

Bluetooth® Low Energyを用いた 車載器と携帯端末との簡単ペアリング

Easy Pairing between In-vehicle Equipment and Smartphone using Bluetooth® Low Energy

寺田 英明
Hideaki TERADA

栗田 昌宏
Akihiro KURITA

中西 生堯
Takaaki NAKANISHI

ジュン カケノ
Jun KAKENO

宮田 雅弘
Masahiro MIYATA

神谷 昌宏
Masahiro KAMIYA

要旨

当社では自動車ユーザの満足度向上を目的に毎年 Car Multimedia 製品（以下、製品）の品質改善活動を行っており、お客様から弊社製品に対する問合せ情報を指標として使用している。Bluetooth® 機能に対して分析した結果、「製品と携帯端末との接続（ペアリング）操作が複雑でわかりにくい」という声が多い。これより、ユーザ満足度向上に向けて、複雑なペアリング操作を解消するシステムを開発した。

今回、市場で急速に普及が進んでいる超低消費電力で機器同士をペアリングしなくてもデータ送受信が可能な Bluetooth® Low Energy 技術を用いて「操作手順が少なく」、「簡単な操作」でペアリングができる二種類のシステムを開発した。この稿では、Cloud を用いたシステムとスタンドアロン環境システムについて紹介する。

Abstract

We, DENSO TEN conduct the quality improvement activity of Car Multimedia products (hereinafter “products”) to aim for the improvement of car user satisfaction every year, and use the inquiry information from our customers as the index. As the result of analysis for Bluetooth® function, we found that many users say “the connecting (pairing) operation between products and smartphone is complex and difficult to be understood.” Therefore, we have developed a system that solves the complex pairing operation toward the improvement of user satisfaction.

This time, we have developed two types of system which enable the pairing with “less operating procedure” and “easy operation” using Bluetooth® Low Energy technology, which enables transmitting and receiving data without pairing between devices with super-low power consumption, which is rapidly spreading in the market. We introduce the system using cloud and the stand-alone system in this paper.

1. はじめに

当社では自動車ユーザの満足度向上を目的に毎年 Car Multimedia 製品（以下、製品）の品質改善活動を行っており、お客様から弊社製品に対する問合せ情報を指標として使用している。

製品機能のうち、Bluetooth® 機能について分析

した（図1）。結果として、「①製品と携帯端末接続（ペアリング）操作が複雑」、「②製品と携帯端末間で通話が途切れる」、「③電話帳の表示がおかしい」という声が多い。②と③は発生頻度が低く、あまたの携帯端末側の挙動も含めた原因絞込みが必要となり、対策が多岐にわたることが予想されるため、この稿では対象外とした。一方で①は製品仕

