



## ZigBeeを使って駐車場運営を効率化



### 混乱を極めた地下駐車場

オフィスビルやショッピングモールの地下駐車場は不規則に広がり、複数階を占有する巨大な複合建築物になっています。この迷宮のような建物の中から空の駐車場所を見つけることは、挑戦する、という程ではないにしても、時間と労力がかかる仕事になりました。貴重な時間が刻一刻と過ぎて行き、空き駐車スペースが見つからない為に運転者はますますイライラし、駐車場内を何度もぐるぐる動き回る事になります。良く言っても、このような空き駐車スペースを探す作業は快適とは言えません。悪くすれば、重要な約束に遅れるか、または完全にチャンスを見逃すことになり得ます。このような状況では、誰か、または何らかのシステムが空き駐車スペースに誘導してくれたらどんなに良いだろう、と思うことでしょう。係員付きの高級駐車場サービスはこの様な願いに対する回答にはなりません。しかし、状況は変化しています。

都市の公共駐車場で自分の空き駐車スペースを見つけるのにかかる時間は3.5分から12分で、その為に0.5Kmから2Km近くの距離を運転する、という調査報告があります。それほどではないにしても、数百平方メートルの駐車場で、1台の駐車スペースの1日の回転率が10-15台とすると、1台の駐車場内の運転時間は短くても、その総運転量(時間と距離)は膨大な量になります。この為に浪費するガソリンと発生する大気汚染の量は言うまでもありません。



### 革新的な技術

#### 革新的な技術 - M2Mソリューションプロバイダーに焦点を

ヨーロッパの都市住人は地下駐車場とそれに関連する問題に毎日対処する様迫られています。パリを本拠とするInnovative Technologies社はハイテクのスタートアップ企業ですが、主要ビジネス分野として自動化ソリューション市場を選びました。この新興企業は既に様々なアプリケーションを開発しており、特にセキュリティと安全管理、アクセス制御、ビル管理、産業プロセスの最適化等のシステムを開発提供しています。Innovative Technologies社は最新技術が顧客にどのような利点を提供するか、に集中していますが、その技術力はハードウェア設計、ソフトウェアやファームウェアの開発にも及んでいます。この企業にとって無線技術は常に興味の対象でした。Innovative Technologies社はRFID技術は既に獲得していましたが、将来有望なZigBee無線センサー技術も自社に取り込むことにしました。

## 最適な技術を採用

この自動化プロセスを実現するには、駐車場全体の、各駐車スペースの隣にインテリジェントな検出センサーを設置する必要がありました。平均的な地下駐車場全体の大きさから言って、センサーをケーブルで接続するという方法は最初から問題外でした。この技術的困難の他に、電線を敷設する費用が1メートル当たり3万円(200ユーロ)という基準価額を容易に超えてしまうことが明らかでした。無線技術を採用することはソリューションとして当然でした。

次の課題は適切な無線プロトコルを選ぶことでした。標準規格や独自規格を使った様々な無線ソリューションが利用可能です。標準規格を採用する利点は相互接続性とベンダからの独立性にあることは明らかです。利用できる標準規格としてBluetooth、Wi-Fi、ZigBeeがあります。駐車場の壁と柱の構造から、視野方向が遮られた場合信号を別ルートで送信できる、自己修復可能なマルチホップのメッシュ網が重要な要求事項でした。別の重要な要求は、無線機器がバッテリー駆動であることでした。これは電力消費特性上厳しい制限でした。現在は、IEEE802.15.4に基づくZigBeeだけが低消費電力でメッシュ網を提供し、両方の要求を満たすことができます。従ってIEEE802.15.4/ZigBeeが選ばれました。

## ZigBee技術提供企業と提携

次のステップは、ZigBeeプラットフォームを選ぶことでした。Innovative Technologies社はプロジェクトのスタート時に、チップを採用するか、またはモジュールハードウェアプラットフォームを採用するかを短時間で決めなければなりませんでした。Atmel、テキサス・インスツルメンツ、Freescaleなどの多くの主要な半導体メーカーはマイクロコントローラと無線トランシーバの両方を提供します。何社かのベンダはいわゆる「チップ上のシステム」やMCUとRFチップの両方を結合したシングルチップを製造しています。

