精确(±2cm)室内定位系统

布置手册

v2026_01_27

翻译版本。英文原版：
https://marvelmind.com/pics/Marvelmind_Robotics_ENG_placement_manual.pdf

Marvelmind robotics

版本变更

2026_01_27：新增简易3D跟踪——用于DJI无人机室内应用
2025_11_07：细微改进
2025_10_07：细微改进
2023_07_07_v1.2：细微改进
2023_07_03_v1.1：
- 新增Split-Modem架构
- 更新Multi-Modem架构
- 细微改进

2022_04_04_v1：
- 在说明中添加链接
- 所有链接更新为相关链接
- 更换Starter-Set照片
- 所有案例从Starter Set HW v4.9更新至Starter Set Super-MP-3D
- 新增Starter Set-Super-MP-3D的2D安装
- 新增Starter Set Super-MP-3D——简易3D安装
- 移除Mini-RX Starter Set——简易3D安装（产品已停产）
- 暂时移除自主巡检无人机（IA，2D，TDMA，垂直-XZ）幻灯片

2020_07_13_v0.09：将"带柱子的房间（IA，2D，TDMA）"重命名为"全重叠子地图（IA，2D，TDMA）"
2019_08_15_v0.08：新增幻灯片 隧道 1200x25m，自主巡检 (NIA, 2D)
2019_07_15_v0.07：新增幻灯片 带柱房间 (IA, 2D, TDMA)、房间+走廊 (IA, 2D, TDMA)、带柱房间+走廊 (IA, 2D, TDMA)、自主巡检无人机 (IA, 2D, TDMA, Vertical-XZ)
2018_11_07_v0.06：新增幻灯片 实时跟踪：降低延迟
2018_10_03_v0.05：新增幻灯片 超越默认设置的步骤
2018_06_25_v0.04：新增幻灯片组 使用子地图跟踪 100x100m 区域
2018_06_25_v0.04：新增幻灯片组 远距离跟踪 – 30x30m 区域
2018_06_19_v0.03：新增案例 多 Modem 1.5D – 地下车辆跟踪
2018_06_07_v0.02：新增案例 商务中心
2018_05_30_v0.01：初始发布

描述

本手册提供实用建议和示例，介绍如何在不同应用和配置中安装高精度 (±2cm) 室内定位系统以实现最佳性能

首次启动前，请查看：从开箱到自主驾驶/飞行的 8 个基本步骤
要了解更多关于室内定位系统的信息，请查看：室内定位系统的工作原理

Marvelmind robotics

目录

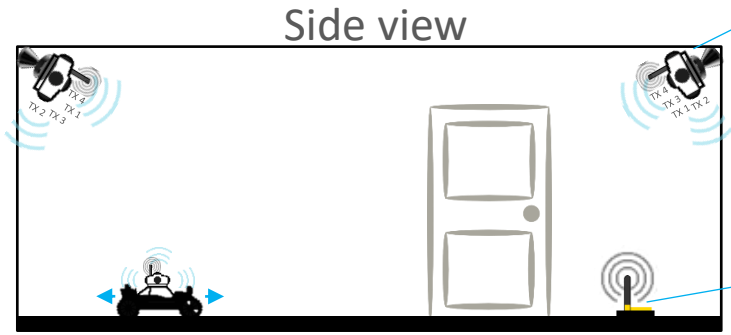
01a：简单 2D 跟踪 – 例如室内遥控车
01b：成对信标 2D – 位置 + 方向
02a：简单 3D 跟踪 – 例如室内无人机
02b：简单 3D 跟踪——适用于室内 DJI 无人机
02c：配对信标 3D——位置 + 方向
02d：Microphone RX1 指向性图
03：人行道、隧道、地铁、矿井的 2D 跟踪
04：2D 子地图
05：46x5m 区域内的轮式机器人（2D 导航）
06a：商业中心区域——2D 人员跟踪
06b：商业中心区域——2D 人员跟踪
7：100x100m 区域使用子地图进行跟踪
7.1：大面积 2D（100x100m）跟踪——多个子地图
7.2：系统详细视图
7.3：信标安装详细视图
7.4：2D 最佳配置
7.5：2D 拉伸配置
7.6：2D 超拉伸配置
7.7：3D 最佳配置
7.8：3D 拉伸配置
7.9：3D 超拉伸配置
7.10：总结——100x100m 区域
8a：完全重叠的子地图（IA，2D）
8b：完全重叠的子地图（IA、2D、TDMA）
9：房间 + 走廊（IA、2D）
9a：房间 + 走廊（IA、2D、TDMA）
10：带立柱的房间 + 走廊（IA、2D、TDMA）
11：1200x25m 隧道，自主巡检（NIA 或 IA、2D）
12：实时跟踪：降低延迟
13：无人机稳定"Z"值——设置与建议
14a：Multi-modem 1.5D——适用于超大型网络
14b：Split-Modem 架构——适用于快速移动对象
15a：30x30m 区域内的跟踪
15b：30x30m 区域内的跟踪——分区
15.1：步骤 1：构建距离图（2、3）
15.1a：如何冻结某对信标之间的距离
15.2：步骤 2：构建距离图（3、4）
15.3：步骤 3：构建距离图（4、5）
15.4: 步骤 4：构建距离地图 (2, 5)
15.5: 步骤 5：构建距离地图 (2, 4)
15.6: 步骤 6：构建距离地图 (3, 5)
15.6a: 手动距离输入
15.7: 步骤 7(a)：最终配置（3D 跟踪）
15.8: 步骤 7(b)：最终配置（2D 跟踪）
16: Starter Set HW v4.9 – 简易 3D 安装
17: 联系方式

约定：



Marvelmind robotics

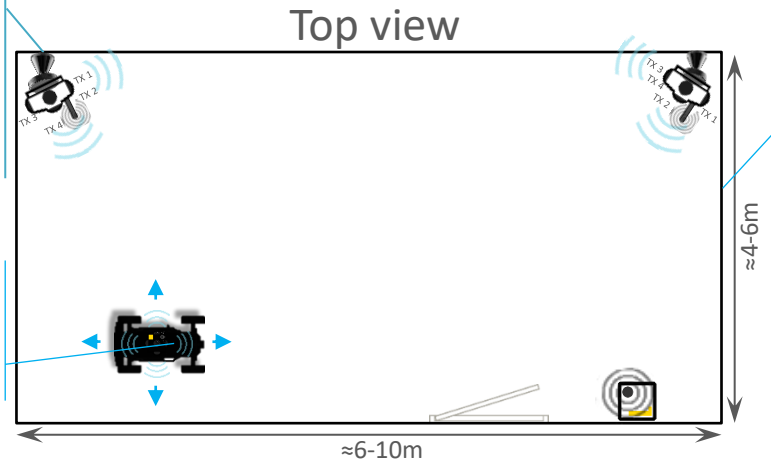
01a: 简易 2D 跟踪——例如室内 RC 车



固定 Super-Beacon
- 应安装在专用磁性支架上,支架相对墙面旋转 45 度,以最大限度减少超声波覆盖的阴影区。
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内

磁铁支架
相对墙面旋转 45 度



移动式 Super-Beacon
- 放置于叉车/机器人或人员上

房间
- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

Beacon

如何安装 Super-Beacon
更多信息请查看帮助：如何放置信标

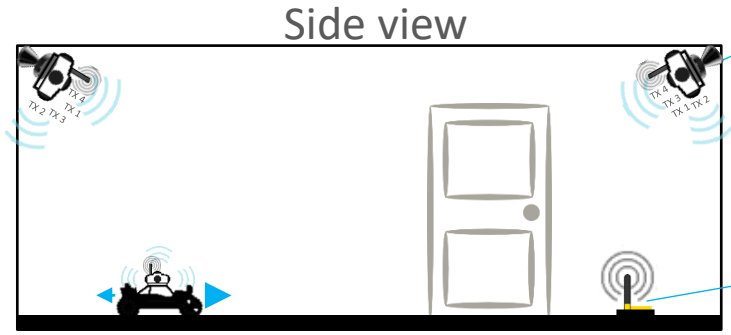
配置:
- Starter Set Super-MP-3D：
  - 2 个固定式 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中不同的频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
  - 1 个移动式 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1
- 2 个磁性支架

备注:
- 专为 2D 跟踪 (X,Y) 设计
  - 房间内单台 RC 车
  - 单轮机器人
  - 单人
- 不适用于无人机——需要 3D (X,Y,Z) 跟踪

架构:
- NIA(推荐用于熟悉系统及 1 个移动信标的场景)
- IA(推荐用于 >2-4 个移动信标的场景)

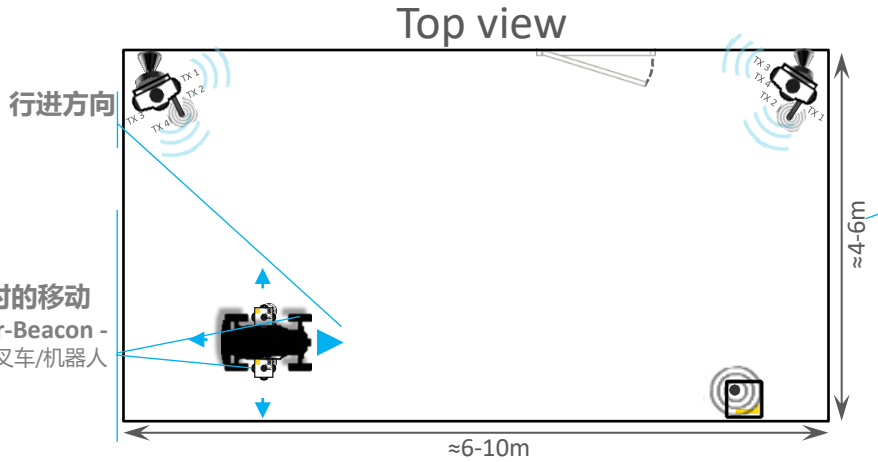
Marvelmind robotics

01b：配对信标 2D – 位置 + 方向



固定 Super-Beacon
- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内



房间
- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

Beacon

如何安装 Super-Beacon
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置：

- Starter Set Super-MP-3D + 移动 Super-Beacon：
  - 2 个固定式 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中不同的频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
  - 2 个移动 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1

  2 个磁性支架

  适用于既需要位置、又需要方向的场景
- 使用安装在机器人/无人机上的配对移动信标，不依赖指南针，避免室内金属较多时指南针给出错误结果
- 移动信标之间的基线越长，可实现的方向精度越高。当基线 >20cm 时可获得合理的方向精度。强烈建议使用 0.5m 或更长的基线

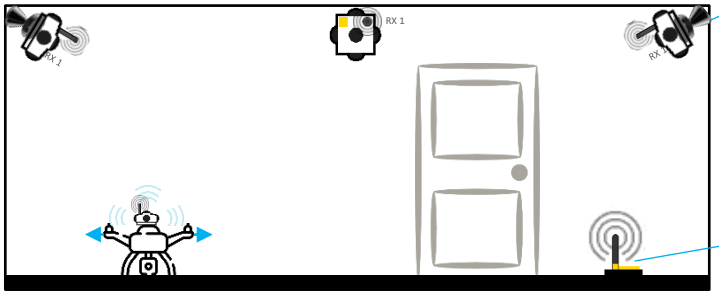
- 功能设置演示视频
- 要了解更多关于方向/朝向的信息，请参阅：IMU

架构：

- IA
- NIA(推荐用于2-4个以上移动信标)

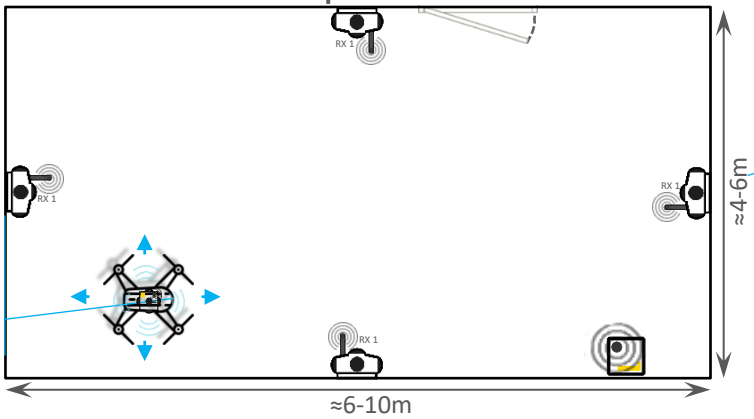
Marvelmind robotics

02a:简单三维跟踪——例如,室内无人机



固定 Super-Beacon
- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内



移动式 Super-Beacon
- 放置在无人机/多旋翼或人员上

房间
- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

Beacon

如何安装 Super-Beacon
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置:

- Starter Set Super-MP-3D：
  - 4 个固定式 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中的不同频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
  - 1 个移动式 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1

  4 个磁性支架

- 支持 3D (X,Y,Z) + 1 个冗余
- 专为快速评估具有 IMU 的精准（±2cm）室内 "GPS"而设计：
  - 无人机
  - VR 头盔
  - 需要快速更新率或在具有挑战性的环境中工作的系统，此时基于超声波的导航必须通过基于 IMU 的导航进行验证

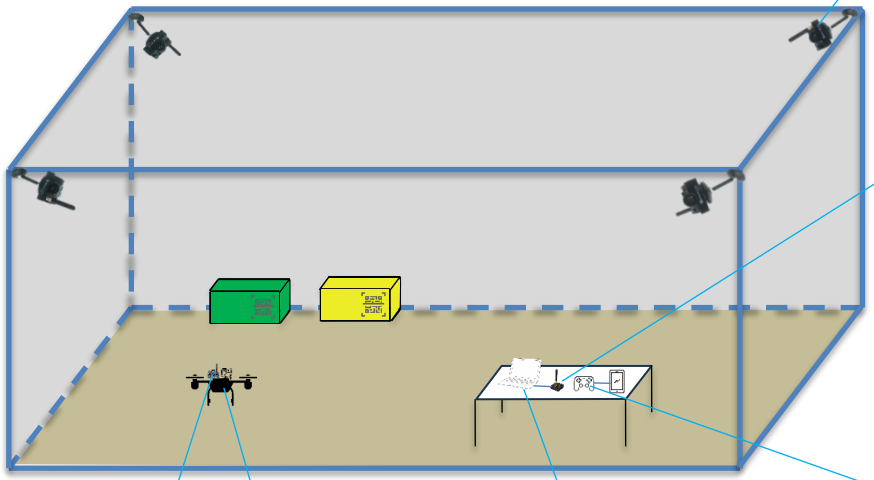
  - IMU+超声波传感器融合 => 可支持高达 100Hz 的更新率
  - 有助于在具有挑战性的环境中对位置跳变进行额外过滤
  - 在总体上需要 IMU 时

架构:

- IA
- NIA（推荐用于无人机和直升机）

Marvelmind robotics

02b：简单 3D 跟踪——适用于室内 DJI 无人机



固定 Super-Beacon
- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内

Marvelmind 应用 + DJI RC
- 特殊的 Marvelmind 安卓应用程序,允许远程控制系统。连接至 DJI RC

移动式 Super-Beacon
- 安装在无人机上

DJI 无人机
- 通过 DJI SDK 进行集成

Dashboard
- 用于系统设置。可视化无人机跟踪。数据流传输至您的 ERP 和 WMS

Beacon

如何安装 Super-Beacon
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置：

- Starter Set Super-MP-3D：
  - 4 个固定式 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中的不同频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
  - 1 个移动式 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1
- 4 个磁性支架
- 1 架 DJI 无人机
- 1 台 DJI RC + 安卓手机及 Marvelmind DJI 应用
- 1 台 Windows/Linux 笔记本电脑

备注：

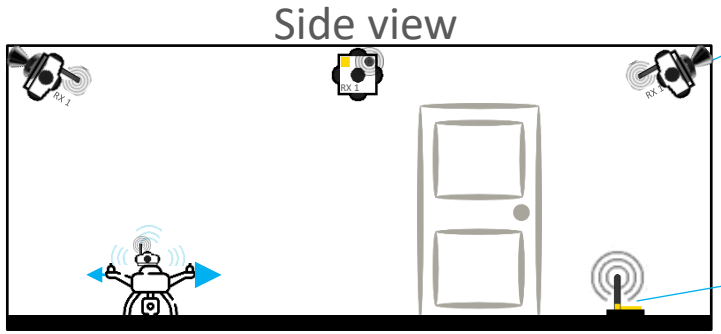
- 有关更多信息，请查阅 Marvelmind DJI 自主飞行手册
- DJI 无人机的要求是支持 MSDK 5.0+。有关受支持无人机的更多信息，请查阅 DJI MSDK 教程

