非逆向型アーキテクチャ (NIA)



固定式
Super-Beacon 1
任意の周波数

モバイル Super-Beacon
Super-Beacon の場合は任意の超音波周波数で可能です。Beacons HW v4.9 の場合は同じ周波数である必要があります



固定式
Super-Beacon N
任意の周波数



固定ビーコン：
- 壁または天井の高い位置に設置
- Super-Beacon の場合、任意の超音波周波数を使用可能。 Beacons HW v4.9 の場合は同一の超音波周波数
- 近隣ビーコンとの距離を測定し、サブマップを自動的に構築
- ISM 帯域で router と無線通信

サブマップ：
- 別々の部屋やゾーンに独立したサブマップ／クラスタ／セルのビーコン群を構築できる高度な機能で、これにより複数のサブマップから構成されるマップを作成し、セルラーネットワークのカバレッジのように大規模な建物（数千 m2 の面積）をカバーできます

近隣ビーコン間の距離は最大 30 メートル。

モバイルビーコン：
- ロボット / ドローン / フォークリフトに取り付けられ、 UART 、 SPI 、 I2C 、または USB （仮想 UART ）を介して通信
- Router から最大 f=40 Hz で位置更新を受信
- モバイルビーコンごとの位置更新レートは、モバイルビーコン数 (n) に応じて f/n となる
- IMU （3D 加速度計＋ 3D ジャイロスコープ）を内蔵

NIA の屋内測位システムは以下で構成されます：
- 2 台以上の固定ビーコン（超音波受信）
- 1 台以上のモバイルビーコン（超音波送信）
- 1 台の中央 Router



固定式
Super-Beacon 2
任意の周波数



固定式
Super-Beacon 3
任意の周波数

システムが正常に動作するための主要要件：モバイルビーコンから 2 台（ 2D ）または 3 台（ 3D ）以上の固定ビーコンまで、 30 メートル以内に遮るもののない見通し線があること — GPS 衛星の可視性と非常に類似しています

Router/modem ：
- システムの中央コントローラ
- モバイルビーコンの位置を最大 40 Hz で計算
- USB/ 仮想 UART 経由で Dashboard またはロボットと通信
- 最大 250 台のビーコンおよび最大 250 個のサブマップをサポート



Marvelmind robotics

逆向型アーキテクチャ (IA)



固定
Super-Beacon 1
19kHz

固定ビーコン：
- 壁または天井に取り付け
- IA では、同じサブマップに属する固定ビーコンは異なる超音波周波数（例えば 19 & 25kHz または 25 & 31 kHz ）を使用する必要があります
- 隣接ビーコンとの距離を測定し、自動的にサブマップを構築します
- ISM バンドで無線によりルーターと通信します



固定
Super-Beacon 2
25kHz

システムが正常に動作するための主要要件：モバイルビーコンが 2 台（ 2D ）または 3 台（ 3D ）以上の固定ビーコンと 30 メートル以内で遮るもののない見通し線を確保すること – GPS 衛星の可視性と非常に類似しています

モバイル
Super-Beacon
任意の周波数



モバイルビーコン：
- ロボット / 人 / フォークリフトに取り付けられ、UART 、 SPI 、 I2C または USB （仮想 UART ）を介してそれらと通信します
- 最大 40 Hz でオンボードにて位置情報の更新を計算します
- ビーコンあたりの位置更新レートは、モバイルビーコンの数に直接依存しません
- IMU （ 3D 加速度計＋ 3D ジャイロスコープ）を内蔵しています

サブマップ：
- 別々の部屋やゾーンに独立したサブマップ／クラスタ／セルのビーコン群を構築できる高度な機能で、複数のサブマップから構成されるマップを作成し、セルラーネットワークのカバレッジのように大規模な建物（数千 m² の面積）をカバーできます

IA における屋内測位システムは以下で構成されます：
- 2 台以上の固定ビーコン（異なる超音波周波数で超音波を送信）
- 1 台以上のモバイルビーコン（異なる超音波周波数の超音波を同時に受信）
- 1 台のルーター

固定
Super-Beacon N
37kHz



隣接ビーコン間の距離は最大 30 メートルです。

固定
Super-Beacon 3
31kHz



ルーター / モデム：
- システムの中央コントローラー
- 最大 40 Hz でビーコンを同期します
- USB/ 仮想 UART を介して Dashboard またはロボットと通信します
- 最大 250 台のビーコンおよび最大 250 個のサブマップをサポートします