チップセットはモジュールよりは安価ですが、それを製品設計に組み込むことに関連する隠れた費用があります。チップセットと違って、モジュールは既にRF/MCUに関連する設計を全て含み、必要な電気回路やアンテナが付いています。更に、モジュールはPCBに容易に搭載でき、その為に設計とプロトタイプングのフェーズでより大きな柔軟性があり、時間と費用が節約できます。採用に当たってRFの専門知識は全く必要ありません。別の利点は、モジュールは大抵RF認証付きで提供されることであり、これは最終製品にそのまま使えます。一般に言って、製品の生産数量が十万個よりかなり多いならばチップセットの使用は費用対効果が高いことが経験から言えます。そうでなければモジュールを使うことを御勧めします。



チップアンテナ付きIEEE802.15.4/ZigBeeモジュール

Innovative Technology社にとってZigBeeモジュールは賢い選択でした。オンライン検索の結果、Innovative Technology社は多くのベンダが802.15.4/ZigBeeモジュールを提供するのを発見しました。モジュールの2つの特性が特に重要でした。それは電力消費量と大きさでした。センサー機器は、1個の9V電池で4年間自律的に作動する必要があります。更に、これらのメーカーのPCBボードにはモジュールとの統合の為に「空きスペース」がほとんど残っていませんでした。ほとんどの主要なZigBeeモジュールは非常に低い電力消費量を誇っています。しかし、サイズに関しては、MeshNeticsのZigBitモジュールだけが3平方センチメートル強のフットプリントで済み、Innovative Technology社の要件を満たしました。ZigBitモジュールがMeshNetics社独自のZigBeeネットワーキングスタックにバンドルされて提供され、且つMeshNetics社がハードウェアとソフトウェアの両方をサポートするという事実により、Innovative Technology社はMeshNetics社を選んだことに対する確信を一段と深めました。

## ZigBeeによる無線センサー網

次のステップはZigBitモジュールを試すことでした。Innovative Technology社はこの為にMeshNetics社にZigBee評価キットを注文しました。この評価キットにはZigBitモジュール、センサー、アクセサリ、ソフトウェアを搭載した3個の開発用ボードが入っており、モジュールの機能性を評価する十分なツールも付いているので、評価作業の期待に充分応えることができます。一連の試験を実行した後、Innovative Technology社は自社のアプリケーションのプロトタイピングを始めました。

デュアルチップアンテナ機能を持つZigBitモジュールを、距離センサーと9Vの電池を接続したボードに搭載します。ZigBitモジュールはAtmel社の新型RFトランシーバーAT86RF230の利点を最大限に活用します。このトランシーバーは-101dBmの受信感度と最大+3dBmの送信出力を備えています。この組み合わせは「リンクバジェット」として知られています。ノード間の通信距離はリンクバジェットの対数関数なので、わずか9dBmの差であっても距離の差は約3倍になります。この優れたリンクバジェットのおかげで、AT86RF230の電波到達範囲は今日市場に出ている他社の2.4GHz 802.15.4無線装置のほぼ3倍です。これは広大な駐車場では重要です。モジュールの電波到達範囲が優れているという事は、1つのセンサー機器でより多くのスペースをカバーできることを意味し、これは費用削減につながります。さらに、駐車場の環境は、コンクリート壁、柱、金属製の車両がたくさんあるので、RF信号にとって好ましい環境とは言えません。これが、RF性能が優れているモジュールが絶対必要な理由です。