架构：

- NIA
- MF NIA

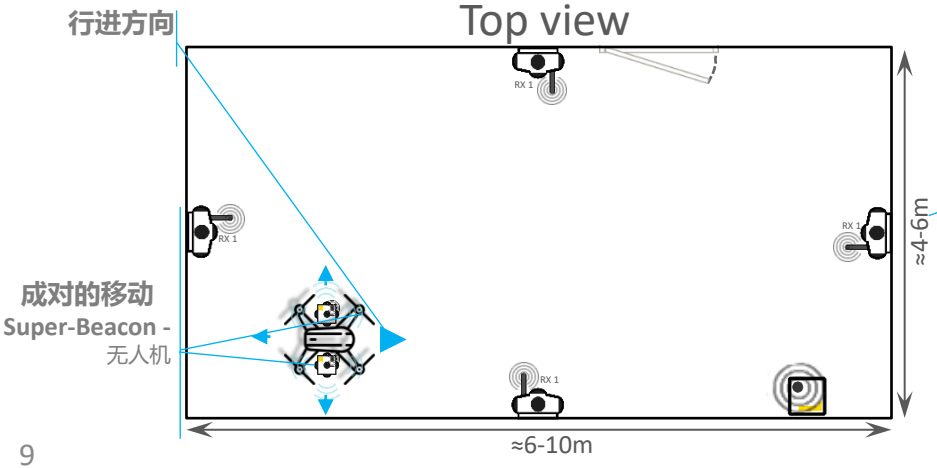
Marvelmind robotics

02c:配对信标 3D – 位置 + 方向



固定 Super-Beacon
- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内



房间
- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

Beacon

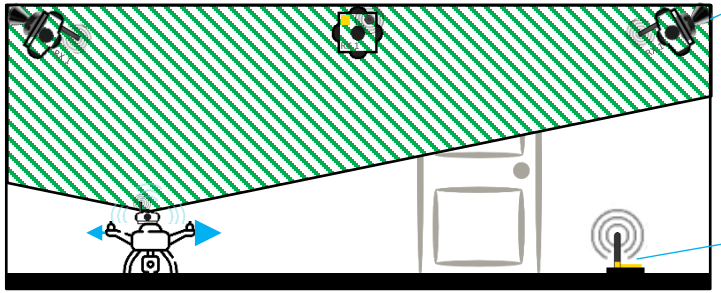
如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置:
- Starter Set Super-MP-3D + 移动 Super-Beacon：
  - 4 个固定式 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中的不同频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
  - 2 个移动 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1
- 4 个磁性支架
- 适用于既需要位置、又需要方向的场景
- 使用安装在机器人/无人机上的配对移动信标，不依赖指南针，避免室内金属较多时指南针给出错误结果
- 移动信标之间的基线越长，可实现的方向精度越高。当基线 >20cm 时可获得合理的方向精度。强烈建议使用 0.5m 或更长的基线
- 功能设置演示视频
- 要了解更多关于方向/朝向的信息,请查看:IMU, 每架无人机需要多少个移动信标?

架构:
- IA
- NIA（推荐用于无人机和直升机）

Marvelmind robotics

02d：麦克风 RX1 指向图



固定 Super-Beacon

- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1

- 需要跟踪时必须始终供电
- 可放置在距信标最多数十至数百米处，具体取决于所得的 RSSI



固定 Super-Beacon

- 由于相对麦克风的角度非常小，Super-Beacon 对移动信标不可见
- 这可能导致跟踪效果不佳或完全无法跟踪

备注：

- 本幻灯片显示 RX1 麦克风指向图。该图基于 3D IA 架构。在下方图片中，您可以看到移动 Super-Beacon 无法听到固定 Super-Beacon，因为相对麦克风的角度过小
- 请尽量避免此类情况，将固定信标尽可能放置在较高位置，或不要飞行得过于靠近固定信标所在平面
- 有关麦克风的更多信息，请查看我们的操作手册第 3.6.1 章节及我们的帮助：麦克风指向图视频

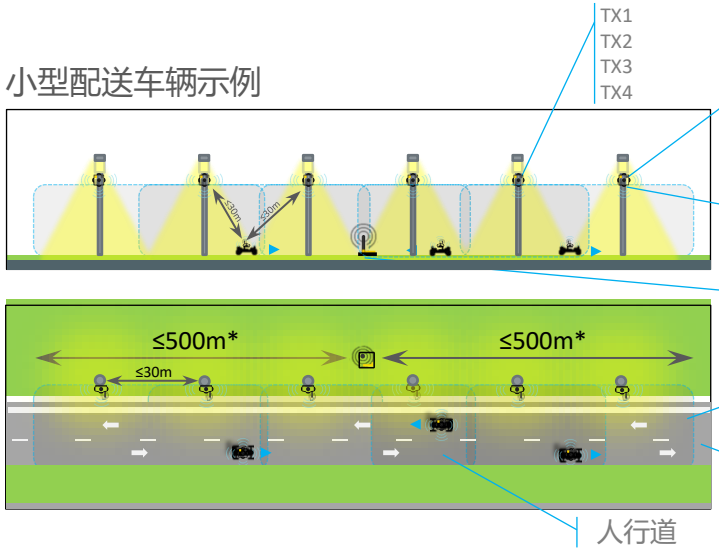
Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

03：人行道、隧道、地铁、矿井的 2D 跟踪

小型配送车辆示例



固定 Super-Beacon
- 应安装在灯杆高处——以最大限度减少超声波盲区
- 仅启用所需的传感器——以提升灵敏度和外部抗噪能力

灯杆

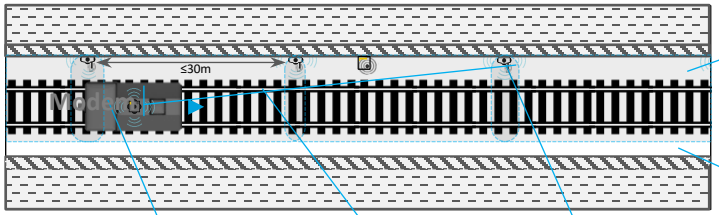
Modem HW v5.1
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可放置在距离信标数十米至数百米远处

略微重叠的子地图

人行道区域

人行道

地下轨道交通示例



子地图

隧道（地下、矿井等）

列车/电车

移动 Super-Beacon

固定 Super-Beacon

配置：

- Starter Set Super-MP-3D + N 个 Super-Beacon：
  - N 个固定式 Super-Beacon
  - N 个移动式 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1
- N 个磁性支架
- N 个全尺寸天线
- N 个 Omni-Microphone-IP67（推荐）

备注：

- 室外场景：公园、停车场、铁路
- 室内场景：地铁、隧道、长型仓库
- 2D 跟踪（线性布置）
- 请查看帮助：麦克风示意图视频
- 为获得更好的覆盖范围，可使用 Omni-Microphone-IP67

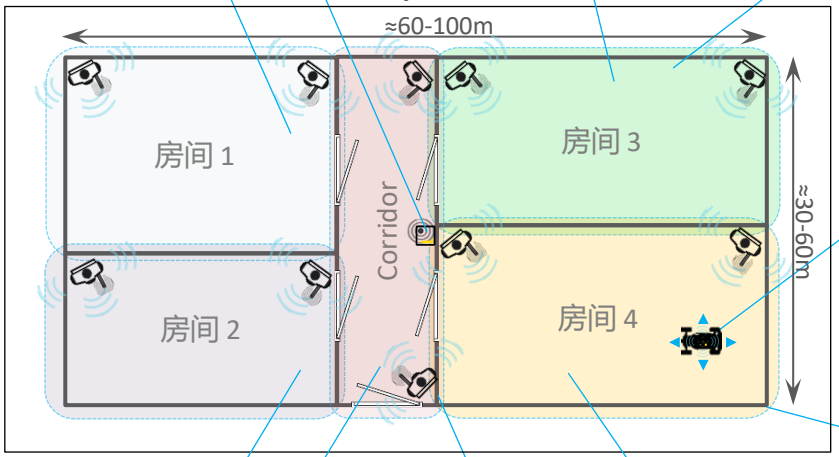
- 使用全尺寸天线时无线电覆盖距离可达 400m，使用特殊定向天线时每个方向可达 1km（开阔空间 2km）
- 在多 Modem 系统中可进一步扩展

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

04：2D 子地图



Modem HW v5.1
- 居中放置以获得最佳无线电覆盖

子地图/服务区域 4

子地图/服务区域 1

固定 Super-Beacon
- 应安装在墙壁高处或天花板上——以最大限度减少超声波盲区
- 仅启用所需的传感器——以提升灵敏度和外部抗噪能力

移动 Super-Beacon

建筑物

子地图/服务区域 2

子地图/服务区 5

子地图/服务区域 3

重叠的服务区域

配置：

- Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacons：
  - 10 个固定式 Super-Beacon
  - 1 个移动式 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1
- 10 个磁性支架

备注：

- 专为多房间建筑设计
- 此特定配置支持 2D 跟踪。如果构建 3D 子地图而非 2D 子地图，也可实现 3D 跟踪。请查看 Simple 3D Tracking
- 请查阅操作手册
- 请查看子地图帮助视频
- 请查看 Simple 2D Tracking 以构建正确的 2D 地图
- 请访问我们的网站 https://marvelmind.com/download/ =>
- 如何创建室内导航地图
- 如何构建大型室内定位系统
- 如何构建大于 30x30m 的地图?

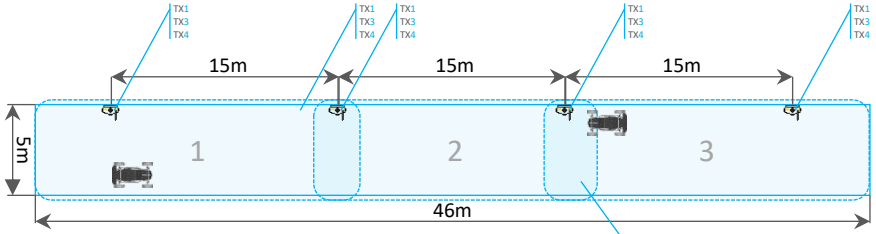
Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

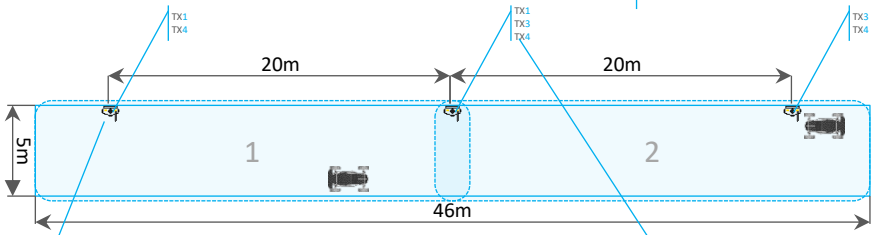
05： 46x5m 区域内的轮式机器人（2D 导航）

选项 1：最佳保守型，2D



子地图/服务区域相互重叠,以便在子地图之间平滑切换

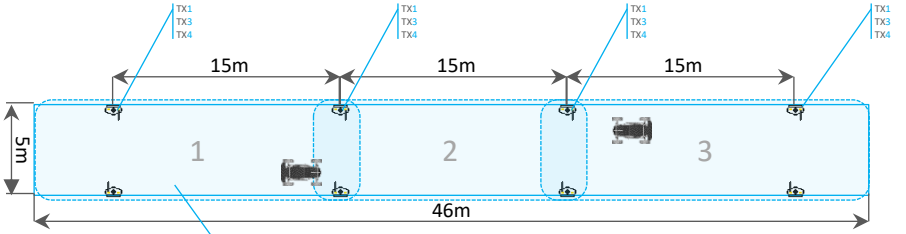
选项 2：拉伸型，2D



启用 TX1(朝右)和 TX4(朝前),并禁用 TX2/TX3/TX5。它们朝下、朝左、朝上,机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度/距离,并减少信标拾取的噪声/回声量

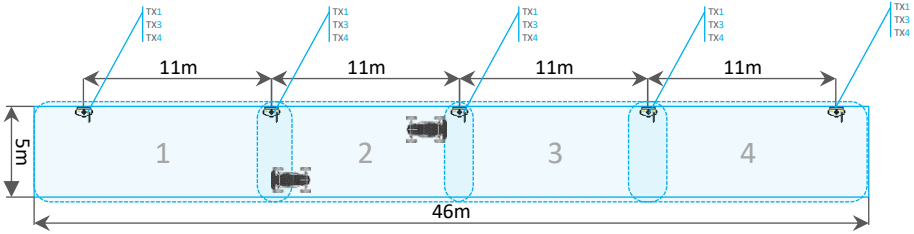
放置固定信标时,USB 接口朝下。每个信标仅启用所需的传感器。例如,此处启用 TX1(朝右)、TX4(朝前)、TX3(朝左),并禁用 TX2/TX5。它们朝上和朝下,机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度/距离,并减少信标拾取的噪声/回声量

选项 3：最佳保守型，3D



如何构建子地图和服务区域:
帮助视频:使用子地图构建大型地图

选项 4：保守型，2D



注意:

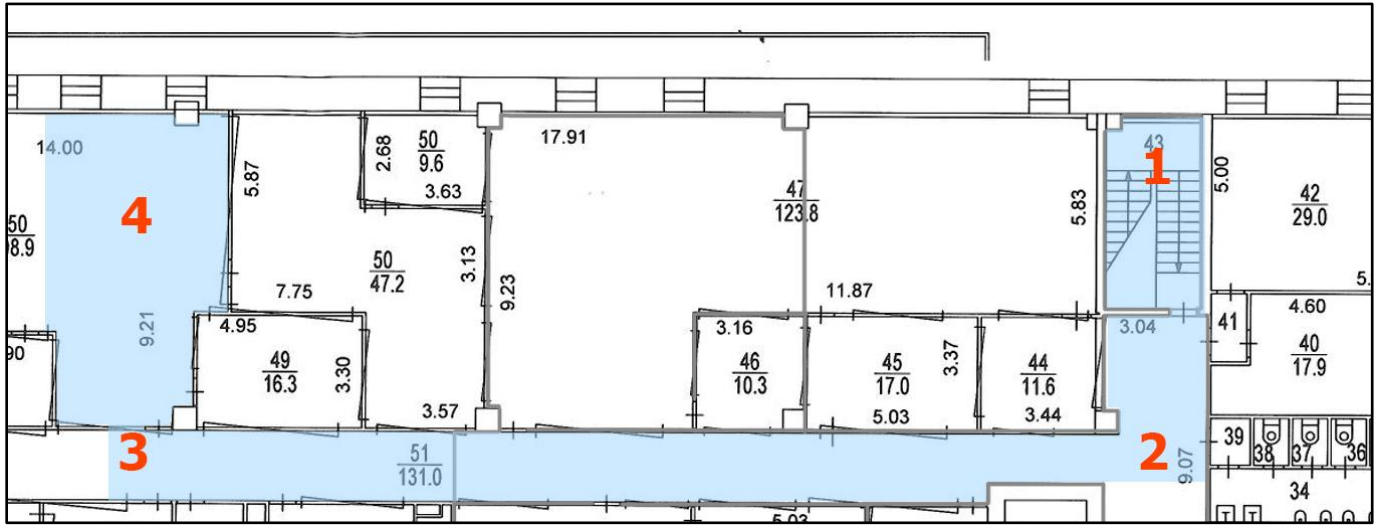
- 查看自主配送机器人 – 系统视图

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

06a：商业中心区域——2D 人员跟踪



客户期望：

- 使用 Marvelmind Indoor GPS Tracking System 覆盖所有蓝色区域，以便跟踪人员
- 展示如何正确放置信标
- 展示子地图
- 展示传感器设置
- 区域 1 和 4 需采用 3D 跟踪覆盖
- 区域 2 和 3 需采用 2D 跟踪覆盖