Marvelmind robotics

マルチ周波数 NIA (MF NIA)



固定
Super-Beacon 1
任意の周波数

固定ビーコン：
- 壁または天井に取り付けられます
- Super-Beacon では任意の超音波周波数を使用可能。 MF NIA は Beacons HW v4.9 ではサポートされていません
- 隣接ビーコンまでの距離を測定し、サブマップを自動的に構築
- ISM バンドでルーターと無線通信



据置型
Super-Beacon 2
任意の周波数

システムが正常に動作するための重要な要件：モバイルビーコンから 2 個 (2D) または 3 個 (3D) 以上の据置型ビーコンまで、30 メートル以内に遮るもののない見通し線があること – GPS 衛星の可視性と非常に似ています

モバイル型
Super-Beacon
19/22/25/28/31/34/37/45kHz



モバイルビーコン：
- ロボット / 人 / フォークリフトに取り付けられ、UART 、 SPI 、 I2C または USB(仮想 UART) 経由でそれらと連携
- ルーターから最大 40 Hz で位置情報の更新を受信
- 最大 8 個のモバイルビーコンまでは、ビーコンあたりの位置更新レートは IA と同様。それ以降は NIA と同様だが、最大 8 倍の更新レート
- IMU(3D 加速度センサー +3D ジャイロスコープ) を搭載

ルーター / モデム：
- システムの中央コントローラー
- モバイルビーコンの位置を最大 40 Hz で計算
- USB/ 仮想 UART 経由で Dashboard またはロボットと通信
- 最大 250 個のビーコンおよび最大 250 個のサブマップに対応



サブマップ：
- 別々の部屋またはゾーンに独立したサブマップ / クラスター / セルのビーコンを構築できる高度な機能であり、これにより複数のサブマップで構成され、セルラーネットワークのカバレッジのように大規模な建物（数千 m2 の面積）をカバーするマップを作成できます

MF NIA での屋内ナビゲーションシステム：
- 2 台以上の固定ビーコン（超音波を受信）
- 1 台以上のモバイルビーコン（異なる超音波周波数で超音波を送信）
- 1 台の中央 Router

固定
Super-Beacon N
任意の周波数



隣接ビーコン間の距離は最大 30 メートル。

固定
Super-Beacon 3
任意の周波数



Marvelmind robotics

非常に大規模なネットワーク向けマルチ Modem アーキテクチャ

地下追跡用のトンネル安全性例

Marvelmind Helmet



Badge



Marvelmind Headlight



Marvelmind Jacket



Modem 1 電波カバーゾーン

ビーコン超音波カバーゾーン

Modem 2 電波カバーゾーン

トンネル

Station 1

Super-Modem 1

直接見通しあり

Windows/Linux 搭載 PC

Super-Super Modem

Backbone: WiFi, 4G/5G, RS485

Station 2

Super-Modem 2

Station N

Super-Modem N

Stationary beacons

≤ 60m

≤30m

直接見通しなし

Modem N 電波カバーゾーン



Super-Modem



Converter-AC-5V-IP67



Industrial Super-Beacon



Battery-3.7V-15Ah-IP67

Marvelmind robotics

高速移動物体向けの Split-Modem アーキテクチャ

高速追跡のためのアイススケートの例

Modem HW v5.1



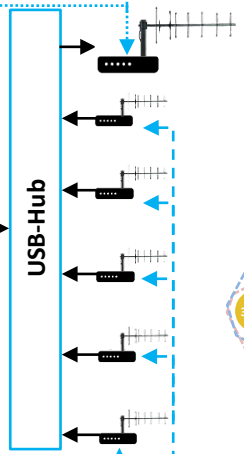
コントロールモデム：
- 中央システムコントローラー。すべてのビーコンからデータを収集し、中央の Dashboard に送信します。

