室内定位系统

（精度±2cm）

适用于自主车辆、机器
人、无人机、叉车及人员







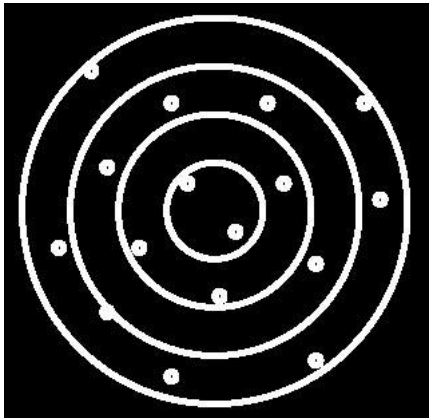


翻译版本。英文原版： https://marvelmind.com/pics/marvelmind_presentation.pdf

Marvelmind robotics

待解决的问题





Marvelmind robotics

问题

- GPS 在室内无法正常工作：
  1. 无法直接接收卫星信号
  2. 定位精度以米为单位，而非厘米（室内场景所需精度）

- 其他室内定位系统——UWB、蓝牙信标、里程计、磁力计、WiFi RSSI、激光三角测量、光学定位等——均存在各自的严重局限性，通常体现在精度、价格或尺寸方面

- 若无法及时、精确地获取位置信息，自主导航将无法实现

Marvelmind robotics

解决方案



- 即开即用的现成室内定位系统，基于固定超声波信标，通过免许可证 ISM 频段无线接口互联

- 安装在机器人（车辆、无人机、人员）上的移动信标的位置，通过超声波信号传播至一组固定超声波信标的传播延迟，利用三边测量法计算得出

Marvelmind
robotics

室内"GPS"（±2cm）

- Starter Set 配置：
  - 1 x 移动信标 – 119 欧元
  - 4 x 固定信标 – 4x119 欧元
  - 1 x Modem/路由器 – 119 欧元
  - 包含所有所需 SW



即用型 3D（x, y, z）系统，售价 599 欧元

Starter Set 覆盖范围最大可达 1,000m^2
获取更多固定信标，将覆盖范围扩展至200,000m^2
及以上

Marvelmind robotics

精选客户案例

客户遍布50余个国家

自2014年起投放市场



应用场景：自主机器人



1) 仓库和装配厂中的自动配送（10-100kg）

2) 针对定制化应用的改型版本：扫描、喷涂、检测、光度测量及各类重复性测量

极具科技魅力的广告机器人——适用于展览、购物中心、会议及博物馆



工业环境中的微型配送（1-10kg）：样品、量具、摄像设备



Marvelmind robotics

应用场景：自主无人机



用于库存管理与巡检的室内自主无人机

Marvelmind robotics

应用场景：车辆

应用场景：

- 在仓库、机场旅客及货运区域、隧道和矿山中追踪车辆、小型电动车、手推车、叉车及其他移动资产

解决的问题：

- 安全事故：碰撞与超速
- 设备与货物损坏
- 移动资产丢失或利用率不足

效益：

- 精确掌握人员在何处从事何种工作 => 提升生产效率
- 关于移动资产的速度、加速度和位置的实时数据 => 提升生产效率

- 预防事故，降低保险及其他可避免的成本







Marvelmind robotics

应用场景：人员

追踪工人在工厂、地下、地铁或隧道、建筑工地、铁路车站或桥梁下方的位置



应用场景：

- 地下/矿山/地铁
- 建筑工地
- 工厂
- 危险制造业
- 石油炼化厂及燃气公司



- 提高生产效率
- 提升安全性

Marvelmind robotics

与起重机及人员协同作业的安全保障

起重机吊臂上的移动地理围栏区域

Ind. Super-Beacon



Super-Modem



Marvelmind
前照灯

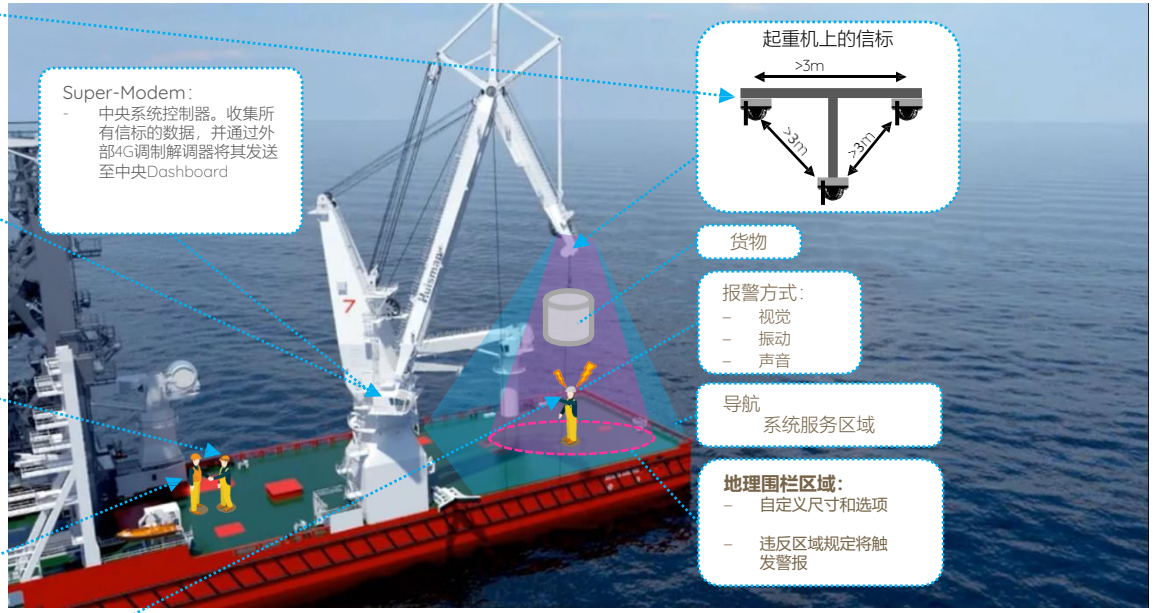


Marvelmind
背心



Marvelmind
安全帽





Super-Modem：
- 中央系统控制器。收集所有信标的数据，并通过外部4G调制解调器将其发送至中央Dashboard

配置：
- N x Industrial Super-Beacon-Plastic（安装于悬臂上）
- N x Marvelmind Headlight（每名工人1个，佩戴于安全帽上）
- 1 x Super-Modem（放置于中央位置）