様に対する改善要望であり、狙いを絞った対策が可能である。そこで、この稿ではユーザ満足度向上に向けて、複雑なペアリング操作を解消する技術について述べる。

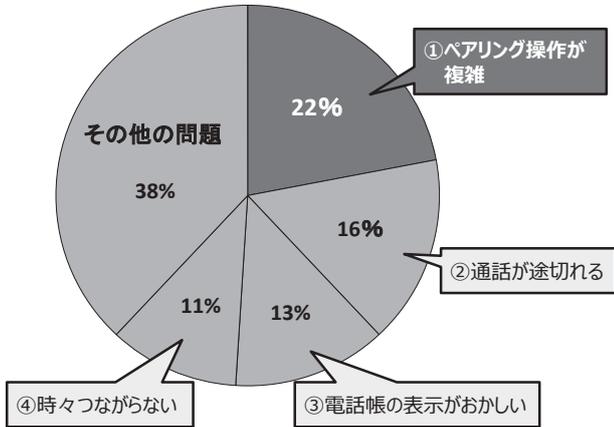


図1 当社製品のBluetooth®機能に対する問合せの比率

2. 「ペアリング操作」における問題推定

製品と携帯端末のペアリング操作において、ユーザが「操作が複雑」と感じることを二点推定した(図2)。

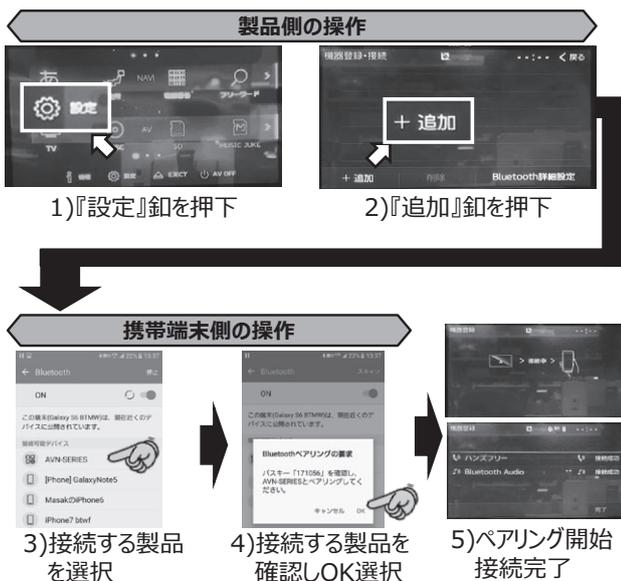


図2 当社従来製品と携帯端末のペアリング操作

- ・製品側のペアリングを開始させるための釦がわかりにくく、釦操作が複数回必要
- ・製品側だけでなく携帯端末側の操作も必要

以上より、複雑なペアリング操作を解消するために、製品側だけでなく携帯端末側の操作も考慮した「操作手順が少なく簡単な操作」で機器登録まで行うシステムをBluetooth® Low Energy(以下、Bluetooth®LE)やCloudを活用して開発した。

3. Bluetooth® Low Energy (Bluetooth® LE) 技術について

Bluetooth®LEとは、2.4GHzの無線を使用した近距離無線通信規格である。主な特徴は、ボタン電池一個で5~10年動作可能な超低消費電力と、機器同士ペアリングしなくてもデータ送受信可能なことである。この規格は携帯端末で標準サポートされたフレームワークが開発者に開放されたことにより、対応アプリが多数市場に出回り、急速に普及した。市場において、お客様が店舗に入ったタイミングで商品の割引クーポンなどを携帯端末に送信されるサービスなどが普及している(図3)。

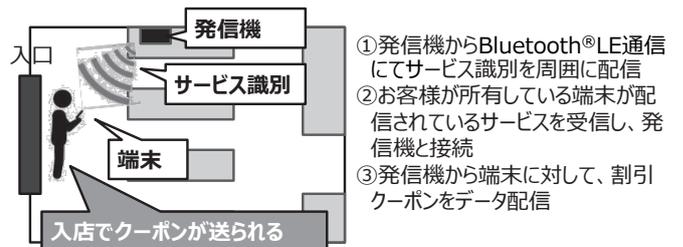


図3 Bluetooth®LEを用いたサービス例

Bluetooth®LE 機器がほかの Bluetooth®LE 機器に対して通信を行うブロードキャスト通信から Bluetooth®LE データ送受信までの仕組みについて説明する（図4）。

- ・ Advertisement Packetの送信側をペリフェラル、受信側をセントラルと定義
- ・ セントラルはデバイス名称など追加の情報を要求する場合、『SCAN_REQ』を送信。ペリフェラルは『SCAN_RSP』で情報を送信（図4中①）
- ・ セントラルが『CONNECT_REQ』を送信すると、Bluetooth®LE接続が完了（図4中②）
- ・ Bluetooth®LE接続が確立すると、Generic Attribute Profile（以下、GATT）通信サービスでデータの送受信が可能（図4中③）

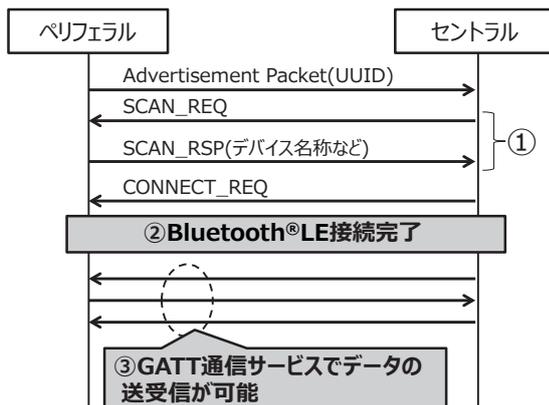


図4 Bluetooth®LE データ送受信までのシーケンス

シーケンスの補足を以下に説明する。

- ・ UUIDとはUniversally Unique Identifier の略称である。128ビット長の識別で、Bluetooth®LE で提供されるサービスの種類を示す。Bluetooth SIG, Inc. が定義しているサービス（例：Battery Service）に合致しない場合は、オリジナル UUIDを生成して使用
- ・ Advertisement Packetはサービスを識別する UUID（128ビット）を内包
- ・ Advertisement Packetの送信周期は20ms～10.24s間で0.625msの整数倍の値が設定可能
- ・ 暗号化通信は不可

