

3.8

单元空间 UnitSpace

用于描述建筑物内部有具体用途的空间，包括封闭和开敞的空间，封闭的空间如有墙体维合的独立房间，开敞空间如会展中心的展台、商场的柜台、机场的信息台、室内开放的区域（如酒店大堂、楼层开放休息间等）所占据的空间。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达，单元空间 3.6]

3.9

出入口 Door

包括建筑物或封闭的单元空间对外联系的出入口，也包括设置在建筑物防火分区间的防火门以及疏散楼梯间的门。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达，出入口 3.7]

3.10

通道 Pathway

用于描述建筑物内部同一楼层的水平通道和楼层之间的垂直通道，其中，立体垂直通道包括楼梯、扶梯、垂直电梯等。

[20173683-T-466 室内地图数据模型与表达，通道 定义 3.8]

4. 总则

4.1 基本要求

室内三维场景众包更新应符合以下基本要求：

- a) 室内三维场景众包更新数据除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定；
- b) 室内三维场景众包更新数据获取应包含技术准备、更新计划、更新方案实施、数据处理及质量控制等内容；
数据处理前，应对记录数据进行严格检查，处理后应编制总结报告。

4.2 时空基准要求

室内三维场景众包更新的时空基准应符合以下要求：

- a) 坐标系统应采用 2000 国家大地坐标系(CGCS2000)，如采用其他坐标系统，应与 CGCS2000 建立联系；
- b) 时间基准中，日期应采用公元纪年，时间应采用北京时间。

4.3 精度要求

室内三维场景众包更新数据精度应符合以下要求：

- a) 更新后密度地图精度不应该低于原始三维地图精度；
- b) 点云的离散度达到厘米级；
- c) 点云的相对平面位置中误差达到厘米级。

5. 技术准备

5.1 资料准备

资料准备一般应收集以下资料：

- a) 已有待更新的室内三维场景（如建筑物的 glTF 格式、obj 格式、3ds 格式、PLY 格式等）
- b) 已有的室内地图测绘数据（如 CAD、shapefile 等二维平面图）
- c) 室内地图更新区域的建筑类型、环境复杂程度、地图更新面积、以及人流量等基本情况；
- d) 提前一天以上进行实地踏勘获取相关资料和信息。

5.2 仪器设备及检校

a) 视觉相机

视觉相机应符合以下要求：

- 1) 根据测图区域的环境条件, 以及成果对于影像数据精度的要求, 选择适宜的视觉相机, 并确定相机的内参数、畸变参数等相关参数;

b) RGBD 深度相机

RGBD 深度相机应符合以下要求:

- 1) 根据测图区域的环境条件, 以及成果对于点云密度及数据精度的要求, 选择适宜的深度相机设备, 并确定扫描角度、扫描频率等相关参数;
- 2) 几何精度要求: 传感器的深度范围大于 8 米; 测量频率优于 4000Hz; 机身转动范围大于 180° , 测距分辨率优于 0.5mm;
- 3) 测距精度和扫描测角精度经过检校, 并具备相应的检定证书;
- 4) 系统零点位置经过检校。

5.3 技术设计

技术设计的主要要求如下:

- a) 技术设计时应根据项目总体要求以及室内三维场景更新区域资料等编写设计书;

- b) 技术设计应包含以下主要内容:

- 1) 制定室内三维场景更新计划;
- 2) 三维地图更新实施, 如更新设备、更新速度、补测与重测要求等。

6. 更新计划

6.1 更新计划制定

室内地图更新计划应根据实际任务的需求进行拟定, 结合待更新室内环境的复杂程度和更新的面积进行具体事项的决策, 应当明确以下主要技术内容:

- a) 对于 RGBD 深度相机获取应明确:

- 1) 获取深度相机点云的方式;
- 2) 深度相机设备类型、技术参数和附属仪器参数;
- 3) 深度相机点云数据密度要求;
- 4) 深度相机点云数据精度要求;
- 5) 点云数据附属信息要求;
- 6) 点云数据的精度检测要求。

