

動画像をストリーミング配信する場合の転送速度測定実験

○川口 雄一¹⁾ / 目時 光紀¹⁾ / 小島 洋一郎²⁾

1) 天使大学 / 2) 国立 苫小牧工業高等専門学校

yuuichi@tenshi.ac.jp

概要

本稿では、動画像をストリーミング配信する場合における、(1) 日本国内の各地点で計測した転送速度を示し、(2) 計測したどの地点においても、動画像の滑らかな再生に十分な転送速度があったことを示す。ネットワーク構成は、北海道大学のプロジェクトサーバを片側とし、もう片側を、北大からの物理的な遠近および、予想されるネットワーク的な遠近を考えて、国内の4箇所とした。動画再生機器から北大サーバまでの経路、および、ダウンロード時間を測定した。商用回線と SINET に跨る経路であり、予想とは異なり、ネットワーク距離はすべての測定地点で同等程度であった。

キーワード デジタル教材, ストリーミング, 転送速度, 伝送経路.

1 はじめに

本稿^{*1}では、動画像をストリーミング配信する場合における、(1) 日本国内の各地点で計測した転送速度を示し、(2) 計測したどの地点においても、動画像の滑らかな再生に十分な転送速度があったことを示す。

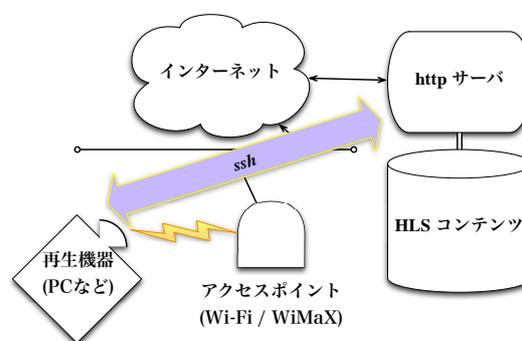


図1 ネットワーク構成

2 取組みの結果

2.1 ネットワーク構成

今回の測定実験におけるネットワークの構成を図1に示す。

再生機器には、Microsoft 社 Windows PC (以降「Windows」), Apple 社 Mac (以降「OS X」) を使った。

ストリーミング用のサーバ (apache ver. 2.2.3) は、北海道大学のクラウドシステムを借用し、

大学 ICT 推進協議会 2013 年度 年次大会, 千葉県 千葉市, 2013 年 12 月 18 日 ~20 日

*1 本稿は「川口, 目時, 小島『動画像をストリーミング配信する場合の転送速度測定実験』天使大学紀要, 第 14 巻, 第 1 号, 2013 年 (採録決定)」を書直したものである。

プロジェクトサーバ S (CentOS 5.5, 標準パッケージ、以降「北大サーバ」と呼ぶ) の上で運用した。各地点から、公衆 Wi-Fi アクセスポイント、または、UQ WiMaX 回線を利用し、インターネット (SINET) を経由して北海道大学 (札幌市) へアクセスする。

2.2 計測の手順

計測の手順を以下に示す。

- (1) 再生機器からインターネットへのアクセスを確立する。
主に、UQ 社の WiMaX (モバイルブロードバンド通信)、または、公衆 Wi-Fi サービスの UQ Wi-Fi を利用した。
- (2) 経路探索をおこなう。
Windows では“tracert”を使い、OS X では“traceroute”を使った。何れも OS 標準のコマンドである。
- (3) 利用者認証として、ssh の暗号化トンネルを通す。
Windows では“putty (ver. 0.62, portable^{*2})”をインストールして使い、OS X では“ssh” (OS 標準コマンド) を使った。ssh のポート転送機能を用いた。
- (4) 転送速度を計測する。
Windows^{*3} / OS X (OS 標準コマンド) ともに“curl”を用いて、計測 (= ダウンロード) を 10 回おこなう。

計測の手順は以上である。

補足 1 計測場所によって、計測機器として Windows または OS X を用いた。条件を統一していないため、測定結果に違いが予想される。凡

その比較には充分である。

補足 2 特に公衆 Wi-Fi については、測定する時間帯や曜日によって、状況が変動することが予想される。今回の測定実験では、「平日 (月曜～金曜)、昼間 (ただし昼食時間帯を除く)」という内容で条件を統一した。

2.3 結果

測定地点を図 2^{*4}に示す。図中の「H」は「北大サーバ」を示し、測定地点 1～4 は表 1 と対応する。

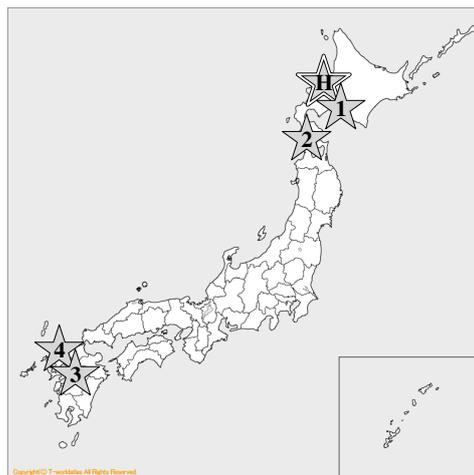


図 2 測定地点

地理的な距離の遠近と、予想されるネットワーク的な距離の遠近を組合せ、測定地点を 4 箇所 に定めた。

測定結果を表 1 に示す。測定地点毎に、測定場所、測定機器、アクセス回線、転送時間 (A)、転送速度 (W)、ネットワーク距離 (N_{hop} , N_{res}) を示す。

