

# 確率手法による赤外線データ放送のモデル化及び性能考察

蔡 大維<sup>†</sup> 川島 龍太<sup>‡</sup>

岩手県立大学<sup>†</sup> 岩手県立大学ソフトウェア情報研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

赤外線を用いてホットスポットなど公共性の高い場所において、不特定多数の携帯電話などの携帯情報端末へ高速に配信できる手段である赤外線データ放送方式とそのシステムが提案された[1], [2]. 携帯端末の消費電力を抑えることと高い通信速度を携帯端末の数に影響されずに低下させないことを実現するために、ブロードキャスト方式がもっとも有効である. コネクションレス型の単方向赤外線通信方式を採用することによって、従来の IrDA 方式が持つ短い通信距離と狭い通信エリアといったメディアとしての利用を考える上での問題点を解決し、赤外線通信の新しい利用形態を実現できる.

赤外線データ放送の QoS を確保できる通信プロトコルを研究するには、赤外線データ放送の通信パフォーマンスを量的に解析することが重要である. 本研究では、確率的な手法を用いて、赤外線データ放送方式で配信されるオブジェクトの送受信について、通信モデルの定式化を実現し、通信環境や条件などに対する配信の成功確率特性を量的に解析する手段を提供する.

## 2. プロトコル構成

図 1 に提案する赤外線データ放送プロトコル IrFast を示す. 効率的な情報処理の目的を達成するために、OSI 参照モデルのプロトコル階層化の指針をもとにして、OSI 参照モデルに類似した階層的なプロトコル構造を採用した. 具体的には、IrFast の基本プロトコルには、IrFast-PL と IrFast-LL と IrFast-UL の三つの層がある. IrFast-PL は赤外線物理層であり、現在 IrDA 規格の物理層 IrPHY の SIR, FIR, VFIR を利用することにする. IrFast-LL はデータリンクアクセス層 (フレーム) である. この層では、フレームの処理を行う. 送信部の場合、パケットからフレームを生成する. 受信部の場合、フレーム確認などの処理によるパケットの復元を行う. IrFast-UL: データアプリケーション層 (パケット). この層では、パケットの処理を行う.

送信部の場合、オブジェクトから送信用のパケットを生成する. 受信部の場合、受信したパケットの処理によってオブジェクトの合成を行う. 拡張プロトコルとして、FIRE (Fast Infra-Red Everywhere: 応用目的に応じる拡張機能) を提供することで、より特化した機能や、アプリケーションの効率化と便利化を図る.

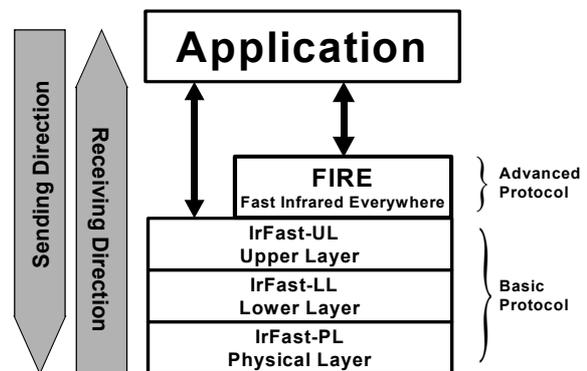


図 1 Irfast プロトコル

## 3. プロトコル統計モデル

赤外線データ放送の基本的な配信方式は、配信したい複数のオブジェクトを一組として、順番にオブジェクトの配信を繰り返す方式である. 赤外線データ放送によるコンテンツ基本配信方式の受信統計モデルの定式化によって、配信されているオブジェクトを正確に受信できる受信時間の確率分布、及び一定の受信時間 (一定の配信されているパケット数) でオブジェクト受信成功の確率などを量的に解析することが可能になる.

ある一つ又は一組のオブジェクト  $A_o$  を送受信することを考える. この一つ又は一組のオブジェクトは、送信側で  $N$  のパケット  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) に分割され、すなわち、次のようになる.

$$A_o = \{A_1, A_2, \dots, A_N\} \quad (1)$$

これらの分割されたパケット  $A_i$  の配信を順番に繰り返す. これらのパケットにおいて、あるサイズ  $L_i$  [bit] パケット  $A_i$  を正確に受信する事象  $R_{A_i}$  に対して、その確率  $P(R_{A_i})$  は

Modeling of Infrared Data Broadcasting with a Probability Approach and Performance Analysis