- b) 对于普通视觉相机获取应明确:

- 1) 相机类型、相机的技术参数和附属仪器参数;
- 2) 视觉影像对测区的覆盖度要求;
- 3) 摄影质量的要求;
- 4) 其他相关的技术要求等。

- c) 对于室内三维场景更新类型应明确:

- 1) 室内三维场景纹理更新;
- 2) 室内三维场景属性更新;

- 3) 室内三维场景对象集更新;
- 4) 室内三维场景拓扑集更新;

6.2 更新测试方案制定

为了保证室内三维场景更新效率与精度,结合待更新室内环境的复杂程度和更新的面积进行具体事项的决策,从功能和性能方面制定室内三维场景更新测试方案,应当明确以下主要技术内容:

a) 对于 RGBD 深度相机的室内三维场景更新测试应明确:

- 1) 获取深度相机照片采集时间;
- 2) 重建三维点云模型时间;
- 3) 点云模型坐标转化与地图配准时间;
- 4) 点云模型对象集更新时间;
- 5) 室内三维场景更新精度;

b) 对于视觉相机的室内三维场景更新测试应明确:

- 1) 获取相机照片采集时间;
- 2) 重建三维点云模型时间;
- 3) 点云模型坐标转化与地图配准时间;
- 4) 点云模型对象集更新时间;
- 5) 室内三维场景更新精度;

6.3 更新路线设计

室内三维场景更新路线涉及的具体要求如下:

- a) 路线的设计应满足地图更新覆盖度要求;
- b) 路线的设计应该满足相片重合度的要求;

7. 更新方案实施

7.1 更新准备及流程

室内三维场景更新流程如图 1 所示。室内三维场景更新前准备要求如下:

- a) 室内测图任务执行前应对所有涉及到的设备进行检查,宜在期间进行传感器检校测试,生成传感器检校测试报告;
- b) 室内地图更新任务执行前应提前安排人员前往测区进行勘察,根据室内的使用时间同委托方协商测图的具体时间与辅助测图人员要求;
- c) 地图更新当天应提前开启地图更新设备,再次检查各类数据的完整性;
- d) 应准备第二套室内三维场景更新方案,以备有客观原因导致的室内三维场景更新失败。

