

# 車載ルータ用ウェイクアップ無線の誤作動低減方法

高橋幹<sup>†</sup> 今田諭志<sup>‡</sup> 鈴木信雄<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>岩手県立大学 <sup>‡</sup>株式会社 KDDI 研究所

## 1. はじめに

近年の環境問題への意識の高まりにより、環境対応車の普及が期待されている[1]。筆者らは、環境対応車に内蔵される各種 ICT 機器の状態を収集する無線システムを開発している。環境対応車が外部のネットワークと接続し、機器の状態をクラウドで管理する場合には、車載ルータが中心的な役割を担う。この車載ルータを省電力化することにより、電費の良い利用が可能となる。本研究では、車載ルータに対してウェイクアップ無線技術を適用し、省電力化することを検討している。この技術を用いると、ウェイクアップ信号を受信するまで、データ通信の機能を含む装置の大部分をスリープ状態に保つことが可能となる。また、ウェイクアップ信号の制御用と、データ通信用のチャンネルを別々にすることで、ウェイクアップ信号の受信を待機しているときも、データ通信をスリープ状態に保つことが可能となる。これにより、データ通信をしない時間帯の待機電力を大幅に削減することができる[2][3]。ただ、待機電力を抑えるため、ウェイクアップ信号の受信機能は、フレーム長をもとにデータ通信の機能を起動するか判断する。このため、周囲の端末から同じフレーム長の信号を受信すると、ウェイクアップ信号の受信機能が誤作動する懸念がある。

本稿では、無線が混雑した環境で課題となる、ウェイクアップ信号の受信機能が誤作動する可能性を低減する手法を提案する。具体的には、無線 LAN 通信において、ダミーの SSID を付与して送信することで、ウェイクアップ信号のフレーム長を長く設定し、他の端末からの通信によって誤作動する可能性を低減する。

## 2. 誤作動の低減方法

### 2.1 提案方式の概要

本研究では、ウェイクアップ信号として無線 LAN の Probe Request を使用する。無線 LAN 端末から送信される Probe Request のフレーム長が、車載ルータでウェイクアップ信号と認識

するフレーム長と一致すると、無線 LAN 通信の機能が起動し、無線 LAN 端末との接続を確立する。ここで、他の端末からの Probe Request の SSID の長さが、ウェイクアップ信号のフレーム長と同じときは、無線 LAN 通信機能が起動するため、不要な電力消費が発生してしまうという課題がある。

この誤作動の課題を解決するため、Probe Request に 1 つ以上のダミー SSID を送信する手法を提案する。図 1 のように、通常の SSID\_A に加えて、ダミーの SSID\_B を送信することで、ウェイクアップ信号長を  $t_1$  より大きい  $t_2$  に設定することが可能となる。ダミーの SSID の個数が多いほどフレームが長くなり、他の端末からの信号によって誤作動する可能性を低減できる。

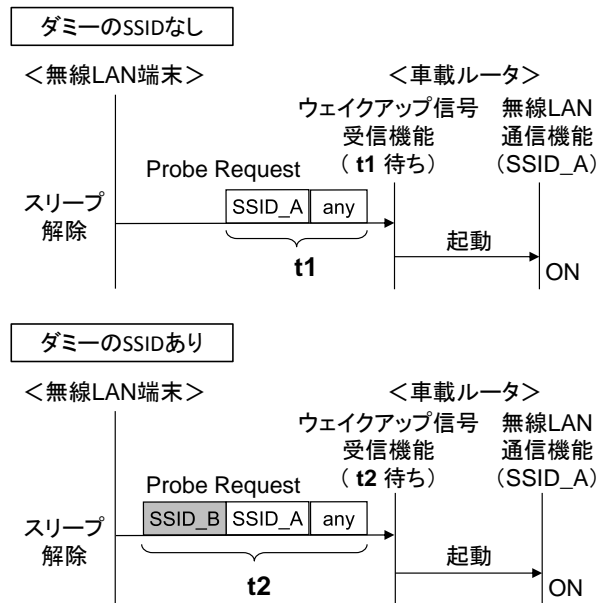


図 1 提案方式

### 2.2 ダミーの SSID の個数とサイズ

前節でのダミーの SSID について、個数とサイズを、図 2 に示す①～③の手順で定める。

- ① ランダムな自然数  $\alpha$  を定め、 $n=1$  を初期値として、 $n=\alpha$  になるまで、以下②③を繰り返す。これにより、ダミーの SSID を含む総フレーム長が一意に定まる。
- ② 無線 LAN では、SSID は最大 32byte との条件がある。ダミーの SSID が全て最大値 32byte の場合、ダミーの SSID の個数を 1

New in-vehicle system for decreasing false probability about wake-up signals  
 Tsuyoshi Takahashi<sup>†</sup>, Satoshi Imata<sup>‡</sup>, Nobuo Suzuki<sup>‡</sup>  
<sup>†</sup>Iwate Prefectural University, <sup>‡</sup>KDDI R&D Laboratories Inc.

