

情報工学実験Ⅰ

-アドホックネットワーク-

055702B

池野谷克俊

提出日:2006 年 7 月 26 日 水曜日

1 解答及び考察

1.1 ネットワークに関するコマンド

以下のコマンドに関して、使用方法を調査し、実行結果について考察せよ。
(結果が何を意味しているか?) 引数として IP アドレス/Hostname が必要な場合は、自分自身、学内のサーバ、学外のホストに関して調査せよ。

(例) `www.ie.u-ryukyu.ac.jp`, `www.google.com`

- ping

実行結果

```
[j05002@~]% ping -c 3 133.13.59.2
PING 133.13.59.2 (133.13.59.2): 56 data bytes
64 bytes from 133.13.59.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.261 ms
64 bytes from 133.13.59.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.199 ms
64 bytes from 133.13.59.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.212 ms

--- 133.13.59.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.199/0.224/0.261 ms
[j05002@~]% ping -c 3 www.ie.u-ryukyu.ac.jp
PING shongane.ie.u-ryukyu.ac.jp (133.13.48.8): 56 data bytes
64 bytes from 133.13.48.8: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.522 ms
64 bytes from 133.13.48.8: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.831 ms
64 bytes from 133.13.48.8: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.417 ms

--- shongane.ie.u-ryukyu.ac.jp ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1.417/1.59/1.831 ms
[j05002@~]% ping -c 3 www.google.com
PING www.l.google.com (66.249.89.99): 56 data bytes
64 bytes from 66.249.89.99: icmp_seq=0 ttl=244 time=50.427 ms
64 bytes from 66.249.89.99: icmp_seq=1 ttl=244 time=50.267 ms
64 bytes from 66.249.89.99: icmp_seq=2 ttl=244 time=50.555 ms

--- www.l.google.com ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 50.267/50.416/50.555 ms
```

考察

ping は、ネットワーク疎通を確認したいホストに対して IP パケットを発行し、そのパケットが正しく届いて返答が行われるかを確認するためのコマンドである。

-c は、パケット送受信の回数 (試行回数) を指定するオプションである。

~ packets transmitted, ~ packets received, ~ % packet loss というのは、送ったパケットの数、受信したパケットの数、パケットロスのパーセントを表している。

その他の結果は以下の表にまとめた。

～ byte	from ～	icmp_seq
受信したデータのサイズ	相手の IP アドレス	シーケンス番号

ttl	time
IP パケットにおける存在時間 (通過可能なゲートウェイ / ルータ数)	応答時間

- traceroute

実行結果

```
[j05002@~]% traceroute 133.13.59.2
traceroute to 133.13.59.2 (133.13.59.2), 30 hops max, 40 byte packets
 1 nw0502 (133.13.59.2) 1.124 ms 0.185 ms 0.13 ms
[j05002@~]% traceroute www.ie.u-ryukyu.ac.jp
traceroute to shongane.ie.u-ryukyu.ac.jp (133.13.48.8), 30 hops max, 40 byte packets
 1 www.ie.u-ryukyu.ac.jp (133.13.48.8) 23.926 ms 1.487 ms 1.399 ms
[j05002@~]% traceroute mixi.jp
traceroute to mixi.jp (59.106.41.69), 30 hops max, 40 byte packets

 1 133.13.51.193 (133.13.51.193) 6.181 ms 1.46 ms 1.931 ms
 2 133.13.254.57 (133.13.254.57) 2.163 ms 2.665 ms 20.339 ms
 3 133-13-249-1.cc.u-ryukyu.ac.jp (133.13.249.1) 3.267 ms 3.988 ms 7.256 ms
 4 133-13-249-2.cc.u-ryukyu.ac.jp (133.13.249.2) 7.338 ms 8.131 ms 22.754 ms
 5 tkmrt1-crt2.bb.sakura.ad.jp (202.222.26.157) 67.798 ms 54.805 ms 42.69 ms
 6 tkort3-mrt1.bb.sakura.ad.jp (210.188.225.125) 42.312 ms tkort3-mrt1.bb.sakura.ad.jp (202.222.26.117) 42.406 ms t
 7 tkgrt2b-ort3-10g.bb.sakura.ad.jp (202.181.110.10) 43.33 ms 44.044 ms 44.724 ms
 8 tkgrt1x-grt2b-1.bb.sakura.ad.jp (202.181.110.118) 52.933 ms 45.24 ms 48.925 ms
 9 n2.59-106-41-69.mixi.jp (59.106.41.69) 43.607 ms 67.404 ms 42.311 ms
```