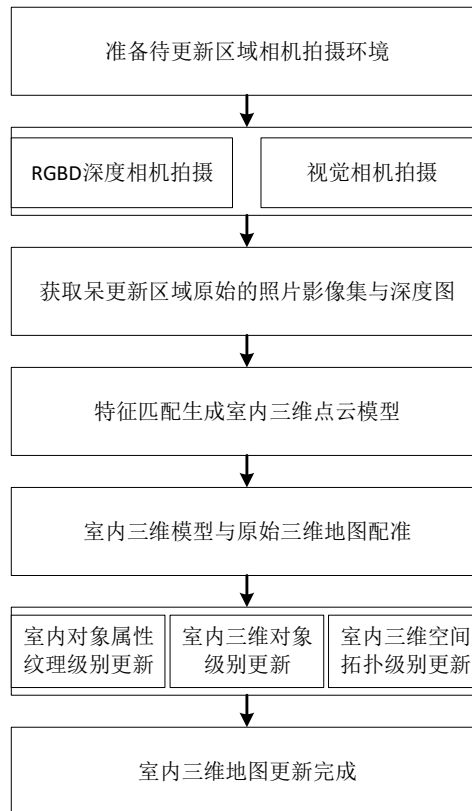


图 1 室内三维场景更新的流程图

7.2 室内三维点云模型的生成

对采集得到的原始数据进行解码，获取激光数据、影像数据、惯性测量数据等，将这些数据文件进行整理并保存。

影像数据处理

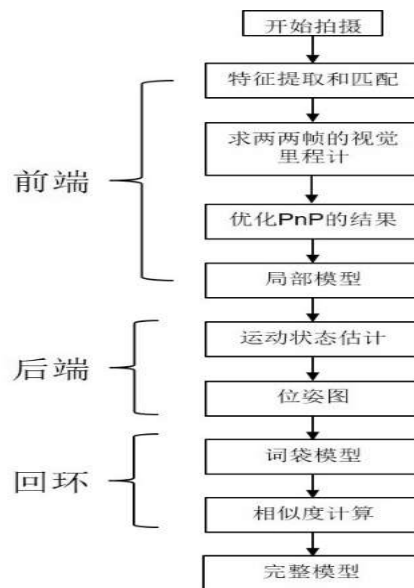
影像数据的处理要求如下：

获取整个测区内带有时间戳的影像数据，；

剔除数据中存在强、弱光照等现象，成像质量差的影像；

（1）RGBD 深度相机点云模型的生成

基于深度相机的点云模型生成原理如下图所示：



基于深度图的点云模型生成原理图

(2) 普通视觉相机点云模型的生成

基于照片的点云模型生成原理如下图所示：

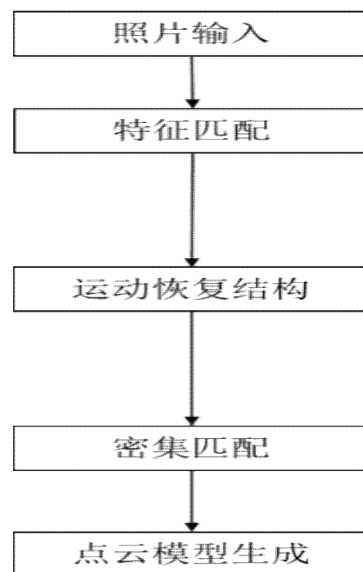


图 基于照片的点云模型生成原理图

7.3 室内三维场景配准与更新

(1) 室内三维场景纹理级别更新

室内三维场景纹理级别更新基本过程：

(a) 选择需要更新的墙面

打开对应的三维模型数据，找到对应的墙体面。

(b) 纹理的替换

用照片进行原有纹理的替换，要保证面的整体覆盖度。

(b) 更新保存

对于变更的纹理进行保存。

(2) 室内三维场景对象级别更新

(a) 选择需要更新的对象

打开对应的三维模型数据，找到对应的变更对象或变更的位置。

(b) 对象的变更

基于现场证据，进行变更对象的更新。

(c) 更新保存

对于变更的对象进行保存。

操作便捷性方案：

(d) 由于室内可移动的对象，具有一定的通用性，需要建立这些对象的标准三维模型，以方便操作。

(e) 为了方便标准对象模型的获取，建立很好的目录分类，进行标准对象模型的保存，生成标准对象库。

(3) 室内三维场景拓扑级别更新

这里主要进行了三个方面的对象级变更测试，分别如下：

a) 普通相机室内三维场景拓扑级更新原理

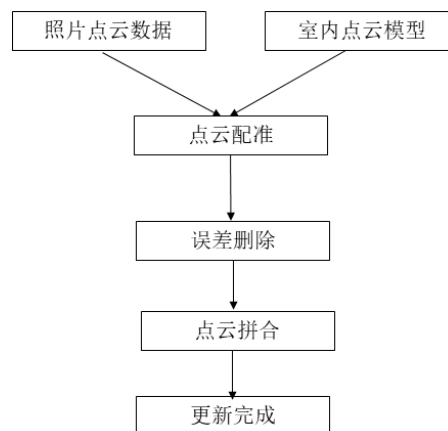


图 普通相机更新

b) 深度相机室内三维场景拓扑级更新原理

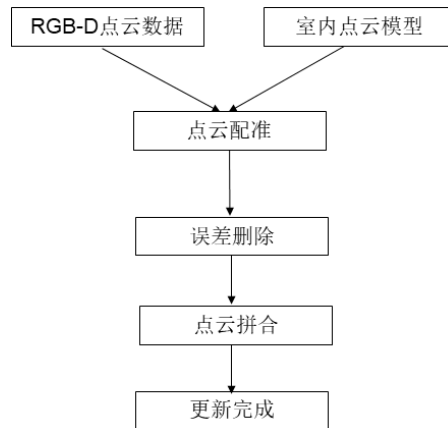


图 深度相机更新

7.4 室内三维场景更新速度

进行移动测图平台进行室内测图时，测图效率宜高于 1000 m²/h。

7.5 室内三维场景更新补测与重测

出现以下问题时，需要进行补测与重测：

- a) 数据采集出现异常，发生遗漏或错误记录等情况，并会对最后成图的质量带来直接影响；
- b) 数据更新处理后得到的地图未达到原始三维地图覆盖度、地图精度要求中的任意一项。

7.6 其他注意事项

室内测图的其他注意事项：

- a) 室内三维场景更新设备运行过程中应着重于数据的完整性检查，以减少补测和重测现象；
- b) 室内三维场景更新工作工程中应减少人员进入更新设备的感知区域，以此避免噪声的产生以及成图质量的影响；