注意：

- 查看演示：精确的多楼层室内跟踪视频
- 查看演示：四名仓库工人的跟踪视频

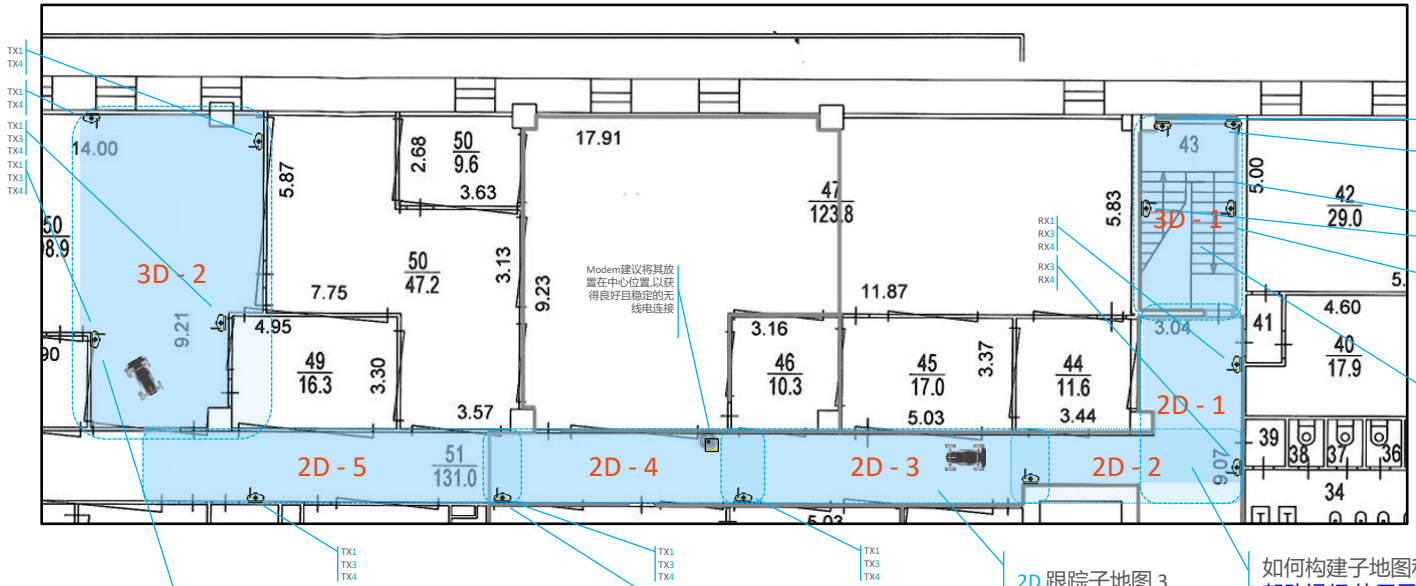
Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

*所有距离均以米为单位

Marvelmind robotics

06b：商业中心区域——2D 人员跟踪



配置：

- 14 个 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

在高度不同且距离较近的情况下，建议开启所有传感器。需要使用 3D 跟踪才能在走楼梯时跟踪高度变化

3D 跟踪子地图 1

2D 跟踪子地图 3

如何构建子地图和服务区域:
帮助视频:使用子地图构建大型地图
如何创建室内导航地图

启用 TX1(朝右)和 TX4(朝前),并禁用 TX2/TX3/TX5。它们朝下、朝左、朝上,机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度/距离,并减少信标拾取的噪声/回声量

放置固定信标时,USB 接口朝下。每个信标仅启用所需的传感器。例如,此处启用 TX1(朝右)、TX4(朝前)、TX3(朝左),并禁用 TX2/TX5。它们朝上和朝下,机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度/距离,并减少信标拾取的噪声/回声量

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

 *所有距离均以米为单位

7：100x100m 区域使用子地图进行跟踪

接下来的幻灯片将介绍在大型开放式仓库中使用带有子地图功能的Marvelmind室内"GPS"(NIA模式)进行追踪的设置。
它还包含一些安装提示和设置说明。我们提供了一些示例及其优缺点。由于系统相当灵活,因此展示了多种选项。

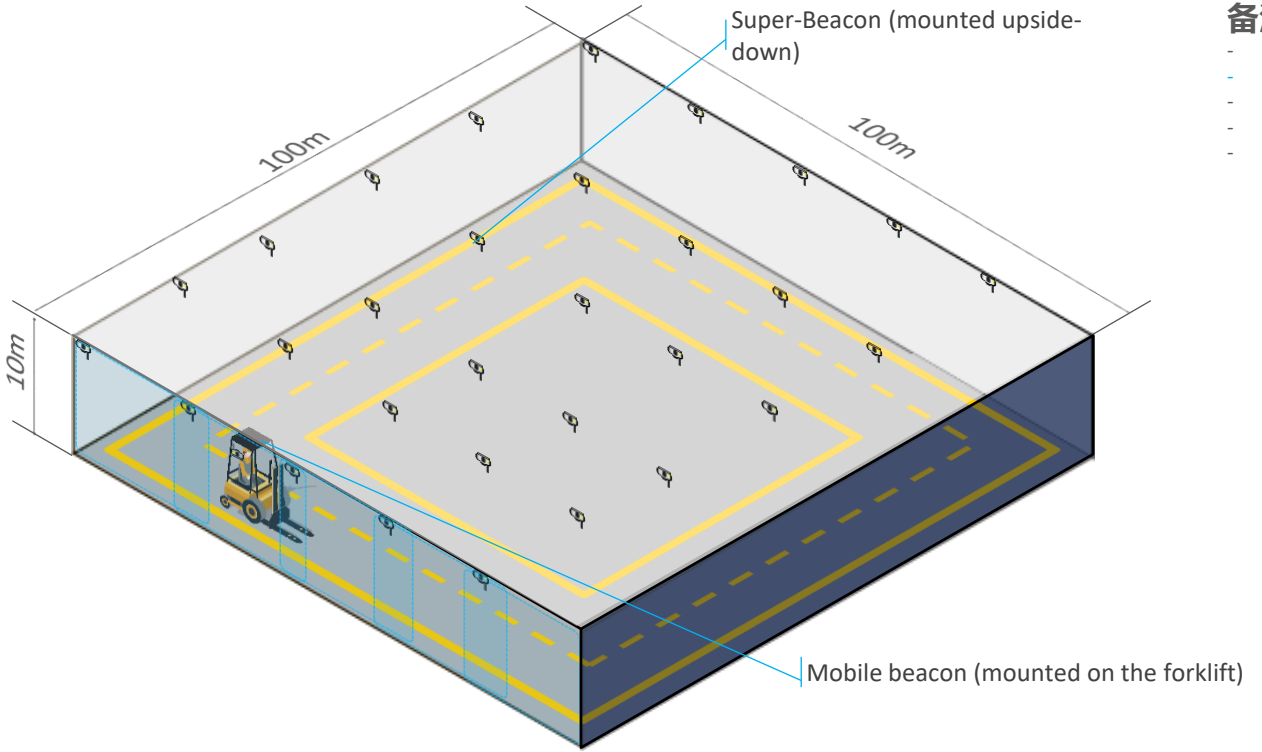
在我们的文章中了解更多:

- 如何构建大型室内定位系统
- 如何构建大于30x30m的地图?

Marvelmind robotics

7.1：大面积 2D（100x100m）跟踪——多个子地图

以下是使用NIA在开放式仓库中进行追踪的示例。固定Super-Beacon信标倒装安装在天花板上。移动信标朝上安装在叉车上。系统实时(1-6Hz)提供移动信标(叉车)的精确(±2cm)实时位置,并将其路径和所有位置存储在.CSV文件中,供后处理和分析使用。它还支持实时报警以及系统与叉车之间的双向通信(最高1-2kbps)。



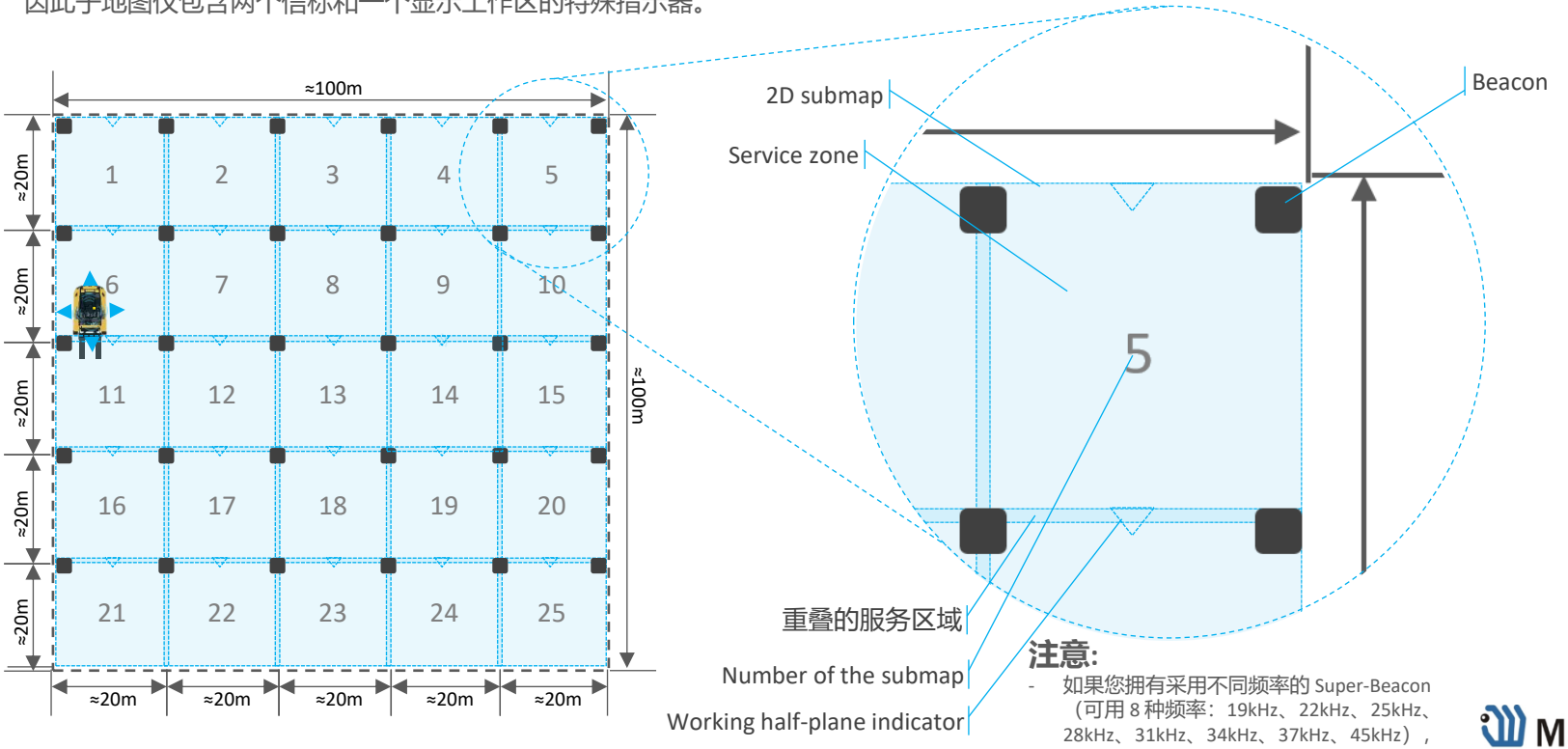
备注：

- 应用场景：大型开阔仓库
- 2D（x，y）追踪
- 多子地图
- 使用 NIA 进行布置
- 如果您拥有采用 8 个可用频率（19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz）中不同频率的 Super-Beacon，也可以为此地图使用 IA 配置

Marvelmind robotics

7.2：系统详细视图

所有需要追踪的区域均由固定式 Super-Beacon 覆盖。信标按栅格方式安装在天花板上，确保在需要追踪的任何位置，叉车上的移动式 Super-Beacon 与天花板上的 2 个或更多固定式 Super-Beacon 之间的距离小于 30m。服务区相互重叠，以实现平滑切换。这是 NIA 下的 2D 地图示例，因此子地图仅包含两个信标和一个显示工作区的特殊指示器。



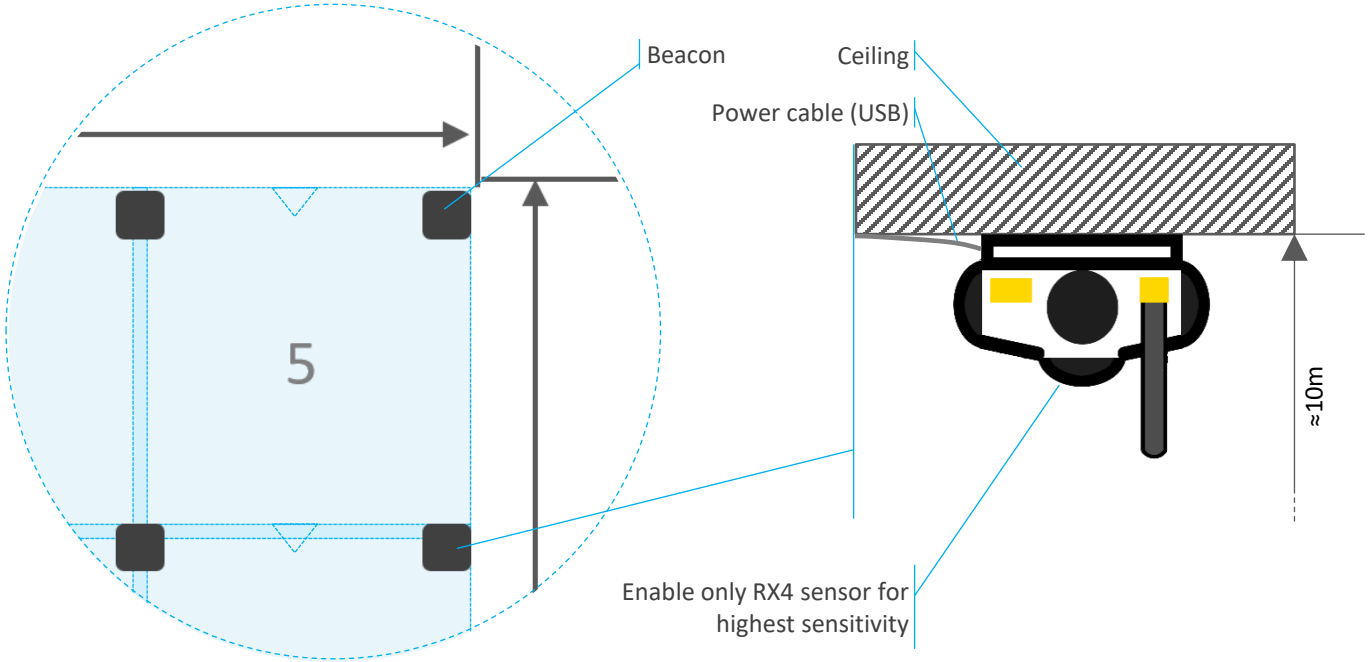
注意:

- 如果您拥有采用不同频率的 Super-Beacon（可用 8 种频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz），也可以为此地图使用 IA 配置

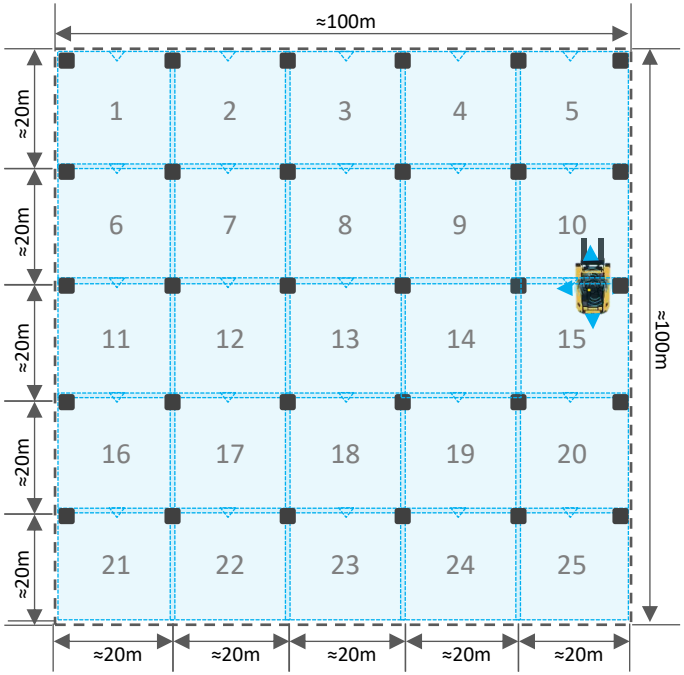
7.3：信标安装详细视图

信标倒置安装在天花板上。工作传感器为 RX4。当其他传感器（RX1、RX2、RX3、RX5）被禁用时，信标在 RX4 方向上具有最高灵敏度，并对其他方向具有抗噪能力。示例中的高度为 10m。