工作原理：
- 在此配置中，起重机吊臂末端作为一个节点，进入其地理围栏区域时将向人员及操作员发出危险接近警报

结果：
- Marvelmind Indoor GPS 高精度追踪
- 对工人及当班主管发出警报
- 包含整个班次所有移动记录的CSV文件
- 自动将所有违规记录至文件以供进一步分析（可选）

任务：
- 防止货物与人员之间发生危险接近及碰撞

解决方案：
- 直接安装在起重机上的 Marvelmind Indoor GPS 系统，配备随起重机吊臂移动的移动地理围栏区域

Marvelmind robotics

建筑工地安全

建筑工地的静态与动态地理围栏区域

Super-Beacon-Outdoor，安装在三脚架上

或

Industrial Super-Beacon，安装在三脚架上

Battery-12V-5Ah-Outdoor

Super-Modem

Marvelmind 前照灯



Marvelmind 背心



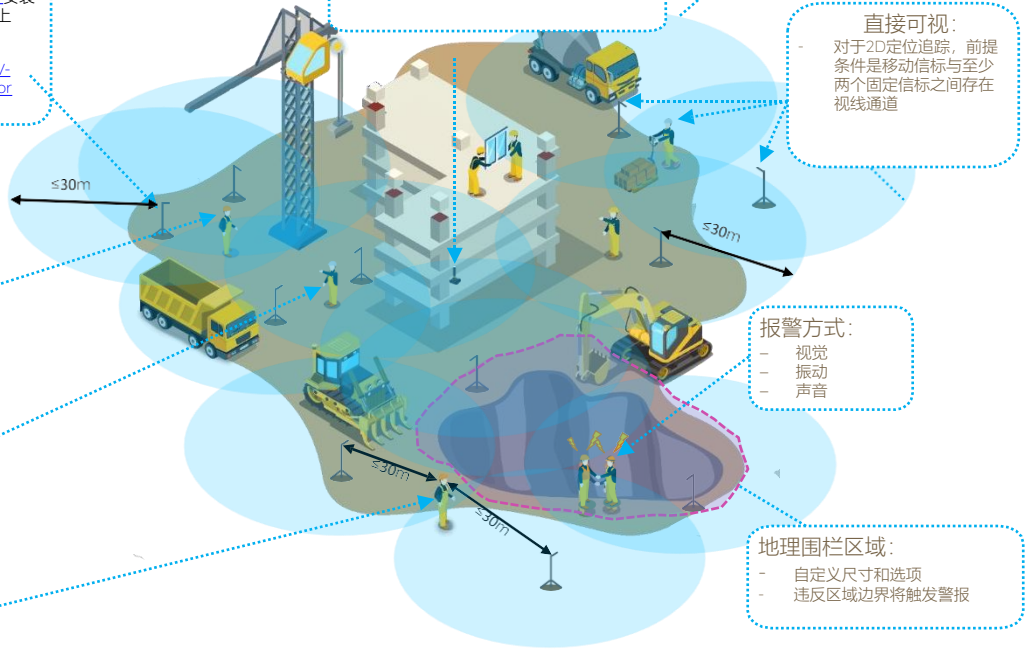
Marvelmind 安全帽



Super-Modem：
- 中央系统控制器。收集所有信标的数据，并通过外部4G调制解调器将数据发送至中央 Dashboard

导航系统服务区域

直接可视：
- 对于2D定位追踪，前提条件是移动信标与至少两个固定信标之间存在视线通道



报警方式：
- 视觉
- 振动
- 声音

地理围栏区域：
- 自定义尺寸和选项
- 违反区域边界将触发警报

配置：
- N x Industrial Super-Beacon-Plastic（安装在三脚架上）
- N x Marvelmind Headlight（每名工人1个，佩戴于安全帽上）
- 1 x Super-Modem（放置于中央位置）

工作原理：
- 该配置中的Marvelmind Indoor GPS系统可实现对人员的追踪，配备可自定义的地理围栏区域，并在人员接近危险时发出警报

结果：
- Marvelmind Indoor GPS 高精度追踪
- 对工人及当班主管发出警报
- 包含整个班次所有移动记录的CSV文件
- 自动将所有违规记录至文件以供进一步分析（可选）