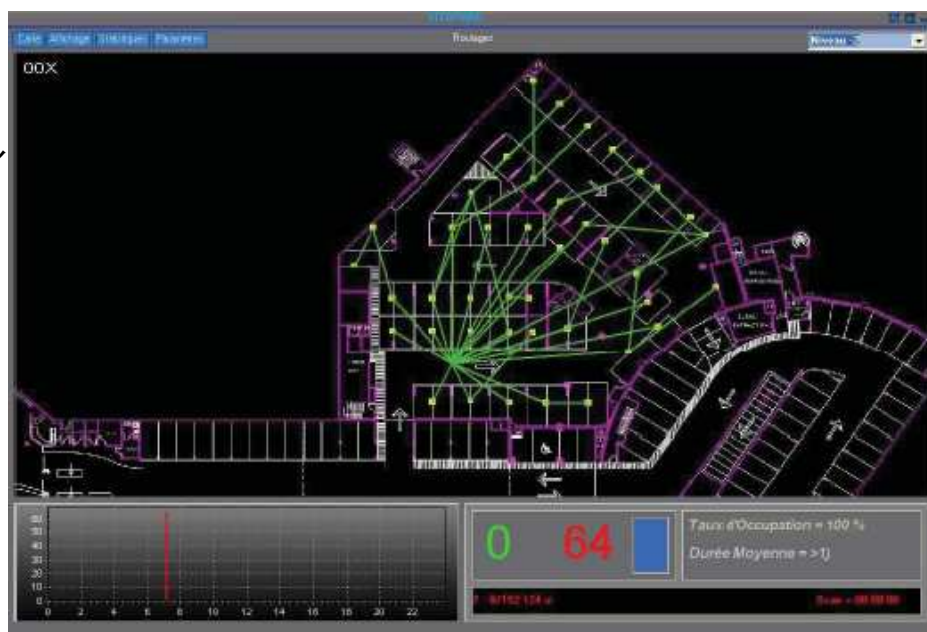
組込み型メッシュネットワーク スタックソフトウェアのおかげで、ZigBitモジュールを使ったセンサー機器は自動回復機能、自動編成機能を備えた網を構成します。機器はほとんどの間スリープ状態にあり電池の消耗を防ぎます。機器は数秒毎に数ミリ秒間起きてセンサーのデータを送信し、スリープ状態に戻ります。ZigBee網は通常3タイプのノード、即ち終端装置、ルータ、コーディネータで構成します。終端装置は通常センサーを搭載し、コーディネータに送信するデータを収集します。コーディネータが直接リンクするには遠すぎる場合、間にルータを使います。Innovative Technology社のプロジェクトでは、駐車場が比較的狭く、ZigBitモジュールのRF性能が強力だった為、ルータを使う必要はありませんでした。終端装置からのセンサーデータは網を通してコーディネータに送られます。コーディネータはゲートウェイとして機能し、データを中央のサーバに送ります。これは直接送るか、または仲介者としてGPRSゲートウェイ経由で送ることができます。データ収集とデータが網をどの様に流れるかは完全に自動的に処理されます。

## 駐車場の自動化

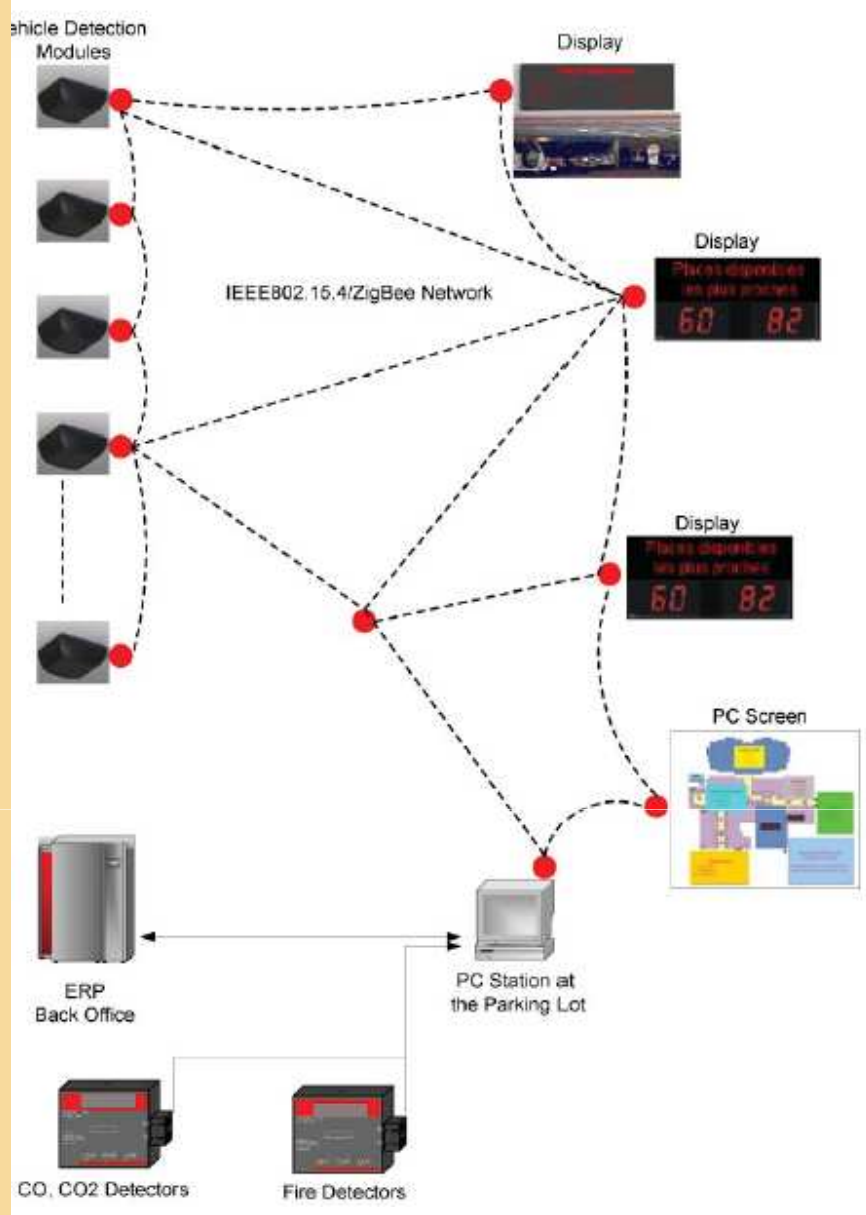
Innovative Technology社はシステムの試験導入の為に顧客の地下駐車場から1つを選びました。この駐車場自動化システムは「e-パーク」と呼び、以下の部分から構成します：