考察

traceroute コマンドは、あるホストから別のホストまでのネットワーク経路をリスト表示するコマンド。ここでいう経路とは、ホスト間を接続するルータ (ゲートウェイ) という意味で、経路上にどのようなルータが位置しているかを表示する。

実行結果にある、～ hops max というのは、最大で 30 個の経路情報を表示することを示している。

- netstat -r

実行結果

```
[j05002@~]% netstat -r
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway           Flags    Refs      Use  Netif  Expire
default          router.ie.u-ryuky UGSc      3         19    en1
127              localhost        UCS        0          0    lo0
localhost        localhost        UH        38     250156    lo0
133.13.48/20      link#5           UCS        60          0    en1
nirai.ie.u-ryukyu. 0:13:21:c8:67:4f UHLW       0          23    en1   1200
news.ie.u-ryukyu.a 0:13:21:c8:60:c7 UHLW       0          33    en1   1050
```

```

www.ie.u-ryukyu.ac 0:d:93:9e:54:e7 UHLW 0 0 en1 917
sabira.ie.u-ryukyu 0:d:93:4a:c0:62 UHLW 0 0 en1 1047
epsonpj.ie.u-ryuky 8:0:37:34:12:a7 UHLW 0 0 en1 1164
munch.engr.ie.u-ry 0:c0:9f:20:8b:a9 UHLW 0 1 en1 1179

```

～ 中略 ～

```

133.13.60.75 0:d:b:8d:d:48 UHLW 0 3 en1 1173
133.13.63.255 ff:ff:ff:ff:ff:ff UHLWb 0 9 en1
169.254 link#5 UCS 0 0 en1

```

```

Internet6:
Destination Gateway Flags Netif Expire
default fe80::206:d6ff:fe4 UGc en1
localhost localhost UH lo0
link#5 UC en1
localhost 0:11:24:90:ef:d6 UHL lo0
fe80::%lo0 fe80::1%lo0 Uc lo0
fe80::1%lo0 link#1 UHL lo0
fe80::%en1 link#5 UC en1
fe80::206:d6ff:fe4 0:6:d6:4a:40:8 UHLW en1
fe80::211:24ff:fe7 0:11:24:7c:7c:7e UHLW en1
fe80::211:24ff:fe9 0:11:24:90:ef:d6 UHL lo0
ff01:: localhost U lo0
ff02::%lo0 localhost UC lo0

```

考察

実行結果について以下の表にまとめた。

Destination	宛先サイト
Gateway	ゲートウェイとなっているホスト名
Flags	経路の特性
Refs	現在、この経路情報を参照しているコネクション数
Use	この経路を経由し、送信されたパケット総数
Netif	ネットワークインターフェイス名
Expire	この経路情報の有効期限

1.2 NTTCP

- NTTCP はスループットを計測するソフトウェアである。帯域幅と比較しスループットとは何か調べよ。また、使用している無線 LAN の帯域幅は何であるか調べよ。

帯域幅とは、周波数の範囲のこと。「バンド幅」「バンドワイズ」とも言う。データ通信は搬送に使う電波や電気信号の周波数の範囲が広ければ広いほど転送速度が向上することから、「通信速度」とほぼ同義として用いられることが多い。

スループットとは、単位時間あたりの処理能力。コンピュータが単位時間内に処理できる命令の数や、通信回線の単位時間あたりの実効転送量などを意味する。後者の場合、末端同士の実質的な通信速度（理論値

からプロトコルのオーバーヘッド等を差し引いた実効速度) の意味で使われる。また、使用している無線 LAN の帯域幅は 2.4GHz である。

- 隣の PC 間のスループットを計測せよ。

計測結果

```
[j05002@~]% nttcp -T 133.13.59.52
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 8.54 0.08 7.8541 838.8608 2048 239.69 25600.0
1 8388608 8.56 0.12 7.8357 580.0949 5585 652.11 48277.2
```

考察

出力の 1 行目はローカルホストの計測値、2 行目はリモートホストの計測値を表している。出力のフォーマットは -f で変行でき、フォーマットは printf のパラメータのように指定できる。以下にその例を示す。

l	バッファの長さをバイトで表示。整数。
n	バッファ数を表示。整数。
c	呼び出しを表示。整数。
rt	real な時間を表示。float。
rbr	real な Mbps。float。
rcr	real な呼び出し/s。float。
ct	cpu 時間。float。
cbr	cpu 時間での Mbps。float。
ccr	cpu 時間での呼び出し/s。float。