<sup>†</sup>Dawe Cai, Iwate Prefectural University

<sup>‡</sup>Ryuuta Kawashima, Iwate Prefectural University

$$P(R_{A_i}) = (1 - \lambda_{iR})^{L_i} = p_i \quad (2)$$

により与えられ、そのパケットを正確に受信できない事象  $R_{A_i}^-$  に対して、その確率  $P(R_{A_i}^-)$  は

$$P(R_{A_i}^-) = 1 - P(R_{A_i}) = 1 - p_i = q_i \quad (3)$$

により与えられる。受信側では上記のオブジェクト  $A_o$  を正確に構成するために、 $A_o$  を構成するすべてのパケット  $A_i$  を 1 回以上正確に受信しなければならない。ここで、配信されるオブジェクト  $A_o$  の配信サイクル順番を  $n \in \{0, 1, 2, \dots\}$ 、 $n$  番目の配信サイクルにおいて受信したパケット番号を  $k \in \{1, 2, \dots, N\}$  とし、 $n$  番目の配信サイクルの  $k$  番目のパケットを受信した時点で  $A_o$  を構成するすべてのパケットを正確に受信できる確率を  $P_{Nn+k}$  は

$$P_{Nn+k} = \prod_{i=1}^k [1 - P(R_{A_i}^-)^{n+1}] \prod_{i=k+1}^N [1 - P(R_{A_i}^-)^n] \quad (4)$$

すべてのパケットが同じサイズであれば、 $P_{Nn+k}$  は

$$P_{Nn+k} = (1 - q^{n+1})^k (1 - q^n)^{N-k} \quad (5)$$

になることが理解できる。

ここで、 $i \in \{1, 2, \dots, N\}$  に対して、

$$P(R_{A_i}^-) = 1 - p = q \quad (6)$$

が成り立つ。

#### 4. 数値例

上記のモデルを用いて、数値の計算例を示す。ここで、パケットサイズ  $L_{packet} = 2048 \times 8$  bit, コンテンツを構成するパケット数  $N = 1000$  とする。図 2 に、 $BER = 10^{-10}, 10^{-9}, 10^{-8}, 10^{-6}$  の場合の、受信したパケット数に対するオブジェクトの受信成功確率特性を示す。BER の増大によって、配信されているオブジェクトが正確に受信される確率が低下する傾向が見える。但し、受信されるパケット数が増えることによって、コンテンツを正確に受信できる確率が改善されることも確認した。また、図 3 に、配信されているオブジェクトの回数が 1, 2, 3, 6 の場合の、BER に対する配信されるオブジェクトが正確に受信される確率特性を示す。図 3 から、受信時間の増加で、配信されているオブジェクトが正確に受信される確率の維持が可能であることがわかる。

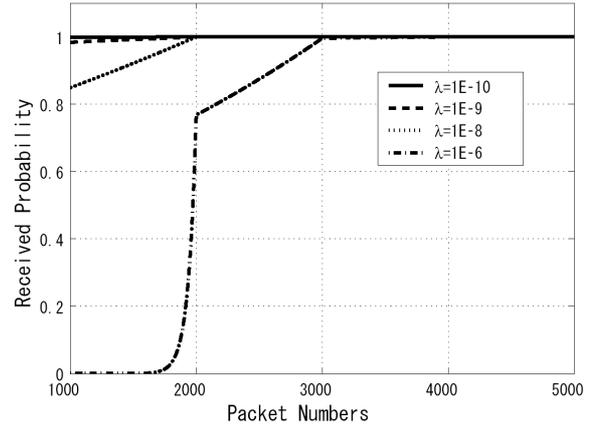


図 2 受信したパケット数に対するオブジェクトの受信成功確率特性

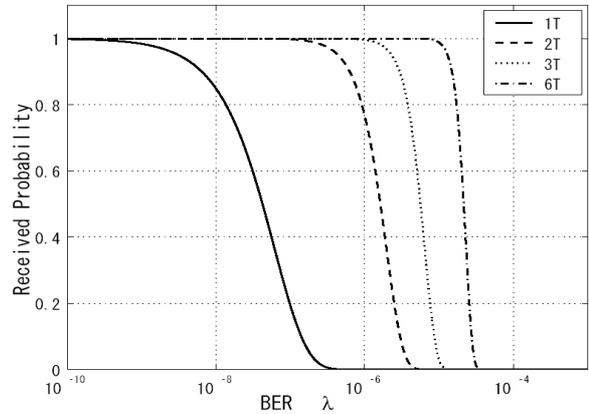


図 3 BER に対するオブジェクトの受信成功確率特性

#### 5. むすび

本研究では、確率的な手法を用いて、赤外線データ放送方式によるコンテンツ配信の統計的なモデルの定式化を実現した。この統計モデルによって、赤外線データ放送の配信パフォーマンスを量的に解析することが可能になる。本モデルは赤外線データ放送のプロトコルの研究及び QoS の保証できる受信方法の研究に有効な解析手段を提供した。

#### 参考文献

- [1] Dawei Cai, Ryuuta Kawashima, Tadaaki Takehana and Haruki Takahashi, "An Infrared Digital Contents Broadcasting Service for Mobiles," WSEAS Trans. On Communication, Vol.2(4), 73-78, 2005
- [2] 川島 龍太, 高橋 玄記, 竹花 忠明, 蔡大維, "赤外線データ放送方式を用いたコンテンツ配信システム," 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, 2004