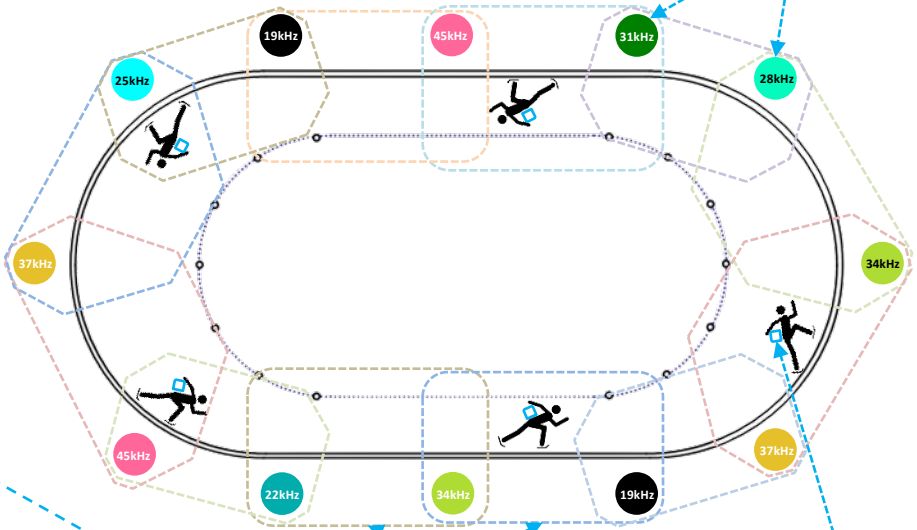
固定ビーコン：
- モバイルビーコンを追跡する役割を担います。
- 1つのサブマップ内に同じ周波数のビーコンを 2 台配置したり、マップ内に複数の周波数ペアを配置したりすることはできません。

Super-Beacon



USB-Hub





注記：
- 屋内ケース：スポーツ、カート、サイクリング
- 受信 Modem は、モバイルビーコンの 1 つとペアで動作します。
- 受信モデムの数はモバイルビーコンの数に対応します
- 同時にサポートされるモバイルビーコンの数は、915 MHz 帯域では 30 台に制限されています
- Dashboard は専用のモデムモジュールで動作します
- 近日公開：Split-Modem アーキテクチャをサポートする Super-Modem のオプション

モデムモジュール付き Dashboard:
- コントロールモデムの機能の一部を担うモデムモジュールが動作する Dashboard を実行している Windows/Linux。

受信モデム：
- 1台のモバイルビーコンから IMU データなどのデータを受信し、Dashboard に送信する役割を担います。
- 1台のモデムは1台のモバイルビーコンからデータを受信できます。

サブマップ

モバイルビーコン：
- モバイルビーコンは追跡対象に取り付けられます。
- モバイルビーコンは、それぞれ専用の受信データモデムに接続されます。

Beacon Mini-RX、Omni-Mic-IP67



Marvelmind robotics

屋内での自律型 DJIドローン

20x20 メートルのサブマップ + ドローン 1 台の例

Super-Beacon
（固定ビーコン）



Super-Beacon
（モバイルビーコン）
軽量化バッテリー + 筐体なし

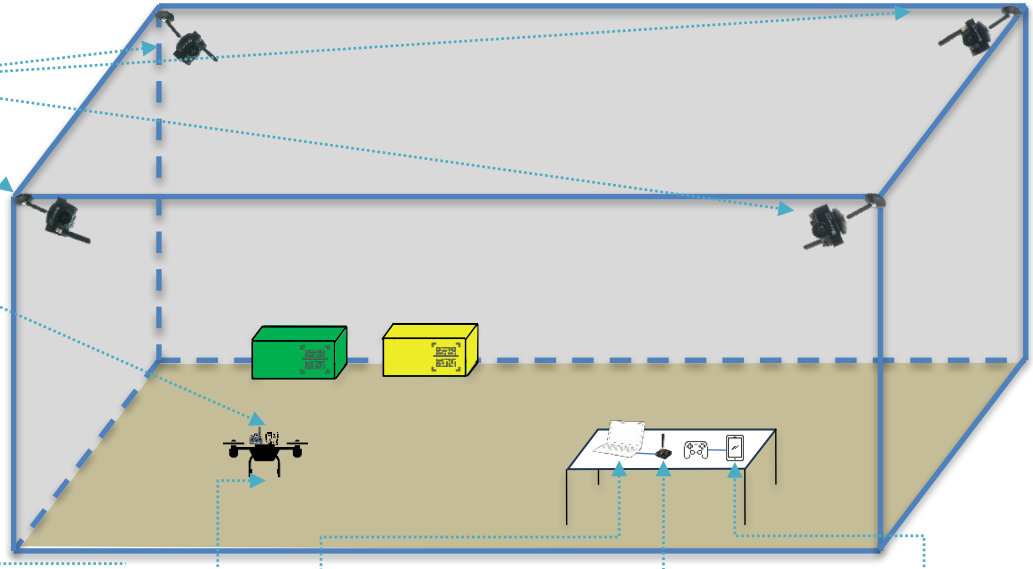


Modem HW 5.1



DJI drone





DJI drone:
- Marvelmind system supports DJI drones starting from DJI Mini 3. Integration works via DJI SDK