任务：
- 警告员工接近危险区域；获取人员移动数据

解决方案：
- Marvelmind Indoor GPS系统现场安装，配备可自定义的地理围栏区域

Marvelmind robotics

室内自主 DJI 无人机

20x20 米子地图 + 1 架无人机的示例

Super-Beacon
（固定信标）



Super-Beacon
（移动信标）
轻量化电池 + 无外壳

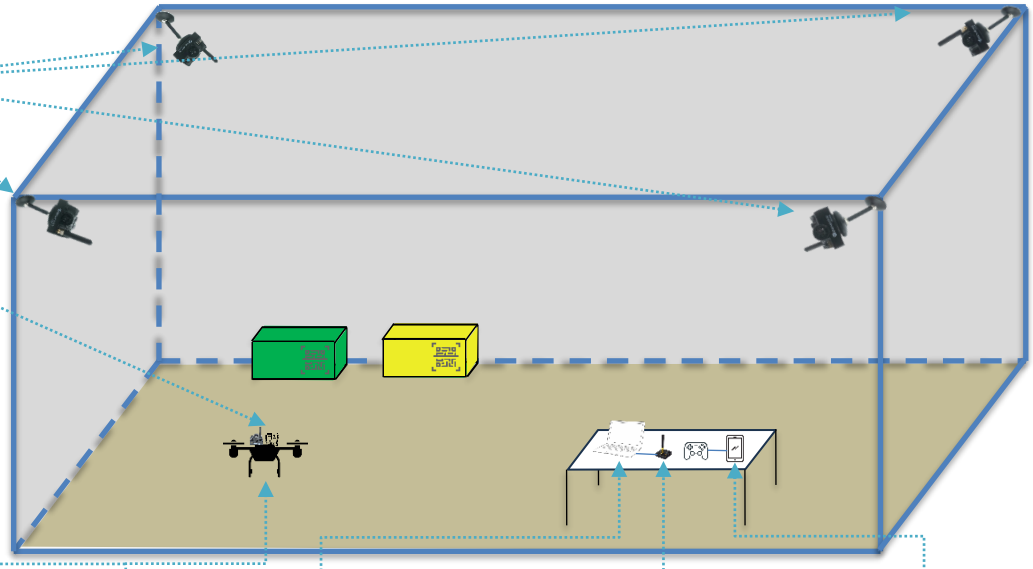


Modem HW 5.1



DJI 无人机





DJI 无人机：
- Marvelmind 系统支持从 DJI Mini 3 起的 DJI 无人机。集成通过 DJI SDK 实现

Dashboard：
- 用于系统配置。可视化无人机追踪。向您的 ERP 和 WMS 系统推送数据流

Modem HW 5.1：
- 系统的中央控制器。收集所有信标的数据，并通过 USB/虚拟 UART 与 Dashboard 通信

Marvelmind app + DJI RC：
- 专用 Marvelmind Android 应用程序，可远程控制系统。可连接至 DJI RC

任务：
- 为 DJI 无人机提供室内自主飞行能力
- 自动拍照、扫描二维码、发送位置数据

解决方案：
- 配备用于自主飞行的 Marvelmind 应用程序的 Marvelmind Indoor GPS 系统

配置：
- 3-4 x Super-Beacon – 固定信标
- 1 x Super-Beacon – 移动信标
- 1 x Modem HW 5.1 – 中央控制器
- 1 x DJI 无人机 – 可追踪对象
- 1 x DJI RC + 搭载 Marvelmind DJI 应用程序的 Android 手机 – 无人机自主飞行模式控制器
- 1 x Windows/Linux 笔记本电脑 – 用于安装 Dashboard 及系统配置

工作原理：
- 该配置中的 Marvelmind Indoor GPS 系统通过 DJI SDK 实现对 DJI 无人机的追踪与自主飞行控制

结果：
- DJI 无人机根据 Dashboard 中的航点自主飞行，拍摄照片或扫描识别 QR/条形码，并将其连同精确坐标一起发送至 WMS 或 ERP 系统
- 自主返回基地

Marvelmind robotics

大型 AGV、运输设备与人员

AGV 上的移动地理围栏区域

Ind Super-Beacon



Super-Modem



Marvelmind
前照灯



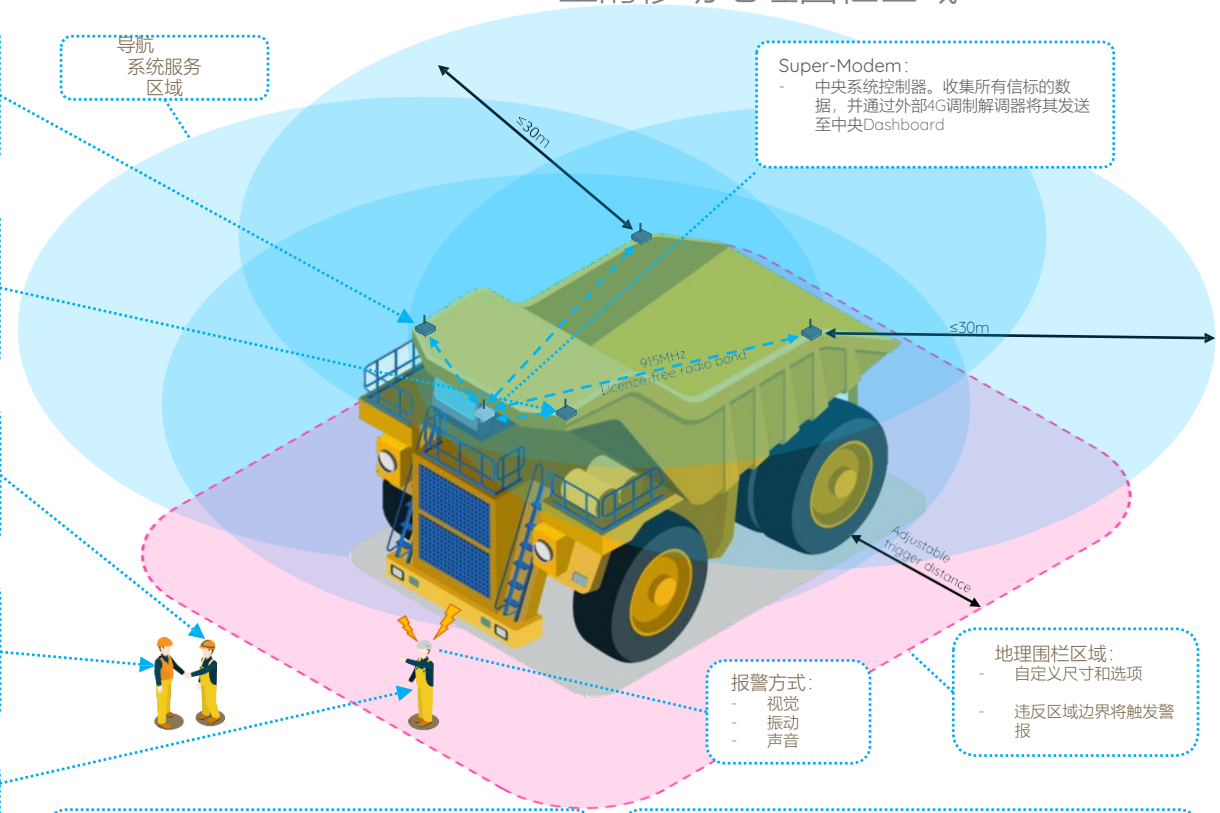
Marvelmind
背心



Marvelmind
安全帽



导航
系统服务
区域



Super-Modem：
- 中央系统控制器。收集所有信标的数据，并通过外部4G调制解调器将其发送至中央Dashboard

报警方式：
- 视觉
- 振动
- 声音

地理围栏区域：
- 自定义尺寸和选项
- 违反区域边界将触发警报

配置：
- 4 x Industrial Super-Beacon-Plastic（安装于 AGV 上）
- N x Marvelmind Headlight（每名工人1个，佩戴于安全帽上）
- 1 x Super-Modem（安装于 AGV 上）

工作原理：
- Marvelmind Indoor GPS 系统，其中 AGV 作为移动地图，进入其地理围栏区域时将警告人员和操作员存在危险接近，并在极度危险接近时停止 AGV