つ追加する．全て最大値ではない場合，ダミーの SSID の 1 つのサイズを  $d$  増加する． $d$  の byte 数は，ウェイクアップ信号の受信機能が識別可能なサイズとする．

- ③ 総フレーム長  $L(n)$  が  $L(n-1)$  以下の場合，②を繰り返す． $L(n)$  が  $L(n-1)$  より大きい場合は， $n$  を 1 増加して②の処理を行う．

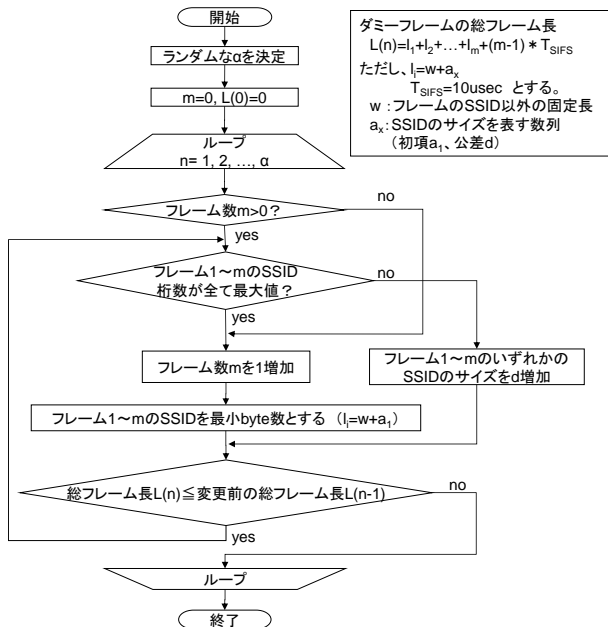


図2 ダミーの SSID の個数及びサイズの決定

### 3. 誤作動率の評価

本項では，提案方式における誤作動率を検証する．ウェイクアップ信号の受信機能の解像度が  $40 \mu \text{sec}$  で，無線 LAN の伝送レートが  $1 \text{Mbps}$  の場合，識別可能な SSID のサイズの差は  $5 \text{byte} (= 40 \mu \text{sec} * 1 \text{Mbps} / 8 \text{bit})$  となる．このため，ウェイクアップ信号の受信機能が， $1 \text{byte}$  と  $5 \text{byte}$  の SSID を受信した場合，両者の差が  $4 \text{byte}$  と  $5 \text{byte}$  より小さいことから，2 つを同じフレーム長と誤認識する可能性がある．また，SSID は最大  $32 \text{byte}$  との条件を踏まえると，ウェイクアップ信号の受信機能は，1 つの SSID で 7 種類(例: 2, 7, 12, 17, 22, 27,  $32 \text{byte}$ )まで識別することが可能となる．

一方，ダミーの SSID が 2 個の場合，1 つの Probe Request で 7 種類の識別が可能であっても，14 種類の識別が可能とは限らない．例えば，ダミーとなる 2 個の SSID が  $2 \text{byte}$  と  $17 \text{byte}$  の場合と， $7 \text{byte}$  と  $12 \text{byte}$  の場合は，ともに計  $19 \text{byte}$  となる．このとき，総フレーム長は同じ値となるため，ウェイクアップ信号の受信機は両者の識別が不可能となる．

以上のことを踏まえ，ダミーの SSID の個数と，ウェイクアップ信号の受信機が識別可能なフレームの組み合わせ数を求めた．組み合わせ数の逆数を誤作動率の理論値とした．結果を図 3 に示す．図 3 の結果によると，ダミーの SSID が 3 個の場合，誤作動率を 2.7%まで抑えることが可能となる．

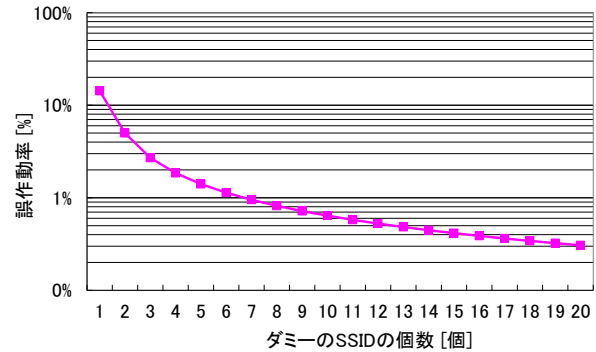


図3 誤作動率

### 4. おわりに

本稿では，ウェイクアップ受信機能を持つ車載ルータに，ダミーの SSID を付与して送信することで，無線 LAN 機能の誤作動率を低減する手法を提案した．ダミーの SSID の数が多ければ誤作動率は低下するが，正常に無線 LAN の通信機能が起動しにくくなる懸念もある．

今後は，提案方式の機能を有する車載ルータを開発し，フィールド実験によりダミーの SSID の個数と誤作動率の関係を評価する．

### 謝辞

本研究での提案方式の検討にあたり，株式会社国際電気通信基礎技術研究所 適応コミュニケーション研究所の皆様から多大なご助力を頂いた．ここに記して深謝する．

### 参考文献

[1] 国土交通省, "環境対応車普及による低炭素まちづくりに向けて", 報道発表資料 [http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi09\\_hh\\_00006.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi09_hh_00006.html)

[2] 近藤良久, 四方博之, 湯素華, 岩井優仁, 田中利康, 筒井英夫, 小花貞夫: "無線 LAN 信号を用いたオンデマンドウェイクアップ方式", 信学技報, vol.110, no.448, NS2010-185, pp.123-128(2011)

[3] 石田繁巳, 鈴木誠, 森戸貴, 森川博之: "低受信待機電力無線通信のための多段ウェイクアップ機構", 信学技報, IN, 情報ネットワーク, 107(525), 355-360, 2008-02-28