信标可由内置 LiPol 电池供电，但建议提供外部电源（普通 USB）或 ~110/220=>5V USB 转换器



7.4：2D 最佳配置



备注：

由于该配置用于 2D，因此仅提供 X 和 Y 坐标。
该配置设计用于追踪，例如在没有高货架的开阔仓库中追踪叉车。

优点：

- 稳定的追踪
- 非常精确（±2cm）
- 专为叉车设计

缺点：

- 相比拉伸配置需要更多信标（价格更高）

配置：

100x100m "2D 最优"：

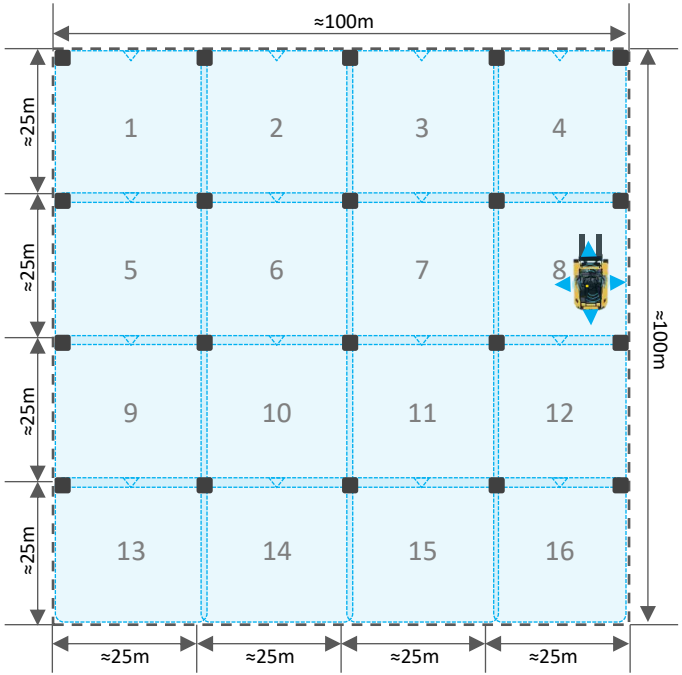
- 30 个固定式 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

查看视频：

- 自主配送机器人 – 系统视图
- 实时跟踪：精确室内定位
- 如何精确（±2cm）跟踪 10 台叉车

Marvelmind robotics

7.5：2D 拉伸配置



备注：

"2D 拉伸"配置实际上与"2D 最优"相同，但适用于信标之间更长的距离。但跟踪可能会被外部噪声或过弱的超声波信号中断。

它也是 2D 的，因此仅提供 X 和 Y 坐标。

优点：

- 总成本低于2D最优配置

缺点：

- 跟踪稳定性可能不如2D最优配置

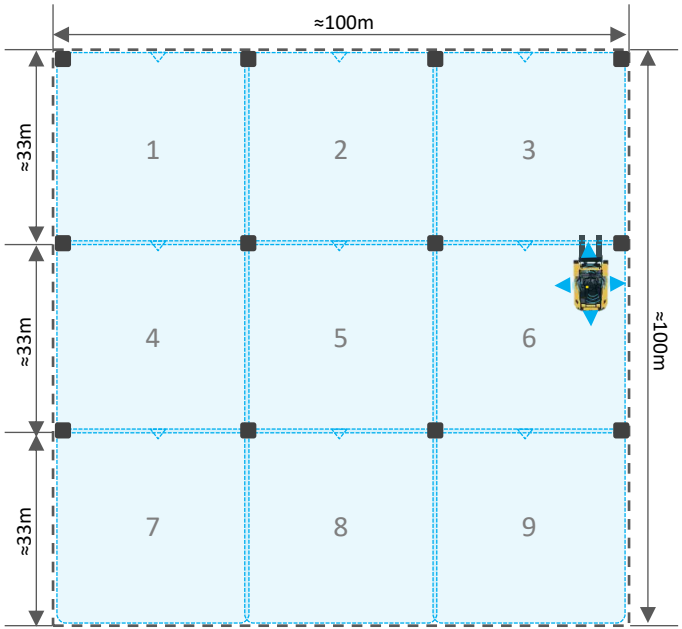
配置：

100x100m "2D拉伸"：

- 20 x 固定式 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

Marvelmind robotics

7.6：2D 超拉伸配置



备注：

"2D超拉伸"配置由于距离最大，具有最佳的价格优势。

该方案为2D，因此仅提供X和Y坐标。

- 优点：
- 三种配置中总成本最低
- 缺点：
- 相比其他配置，可能需要更多手动和精细的设置

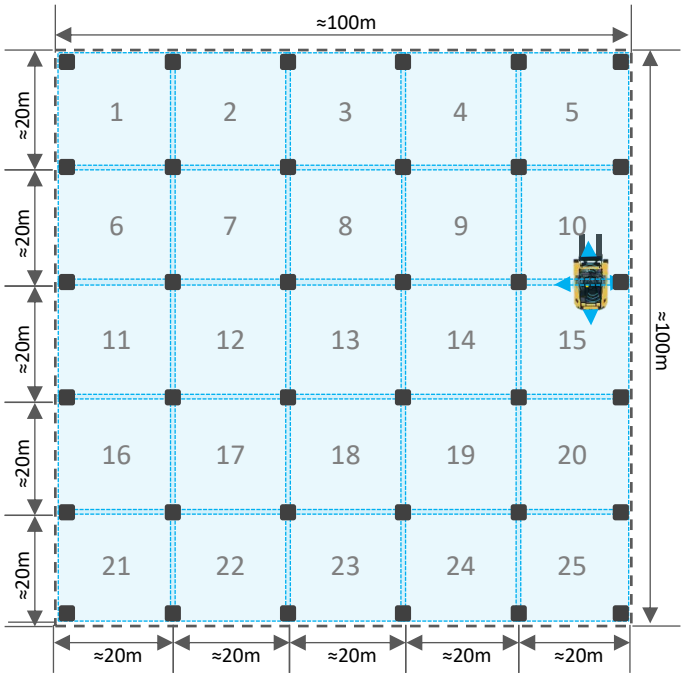
配置：

100x100m "2D超拉伸"：

- 12 x 固定式 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

Marvelmind robotics

7.7：3D 最佳配置



备注：

"3D 优化"配置在性价比方面较为均衡。
该配置为 3D 模式，因此可提供 (X,Y,Z) 定位。
该配置具备 3+1 冗余。这意味着，若子地图中 4 个信标中的 1 个被遮挡，3D 跟踪功能仍可正常工作。
该配置不仅适用于跟踪叉车，还适用于跟踪在无高大货架的开阔仓库中的无人机。

优点：

- 稳定的追踪
- 适用于无人机 – 提供 3D (x, y, z) 定位

缺点：

- 信标数量多于拉伸型配置

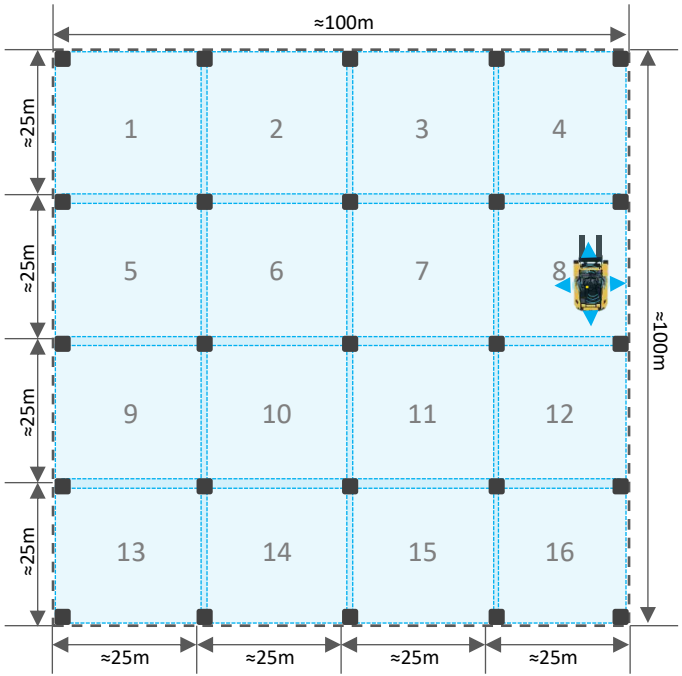
配置：

100x100m "3D 优化"：

- 36 个 固定 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

Marvelmind robotics

7.8：3D 拉伸配置



备注：

配置"3D 拉伸"实际上与"3D 最优"相同，但适用于更远的距离。这在价格上具有优势，但跟踪可能会因噪声而中断。该配置为 3D，因此可提供 (X, Y, Z) 定位。

该配置具备 3+1 冗余。这意味着，若子地图中 4 个信标中的 1 个被遮挡，3D 跟踪功能仍可正常工作。
该配置不仅适用于跟踪叉车，还适用于跟踪在无高大货架的开阔仓库中的无人机。

优点：

- 成本低于 3D 最优配置

缺点：

- 设置比 3D 最优配置更复杂，性能稳定性较低

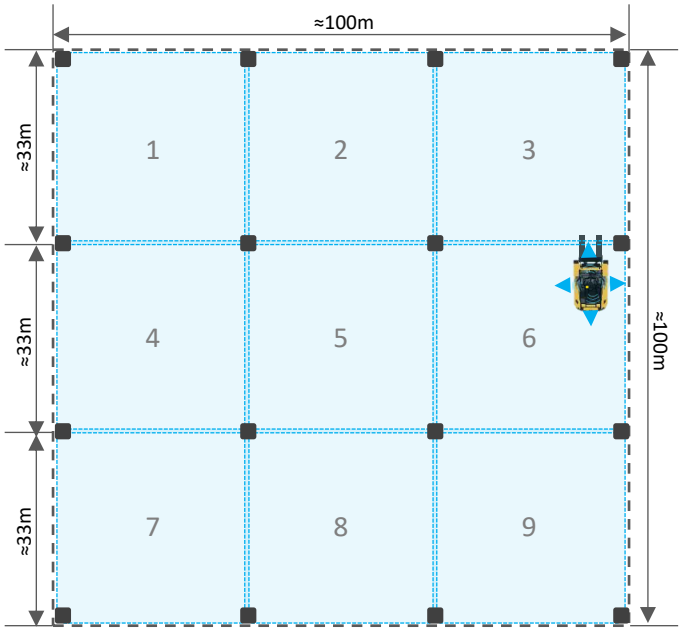
配置：

100x100m "2D拉伸"：

- 25 x 固定式 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

Marvelmind robotics

7.9：3D 超拉伸配置



备注：

配置"3D 超拉伸"具有最佳价格，因为距离最大，但它主要是为未来的 HW/SW 版本设计的。
它是 3D 的，因此仅提供 X 和 Y 坐标。
它具有 3+1 冗余。这意味着，如果子地图中 4 个信标中有 1 个被阻挡，跟踪仍然存在。

优点：

- 三种配置中总成本最低

缺点：

- 相比其他配置，可能需要更多手动和精细的设置

配置：

100x100m "2D超拉伸"：

- 16 个固定式 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

Marvelmind robotics

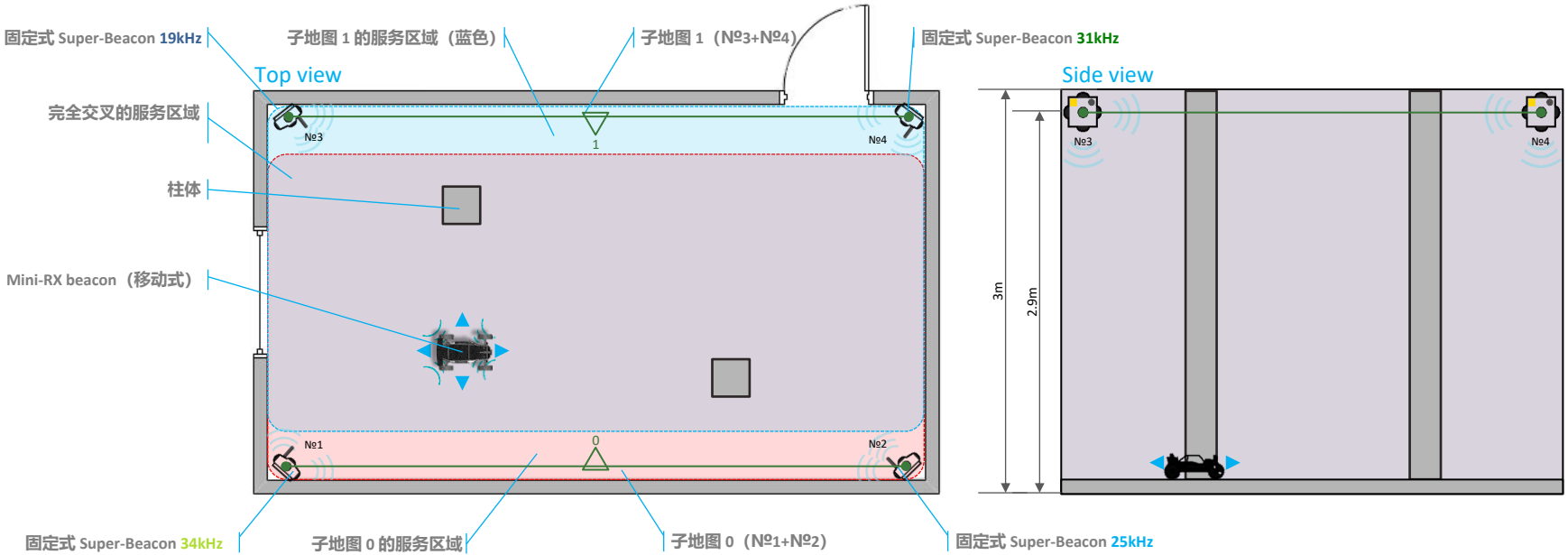
7.10：总结——100x100m 区域

我们展示了在 100x100m 仓库中以 ±2cm 精度跟踪移动资产（车辆、叉车、无人机）的不同配置。
我们还提供了一些关于系统安装和设置的建议：

- 2D 最优
- 2D 拉伸
- 2D 超拉伸
- 3D 最优
- 3D 拉伸
- 3D 超拉伸

Marvelmind robotics

8a：完全重叠的子地图（IA，2D）



配置：

- Inverse Architecture (IA)：
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 19kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 25kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 31kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 34kHz
  - 1 个 Mini-RX 作为移动信标（若有更多移动对象，可使用更多 Mini-RX）
  - 1 个 Modem HW v5.1

备注：

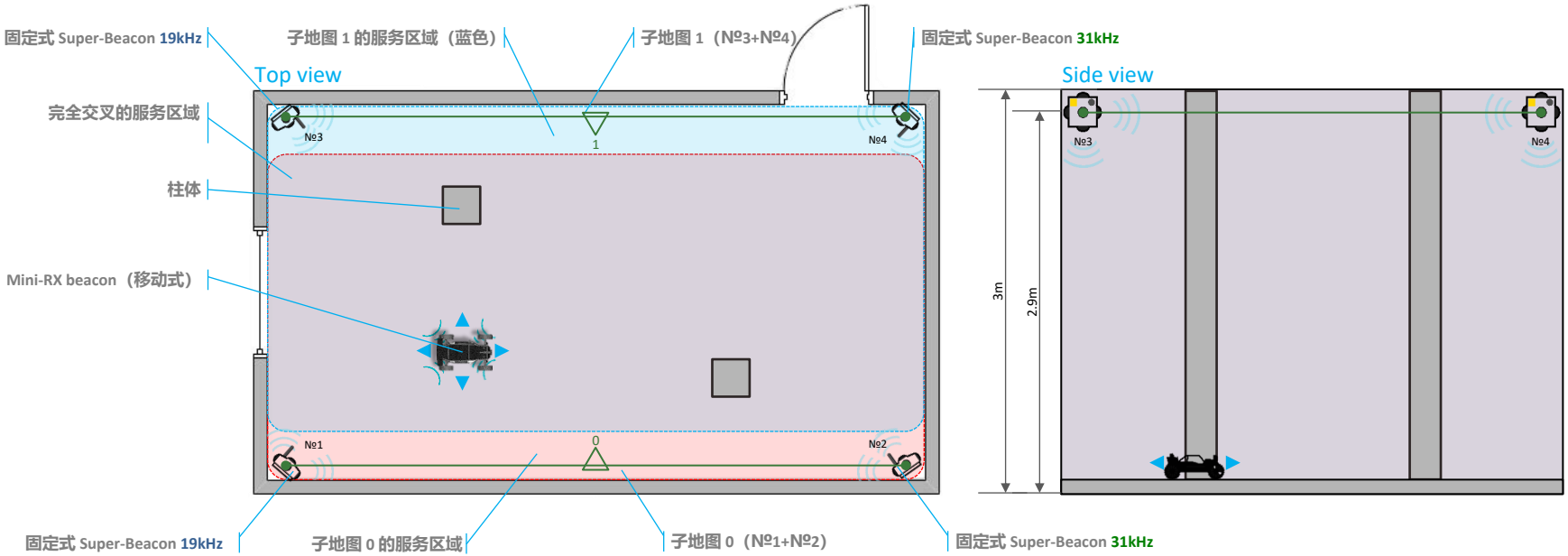
- 如果一个子地图被遮挡，另一个子地图将提供稳定的跟踪
- 在同一个子地图中，每个 beacon 的频率不应重复（例如，同一子地图中不能出现两个 31kHz、37kHz 等 beacon）
- 查看 Cinema Museum 中对参观者的精确（±2cm）跟踪视频