结果：
- Marvelmind Indoor GPS 高精度追踪
- 针对工作人员及设备驾驶员的警报
- 将违规记录至 CSV 文件以供进一步分析
- AGV 自动停车（可选）

任务：
- 防止 AGV 与人员危险接近
- 防止 AGV 与人员碰撞

解决方案：
- 将Marvelmind Indoor GPS系统直接安装在AGV上，配备移动地理围栏区域

Marvelmind robotics

建筑安全、人员与机械

示例：1 台挖掘机与 15 名工人

Industrial Super-Beacon
- 固定于挖掘机上，并通过以下转换器连接至车载网络：Converter-220V-12V-__IP67



Super-Modem
- 位于挖掘机内部



Marvelmind 背心
- 由工作人员穿戴

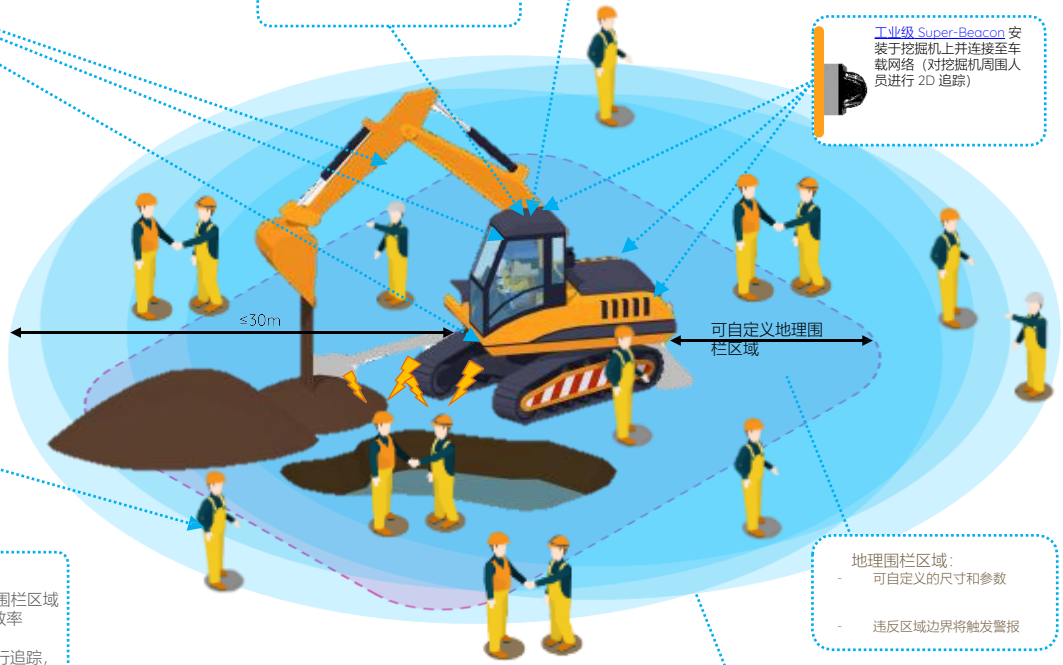


任务：
- 在作业过程中对员工的2D移动轨迹及地理围栏区域违规行为进行追踪，以提高安全性和生产效率
- 对挖掘机臂架的运行时间及3D运动次数进行追踪，以提高生产效率

Super-Modem：
- 系统中央控制器。位于驾驶室内。收集所有信标的数据，并通过外部 4G 调制解调器将其发送至中央 Dashboard

4G/5G 调制解调器：
- 位于驾驶室内。将追踪数据和摄像头数据发送至远程服务器

工业级 Super-Beacon 安装于挖掘机上并连接至车载网络（对挖掘机周围人员进行 2D 追踪）



地理围栏区域：
- 可自定义的尺寸和参数
- 违反区域边界将触发警报

导航系统服务区域
- 挖掘机吊臂的3D跟踪
- 周围人员的2D跟踪

1个团队的配置：
- 9 x Industrial Super-Beacon-Plastic（安装于挖掘机上）
- 1 x 转换器（用于将固定信标和 Super-Modem 连接至挖掘机车载网络）
- 15 x Marvelmind Jacket（每名员工1件）
- 1 x Super-Modem（位于挖掘机驾驶室内）
- 1 x 摄像头（每台挖掘机1个）
- 1 x 4G/5G 调制解调器（每台挖掘机1个）

工作原理：
- 该配置下的 Marvelmind Indoor GPS 系统可实现对挖掘机臂架的3D追踪，以及对挖掘机周围30m半径范围内人员的2D追踪。系统具有可自定义的地理围栏区域，能够对人员靠近危险区域（如挖掘机臂架）发出警告

结果：
- 结合可自定义地理围栏区域的 Marvelmind Indoor GPS 高精度追踪
- 向员工及班组长发出报警
- 通过 REST API 使用 JSOW 将数据传输至中央服务器
- 自动将所有安全违规记录保存为 CSV 文件以供进一步分析

