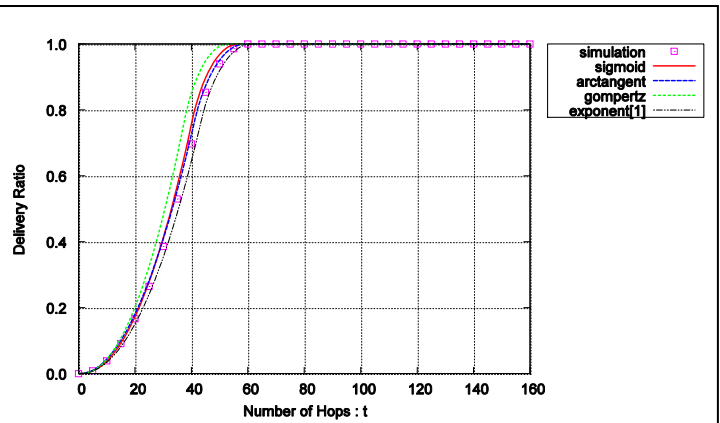


申請者	学科名	情報通信工学科	職名	教授	氏名	榊原勝己 印
調査研究課題	感染症数理モデルを用いた無線LANマルチホップ放送型情報配送方式の最適設計					
交付決定額	700,000円					
調査研究組織	氏名	所属・職	専門分野	役割分担		
	代表	榊原 勝己	情報工学部・情報通信工学科・教授	通信・ネットワーク工学	研究の総括, アルゴリズム設計, 理論解析	
	分担者	武次 潤平 柏原 伸也 三宅 正城	情報工学部・情報通信工学科・助教 大学院学生 大学院学生	通信・ネットワーク工学	計算機シミュレータ構築, 実装実験 プログラミング, データ整理	
調査研究実績の概要	<p>ネットワーク上の全ての端末に同じ情報を送信する放送型情報配送方式は、無線LAN端末を用いたアドホックネットワーク等で使われている。一般的な放送型情報配送方式では、パケットを受信した全ての端末が通信可能な範囲へ中継転送を行う“フラッディング”と呼ばれる手法が用いられている。本研究では、感染症モデルを用いて、確率的に転送を行う確率的フラッディングにおける情報の拡散率に関して前年度までに構築したモデルの精密化を行い、その精度を計算機シミュレーションにより評価した。</p> <p>感染症モデルの1つであるSIRモデルでは、人口は未感染(状態S)、感染中(状態I)、免疫保持(状態R)に分類される。時刻tにおける各状態の人数を$S(t)$, $I(t)$, $R(t)$とすれば、これらに関する微分方程式を解くことによって、各々の時間推移を知ることができる。ブロードキャスト通信における端末状態を、未受信(状態S)、中継中(状態I)、受信済(状態R)に分類すれば、SIRモデルと対応付けることができる。ネットワーク内の端末密度をσ、転送確率をp、第tホップで中継端末の存在する伝播面積を$A(t)$とする。このとき、端末の状態遷移は図1のようになり、差分方程式</p> $S(t+1) = S(t) - \sigma A(t)$ $I(t+1) = p\sigma A(t)$ $R(t+1) = R(t) + (1-p)I(t)$ <p>が成り立つ。全端末数をNとし、初期状態を$S(0) = N-1$, $I(0) = 1$, $R(0) = 0$とする。1辺Lの正方形をネットワーク範囲と</p>					
		<p>未感染 (未受信) 感染中 (転送中) 免疫保持 (受信済)</p>				
		<p>図1. SIRモデルに基づく端末状態遷移</p>				
						次頁に続く

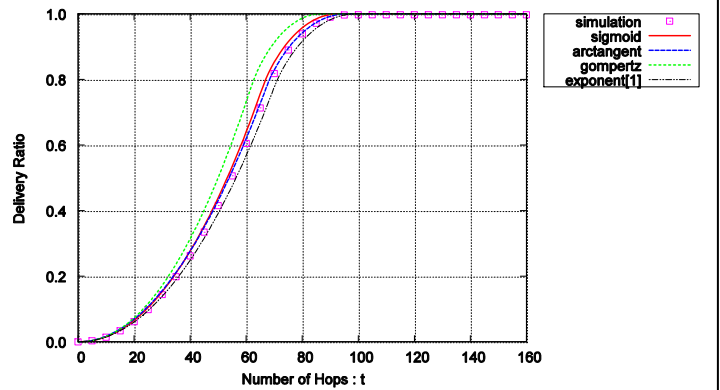
調査研究実績
の概要

し各端末の送信距離を1とする。情報発信端末を範囲の中央に配置し、残りの $N-1$ 個の端末をランダムに配置する。パケットが環状に伝搬すると仮定し、状態R端末が存在する環と正方形の重なりとして伝播面積 $A(t)$ を求める。この際には、環状での伝搬を想定し、端末密度 σ および転送確率 p により定義される関数を用いた基準距離の概念を導入する。前年度では、端末密度 σ および転送確率 p の積 $p\sigma$ を指数とする指数関数を用いたが、本研究では、精度を向上させるために、Gompertz関数、シグモイド関数、arctan関数を用いてモデルを修正した。

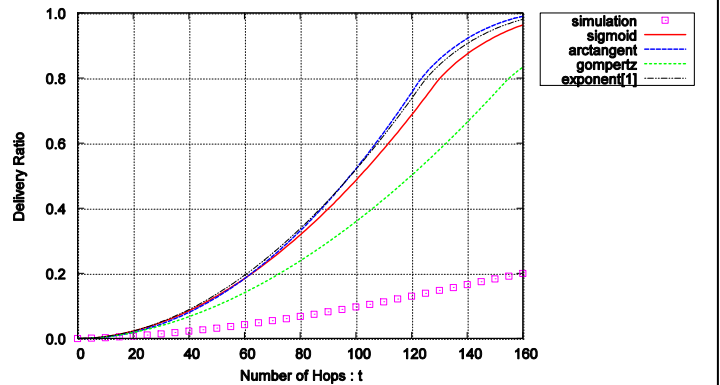
端末数を $N = 40,000$ 個、転送確率を $p = 0.7$ とする。端末密度 $\sigma = 8$ (エリア長 $L = 71$)、 $\sigma = 4$ ($L = 100$)、 $\sigma = 2$ ($L = 141$) に対する情報の拡散率(状態R端末割合 $R(t)$)を図2に示す。計算機シミュレーションの結果も併記する。図2より、Gompertz関数を利用することにより、従前の指数関数を利用した場合よりも精度を向上させることが可能であることがわかる。しかしながら、端末密度 σ が低い場合では、まだ十分な精度を得ることができないため、更なるモデルの改善が必要である。



(a) 端末密度 $\sigma = 8$ (エリア長 $L = 71$)



(b) 端末密度 $\sigma = 4$ (エリア長 $L = 100$)



(c) 端末密度 $\sigma = 2$ (エリア長 $L = 141$)

図2. 状態R端末割合の推移(端末数 $N = 40,000$, 転送確率 $p = 0.7$)

成果資料目録

- [1] 小林秀次, 榊原勝己, 武次潤平, "Epidemic model-based evaluation of message delivery ratio of probabilistic flooding in broadcast communications," *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT)*, vol.3, no.3, pp.7-15, 2013年3月.
- [2] 榊原勝己, 武次潤平, "Performance analysis of random relaying of partitioned MDS codeword block applied to persistent relay CSMA over random error channels," in *Proceedings of the 3rd International Conference on Sensor Networks (SENSORNETS2014)*, Lisbon, Portugal, pp.155-164, 2014年1月.