

## アドホックネットワークにおけるストリームデータ伝送方式の検討

大原 伸喜 †      高木 厚伸 ‡

† 同志社大学 工学部 情報システムデザイン学科

小坂 隆浩 †      佐藤 健哉 ‡

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 知識工学専攻

### 1 はじめに

近年、移動端末の普及や通信インタフェースの充実により、アドホックネットワークへの関心が高まっている。現在、アドホックネットワークに関する研究は、主にルーティング分野についての研究が盛んである。一方、実際にアドホックネットワーク上で利用されるアプリケーションについての研究例は少ない。

本研究では、このような現状を考慮し、災害時における映像配信などを目的としたストリーム動画配信アプリケーションを対象に検討する。ストリーム配信の課題には、アドホックネットワークに適したデータ伝送方式の検証が挙げられ [1]、本稿においては、実際にアドホックネットワークを構築し、TCP/UDP それぞれにおいて性能評価を行う。

### 2 評価環境

#### 2.1 ルーティングプロトコル

ストリーム配信を利用する環境を想定した場合、頻繁に移動をしながら配信映像を受信することは危険も伴うため、固定した位置で受信することの方が多く考えられる。また、実際の利用例として、災害時の被災地の映像配信が挙げられるが、この際においても各ノードが頻繁に移動することは考えにくい。本稿では、これらの理由によりプロアクティブ型での利用を想定し、プロアクティブ型プロトコルにおける TCP/UDP の性能評価を行う。評価にはプロアクティブ型の代表的なプロトコルである OLSR [2] を用いる。

#### 2.2 アドホックネットワーク構築環境

評価実験を行う際に構築したアドホックネットワーク環境を以下に示す。

- ルーティングプロトコルの実装

OLSR を実装した OLSRd [3] を使用する。OLSRd により、経路の決定、マルチホップ (中継) が行われる。OLSR のパラメータ設定は表 1 に示すように RFC に準拠した設定を用いる。

表 1: OLSR のパラメータ設定

設定パラメータ	設定値	設定パラメータ	設定値
Poll interval	0.1 sec	HELLO hold	6.0 sec
Hello interval	2.0 sec	MID hold	15.0 sec
MID interval	5.0 sec	HNA hold	15.0 sec
HNA interval	5.0 sec	TC hold	15.0 sec
TC interval	5.0 sec	MPR coverage	1
TC redundancy	0		

- ネットワーク構成

無線 LAN は、IEEE802.11g を用いてアドホックモードで通信を行う。また、送信元と受信先が直接通信可能な位置にあり 1hop で通信する環境において、2hop の測定を行う際には、中継端末に無線 LAN を 2 つ使い、送信元と受信先を異なるサブネットで構築することで 2hop 環境を構築する。

- 使用端末

ノート PC を 3 台使用する。ノート PC は全て Panasonic Let's note R6 (CPU: Intel Core2 Duo 1.06 GHz) を使用する。

#### 2.3 ストリーム伝送

評価実験を行う前に、アドホックネットワークにおけるデータ伝送時の問題点を明確にするため、実際に構築したアドホックネットワーク上でストリーム伝送を行った。

映像配信側は、PC に Web カメラを設置し、動画配信ソフト LiveCapture2 [4] を用いてカメラ映像を Web 上に配信する。受信側は、Web ブラウザから直接配信元の IP アドレスとポート番号を指定し、HTTP 経由で受信する。なお、LiveCapture2 はトランスポートプロトコルとして TCP を採用している。

伝送の結果、1hop 時、2hop 時ともに配信動画の受信が確認できた。しかし、同位置において、1hop と 2hop で同時に動画を受信してみると、若干ではあるが、1hop と比べて 2hop の方に遅延がみられ、中継による転送遅延の影響について調べる必要があることがわかった。また、1hop 時においても、距離が離れるにつれ画質の劣化がみられ、通信距離によるスループットの変化についても調べる必要があるとわかった。

Evaluation of Stream Data Transmission Method in Ad-hoc Network  
 †Nobuyoshi Ohara, Takahiro Koita    ‡Atsunobu Takagi, Kenya Sato  
 †Department of Information Systems Design, Doshisha University  
 ‡Graduate School of Information and Computer Science, Doshisha University

### 3 評価

#### 3.1 評価項目

TCP/UDP のスループットの計測には、Iperf[5]を用いる。TCP/UDP のバッファサイズを 8KB とし、約 10 秒間転送した時のスループットを計測する。TCP では、伝送速度を計測し、UDP では、伝送速度の他に、ジッタ、パケットロスも計測する。