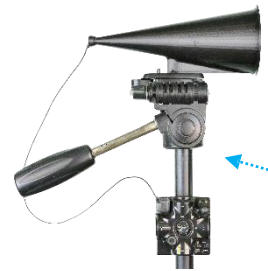
Marvelmind robotics

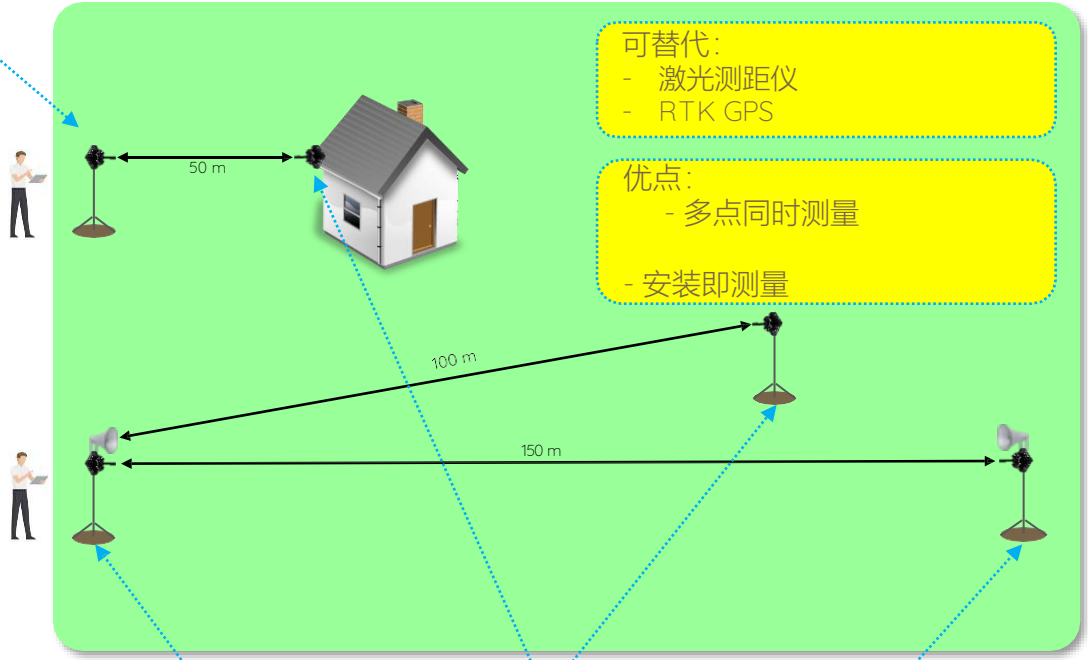
精确的一维距离测量

适用于建筑工地

带号角天线的接收信标：
- Super-Beacon-Outdoor 或
- Beacon Industrial-RX 或
- Beacon Mini-RX-Outdoor 或
- Ind. Super-Beacon

任务：
- 室内或地下精确距离测量，范围可达100至150m
- 在雾、粉尘或树叶遮挡、无直接视线但具备声音传播条件的环境中进行精确距离测量
- 无需繁琐的激光校准，测量操作简便
- 易于部署且经济实惠的RTK GPS替代方案





可替代：
- 激光测距仪
- RTK GPS

优点：
- 多点同时测量
- 安装即测量

带号角天线的接收信标：
- Super-Beacon-Outdoor 或
- Beacon Industrial-RX 或
- Ind. Super-Beacon

发射信标：
- Super-Beacon-Outdoor 或
- Industrial Super-Beacon 或
- Beacon Industrial-TX

带喇叭天线的发射信标：
- Super-Beacon-Outdoor 或
- Industrial Super-Beacon 或
- Beacon Industrial-TX

配置：
- 1 x Super-Beacon（带喇叭天线）
- N x Super-Beacons
- 1x Modem

工作原理：
- 利用超声波飞行时间，从超声波发射信标到超声波接收信标进行精确（±2cm）的1D距离测量
- 数据流更新频率为3至16Hz
- 多个跟踪器同时工作
- 支持多种接口，从UART、RS485到BT

结果：
- 无需激光的厘米级精度1D距离测量，适用于激光不可行的场景，例如：雾天、烟雾、强光、树叶遮挡等
- 在RTK GPS不可用或不实用（成本高昂）的情况下，室内或地下的厘米级精度距离测量
- Marvelmind 高精度追踪 Indoor GPS
- 含全部记录的 CSV 文件，供分析
- 自动将所有违规记录至文件以供进一步分析（可选）

Marvelmind robotics

服务人员追踪

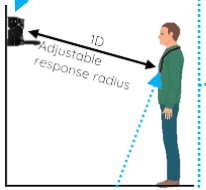
单层购物中心示例

Super-Beacon



卫生间

侧视图

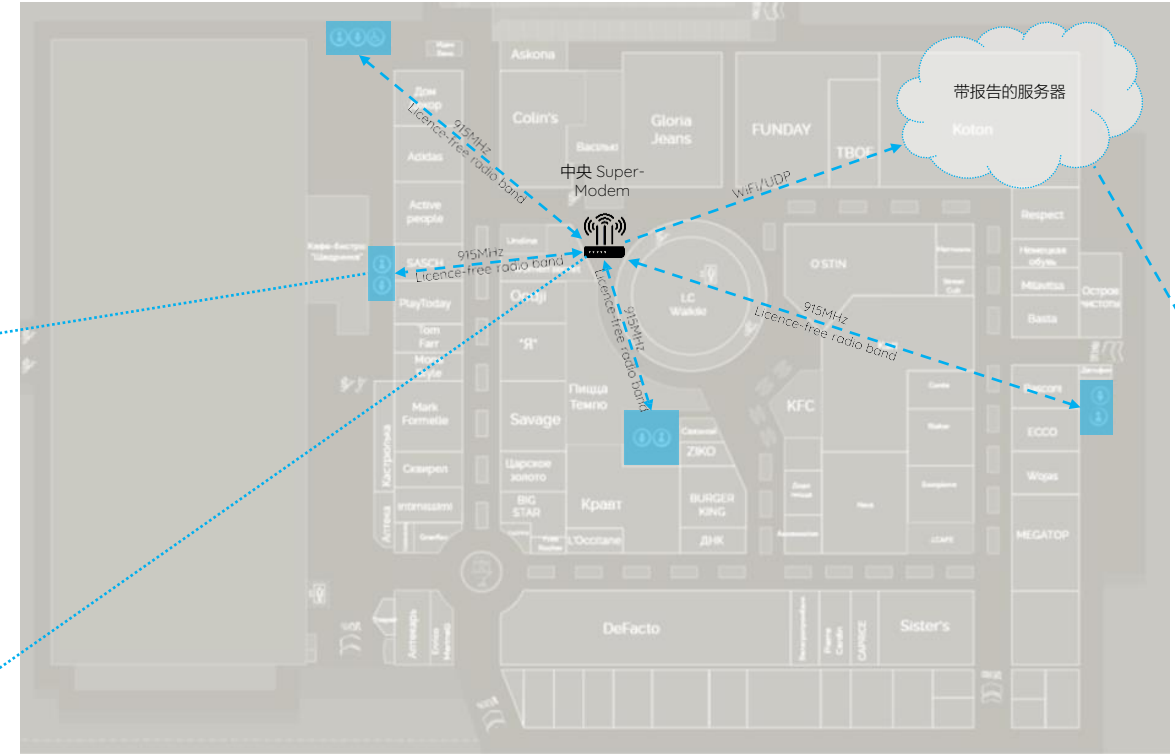


Badge



Super-Modem





配置：

- N 个 Super-Beacon（每间 1 个）
- N 个 Badge（每位工作人员 1 个）
- N+1 个 Super-Modem（每层楼 1 个 + 1 个中央）