- c) 室内三维场景更新完成应及时生成地图更新报告。

8. 质量控制

8.1 质量控制内容

a) 数据文件

数据文件质量控制的内容如下：

- 1) 影像数据检查和备份。下载影像原始数据并存储，检查影像数据文件编号记录完整性和影像质量；
- 2) 深度数据检查和备份。下载点云原始数据并存储，检查文件记录编号的完整性；

b) 照片数据

影像数据质量控制的内容如下：

- 1) 统计影像片数，检查是否漏拍；
- 2) 检查影像是否覆盖整个测区，是否有漏洞；
- 3) 检查影像数据重叠度是否与设计一致；
- 4) 检查影像的画面质量，包括色调、阴影和模糊等情况。

8.2 更新质量评价方法

室内三维场景更新评价指标如下：

a) 点云离散度

点云离散度用于评价激光在扫描面结构即墙体结构时对于同一墙面扫描结果的离散程度，离散程度越大点云扫描的质量越低。

点云离散度计算首先应取所得点云场景中若干墙体的点云片段，可采取特征值法、最小二乘法、稳健的特征值法等方法计算出点云的平面方程；其次，对每个片段的点云逐点计算出每点到平面的距离 d_{ij} ，再次，根据每片段得到的 d_{ij} 计算每个面的离散程度 σ_i ，最后，由每个面的离散程度 σ_i 取平均即可得到点云场景的点云离散度 σ 了。具体计算公式如下式：

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{(d_{ij} - \bar{d}_i)^T (d_{ij} - \bar{d}_i)}{n_i - 1}} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{\sigma_i}{N} \quad (2)$$

其中，各变量的含义如下：

i —选取的 N 个点云片段中的第 i 个；

j —选取的第 i 个点云片段中的第 j 个点；

d_{ij} —第 i 个平面中第 j 个点到平面的距离，单位为米；

\bar{d}_i —第 i 个平面各个点到平面距离的均值，单位为米；

n_i —第 i 个平面的总点数；

N —选取的点云片段的总量。

9. 相关文件制作

根据技术设计的要求，编写技术总结，主要内容包括室内三维场景更新的基本情况、获取的原始数据基本情况、数据处理结果及过程中出现的问题、解决方法以及数据精度评价等。图历簿内容应完整准确，表达清楚。

按 CH/T 1001 的要求编写技术总结。

10. 成果整理与上交

测图任务中涉及的所有文档资料（纸质和电子），数据资料，保存原件一份进行存档。
上交的成果和文件组织由技术设计书明确规定。

需要整理并上交的成果如下：

- a) 成果清单；
- b) 原始影像数据、深度数据；
- c) 技术设计书；
- d) 技术总结报告；
- e) 三维地图更新精度评价报告；
- f) 其他相关资料。