4. Bluetooth®LEを用いた簡単ペアリング

従来は製品と携帯端末を間違えてペアリングしないために携帯端末側で接続する製品を『ユーザ』が確認している。今回、『ユーザ』の確認なしでも間違えてペアリングしない仕組みを考えた。これに伴い「製品と携帯端末の固有情報」を悪意のある第三者に傍受されない二種類のセキュリティシステムを開発した。

4.1 Cloudを用いた簡単ペアリング

Cloudを用いた簡単ペアリングの開発内容について説明する。

4.1.1 システム構成

開発したシステムは、ペリフェラルの役割をする『携帯端末アプリ』、セントラルの役割をする『製品ソフト』、携帯端末と製品を管理する『Cloudアプリ』の3つで構成する（図5）。

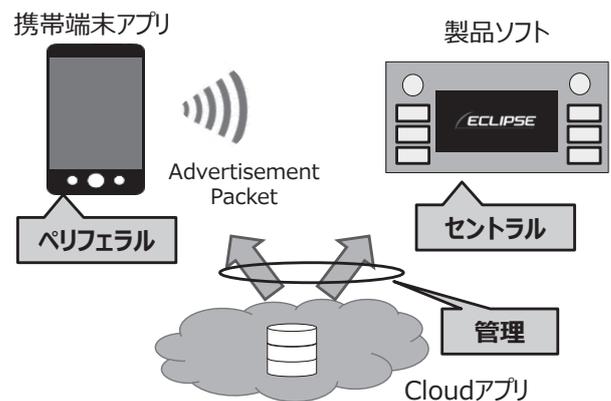


図5 システム構成

4.1.2 開発内容

当社が独自に考案した Cloud を用いた簡単ペアリングのシーケンスを示す (図 6)。

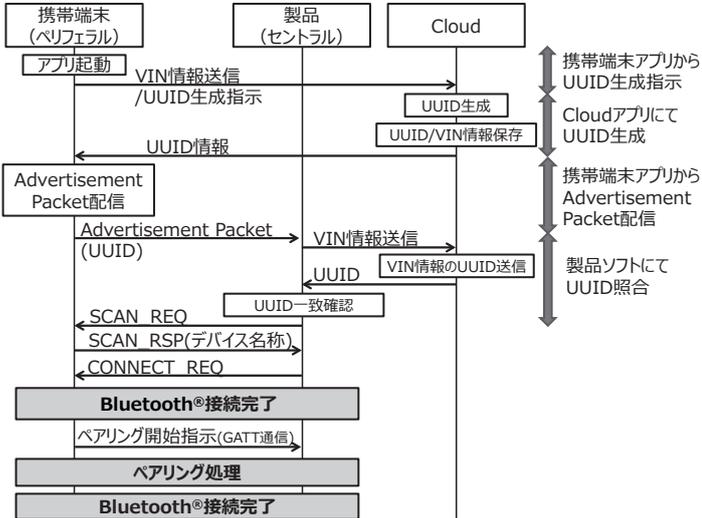


図 6 Cloud を用いた簡単ペアリングシーケンス

ペアリングする製品と携帯端末の紐付けは、車両識別番号 (Vehicle Identification Number: VIN) を使用し、VIN 情報を傍受されないように Cloud アプリで管理を行う。製品と携帯端末とのペアリングを次の手順で示す。

- (1) 携帯端末アプリは起動時に VIN 情報を Cloud へ送信し、Cloud アプリへ UUID 生成指示
- (2) Cloud アプリは VIN 情報を乱数に UUID を生成し、Cloud アプリに VIN と UUID を保存 (図 7)

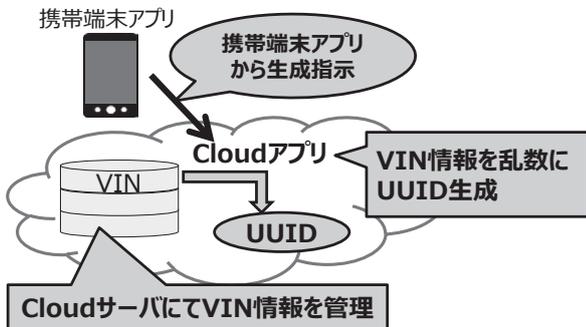


図 7 UUID 生成の仕組み

- (3) 携帯端末アプリは Cloud アプリから UUID を取得後、Advertisement Packet を配信 (図 8)