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

8b：完全重叠的子地图（IA、2D、TDMA）



配置：

- 带 TDMA 的反向架构 (IA)：
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 19kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 31kHz
  - 1 个 Mini-RX 作为移动信标（若有更多移动对象，可使用更多 Mini-RX）
  - 1 个 Modem HW v5.1

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

备注：

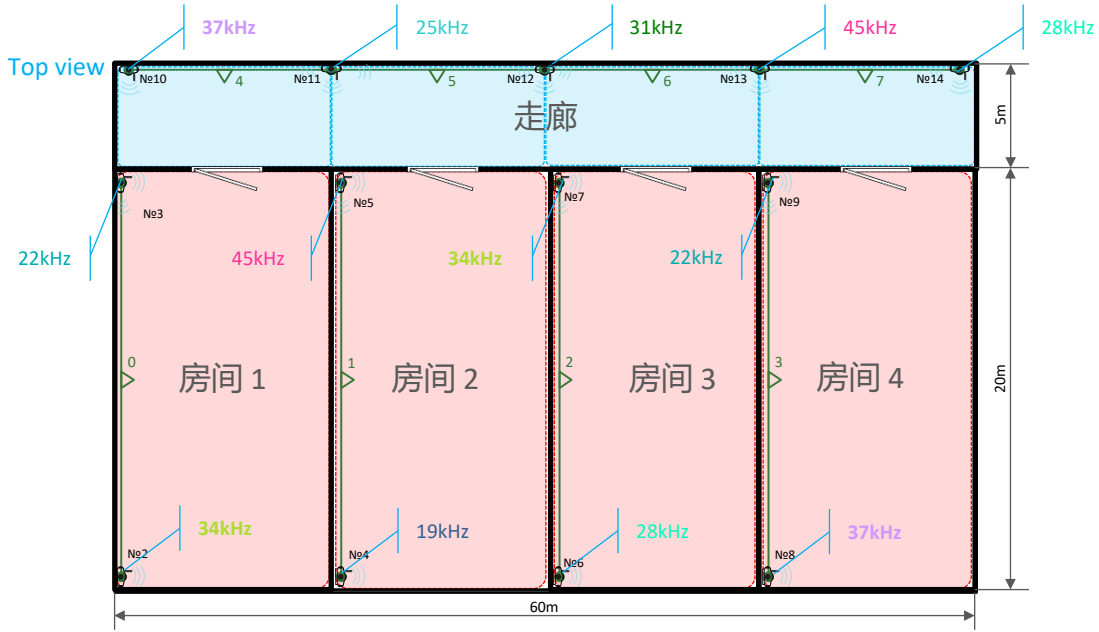
- TDMA 功能有助于在复杂情况下提高跟踪质量
- 如果一个子地图被遮挡，另一个子地图将提供稳定的跟踪
- 在同一个子地图中，每个 beacon 的频率不应重复（例如，同一子地图中不能出现两个 31kHz、37kHz 等 beacon）
- 有关 TDMA 的更多详细信息，请查阅操作手册（第 6.2 章）
- 观看 Marvelmind Jacket 室内跟踪视频
- 观看电影博物馆访客室内跟踪视频

TDMA 设置：

- TDMA 序列长度 = 2
- TDMA 在序列中的位置：
  - 子地图 0 = 0
  - 子地图 1 = 1

Marvelmind robotics

9：房间 + 走廊（IA、2D）



配置：

- 采用 8 个频率的反向架构（IA）：
  - 1 x 固定式 Super-Beacon 19kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 22kHz
  - 1 x 固定式 Super-Beacon 25kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 28kHz
  - 1 个 Mini-RX 作为移动信标（若有更多移动对象，可使用更多 Mini-RX）
  - 1 个 Modem HW v5.1
  - 1 x 固定式 Super-Beacon 31kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 34kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 37kHz
  - 2 x 固定式 Super-Beacon 45kHz

Beacon

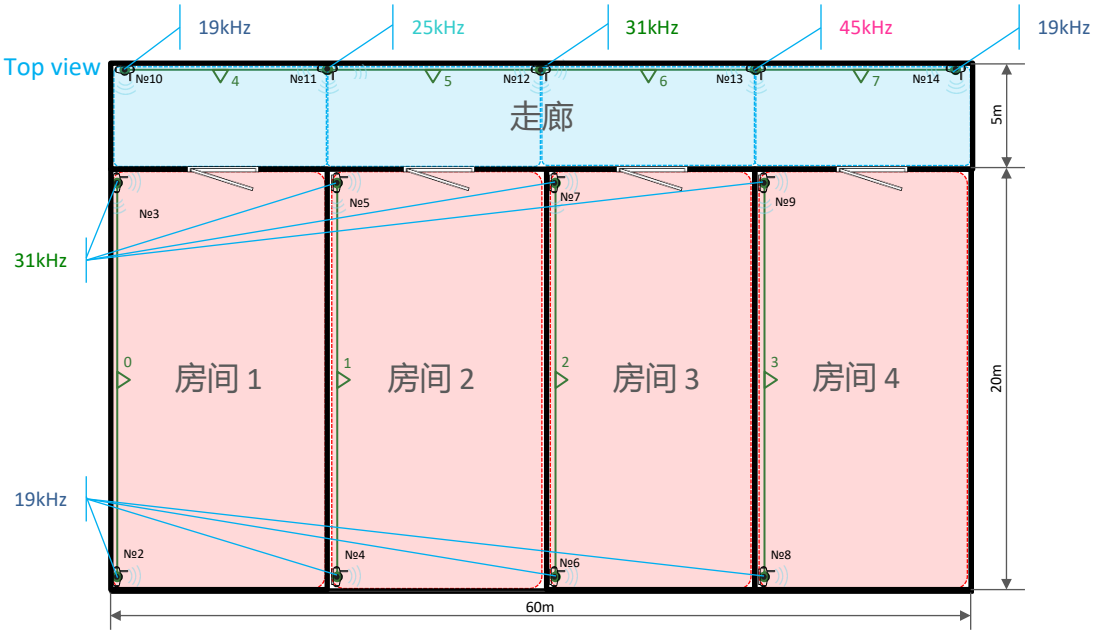
如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

备注：

- 专为办公室内跟踪人员或机器人而设计
- 此特定配置支持 2D
- 您可以根据需要更改配置。
- 在同一个子地图中，每个 beacon 的频率不应重复（例如，同一子地图中不能出现两个 31kHz、37kHz 等 beacon）
- 有关 TDMA 的更多详细信息，请查阅操作手册（第 6.2 章）
- 请查看子地图帮助视频
- 查看跟踪 4 名仓库工人的视频

Marvelmind robotics

9a：房间 + 走廊（IA、2D、TDMA）



配置：

- 带 TDMA 的反向架构 (IA)：
  - 6 个固定式 Super-Beacon 19kHz
  - 1 × 固定式 Super-Beacon 25kHz
  - 5 个固定式 Super-Beacon 31kHz
  - 1 个固定式 Super-Beacon 45kHz
  - 1 个 Mini-RX 作为移动信标（若有更多移动对象，可使用更多 Mini-RX）
  - 1 个 Modem HW v5.1

备注：

- 专为办公室内跟踪人员或机器人而设计
- 此特定配置支持 2D
- 在同一个子地图中，每个 beacon 的频率不应重复（例如，同一子地图中不能出现两个 31kHz、37kHz 等 beacon）
- 有关 TDMA 的更多详细信息，请查阅操作手册（第 6.2 章）
- 请查看子地图帮助视频
- 查看博物馆演示中的 TDMA 视频
- 查看跟踪 4 名仓库工人的视频

Beacon

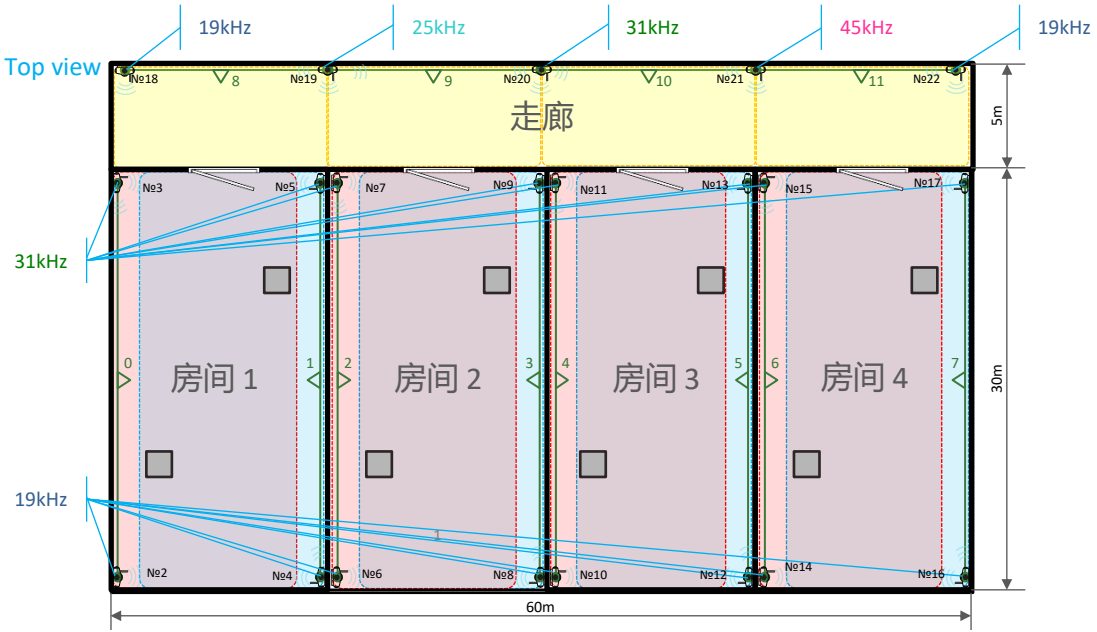
如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

TDMA 设置：

- TDMA 序列长度 = 2
- TDMA 在序列中的位置：
  - Submap 0-3 = 0
  - Submap 4-7 = 1

Marvelmind robotics

10：带立柱的房间 + 走廊（IA、2D、TDMA）



如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置：

- 带 TDMA 的反向架构 (IA)：
  - 10 × 固定式 Super-Beacon 19kHz
  - 1 × 固定式 Super-Beacon 25kHz
  - 9 × 固定式 Super-Beacon 31kHz
  - 1 个固定式 Super-Beacon 45kHz
  - 1 个 Mini-RX 作为移动信标（若有更多移动对象，可使用更多 Mini-RX）
  - 1 个 Modem HW v5.1

备注：

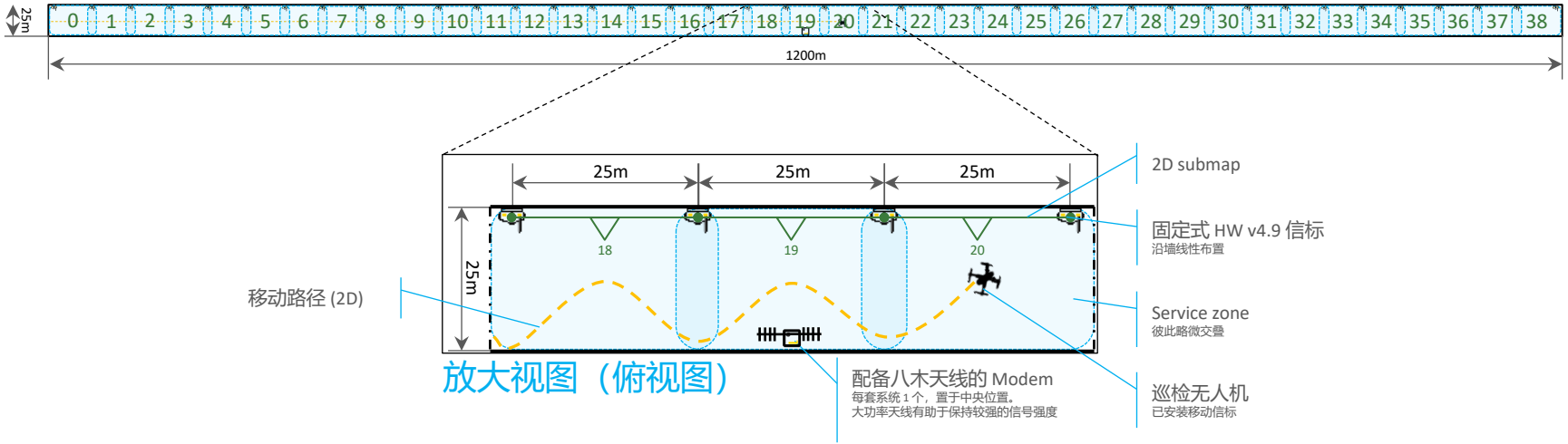
- 专为办公室内跟踪人员或机器人而设计
- 此特定配置支持 2D
- 在同一个子地图中，每个 beacon 的频率不应重复（例如，同一子地图中不能出现两个 31kHz、37kHz 等 beacon）
- 有关 TDMA 的更多详细信息，请查阅操作手册（第 6.2 章）
- 请查看子地图帮助视频
- 查看博物馆演示中的 TDMA 视频
- 查看跟踪 4 名仓库工人的视频

TDMA 设置：

- TDMA 序列长度 = 3
- TDMA 在序列中的位置：
  - 子地图 0、2、4、6 = 0
  - 子地图 1、3、5、7 = 1
  - 子地图 8、9、10、11 = 2

11：1200x25m 隧道，自主巡检（NIA 或 IA、2D）

总体视图（顶视图）



放大视图（俯视图）

配置：

- 非反向架构 (NIA) 或反向架构 (IA)：
  - 40 个固定式 Super-Beacon（IA 模式下采用 8 个频率）
  - 1 个 Modem HW v5.1
  - N 个 Super-Beacon 作为移动信标

备注：

- 专为自主隧道巡检设计
- 在 IA 模式下，同一子地图中每个信标的频率不得重复（例如，同一子地图中不能有两个 31kHz、37kHz 等频率的信标）
- 详情请参阅操作手册（TDMA 章节）
- 请查看子地图帮助视频

Beacon

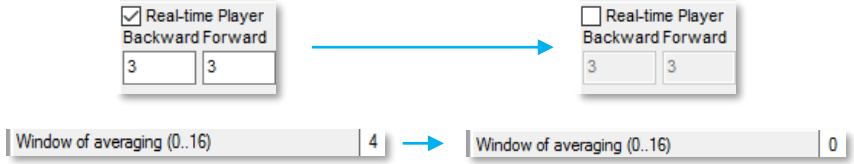
如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

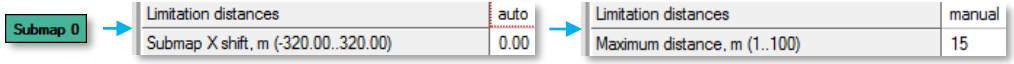
12：实时跟踪：降低延迟

如需尽可能短的延迟，请参照本说明

1. 关闭实时播放器
   - 实时播放器是一项使跟踪路径更加平滑的功能。由于其需要向前和向后查看,因此会产生一些小的延迟。如果您需要减少延迟,请将其关闭。将实时播放器设置为 0/0 或禁用。将 Modem 设置中的实时平均窗口设置为 0,而不是默认的 4



2. 将无线配置提高至更高速度 => 500kbps,而不是默认的 38kbps
3. 更改距离限制
   - 进入子地图设置,将其从 Auto 更改为 Manual,并将其设置为子地图中移动 beacon 与固定 beacon 之间的最大距离 - 10-15m - 取决于您的实际情况。延迟为 1.2..1.5/更新率,即对于 16Hz 超声波更新率,延迟约为 100ms



4. 使用 IMU + 超声波融合。
   - 当位置更新率达到 4-8Hz 或以上时,传感器融合效果良好,最终更新率可达 100Hz,延迟约为 12-15ms

注意:

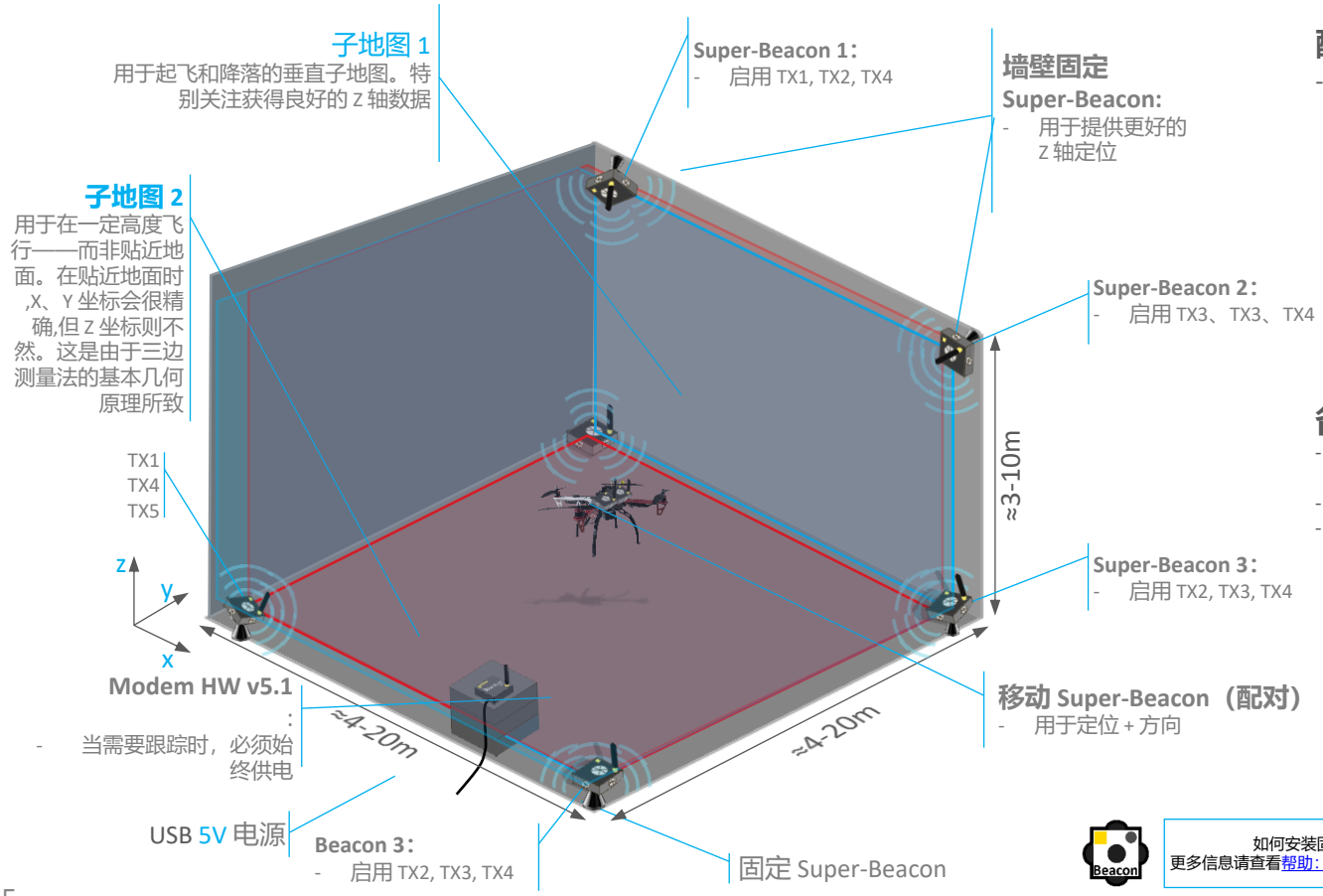
- 请查阅我们的文章:
https://marvelmind.com/download/ =>
如何提高位置更新率?

Marvelmind robotics

高级设置

Marvelmind robotics

13：无人机稳定"Z"值——设置与建议



配置：

- Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon：
  - 6 个固定 Super-Beacon
  - 1 个移动 Super-Beacon（或 2 个移动 Super-Beacon 以支持 Paired Beacon 功能——可同时获得位置 + 方向）
  - 1 个 Modem HW v5.1

备注：

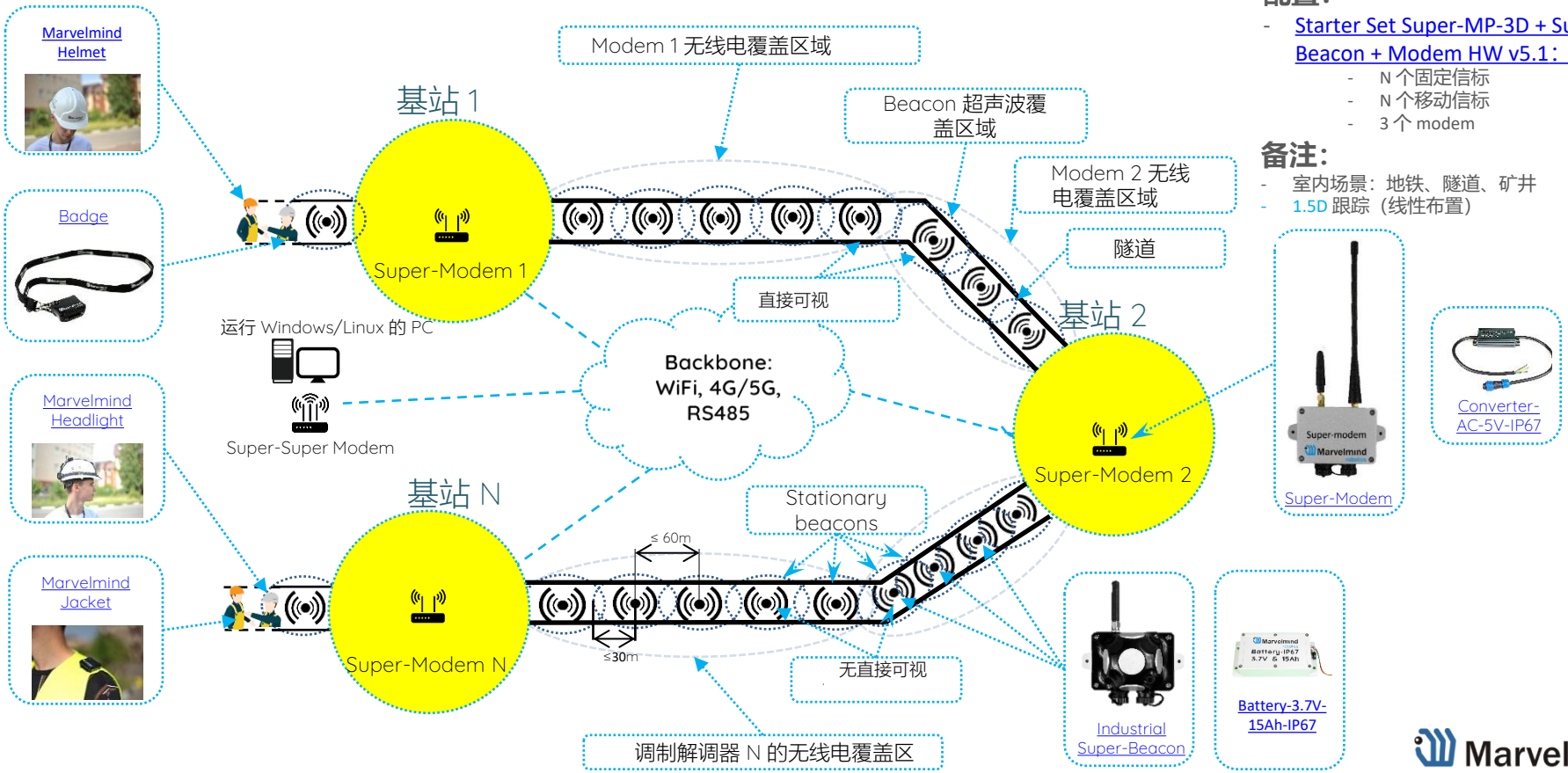
- 专为室内自主飞行无人机设计，在各种高度下均能实现良好的 Z 轴跟踪
- 支持 3D (X,Y,Z) + N 冗余
- 详细视频帮助：Help: Z-coordinates for copters

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

Marvelmind robotics

14a： Multi-modem 1.5D——适用于超大型网络



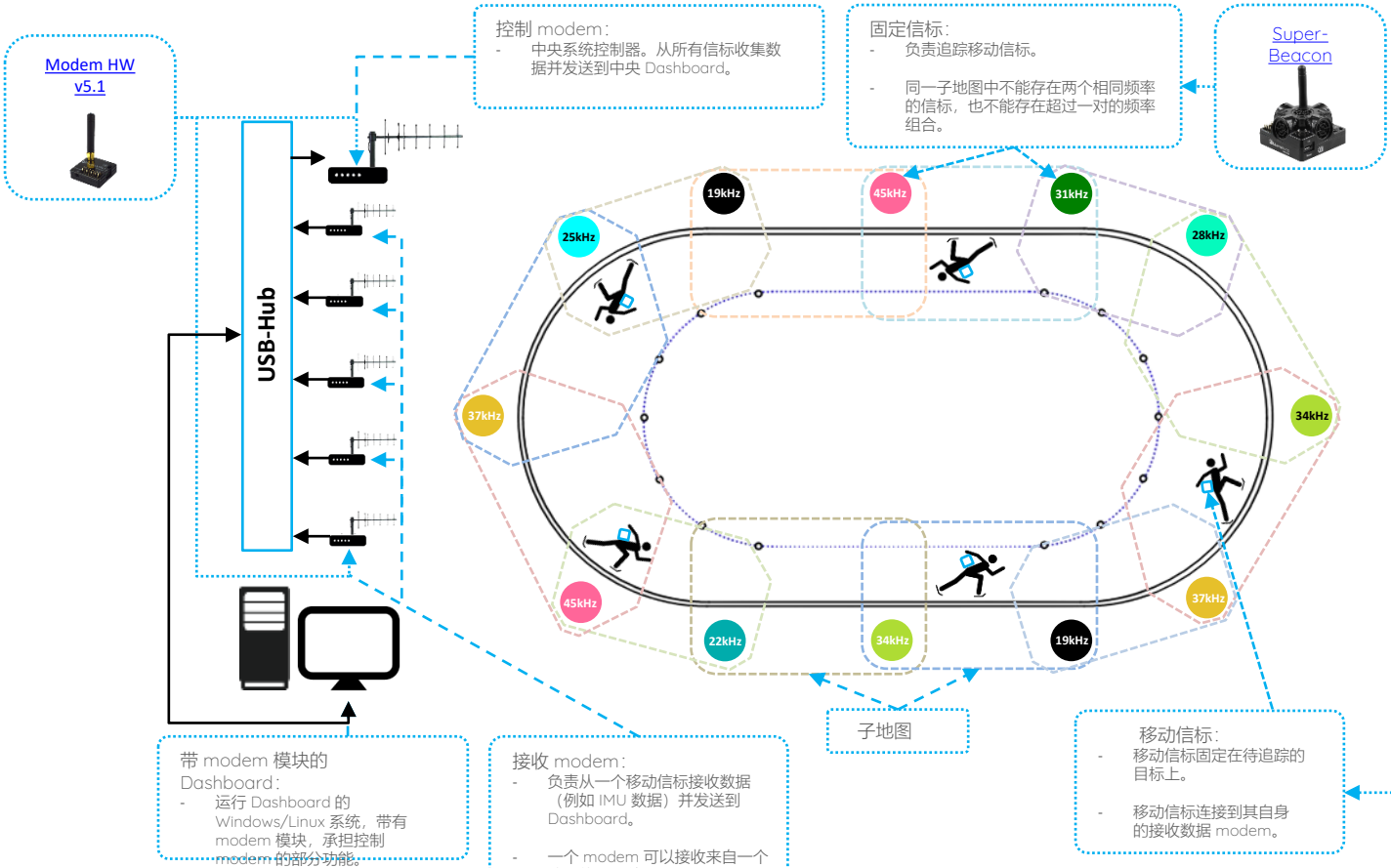
配置：

- Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon + Modem HW v5.1：
  - N 个固定信标
  - N 个移动信标
  - 3 个 modem

备注：

- 室内场景：地铁、隧道、矿井
- 1.5D 跟踪（线性布置）

14b：Split-Modem 架构——适用于快速移动对象



配置：

- Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon + 带 Omni-Microphone-IP67 的 Beacon Mini-RX + Modem HW v5.1：
  - N 个固定信标
  - M ≤ 30 个移动信标
  - M 个接收 modem + 1 个控制 modem

备注：

- 室内场景：运动、卡丁车、自行车
- 接收 Modem 与其中一个移动信标配对工作。
- 接收 Modem 的数量与移动信标的数量相对应
- Dashboard 与专用的 Modem 模块配合工作

- 即将推出：支持 Split-Modem 架构的 Super-Modem 选项

Marvelmind robotics

15a：30x30m 区域内的跟踪

接下来的几张幻灯片将介绍如何设置和安装系统，以覆盖 30x30m 的开阔空间区域。

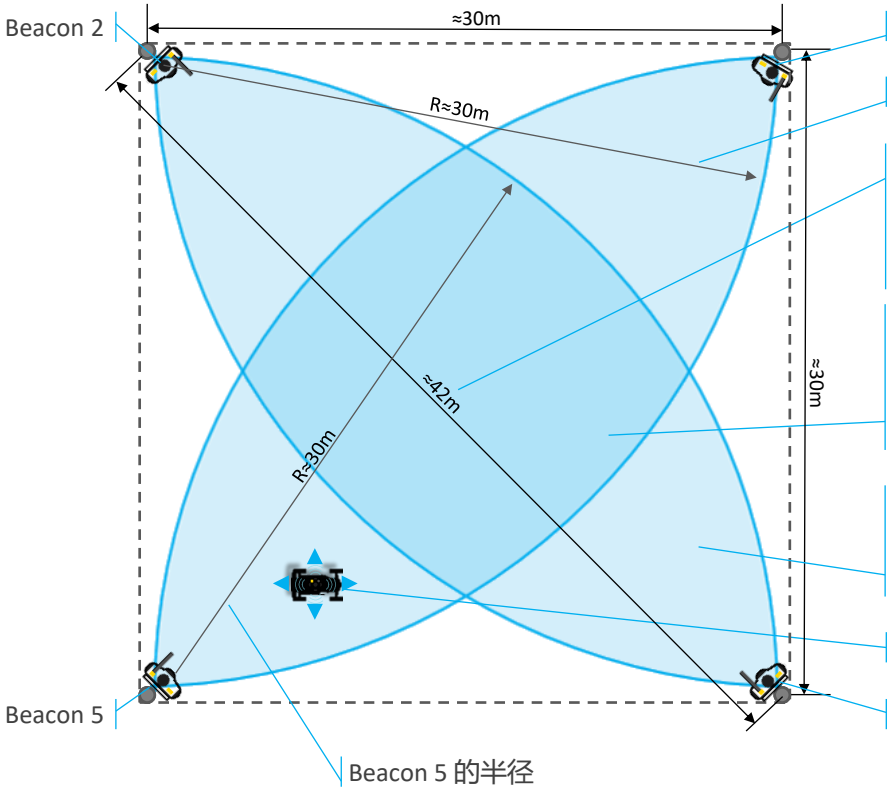
它具有不同的配置：

1. 2D (x, y)
2. 3D (x, y, z)

请根据您的需求选择其中一个。

Marvelmind robotics

15b：30x30m 区域内的跟踪 - 分区



信标 3

信标 2 的半径

距离可能过长
地图可以自动构建，但当距离超过 30m 时，可能会变得复杂甚至无法实现。在这种情况下，请使用其他方式进行测量（激光测距仪、卷尺等）。

具有 3+1 冗余的跟踪区域
移动信标必须至少被 3 个固定信标检测到。具有 3+1 冗余的跟踪区域是指移动信标能被 4 个固定信标检测到的区域。即使其中一个被遮挡，您仍可以获得稳定的 3D (x, y, z) 跟踪。

无冗余的跟踪区域
移动信标被3个固定信标所见的区域。如果其中一个信标被遮挡 — 跟踪将出现跳动

被跟踪对象

Beacon 4

配置：

- Starter Set Super-MP-3D：
  - 4 个固定 Super-Beacon，使用 8 个频率中的不同频率（19kHz、22kHz、25kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz）
  - 1 个移动式 Super-Beacon
  - 1 个 Modem HW v5.1
  - 4 个 Omni-Microphone-IP67（推荐）

备注：

- 支持 3D (X,Y,Z) + 1 个冗余
- 支持 2D (X, Y)