1.3 実験

- アドホックネットワークでは、アクセスポイントを経由しない直接通信が可能となる。このときスループットはどうなるか計測せよ。

計測結果

```
[j05002@~]% nttcp -T 192.168.2.30
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 20.40 0.05 3.2899 1342.1773 2048 100.40 40960.0
1 8388608 20.40 0.20 3.2904 335.5443 4452 218.28 22260.0
[j05002@~]% nttcp -T 192.168.2.52
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 3.90 0.19 17.2010 353.2045 2048 524.93 10778.9
1 8388608 3.91 0.17 17.1620 384.5339 4671 1194.53 26764.8
```

```
[j05002@~]% nttcp -T 192.168.2.22
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 7.96 0.18 8.4294 372.8270 2048 257.25 11377.8
1 8388608 7.99 0.18 8.3966 372.8270 5331 667.01 29616.7
[j05002@~]% nttcp -T 192.168.2.56
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 28.31 0.08 2.3708 838.8608 2048 72.35 25600.0
1 8388608 28.69 0.21 2.3392 319.5660 5328 185.72 25371.4
```

- (1) 工学部 1 号館一階玄関のシーサ、(2) 工学部 1 号館屋上、(3) 工学部 1 号館 709 室、のいずれかを選択し、実験室を拠点とするアドホックネットワークを構築し目的地の映像をライブカメラで撮影せよ。構築できたら T A に連絡し、目的地の映像を実験室のノードで確認させること。また、各グループの実験状況 (途中ノード、目的地の状況など) をデジカメ (携帯カメラでも可) で撮影し、レポートに貼り付けること。

我々、グループ C は (3) 工学部 1 号館 709 室を選択しました。

実験手順

1. 代表者が AdohocC という名前でネットワークを作成
2. 各自 IP アドレスを設定
3. 右上の AirMac のアイコンから AdohocC を選択
4. OLSR を動作させ、ネットワークの状況を確認
5. 各自、自分の担当場所へ移動
6. ping でネットワークの疎通を確認
7. ライブカメラで目的地の映像を撮影して配信する

今回の実験を行う際に、以下の場所にメンバーを配置した。
この配置で撮影した写真を以下に載せた。

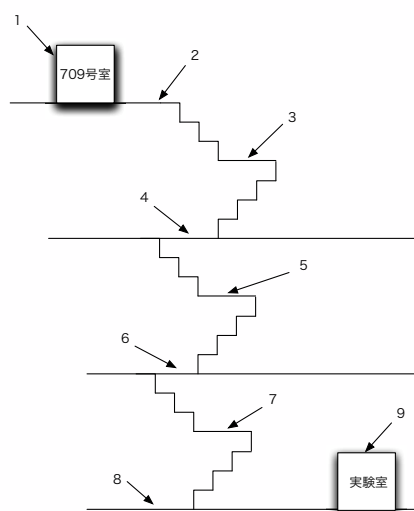


图 1: 简易配置图

配置图 1:709 号室前



配置图 2:7F 階段前



配置図 3:7F/6F の階段



配置図 4:6F 階段前



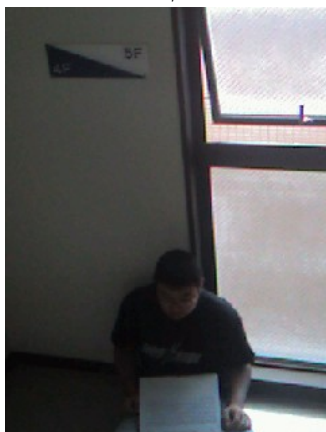
配置図 5:6F/5F の階段



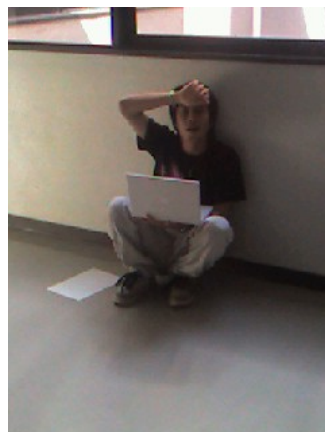
配置図 6:5F 階段前



配置図 7:5F/4F の階段



配置図 8:4F 階段前



配置図 9:実験室



配信映像



- 構築したネットワークを評価せよ。
グループ内でネットワークが2つに別れてしまった。
「/etc/olsrd.conf」を編集した人と、「olsrd-0.4.10/olsrd.conf」を編集した人がいて、統一されていないことが原因と考えられる。
- アドホックネットワークの活用例を検討せよ。
アドホックネットワークの利点として即席ですぐにネットワークを作成できるという所があげられる。そのため、緊急の事態、例えば災害時などのときに通信環境の変動に動的自律的に対応できる。