Dashboard:
- Used for the setup of a system. Visual drone tracking. Streams to your ERP and WMS

Modem HW 5.1:
- Central controller of the system. Collects data from all beacons and communicates via USB/virtual UART with Dashboard

Marvelmind アプリ + DJI RC:
- 専用の Marvelmind Android アプリにより、システムをリモートで制御できます。 DJI RC に接続します

構成：
- 3 ～ 4 x Super-Beacon – 固定ビーコン
- 1 x Super-Beacon – モバイルビーコン
- 1 x Modem HW 5.1 – 中央コントローラー
- 1 x DJI ドローン – 追跡対象物
- 1 x DJI RC + Marvelmind DJI アプリ搭載 Android スマートフォン – ドローンの自律飛行パターンのコントローラー
- 1 x Windows/Linux ノートパソコン – Dashboard のインストールおよびシステムのセットアップに使用

動作原理：
- この構成の Marvelmind Indoor GPS システムは、 DJI SDK を使用して DJI ドローンの追跡と自律飛行を提供します

結果：
- DJI ドローンが Dashboard 内のウェイポイントに従って自律飛行し、写真撮影や QR/ バーコードのスキャンおよび認識を行い、それらを正確な座標とともに WMS または ERP に送信
- 基地への自律帰還

課題：
- DJI ドローンの自律屋内飛行を実現する
- 写真の自動撮影、 QR コードのスキャン、位置データの送信

ソリューション：
- 自律飛行用の Marvelmind アプリを備えた Marvelmind Indoor GPS システム

Marvelmind robotics

アーキテクチャの比較

	非逆向型（NIA）	逆向型（IA）	マルチ周波数非逆向型（MF NIA）
典型的な使用方法	- 1-4 個の自律ロボット / ドローン - 最大 250 個のビーコン（固定 + 移動）に対応 - 移動ビーコンが騒音の多いドローン / 車両に搭載する必要があるが、固定ビーコンは比較的静かな場所にある場合	- 多くのモバイルユーザー（人、ロボット、 VR ）とモバイルごとの更新レートが重要な場合 - 最大 250 個のビーコン（固定 + 移動の組み合わせ）に対応 - 移動ビーコンがより静かな場所にある場合	- 5-16 個の自律ロボット / ドローン - 最大 250 個のビーコン（固定 + 移動の組み合わせ）に対応 - 実質的に、 MF NIA は IA と NIA の両方の長所を組み合わせています。ただし、移動ビーコンが超音波を発しているため、「 NIA より多いが IA ではない」です
推奨されない	- 移動ビーコンの超音波発出が望ましくない用途において	- ドローン用 - 移動ビーコンが超音波を受信するため。範囲は 2-5m に制限される可能性があります。将来の SW リリースで改善される可能性があります	- 移動ビーコンの超音波発出が望ましくない用途において
精度	- ±2cm 以上（より多くの平均化で）	- ±2cm 以上（より多くの平均化で）	- ±2cm 以上（より多くの平均化で）
更新レート	- モバイルビーコン数（ n ）の f/n 次第です - TDMA が使用されます - 無線プロファイルにやや依存します - サブマップのサイズに依存します - IMU 融合は HW および SW でサポートされています	- モバイルビーコンが同時に超音波を受信するため、モバイルビーコン数に依存しません - 無線プロファイルにやや依存します - （ NIA と同じ） - サブマップのサイズに依存します（ NIA と同じ） - IMU 融合は HW でサポートされています。 SW サポートは近日中に予定されています	- n>8 のモバイルビーコン数（ n ）に依存 - TDMA が使用されます。つまり、同じ数のモバイルで NIA より最大 8 倍高い更新レートを提供できます。最大 8 個のモバイルの場合、モバイルあたりの更新レートは IA と同じです - 残り – NIA のような
範囲	- サブマップを使用して、任意の大きさの領域をカバーできます - 実際の条件下では最大 30m 、実験室条件下では単一のサブマップ内で最大 50m 、つまり固定ビーコンは 30m 以内ごとに配置する必要があります（ 1D 、ホーン付き - 最大 120m ）		
マップ作成	- サブマップを自動および手動で構築できます	- サブマップを自動および手動で構築できます	- サブマップを自動および手動で構築できます

翻訳版。英語オリジナル： https://marvelmind.com/pics/architectures_comparison.pdf

マーベルマインド 2021_01_18

marvelmind robotics