结果：

- 自动生成服务人员责任区域内活动报告（CSV 文件）
- 自动填充表格（可选）

报告表（Marvelmind）

- 报告由中央 Super-Modem 生成，并通过 Wi-Fi 按需或在预设时间（例如每晚）发送至您的 IP 地址

时间	工人 1 (>80%)	工人 2 (>50%)	工人 3 (<50%)
8:00-8:15			
11:00-11:15			
20:00-20:15			
21:00-21:15			
22:00-22:15			
23:00-23:15			

任务：

- 服务人员追踪
- 工作效率监测

解决方案：

- 采用 Marvelmind Indoor GPS 系统，以 1D 配置对服务人员的工作进行监控与分析

Marvelmind robotics

非逆向架构（NIA）

针对单个或存在干扰的移动物体进行优化



静止
beacon 1

固定信标：
- 安装于墙壁或天花板上
- 信标间距离自动测量
- 通过ISM/SRD频段与路由器进行无线通信频段



固定
beacon 2

系统正常工作的关键要求——移动 beacon 需同时无遮挡地看到 2 个或更多静止 beacon（类似于 GPS）



移动信标：
- 安装于机器人/叉车上，通过UART、SPI、I2C或USB与其进行交互
- 每秒最多接收25次来自路由器的位置更新
- 可内置IMU（加速度计 + 陀螺仪 + 罗盘模块）

子地图：
- 一项高级功能，允许在不同房间中构建独立的地图/beacon 集群，从而以类似蜂窝网络覆盖的方式覆盖大型建筑（面积达数千平方米）

室内导航系统由以下部分组成：
- 2个或更多固定信标
- 1个或更多移动信标
- 1个中央路由器

路由器/Modem：
- 系统的中央控制器
- 以最高25 Hz的频率计算移动信标的位置
- 通过USB/虚拟UART与Dashboard或机器人通信





静止 beacon 4

相邻信标之间的距离最远可达30米。

静止 beacon 3



Marvelmind robotics

反向架构 (IA)

针对多个移动物体和人员追踪进行优化



信标1（19 kHz）

固定信标：
- 安装于墙壁或天花板上
- 在逆向系统中，属于同一子地图的 beacon 应具有不同的超声波频率（例如，对于 2D 追踪，可使用 19 & 25kHz 或 25 & 31kHz）
- 通过以下方式与路由器进行无线通信：ISM/SRD 频段



信标2（25 kHz）

系统正常运行的关键要求——移动信标在30米范围内同时与2个或更多固定信标保持无障碍的听觉/视线连通



子地图：
- 一种高级功能，可在独立房间中构建独立的地图/信标集群，从而覆盖大型建筑物（面积达数千m^2），类似于蜂窝网络覆盖
- 在反向架构中，每个子地图必须包含具有不重复超声波频率的信标
- 可用频率：19/22/25/28/31/34/37/45 kHz

移动信标：
- 安装在人员/机器人/无人机/叉车上，通过USB虚拟UART与其交互
- 内置3D IMU（加速度计+陀螺仪）
- 与NIA不同，信标的更新频率不直接取决于移动信标的数量
- 自行计算其位置，而非由Modem计算
- 移动信标到固定信标的推荐距离不超过30m

室内导航系统由以下部分组成：
- 2个或更多固定信标
- 1个或更多移动信标
- 1个中央路由器

路由器/Modem：
- 系统的中央控制器
- 通过USB/虚拟UART与Dashboard或机器人通信
- 从移动 beacon 获取位置数据
- 最多支持 250 个 beacon