2 記録データ

以下に実験中に記録したデータを載せる。

2.1 ping データ

```
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.30
PING 192.168.2.30 (192.168.2.30): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.30: icmp_seq=0 ttl=64 time=38.981 ms
64 bytes from 192.168.2.30: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.432 ms
64 bytes from 192.168.2.30: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.924 ms
```

```

--- 192.168.2.30 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.924/14.779/38.981 ms
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.52
PING 192.168.2.52 (192.168.2.52): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.52: icmp_seq=0 ttl=64 time=15.491 ms
64 bytes from 192.168.2.52: icmp_seq=1 ttl=64 time=13.161 ms
64 bytes from 192.168.2.52: icmp_seq=2 ttl=64 time=102.997 ms

--- 192.168.2.52 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 13.161/43.883/102.997 ms
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.22
PING 192.168.2.22 (192.168.2.22): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.22: icmp_seq=0 ttl=64 time=30.723 ms
64 bytes from 192.168.2.22: icmp_seq=1 ttl=64 time=33.755 ms
64 bytes from 192.168.2.22: icmp_seq=2 ttl=64 time=39.294 ms

--- 192.168.2.22 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 30.723/34.59/39.294 ms
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.56
PING 192.168.2.56 (192.168.2.56): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.56: icmp_seq=0 ttl=64 time=11.413 ms
64 bytes from 192.168.2.56: icmp_seq=1 ttl=64 time=6.146 ms
64 bytes from 192.168.2.56: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.769 ms

[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.32
PING 192.168.2.32 (192.168.2.32): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.32: icmp_seq=0 ttl=64 time=24.257 ms
64 bytes from 192.168.2.32: icmp_seq=1 ttl=64 time=250.044 ms
64 bytes from 192.168.2.32: icmp_seq=2 ttl=64 time=93.897 ms

--- 192.168.2.32 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 24.257/122.732/250.044 ms
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.44
PING 192.168.2.44 (192.168.2.44): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.44: icmp_seq=0 ttl=64 time=27.08 ms
64 bytes from 192.168.2.44: icmp_seq=1 ttl=64 time=7.696 ms
64 bytes from 192.168.2.44: icmp_seq=2 ttl=64 time=15.332 ms

--- 192.168.2.44 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 7.696/16.702/27.08 ms
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.63
PING 192.168.2.63 (192.168.2.63): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.63: icmp_seq=1 ttl=64 time=15.457 ms

--- 192.168.2.63 ping statistics ---
3 packets transmitted, 1 packets received, 66% packet loss
round-trip min/avg/max = 15.457/15.457/15.457 ms
[j050020~]% ping -c 3 192.168.2.10
PING 192.168.2.10 (192.168.2.10): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.10: icmp_seq=0 ttl=64 time=723.169 ms
64 bytes from 192.168.2.10: icmp_seq=1 ttl=64 time=3.241 ms
64 bytes from 192.168.2.10: icmp_seq=2 ttl=64 time=6.696 ms

--- 192.168.2.10 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 3.241/244.368/723.169 ms

```

2.2 traceroute データ

```

[j050020~]% traceroute 192.168.2.10
traceroute to 192.168.2.10 (192.168.2.10), 30 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.10 (192.168.2.10)  427.524 ms  687.808 ms  616.787 ms
[j050020~]% traceroute 192.168.2.63
traceroute to 192.168.2.63 (192.168.2.63), 30 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.63 (192.168.2.63)  18.699 ms  8.292 ms  5.756 ms

```

```
[j050020~]% traceroute 192.168.2.44
traceroute to 192.168.2.44 (192.168.2.44), 30 hops max, 40 byte packets
 1 192.168.2.44 (192.168.2.44) 39.694 ms * *
[j050020~]% traceroute 192.168.2.32
traceroute to 192.168.2.32 (192.168.2.32), 30 hops max, 40 byte packets
 1 192.168.2.32 (192.168.2.32) 16.274 ms 41.301 ms 16.069 ms
[j050020~]% traceroute 192.168.2.56
traceroute to 192.168.2.56 (192.168.2.56), 30 hops max, 40 byte packets
 1 * 192.168.2.56 (192.168.2.56) 72.169 ms *
[j050020~]% traceroute 192.168.2.22
traceroute to 192.168.2.22 (192.168.2.22), 30 hops max, 40 byte packets
 1 192.168.2.22 (192.168.2.22) 74.366 ms * 5.575 ms
[j050020~]% traceroute 192.168.2.52
traceroute to 192.168.2.52 (192.168.2.52), 30 hops max, 40 byte packets
 1 192.168.2.52 (192.168.2.52) 11.528 ms 78.871 ms 6.724 ms
[j050020~]% traceroute 192.168.2.30
traceroute to 192.168.2.30 (192.168.2.30), 30 hops max, 40 byte packets
 1 192.168.2.30 (192.168.2.30) 22.003 ms 0.699 ms 3.994 ms
```