^{*2} <http://portableapps.com/>

^{*3} <http://curl.haxx.se/>

^{*4} 白地図はサイト「白地図から世界へ」<http://sekaichizu.jp/>よりダウンロードした。

表 1 測定結果

転送データサイズ: $M = 93,750,691$ (bytes)

場所・機器		Wi-Fi	WiMaX	SINET
千歳市 (空港付近) Mac	$A^\dagger =$	44.0 ± 9.0	256.6 ± 30.2	–
	$W^{\dagger\dagger} =$	2080.8	356.8	
	$N_{\text{hop}}^\ddagger, N_{\text{res}}^{\ddagger\ddagger}$	15, 43.7	14, 118.0	
函館市 (空港付近) PC	$A =$	51.0 ± 2.4	297.3 ± 58.5	–
	$W =$	1795.2	307.9	
	$N_{\text{hop}}, N_{\text{res}}$	12, 65.7	13, 144.7	
福岡市 (博多区近辺) Mac	$A =$	386.8 ± 105.0	328.5 ± 55.1	–
	$W =$	236.7	278.7	
	$N_{\text{hop}}, N_{\text{res}}$	15, 70.9	13, 128.7	
福岡市 (九州大学) Mac	$A =$	–	–	55.4 ± 8.5
	$W =$			1652.6
	$N_{\text{hop}}, N_{\text{res}}$			9, 36.5

† A ... 平均値 ± 標準偏差 (sec.)

†† W ... $M \div A \div 1,024$ (Kbytes/sec.)

‡ N_{hop} ... ホップ数

‡‡ N_{res} ... 応答時間 (平均値) (msec.)

3 考察

3.1 ネットワーク距離

北大サーバまでのネットワーク距離は、予想とは異なり、九州大学を除く、すべての測定地点で同等程度であった。

3.1.1 ホップ数

結論として、九州大学以外の、どの測定場所においても、Wi-Fi / UQ WiMaX に関わらず、ホップ数は同程度であった。

SINET 内で閉じた九州大学における計測を除き、どの測定場所においても、下記の経路にてコンテンツは伝送された。

- (1) 再生機器
- (2) → ローカルネットワーク

- (3) → 商用回線
- (4) → SINET ゲートウェイ
- (5) → 北海道大学 VLAN (HINET)
- (6) → 北大サーバ

商用回線から SINET へは、関東 (北海道)・関西 (福岡県) を問わず、一旦、東京にある SINET ゲートウェイを経由して、再び札幌市 (北海道) へ戻ってくる。SINET 内である九州大学 (福岡県) からのアクセスは、大阪 (SINET) を経由して、札幌市 (北海道) へ向う。何れにしても、HINET から先の ICMP 応答を得られなかった。

ネットワーク距離としてのホップ数は、再生機器から HINET までの中継装置数とした。

3.1.2 応答時間

表 1 には、Windows / OS X 何れによる計測でも、小数点以下 第 1 位まで平均値を求めた。

九州大学以外の、どの測定場所においても、回線に Wi-Fi を用いた場合の応答時間は、UQ WiMaX を用いた場合の半分程度であった。測定場所による変動は、ほとんどない。

3.2 転送速度

結論として、理論上、データの転送を原因として、ストリーミング動画の再生に支障が出ることはないとわかった。

3.2.1 基準値

実際に配信を予定している動画コンテンツは、ファイルサイズ 19,358,461 (bytes)、720 × 480 (画素) で、2 分 8 秒 (= 128 sec.) の長さをもつ。したがって、 $19,358,461 \div 128 = 151,238.0$ (bytes/sec.)、つまり 147.7 (K^{*5}bytes/sec.) 以上の転送速度があれば、とどこおりなく動画を配信できる。この値 (147.7 Kbytes/sec.) を基準値とする。

3.2.2 実測値と基準値との比較

表 1 中、 W で示す値が計測された転送速度 (= 実測値) である。どの地点においても、何れの回線によっても、 W は基準値 147.7 (Kbytes/sec.) を上回っている。

3.3 考察の結論

動画をストリーミング配信する場合における、次の 2 点を示した。

- (1) 各地点で計測した転送速度
- (2) 計測したどの地点・回線においても、動画の滑らかな再生に十分な転送速度があったこと

なお、予想とは異なり、ネットワーク距離はすべての測定場所において同等程度であった。

4 結び

本稿では実計測および基準値データを示し、計測したどの地点においても、基準値以上の転送速度があったことを示した。予想とは異なり、北大サーバまでのネットワーク距離はすべての測定地点で同等程度であった。

なお、今回の実験では、源動画を一括してダウンロードする状況で、転送時間を測定した。本来は、ストリーミング・プロトコルを意識して、例えば Apple HLS(HTTP Live Streaming) であれば、10 秒程度の細切れにしたデータを、繰り返し受信する状況で測定すべきである。このことは、今後の課題とする。

謝辞

本研究は主に、天使大学 特別研究費 (2012 年度) により支援を受けた。また、北海道大学のクラウドシステムを利用した。北海道大学情報基盤センター共同研究 (課題番号: A4-6) により支援を受けた。

九州大学 情報基盤研究開発センターからアプリケーションサーバ借用など支援を受けた。

参考文献

- [1] 川口雄一. 授業の記録、蓄積、配信のための基盤構築. 平成 22 年度情報教育研究集会論文集, pp. A1-1, 京都市 (京都テルサ), 11 月 2010. 京都大学, 国立大学情報教育センター協議会.
- [2] 川口雄一. 授業の記録、蓄積、配信のための基盤構築 (第 2 報). 天使大学紀要 11, 天使大学, 3 月 2011.

*5 1 K = 1,024 で計算した。