

# すれちがい通信時のデータ転送量を削減する FEC 技術の提案と評価

吉村 太一<sup>†</sup>小川 猛志<sup>†</sup><sup>†</sup> 東京電機大学大学院情報環境学研究所

## 1. はじめに

近年、大幅な低コスト・低消費電力を実現した IoT 向けの通信規格として Sigfox 等の LPWAN (Low Power Wide Area Network) が注目されている。環境データ収集等の一般的な IoT サービスには十分な帯域を所持している一方で、LPWAN 単体ではログデータの一括収集等の大量データ転送に対応できない。このため、我々はマシン近辺を通過する一般ユーザのスマートフォン(以下、端末)にデータ転送を中継させる事で、低コスト・低消費電力でマシンとクラウド間の大量データ転送を実現する方式について研究している[1]。

サービスの実現にはデータを分割・冗長化しつつ部分的な到達でも再送要求せずに復元する技術が必要であるが、従来の FEC (Forward Error Correcting) 技術[2]を適用するとデータ送信量が増大し、消費電力が課題になる。

本稿では想定する大量データ転送サービスの概要と従来 FEC 技術の適用時における課題を解決する 2 つの手法について提案する。

## 2. 想定する大量データ転送方式

図 1 に想定する大量データ転送方式のアップロード例を示す。クラウドは各端末が通信費用の不要な無線 LAN 網に接続する 1 日あたりの確率(以下、FS 接続率)を常時計測する。ユーザがマシンに近付くと、クラウドは FS 接続率が閾値以上の端末を選択してマシンからデータ(数 kB ~ 最大 100MB)を回収させ、無線 LAN 網へ接続時にクラウドにデータを転送させる。実験結果[3]より 1 回の転送量を最大 20MB 程度と見込み、データを複数のブロックに分割して複数の端末に中継させる。一部のブロックがサーバに未到達の場合、サーバからマシンに再送を要求すると遅延が増大する。このため、サーバからの送達確認が不要かつ消費電力が抑制可能な FEC 技術が必要になる。

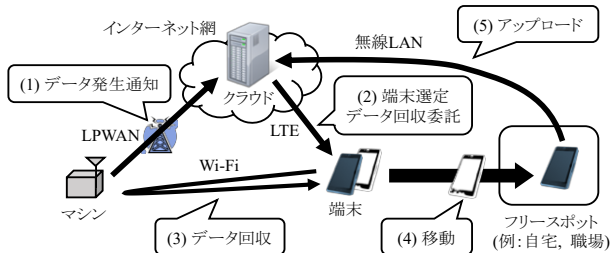


図1 大量データ転送方式

## 3. 提案手法

### 3.1. 可変長ブロック方式

従来 FEC 技術ではブロックが固定長であり、ブロック転送中にリンクが切断されると当該ブロックを全て他の端末に再度送信する必要があった。図 2 に提案方式である可変長ブロック方式を示す。データ転送前にマシンはバイト長  $K$  の均等な  $N$  個のデータに分割し、それらを XOR 加算しバイト長  $K$  の XOR データを生成し元データに結合する。マシンは端末とデータリンクを接続すると、リンクが持続している時にデータの先頭から順に端末に最大  $K$  バイト転

送する。データリンクが切断されるとマシンは次の端末とデータリンクを接続して未転送のバイト位置から転送する。端末は受け取ったバイト列に先頭バイト位置情報を付与して可変長ブロックを生成し、フリースポットへ接続時にクラウドに転送する。一部の端末がクラウドへ転送を実施せず最大  $K$  バイトのデータがクラウドに部分的に到達しても、クラウドの XOR 計算によってデータの復元が可能である。

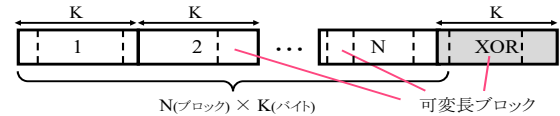
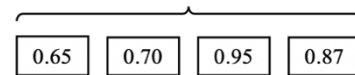


図2 可変長ブロック方式

### 3.2. 部分繰り返し送信方式

従来 FEC 技術では平均 FS 接続率から冗長データ量を事前に定める必要があり、FS 接続率の変動に追従できない問題があった。図 3 に部分繰り返し送信方式の概要を示す。データ 1 組分である  $N$  個の可変長データブロックと XOR ブロックを複数の端末に転送する。端末がマシンへ接続する時にマシンは当該端末の FS 接続率を認知できるため、送信が完了したデータ全体の到達率の算出が可能である。算出結果からデータ全体の到達率の不足が予測される場合、FS 接続率の低い端末に転送したブロックのみを繰り返し送信する。

(1) データ1組の送信後、データ到達率を計算



(2) 必要数のみ繰り返し送信



図3 部分繰り返し送信方式

## 4. まとめ

本稿では、IoT マシンとクラウド間の大量データ転送手法を示し、マシンとクラウド間でデータを分割・冗長化する技術が必要である事を報告した。また、従来 FEC 技術の適用時の課題を示すとともに、同課題を解決する可変長ブロック方式と部分繰り返し送信方式を提案した。発表時は定量評価結果を併せて報告する。今後はプロトタイプを開発し、フィールドにて実証実験する予定である。

## 参考文献

- [1] Takeshi Ogawa, Taichi Yoshimura, and Noriharu Miyaho, "Cloud Control DTN Utilizing General User's Smartphones for Narrowband Edge Computing," IEEE World Forum on Internet of Things 2018, pp. 19-24, Feb. 2018.
- [2] 会津宏幸, 権藤俊一, and 辻雅史. "インターネットコンテンツ配信における前方誤り訂正技術." 東芝レビュー 65.6 (2010): 36-39.
- [3] 吉村太一, 小川猛志, "Sigfox とスマートフォンを利用した大量データ収集方法の研究." 第 23 回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会 (2018): 47.