2.3 OLSRD データ

```
--- 16:22:32.71 ----- LINKS

IP address      hyst    LQ      lost    total    NLQ      ETX
192.168.2.32    0.000    0.000    0        0        0.000    0.00
192.168.2.52    0.000    0.000    0        0        0.000    0.00
192.168.2.10    0.000    0.000    0        0        0.000    0.00

--- 16:22:32.71 ----- NEIGHBORS

IP address      LQ      NLQ      SYM      MPR      MPRS     will
192.168.2.32    0.000    0.000    YES      YES      NO       3
192.168.2.10    0.000    0.000    YES      YES      YES      3
192.168.2.52    0.000    0.000    YES      YES      YES      3

--- 16:22:32.71 ----- TOPOLOGY

Source IP addr  Dest IP addr    LQ      ILQ      ETX
192.168.2.32    192.168.2.63    0.000    0.000    0.00
192.168.2.32    192.168.2.52    0.000    0.000    0.00
192.168.2.32    192.168.2.10    0.000    0.000    0.00
192.168.2.32    192.168.2.4     0.000    0.000    0.00
192.168.2.10    192.168.2.52    0.000    0.000    0.00
192.168.2.10    192.168.2.4     0.000    0.000    0.00
192.168.2.10    192.168.2.32    0.000    0.000    0.00
192.168.2.52    192.168.2.63    0.000    0.000    0.00
192.168.2.52    192.168.2.10    0.000    0.000    0.00
192.168.2.52    192.168.2.4     0.000    0.000    0.00
192.168.2.52    192.168.2.32    0.000    0.000    0.00
192.168.2.63    192.168.2.30    0.000    0.000    0.00
192.168.2.63    192.168.2.52    0.000    0.000    0.00
192.168.2.63    192.168.2.10    0.000    0.000    0.00
192.168.2.63    192.168.2.4     0.000    0.000    0.00
192.168.2.63    192.168.2.32    0.000    0.000    0.00
/
```

2.4 スループットデータ

```
[j050020~]% nttcp -T 192.168.2.30
      Bytes  Real s   CPU s Real-MBit/s  CPU-MBit/s  Calls  Real-C/s  CPU-C/s
1 8388608   20.40    0.05    3.2899   1342.1773   2048    100.40   40960.0
1 8388608   20.40    0.20    3.2904   335.5443    4452    218.28   22260.0
[j050020~]% nttcp -T 192.168.2.52
      Bytes  Real s   CPU s Real-MBit/s  CPU-MBit/s  Calls  Real-C/s  CPU-C/s
1 8388608    3.90    0.19    17.2010   353.2045    2048    524.93   10778.9
1 8388608    3.91    0.17    17.1620   384.5339    4671   1194.53   26764.8
```

```
[j05002@~]% nttcp -T 192.168.2.22
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 7.96 0.18 8.4294 372.8270 2048 257.25 11377.8
1 8388608 7.99 0.18 8.3966 372.8270 5331 667.01 29616.7
[j05002@~]% nttcp -T 192.168.2.56
      Bytes Real s CPU s Real-MBit/s CPU-MBit/s Calls Real-C/s CPU-C/s
1 8388608 28.31 0.08 2.3708 838.8608 2048 72.35 25600.0
1 8388608 28.69 0.21 2.3392 319.5660 5328 185.72 25371.4
```

3 感想

今回の実験は実験らしい実験だったと思う。微妙な位置のズレで ping が通らなくなったりして、グループの連携が試された実験だと思う。けっこう大変だったがカメラの映像がちゃんと見れたので良かった。

参考文献

- [1] nttcp の紹介
<http://www.h7.dion.ne.jp/~matsu/pc.cluster/benchmark/communication/nttcp.html>
- [2] Master of IP Network - @IT
<http://www.atmarkit.co.jp/fnetwork/index.html>