具体的な評価項目は以下の 2 点である。なお、今回の評価実験では、実験規模をなるべく小さくするため、無線 LAN の送信電力を最小にして実施する。また、天候などの影響により計測日によって無線 LAN の通信範囲にばらつきがあったため、本稿では、1hop 時ににおいて通信が可能な限界距離を 1.0 と設定する。

- 1hop 時ににおいて、通信距離による TCP/UDP のスループットを計測し、無線 LAN の電波強度の影響を調べる。
- 同位置において、1hop 時と 2hop 時の TCP/UDP のスループットを計測し、中継によるスループットの低下度合いを調べる。なお、2hop 時の場合は、送信端末と受信端末の中間地点に中継端末を配置する。

#### 3.2 評価結果

1hop 時ににおける通信距離による TCP/UDP のスループットの計測結果を表 2 に示す。表 2 より、TCP、UDP ともに通信距離が大きいほど、スループットが低下していることがわかる。しかし、UDP のパケットロスに関しては距離による変化は見られなかった。これは、今回用いたノート PC は、パケット処理に十分な性能があり、受信処理でパケットをロスすることがないためと考えられる。また、各距離において 0.001~0.007%ほどロスしている原因は、送信電力を最小としたため、無線 LAN 側の通信状態が不安定となり、制御パケットロスを招いたと考えられる。実際、送信電力を最大にして計測してみると、パケットロスが全く見られなくなった。

次に、2hop 時ににおける TCP/UDP のスループットの計測結果を表 3 に示す。1hop 時の結果と比較してみると、相対距離 0.5 では、TCP においては、1hop 時の半分ほどまでスループットが低下した。これは、コネクション管理の複雑化が原因と考えられる。一方、UDP においては、1.1Mbps の低下であり、高いスループットを維持しているといえる。また、相対距離 1.0 になると、TCP、UDP ともに 1hop 時より高いスループットを計測しており、通信距離が非常に離れている場合には、中継端末を経由した方が良いという結果となった。

表 2: 1hop 時ににおける TCP/UDP のスループット

相対距離	TCP		UDP	
	Bandwidth (Mbits/s)	Bandwidth (Mbits/s)	Jitter (ms)	Loss (%)
0	19.6	13.5	1.7	0.006
0.25	14.0	11.8	2.5	0.004
0.5	11.2	8.8	2.8	0.001
0.75	6.2	2.5	32.0	0.007
1.0	1.6	2.0	40.7	0.007

表 3: 2hop 時ににおける TCP/UDP のスループット

相対距離	TCP		UDP	
	Bandwidth (Mbits/s)	Bandwidth (Mbits/s)	Jitter (ms)	Loss (%)
0.5	5.2	7.7	3.1	0.002
1.0	4.0	6.1	3.4	0.001

#### 3.3 考察

UDP は、1hop、2hop ともに高いスループットを計測し、本実験環境において、有効性の高いプロトコルであるといえる。これは、各端末の配置を固定し、常に最新の経路情報を保持するプロアクティブ型プロトコルを用いたことにより、コネクションレスでもパケットロスなく通信できたためと考えられる。また、UDP は、1hop 時と比べても 2hop 時ににおいて高い性能を維持しており、転送による遅延の影響は小さいことがわかる。そのため、距離が非常に離れた通信においては、通信が不安定となる 1hop より 2hop の方が安定した通信が可能となり、効率が良い結果になった。

### 4 今後の課題

今後の課題として、より大規模なネットワーク環境において評価を詳細に行う予定である。また、今回は、固定した位置でのストリーム配信を想定したため、プロアクティブ型の OLSR を用いたが、移動性の高い環境を想定した場合には、リアクティブ型のプロトコルで評価する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 宮城安敏 島田秀輝 藤川和利 砂原秀樹, MANET (Mobile Ad-hoc Network) 上で映像伝送速度が低下する問題に対する一検討, DICOMO 2006.
- [2] T.Clausen, P.Jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)", IETF RFC3626, Oct.2003
- [3] Andreas Tonnesen, Thomas Lopatic, <http://olsr.org/>
- [4] 市川由紀夫, LiveCapture2 Daddys HOME, <http://www2.wisnet.ne.jp/daddy/>
- [5] NLANR/DAST, Iperf version 1.1.1, <http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf1.1.1/release.html>