- 車両検出モジュール(VDM)
- 情報ディスプレイ
- データ管理ソフトウェア
- バックオフィスへのゲートウェイ

ZigBeeネットワークポロジの表示



## システム構成



車両検出モジュール(VDM)



補助ディスプレイ

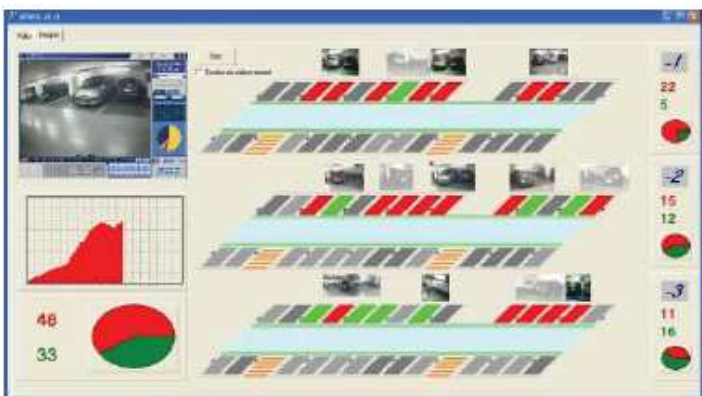


駐車場入口での表示

車両検出モジュール(VDM)は駐車場の天井の照明設備の上か壁に設置します。VDMを試験したところ、1個のVDMで最大4台分の駐車スペースをモニタできましたが、試験導入では、1個のVDMで2台分の駐車スペースをモニタしました。各VDMは9Vの電池で電力を供給し、4年間自律的に稼働します。VDMユニットの内部にはZigBit 802.15.4/ZigBeeモジュールが1個あり、VDMは他のVDMと交信してZigBee網を構成します。

システムはコンパクトなディスプレイを通して利用可能な駐車スペース数や最も近い空き駐車スペースの場所など、運転者にとって有用な情報を提供します。

データ管理ソフトウェアを使って駐車場の各階の地図を視覚表示するので、運用管理者はどの駐車スペースが空いているか、使っているかが即時にわかります。このソフトウェアは、今空いている駐車スペースの数、駐車場全体の利用状況、個々の駐車スペースと駐車場全体の平均な回転率も表示します。このシステムは駐車場がほとんど満車の時、駐車スペースを占有している車両を発見した時、温度が閾値を越えた時、車両が異常な移動をしている時警告を発生します。PC画面上の表示の他に、警告メッセージはテキスト情報としてPDAや携帯電話に一齐同報できます。運用管理者はシステムの様々なパラメータを設定できます。システムはログデータを保存し続け、以後の分析の為に過去データにアクセスできます。遠隔にいる運用管理者はウェブ経由でシステムにアクセスできます。