信标N（22或28/34或37或45 kHz）

相邻信标之间的距离最远可达30米。

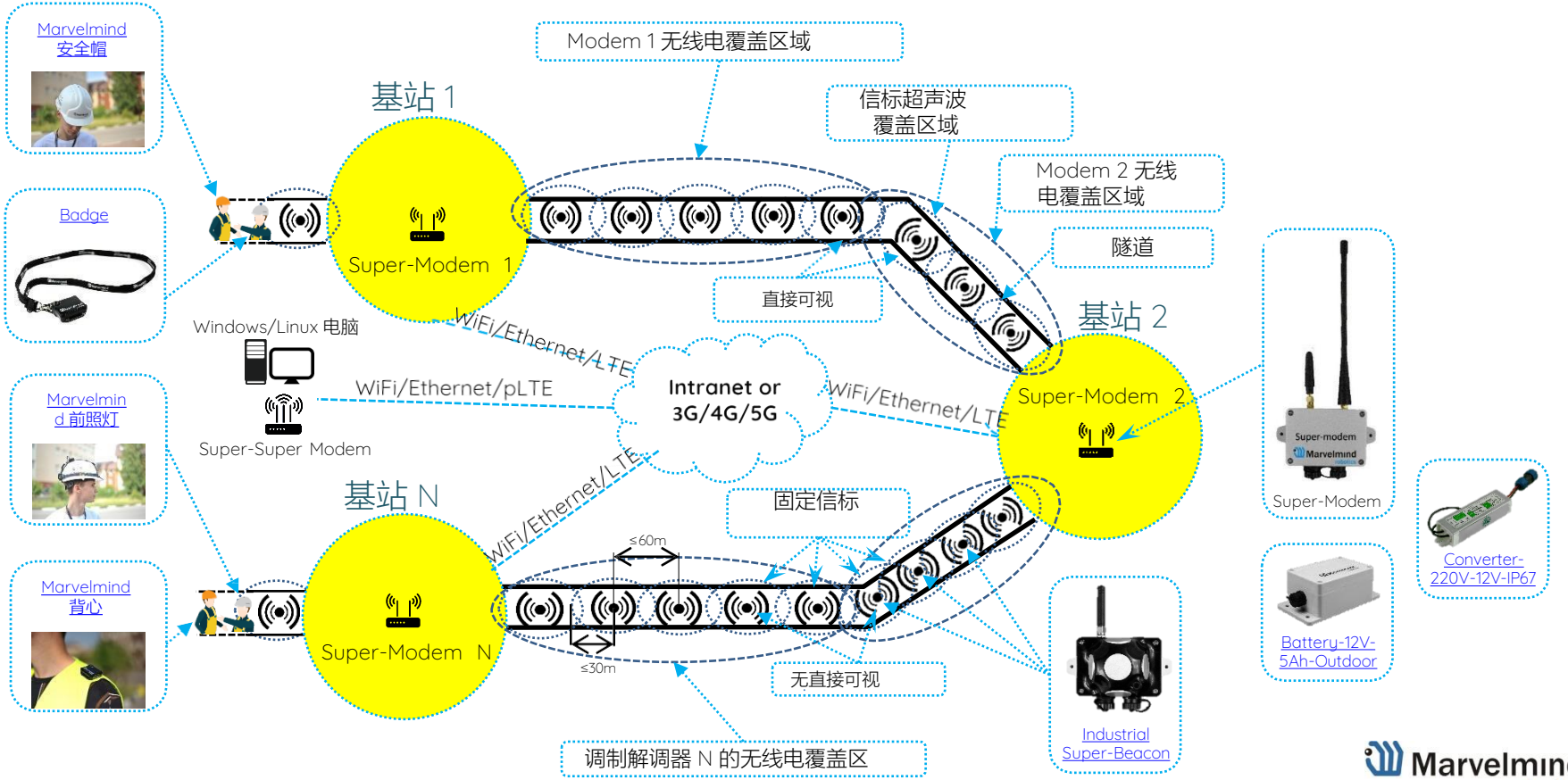


信标3（31 kHz）

Marvelmind robotics

适用于大型网络的多 Modem 架构

地下追踪隧道安全示例



Marvelmind robotics

Beacons对比











	Beacon Mini-RX / Mini-RX-Outdoor	Beacon Mini-TX	Super-Beacon / Super-Beacon-Outdoor	Industrial Super-Beacon-Metal / Industrial Super-Beacon-Plastic	Industrial-RX
特殊用途与主要用途	小型纯接收（RX）Beacon	小型纯发射（TX）Beacon	通用双模Beacon	重型户外型。 支持RS485（CAN，防爆型 - 可选）	重型户外型。 支持RS485（CAN，防爆型 - 可选）
工作模式	仅RX	仅TX	双模（RX和TX）	双模（RX和TX）	仅RX
范围	- 与 Super-Beacon 配合可达 30m	- 与Super-Beacon配合使用，最远可达30m	- 与 Super-Beacon 配合可达 30m - 配合号角天线最远可达100m	- 与Industrial-RX配合使用，最远可达30m - 配合号角天线最远可达100m	- 与Industrial-RX配合使用，最远可达30m - 配合号角天线最远可达100m
超声波频率	- 19/22/25/28/31/34/37/45 kHz	- 31kHz	- RX: 19/22/25/28/31/34/37/45kHz - TX: 每次仅使用一个频率	- RX: 19/22/25/28/31/34/37/45kHz - TX: 每次仅使用一个频率	- RX: 19/22/25/28/31/34/37/45kHz
无线电频段	868MHz SRD频段。 其他频段仅限批量订购	868MHz SRD频段	868MHz SRD频段。 其他频段仅限批量订购	868MHz SRD频段。 其他频段仅限批量订购	868MHz SRD频段。 其他频段仅限批量订购
外部供电/内置电池	USB/750mAh	USB/250mAh	USB/1000mAh	外部 +5V/+6..16V/外部电池	外部 +5V/+6..16V/外部电池
环境条件	- 室内/室外 IP67 - t=0..40C[4]	- 室内 - t=0..40C[4]	- 室内/室外[2] - t=0..40C[4]	- 室内/室外[2]/本质安全[5] - t=-40..60C[4]	- 室内/室外[2]/本质安全[5] - t=-40..60C[4]
尺寸与重量	47x42x15mm & 25g	35x35x26mm & 19g	55x55x33(64[7])mm & 62/75g	83x58x65mm[8] & 250g	83x58x33mm[8] 及 200g
IMU（3D陀螺仪 + 3D加速度计）	是（6D）	是（6D）	是（6D）	是（6D）	是（6D）
价格，欧元	129/149	129	129/149	199/199	179

1) 可承受1m至30m深度水下浸泡（符合IPx7要求）
2) IP56。此期间性能不作保证
3) 1D模式：RX4至RX4传感器；其他传感器禁用
4) 其他供电选项可根据需求提供
5) 具体认证类型须另行协商
6) 低至-40°C的温度范围仅在使用外部电源时可用，且需另行申请
7) 含天线
8) 尺寸不含安装孔
9) 不含外壳重6.3g

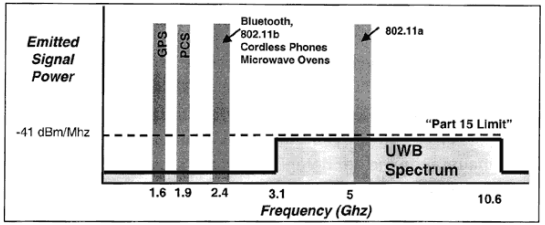
Marvelmind robotics

替代解决方案

精度：10-30 cm

竞争

UWB
Ultra Wide Band



全球有数十家UWB领域的参与者。
因此，大多数UWB解决方案在性能上非常相似

精度：±2cm vs. 10-30cm——我们的精度高出约10倍，价格同时比UWB更具竞争力

精度：2-5 米

互补/竞争

LiDAR
惯性
光流
结构光
激光三角测量
里程计
GPS
磁场

部分竞争

蓝牙和WiFi导航领域有数百家参与者，他们具有所有基于RSSI技术的相同局限性

Marvelmind robotics

总结

市场需求：人员、机器人、AGV、无人机、起重机 ＋ 独特：±2cm ＋ 极具竞争力的价格 ＋ 多元化团队

客户遍布50余个国家

我们正在寻找本地合作伙伴、集成商及客户

Marvelmind robotics

附加幻灯片

Marvelmind robotics



Marvelmind Robot v100

面向智能仓储及工业应用的自主配送机器人

最大载重100 kg
续航时间 >16h
4,990 EUR

Marvelmind robotics

理念

- 适用于仓储、零售及工业场景的全自主、经济高效且安全的小型货物配送机器人

- 灵活、模块化且务实的解决方案
- 从A点到B点准时、可预期且可靠的配送

- 降低对人工的依赖



Marvelmind robotics

待解决的问题





- 常见的自动导引车（AGV）体积庞大、价格昂贵、集成复杂且存在安全隐患。若AGV价格低廉，则通常在配送路线上灵活性极差（依赖地面磁性导线）

- 许多企业认为部署高端AGV在经济上不可行 => 市场需求未被满足，潜力尚待挖掘

Marvelmind robotics

应用场景：自主配送机器人

用于自主导航的低成本室内"GPS"