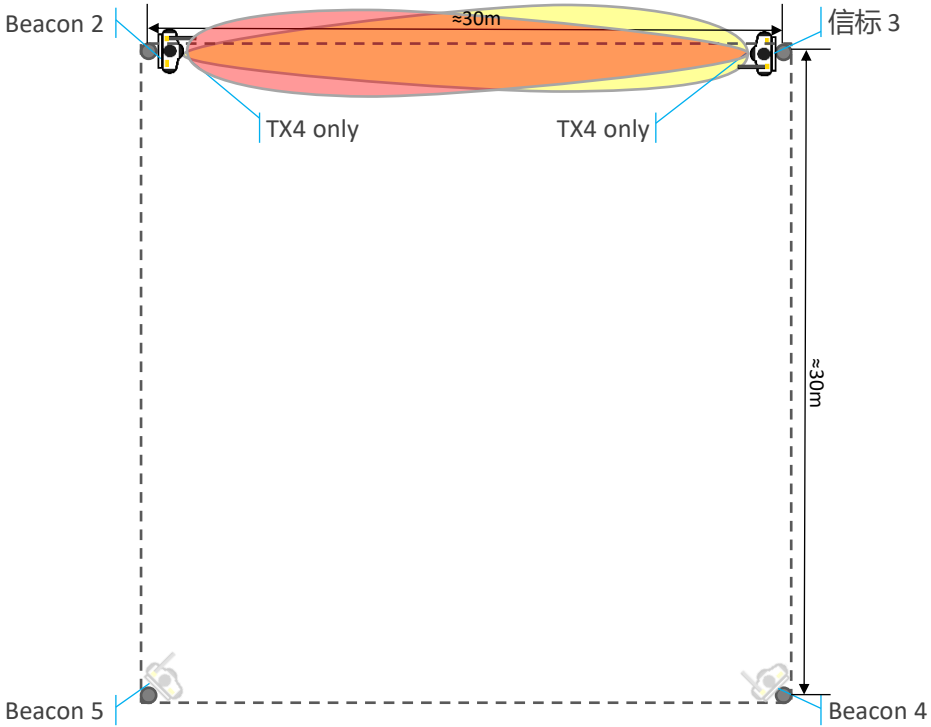
请参阅后续幻灯片中的说明

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

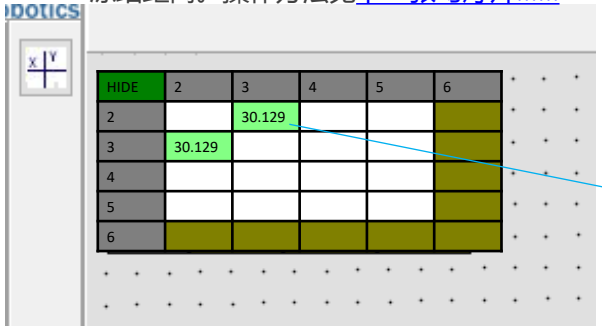
Marvelmind robotics

15.1：步骤 1：构建距离图（2、3）



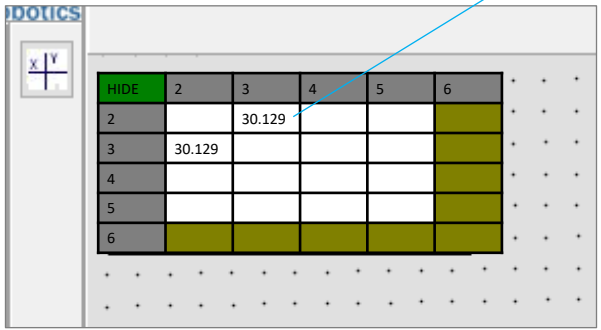
查找 Beacon 2 和 Beacon 3 之间的距离

- 使信标相对放置（TX4 传感器相互对准）（更多信息请查看我们的帮助：麦克风示意图视频）
- 仅开启 TX4 传感器
- 设置周期数 = 50
- 设置服务区域
- 冻结距离。操作方法见下一张幻灯片……

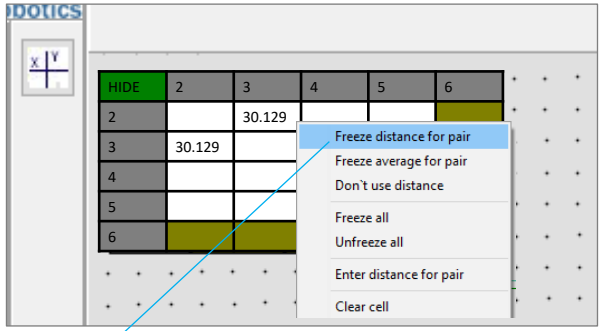


15.1a：如何冻结某对信标之间的距离

等待距离标签变为白色 → 在距离标签上点击鼠标右键



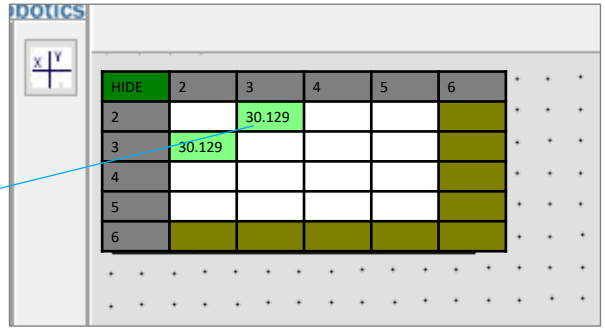
1



2

点击 **Freeze distance for pair**（冻结信标对距离）

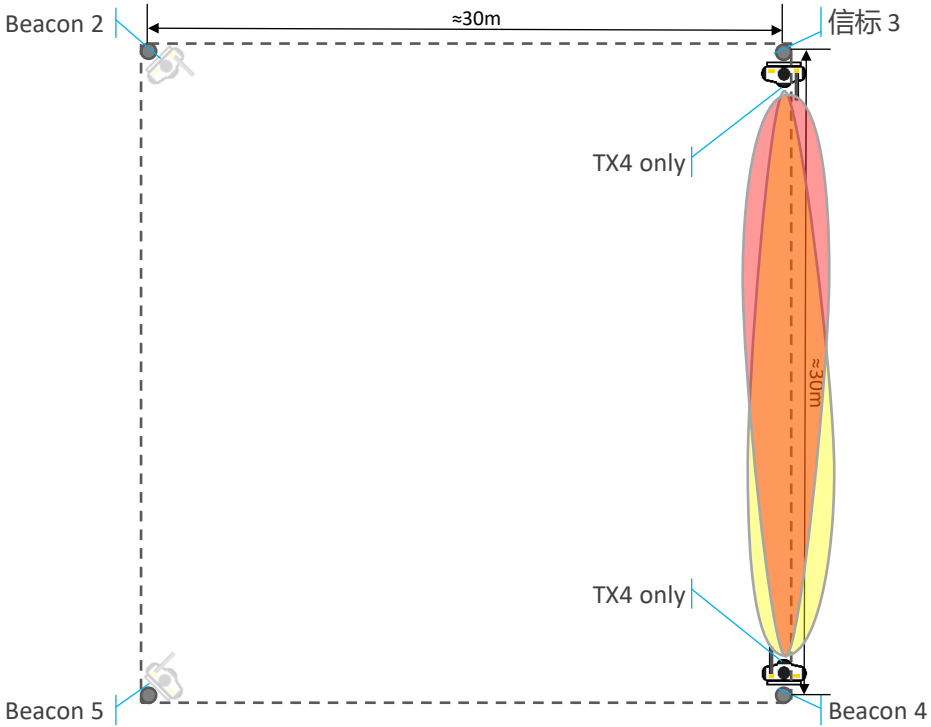
现在已冻结



3

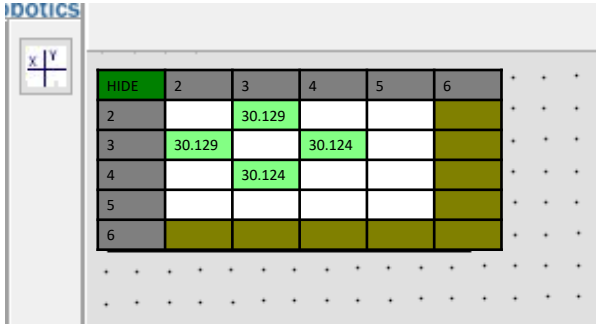
Marvelmind robotics

15.2：步骤 2：构建距离图（3、4）



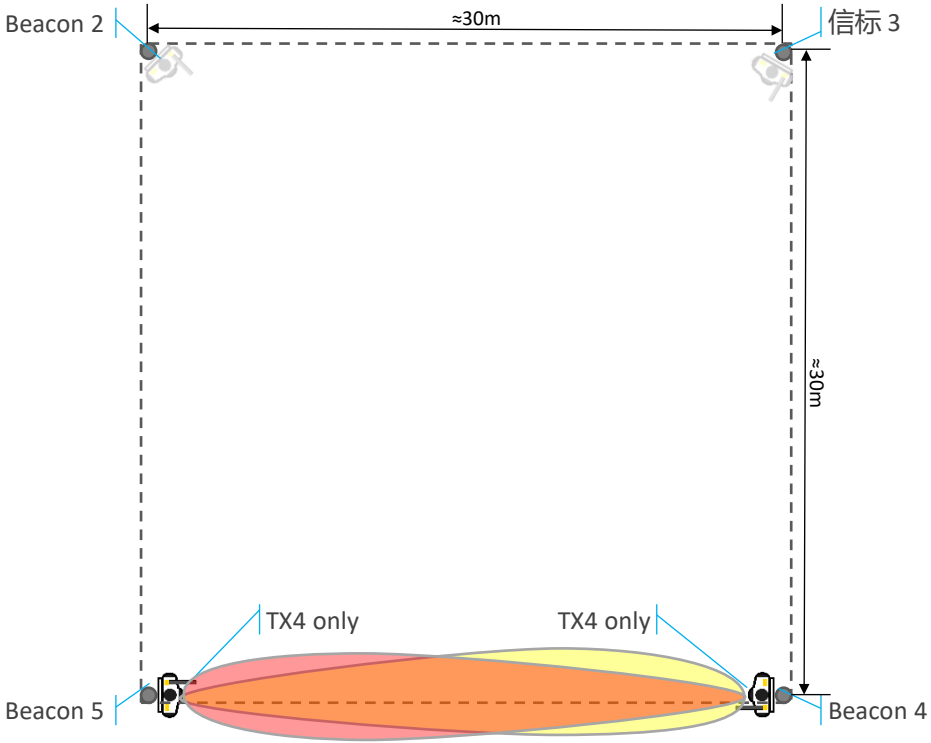
查找信标 3 与信标 4 之间的距离

- 让信标相互面对（朝向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制（约 45m）
- 冻结距离。具体操作请参阅本页幻灯片...



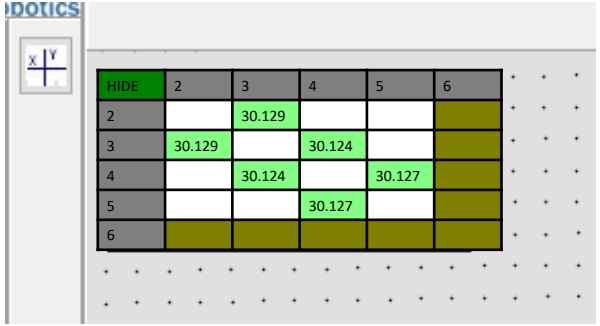
Marvelmind robotics

15.3：步骤 3：构建距离图（4、5）



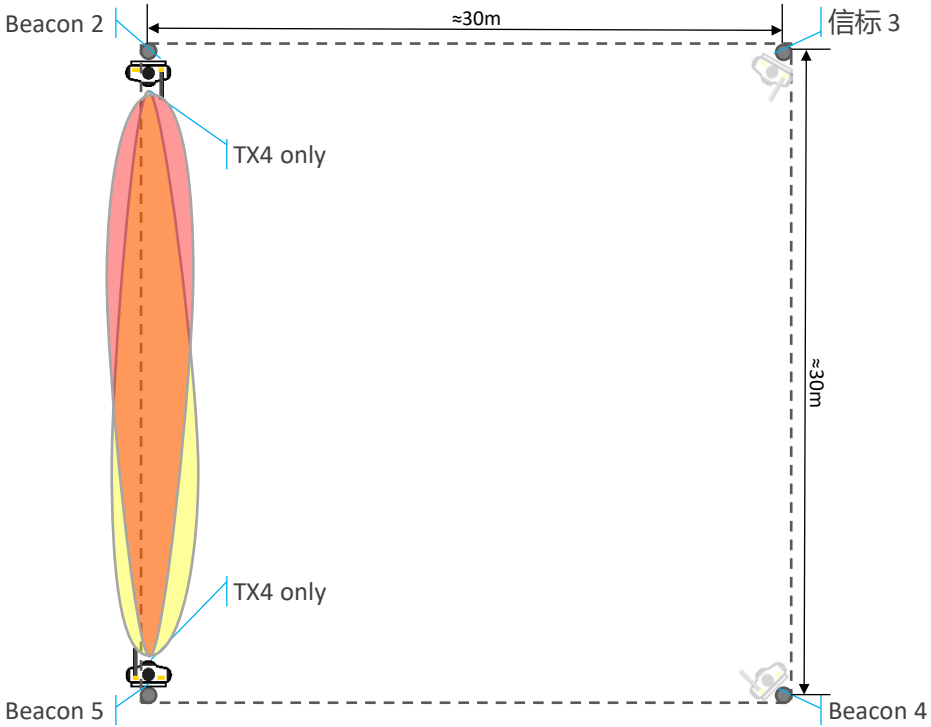
测量 beacon 4 和 beacon 5 之间的距离

- 让信标相互面对（朝向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制（约 45m）
- 冻结距离。具体操作请参阅本页幻灯片...



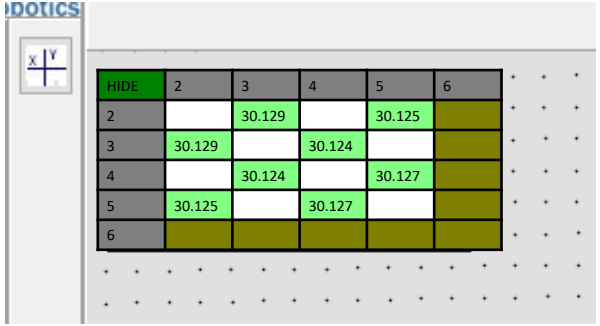
Marvelmind robotics

15.4: 步骤 4：构建距离地图 (2, 5)



测量 beacon 2 与 beacon 5 之间的距离

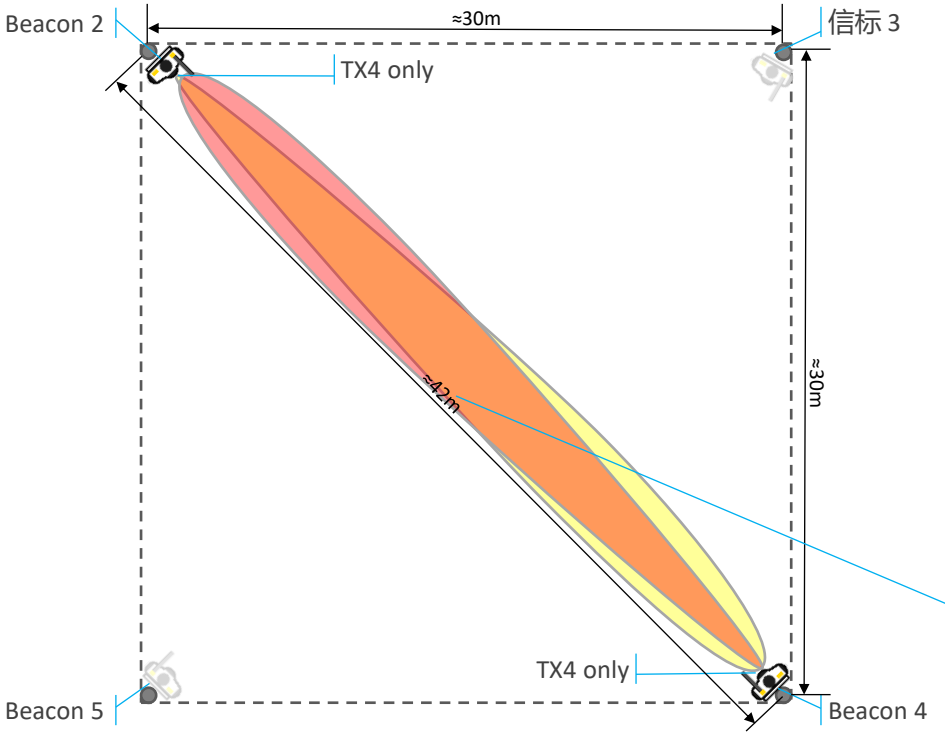
- 让信标相互面对（朝向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制（约 45m）
- 冻结距离。具体操作请参阅本页幻灯片...



HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129		30.125	
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

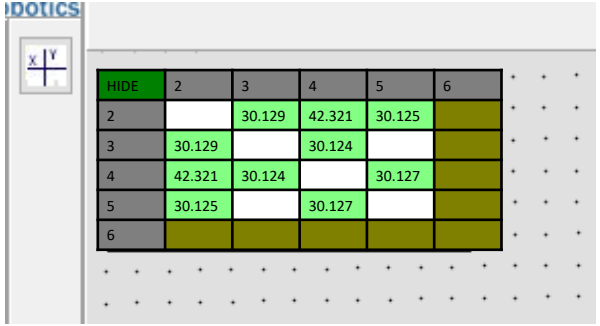
Marvelmind robotics

15.5: 步骤 5：构建距离地图 (2, 4)



测量 beacon 2 与 beacon 4 之间的距离

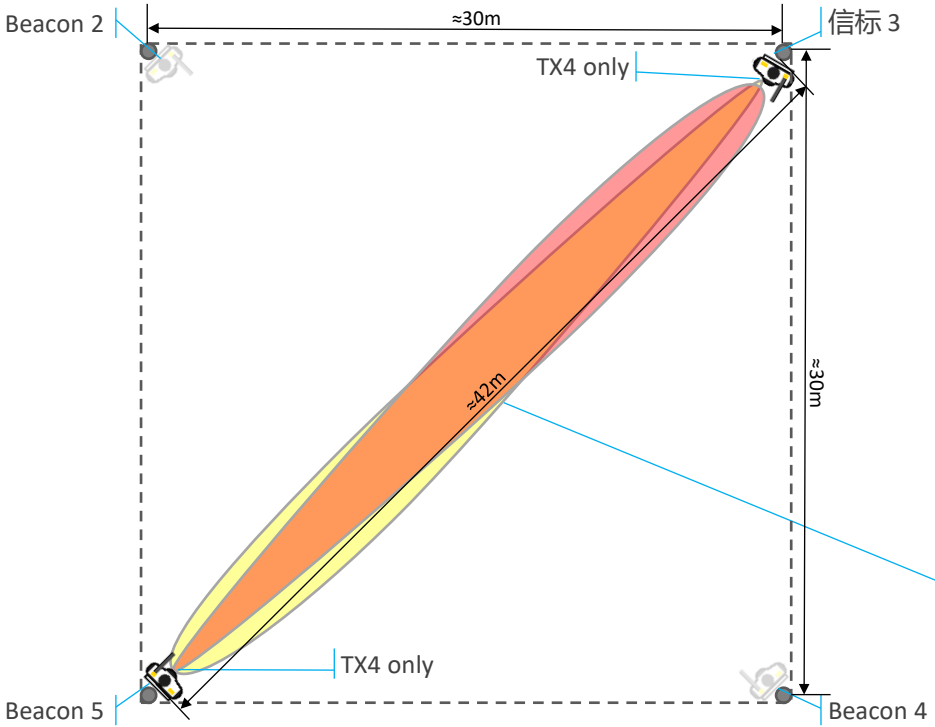
- 让信标相互面对（朝向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制（约 45m）
- 冻结距离。具体操作请参阅本页幻灯片...



地图仍然可以自动构建，但由于距离超过 30m，可能会比较复杂。在这种情况下，请使用其他方式进行测量（激光测距仪、卷尺等）。
然后手动输入

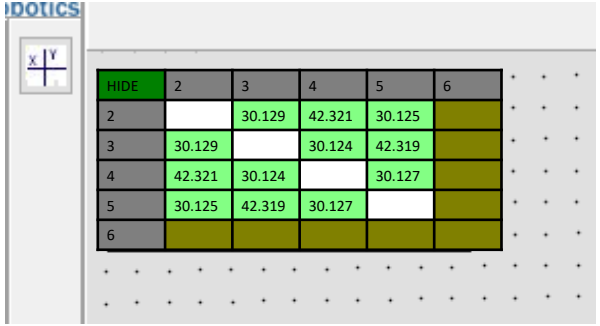
Marvelmind robotics

15.6: 步骤 6：构建距离地图 (3, 5)



测量 beacon 3 与 beacon 5 之间的距离

- 让信标相互面对（朝向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制（约 45m）
- 冻结距离。具体操作请参阅本页幻灯片...

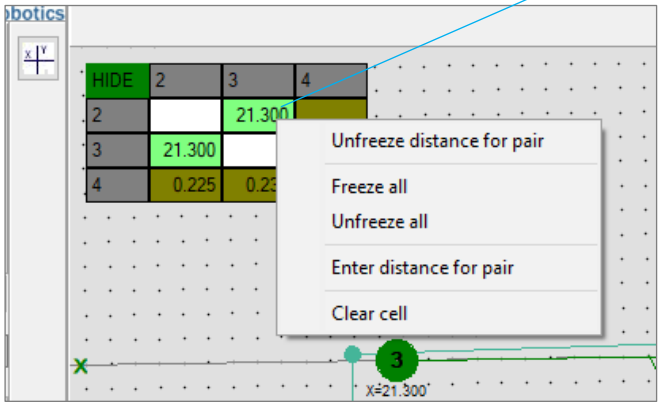


地图仍然可以自动构建，但由于距离超过 30m，可能会比较复杂。在这种情况下，请使用其他方式进行测量（激光测距仪、卷尺等）。
然后手动输入

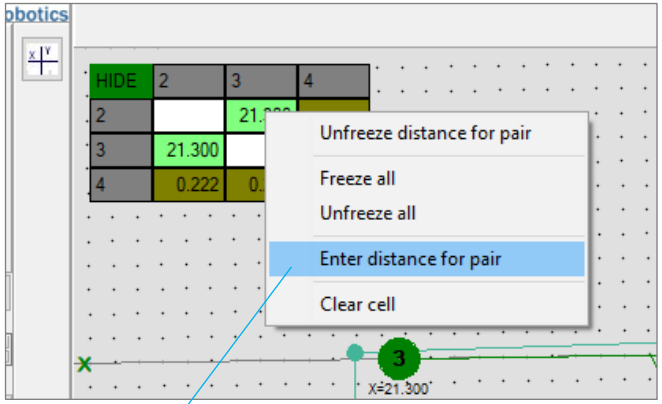
Marvelmind robotics

15.6a: 手动距离输入

在距离标签上点击鼠标右键

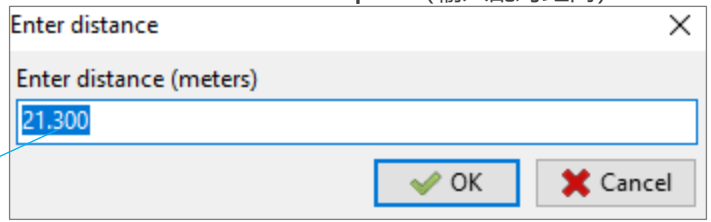


1



2

点击"**Enter distance for pair**"（输入配对距离）

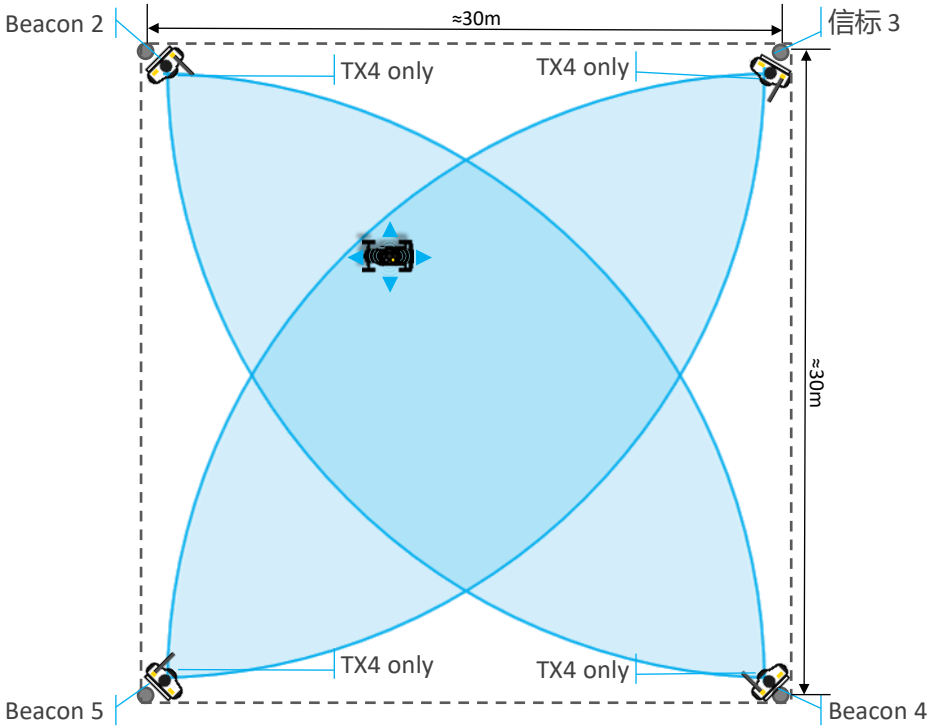


输入距离

3

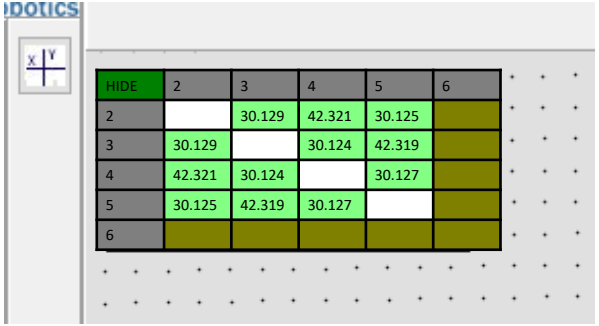
Marvelmind robotics

15.7: 步骤 7(a)：最终配置（3D 跟踪）



3D 最终配置

- 将信标朝向中心
- 仅开启 TX4 传感器 — 您将获得最高的灵敏度以及对其他方向的最强抗噪能力
- 冻结地图



HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124	42.319	
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125	42.319	30.127		
6					

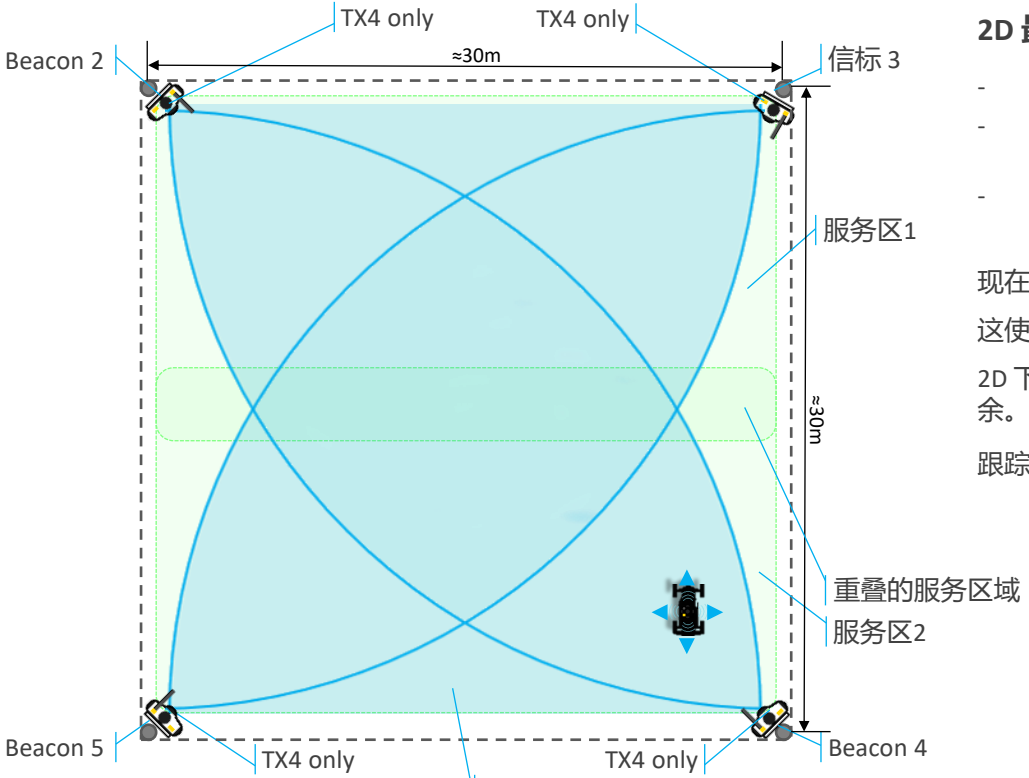
现在，我们已经完成了安装和设置。

这使我们有机会在大范围区域内以 3D 模式（x、y、z）进行跟踪，并在某些区域实现 3+1 冗余。

跟踪区域实际上并不限于 30m，但在 30m 范围内更加可靠、稳定和可信。

Marvelmind robotics

15.8: 步骤 7(b)：最终配置（2D 跟踪）



更大的覆盖范围

如图所示，2D配置的跟踪区域更大，但无法提供Z（高度）信息和冗余性。请选择适合您使用场景的配置

2D 最终配置

- 将信标朝向中心（面向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器（另一种选择是开启 TX1、TX2、TX3。视具体情况而定）
- 创建两个子地图。创建子地图视频
  跟踪机器人、人员、自动驾驶汽车以及任何其他对象

现在，我们已经完成了安装和设置。

这使我们有机会在大范围区域内以 2D 模式（x、y）进行跟踪。

2D 下的可跟踪区域比 3D 更大 — 请参见蓝色区域，但它没有 Z 轴测量和冗余。

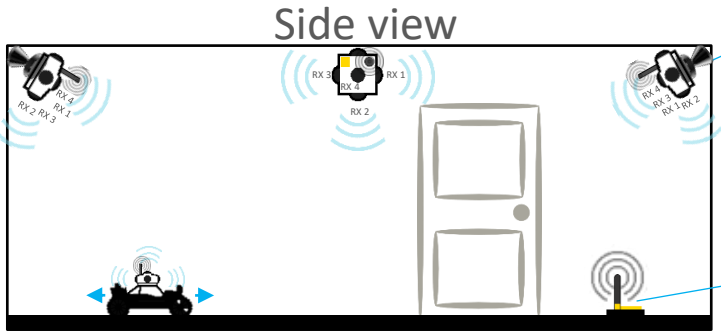
跟踪区域实际上并不限于 30m，但在 30m 范围内更加可靠、稳定和可信。

Marvelmind robotics

旧版配置

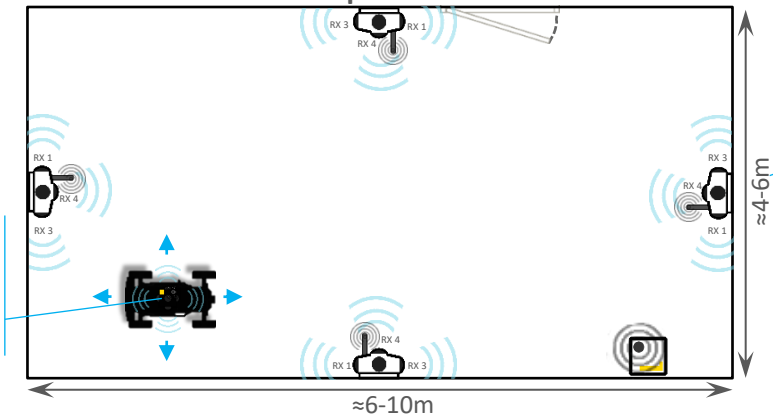
Marvelmind robotics

16: Starter Set HW v4.9 – 简易 3D 安装



固定信标 HW v4.9
- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v4.9
- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内



信标 HW v4.9
- 放置于叉车/机器人或人员上

房间
- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

Beacon

如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置：
- Starter Set – HW v4.9：
  - 4 个固定信标 HW v4.9
  - 1 个信标 HW v4.9
  - 1 个 Modem HW v4.9

备注：
- 专为快速全面评估精确（±2cm）室内"GPS"而设计
- 支持3D（X,Y,Z）+1冗余，例如：
  - 一台叉车和仓库
  - 单轮机器人
  - 一架无人机
  - 单人
  - 一个VR头盔的跟踪
- 已停产，但仍可购买。仅提供错误修复的SW更新。

Marvelmind robotics

17: 联系方式

- https://marvelmind.com/help/
- Marvelmind YouTube 频道
- 常见问题
- 如需更多支持，请将您的问题发送至 info@marvelmind.com

Marvelmind robotics