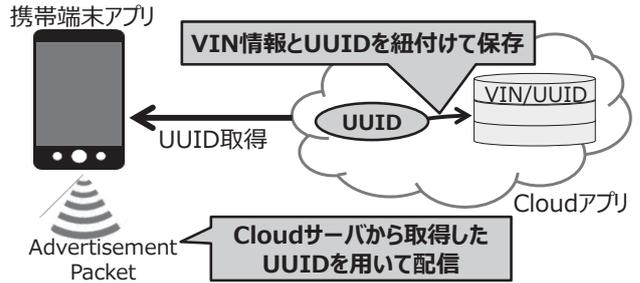


図 8 Advertisement Packet 配信の仕組み

なお、携帯端末アプリは起動ごとにランダムに UUID 生成を行うため、通信を傍受され UUID を盗まれても次回起動時は違う値となるため悪用される心配はない。

- (4) 製品ソフトは Advertisement Packet を受信すると Cloud アプリに接続し、自身の VIN 情報の UUID を確認し同じ UUID であれば、携帯端末とのペアリング動作を開始

4.1.3 評価

このシステムにおいて、ユーザによる製品と携帯端末の Bluetooth[®] 接続完了までのペアリング操作は、携帯端末のアプリ起動だけと簡単であり、操作回数も従来と比べて 3 回短縮できた (表 1)。

表 1 ペアリング操作回数の比較

回数	従来の操作	今回の操作
1回	製品の『設定』紐を押下	携帯端末のアプリを起動
2回	製品の『追加』紐を押下	—
3回	携帯端末で接続する製品を選択	—
4回	携帯端末で接続する製品確認し OK 選択	—

4.2 スタンドアロン環境の簡単ペアリング

前述の Cloud を用いた簡単ペアリングは、ネットワーク環境が必要である。一方、ネットワーク環境を構築できないケースも考慮して、簡単にペアリング可能なシステムを開発した。

4.2.1 システム構成

開発したシステムは、ペリフェラルの役割をする『携帯端末アプリ』、セントラルの役割をする『製品ソフト』の二つで構成する。

4.2.2 開発内容

ペアリングする製品と携帯端末の紐付けとして、Bluetooth® 対応デバイスを識別できる BD アドレスを用いた。ただし、非ペアリング時の Bluetooth®LE 通信は暗号化通信と比べ、情報傍受の危険が大きい (図9)。

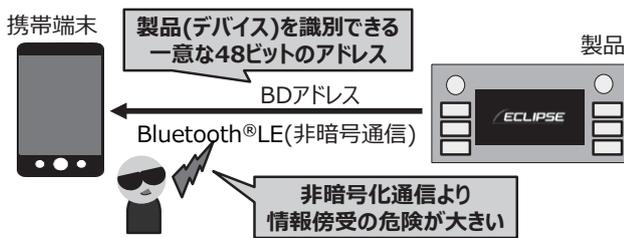


図9 Bluetooth®LE 通信では情報傍受の危険大

そこで、第三者に情報傍受されずに製品の BD アドレスを携帯端末に渡す方法として、QR コードに BD アドレスを埋め込み、携帯端末のカメラで直接 QR コードを読み込む方法を考えた (図10)。