尺寸灵活、易于组装和维护的框架

QR扫描仪支架

极具成本效益——机器人基础价格——4,990欧元



与人等高

货物篮或货箱

机器人底座，配备主控制器、电池、多种传感器及控制按钮

Marvelmind robotics

Marvelmind自主配送机器人的核心优势



全自主配送：

- 基于室内"GPS"与多种其他系统及传感器相结合的导航与避障功能。实现货物从A点到B点的稳定可靠自主配送

设计上即具成本效益，集成成本极低甚至为零：

- 采用低成本室内"GPS" + IMU + 里程计 + 光学方案进行导航与定位，替代昂贵的LiDAR

- 多个低成本一维LiDAR作为近距离传感器，用于碰撞避免与安全防护
- 无需昂贵的第三方组件，无需第三方SW、许可证或知识产权——仅使用内部自研方案

小尺寸与模块化架构：

- 简洁且高度可定制的框架（"宜家风格"），可在数分钟内灵活选择不同货架结构。可选配额外电池容量。无危险货叉

- 适配不同机器人高度/宽度/长度及各种货箱/货篮尺寸

Marvelmind robotics

使用案例

仓储应用:

- 轻松实现仓库不同区域之间，或存储区与装卸/组装区域之间的货物配送。实现从A点到B点、C点、D点等的可靠快速货物配送。辅助人员将装载好的货篮或货箱放入机器人，按下对应目的地的单个实体按钮B，其余的内部配送工作将由机器人全自动完成

工业应用:

- 在中小型工厂（汽车行业、工厂、医院、化工或制药厂、食品行业等）中，对不同尺寸和形状的中小型货物进行准时、可靠的配送

竞争态势



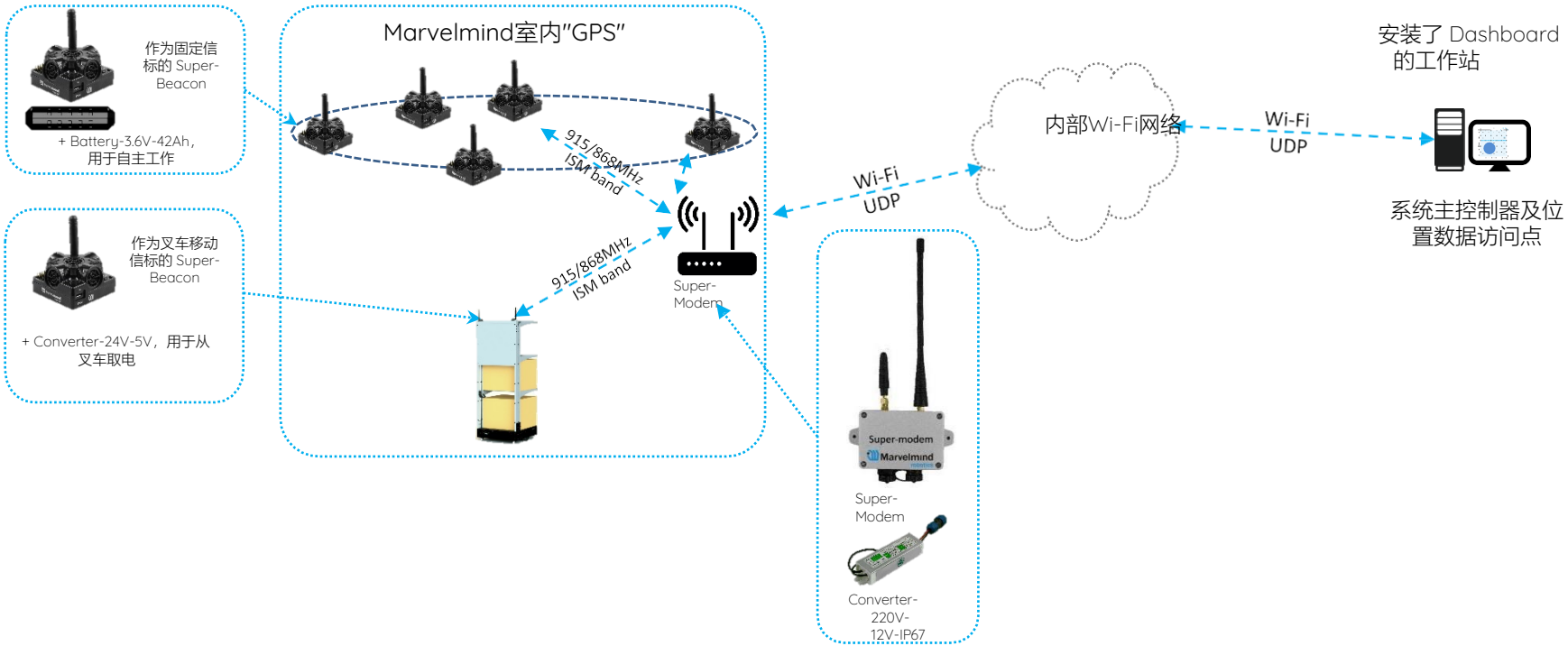
- 仅与AGV存在部分竞争关系——更多是互补共存。AGV具有不同的能力，服务于不同的需求
- 众多常规AGV厂商：Kuka/Swisslog、Egemin、AGVE、Ward、JBT等。自主配送机器人领域成熟竞争者相对较少，部分仅供自用（Amazon/Kiva）
- 小型配送机器人领域的实质性竞争极少
- 整体解决方案的价格与复杂性是决定其采用与否的关键因素



价格：最低仅需4,990欧元，而普通AGV售价为20,000至100,000欧元——价格低10至20倍
尺寸：比普通AGV更小巧、更灵活——与人体尺寸相当甚至更小
用途：可用于普通AGV根本无法适用的场景

Marvelmind robotics

Marvelmind Robot v100 + 室内 "GPS"



Marvelmind robotics

谢谢！

Marvelmind Robotics

Marvelmind OÜ

Katusepapi tn 4/2,
Tallinn, 11412,
Estonia

info@marvelmind.com
https://marvelmind.com

Marvelmind
robotics