システムオペレーターインターフェース



データ分析ツール

### 駐車スペース探しは楽勝です

これまでは、駐車場に入るまでは良かったのですが、そこで空き駐車スペースを見付けるまでにしばらくの間運転を続けることになるかどうかはリスクでした。今日、MeshNetics社のZigBeeを使った無線センサー網を導入した駐車場では、以前はイライラした駐車場の経験が楽しみに変わったことに気付くと思います。駐車場の入口では、各階での利用可能な駐車スペース数と、これとは別に障害者用の駐車スペース数を表示している大きなディスプレイがあなたをお迎えします。あなたは利用できるスペースがあることを確かめた後料金所に進みますが、そこでは別のディスプレイが同じ情報を表示し、最も近い空きのスペースを御勧めします。御勧めの駐車スペースがある階に着くと、小さなディスプレイがお勧めの駐車スペース番号を再び表示するか、もしその場所を誰かが使ってしまったのなら、別の場所をお勧めします。御勧めの駐車スペースに駐車すると、システムはすぐにその場所が使われていることを示します。駐車スペースから車を出すと、直ちにそのスペースが空いている旨表示を更新し、他の運転者がこのスペースを使えるようにします。空き駐車スペースは、もうストレス無しで容易にできる様になりました！

以下はZigBeeを使ったe-パークシステムが、駐車場の運用者と運転者に提供する利点のまとめです：

#### 駐車場運用者の利点：

- 駐車場の占有情報が即座に得られます
- 駐車スペースの利用効率を改善できます
- 車両の利用回転率を高められます
- 駐車場内の車両の移動がより効率的で、より安全にできます
- 有用な統計情報が得られます
- 駐車場の利用傾向分析ができます
- 利用者へのサービス品質を高められます

#### 運転者の利点：

- 空きスペースを見付けるまでの時間を節約できます
- ガイドの支援に従うだけで空きスペースが見付けられます
- 音声による支援
- 障害者のニーズを満たすディスプレイ
- 燃料の消費量を下げられます
- 二酸化炭素の排出を抑えられます
- 欲求不満が低くなります

**実績が効果を証明します**

Innovative Technology社がZigBeeを使ったシステムを導入した結果、空き駐車スペースを見付けるまでの駐車場内の平均運転距離が30%削減でき、その為の時間が25%削減できました。この結果車両の利用回転率が上がり、スペースの利用効率も上がりました。この結果、駐車場運用者の要求レベルが大幅に高くなりました。このことは、運転者が不要なストレスを感じなくて済む様になったので、今後同じ駐車場を使おうとする様になるだろう、ということまでを言おうとしている訳ではありません。

**Innovative Technology社の評価:**

Innovative Technology社のCEO、Philippe Besnard氏 「無線を採用すべきということは最初から明らかでした。弊社は、弊社の顧客に信頼できる標準規格を使った解決策を提供したかったのです。その結果ZigBeeを選びました。弊社は多くのZigBeeプラットフォームベンダーの製品から少数のベンダーの製品を選び、その製品に厳しい検査を課しました。機能性、電力消費量、弊社が設計した監視システムの総費用等の条件は厳しい選択基準になりました。その結果、MeshNetics社のZigBitモジュールが勝ち残りました。この製品は非常に低い電力消費量と優れた無線の有効範囲を備えているだけでなく、競合製品よりずっと小さかったです。ボードのスペース制限が重要でしたので、ZigBitモジュールの小ささは特に貴重でした。最後に、MeshNeticsチームのサポート品質の優秀さとプロフェッショナリズムは良い意味で驚きだったことを申し上げたいと思います。弊社はこの実績を基に、MeshNetics社との協力関係を未来に向けて築いてゆきたいと思います。」

**問合わせ先****KenConsulting Inc.**メール [support@kenconsul.com](mailto:support@kenconsul.com)