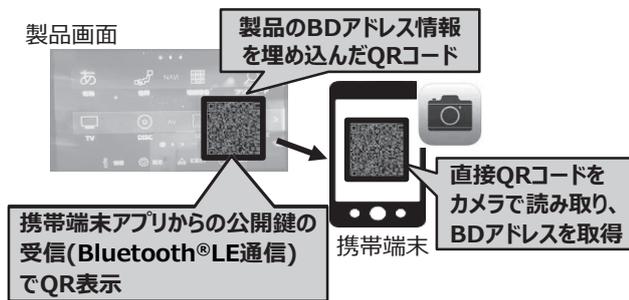


図10 QRコードの読み取りによるBDアドレス取得

当社が独自に考案したスタンドアロン環境の簡単ペアリングのシーケンスを示す (図11)。

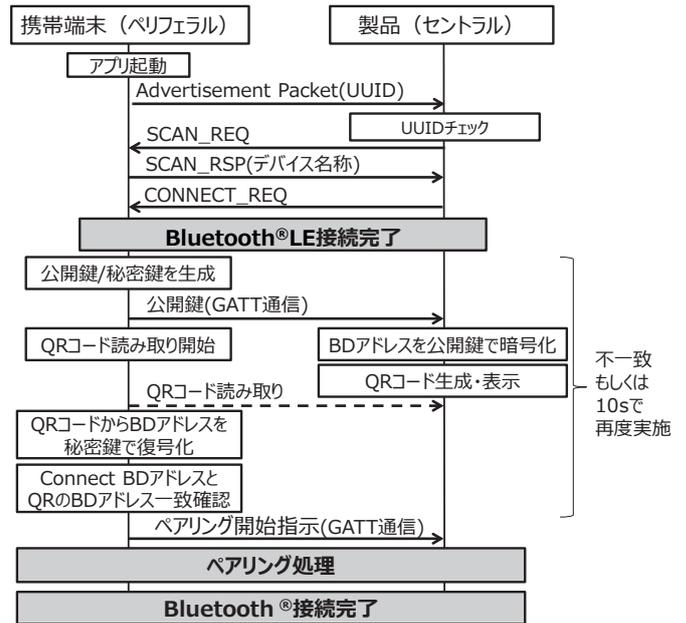


図11 スタンドアロン環境の簡単ペアリングシーケンス

製品と携帯端末とのペアリングを次の手順で示す。

- (1) 携帯端末アプリは起動すると製品ソフトに対して Advertisement Packet を配信
- (2) 製品ソフトは Advertisement Packet を受信すると携帯端末と Bluetooth®LE通信 で接続
- (3) 携帯端末アプリは公開鍵を製品ソフトに GATT 通信で送信し、QR コード読み取りを開始
- (4) 製品ソフトは公開鍵を用いて BD アドレスを暗号化し、QR コードを生成・表示 (QR コードの再利用防止のため、10 秒ごとに再生成)
- (5) 携帯端末アプリは読み取った QR コードを復号化して (図12)、BD アドレスの一致を確認。同じ BD アドレスであれば、携帯端末とのペアリングを実行



図12 BDアドレスの暗号／復号化の仕組み

4.2.3 評価

このシステムにおいて、ユーザによる製品と携帯端末のBluetooth®接続完了までのペアリング操作は、携帯端末のアプリ起動およびQRコード読み取りと簡単な操作であり、従来に比べて操作回数を二回短縮できた（表2）。

表2 ペアリング操作回数の比較

回数	従来の操作	今回の操作
1回	製品の『設定』釦を押下	携帯端末のアプリを起動
2回	製品の『追加』釦を押下	QRコードを電話機にて読み取り
3回	携帯端末で接続する製品を選択	—
4回	携帯端末で接続する製品確認しOK選択	—

今回開発した二種類のシステムのメリット・デメリット（表3）から、ユーザの利便性やサービス提供環境に適合したペアリング方法を選択できる。

表3 メリット/デメリット比較

	Cloud用いたシステム	スタンドアロン環境システム
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ユーザ操作が1回（携帯端末アプリ起動） UUIDが傍受されても再利用されない 	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク環境が不要 製品と携帯端末のみで実現 BDアドレスが極めて傍受困難で、傍受されても再利用されない
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク環境が必要 VIN情報の事前登録必要 	<ul style="list-style-type: none"> ユーザ操作が2回

5. おわりに

ユーザからの改善要望が多い「製品と携帯端末の接続（ペアリング）操作が複雑」を対策すべく、Bluetooth®LEを用いたシステムを開発した。スタンドアロン環境については、QRコード以外でもBDアドレス情報を埋め込む方式を継続して開発を行い、自動車メーカーへの提案および当社製品への適用に取り組んでいきたい。

- ・Bluetooth®はBluetooth SIG, Inc.の登録商標です。
- ・QRコードは株式会社デンソーウェーブの登録商標です。
- ・ECLIPSEは、株式会社デンソーテンの登録商標です。

*記載した製品名などの固有名詞は、各社の商標または登録商標です。

筆者紹介



寺田 英明
てらだ ひであき

SS 技術本部
ミドルウェア技術部



栗田 昌宏
くりた あきひろ

SS 技術本部
ミドルウェア技術部



中西 生亮
なかにしたかあき

SS 技術本部
ミドルウェア技術部



ジュン カケノ
Jun Kakeno

DENSO TEN
AMERICA Limited



宮田 雅弘
みやた まさひろ

株式会社デンソー
ンテクノロジー



神谷 昌宏
かみや まさひろ

SS 技術本部
ミドルウェア技術部