




TCP/IPの概要



情報ネットワーク論 I
 担当: 門林 雄基

Image courtesy of CAIDA

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.




TCP/IP Protocol Suite

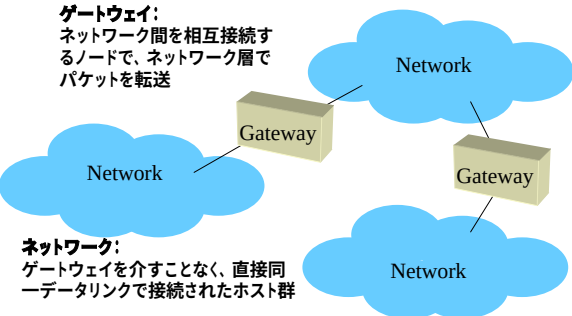
- Internetで使われているプロトコル群
- LANから広域ネットワークまで広く利用
- 大部分のシステムで稼動
 - PC, PDA, 温度計, 車, 衛星, 次世代携帯...
- 積極的な研究開発と標準化活動
 - IETF (Internet Engineering Task Force)
 - <http://www.ietf.org/>
- 階層型プロトコルとして構成
 - 初期のモデルは5階層

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.




TCP/IPのモデル

ゲートウェイ:
ネットワーク間を相互接続するノードで、ネットワーク層でパケットを転送



ネットワーク:
ゲートウェイを介すことなく、直接同一データリンクで接続されたホスト群

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



TCP/IP Protocol Suite

OSI	TCP/IP	処理単位	アドレス
Application	Application	Message / Stream	Application specific
Presentation			
Session			
Transport	Transport	Transport Packet	Port
Network	Internet	IP Datagram	IP address
Data Link	Network Interface	Frame	Datalink Address
Physical	Hardware		

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Internet Layer: IP

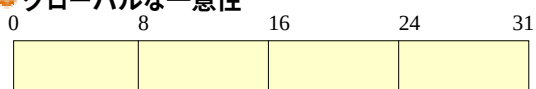
- インターネットのネットワーク層プロトコル
- IPv4, IPv6
- ノードを一意に識別する
- データリンク層の違いを吸収する

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



IPv4アドレスの構造

- 32bitアドレス
- オクテット(Octet)に区切って記述
 - 例: 163.221.52.1
 - 203.178.142.63
 - 239.192.64.37
- グローバルな一意性



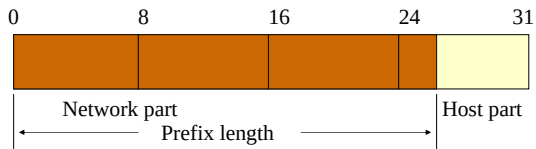
Four octets

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Prefix and Prefix Length

- ネットワーク部とホスト部
- 境界はサブネットごとに異なる
- 163.221.52/24
- 203.178.142.0/27



©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Class と Classless

- Class A: 先頭1ビットが0
 - Default prefix length = 8
- Class B: 先頭2ビットが10
 - Default prefix length = 16
- Class C: 先頭3ビットが110
 - Default prefix length = 24
- Class D: 先頭4ビットが1110
- Classless: 常に prefix, prefix len の組でネットワークアドレスを表現

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Prefix notation in practice

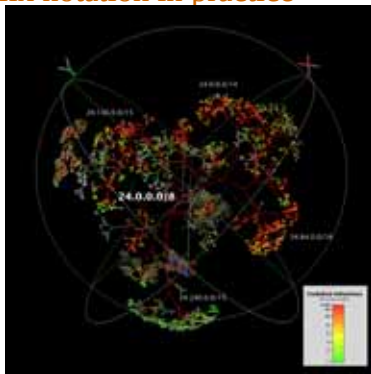


Image courtesy of CAIDA

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Questions?

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



IPv6

- 128bit アドレス
- 今後25年間、インターネットの成長を支えるのに十分なアドレス空間
- 当面、アドレス空間の 1/8 を利用
- Aggregatable Global Unicast Address Allocation format

■	3	13	32	16	64 bits	
■	FP	TLA	NLA ID	SLA ID	Interface ID	
■	ID					
■						

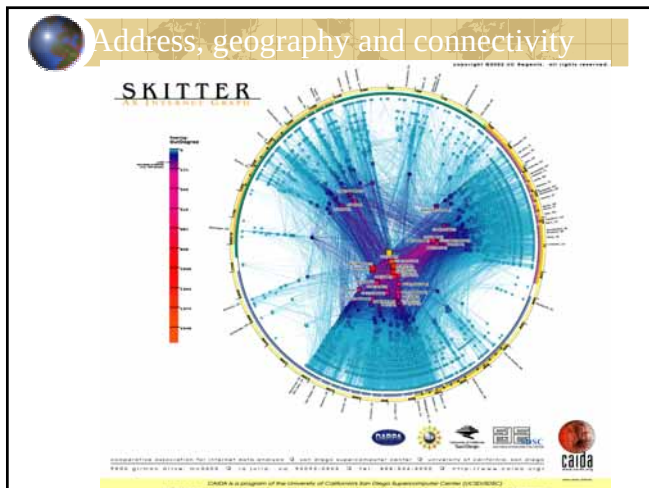
©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



IPv6の特徴

- 大きなアドレス
 - 3ffe:501:808:1:260:67ff:fe33:a5c1
- アドレススコープの概念
 - fe80::260:67ff:fe33:a5c1
- Classがなくなった
- 集約の容易なアドレス構造
- 拡張性

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



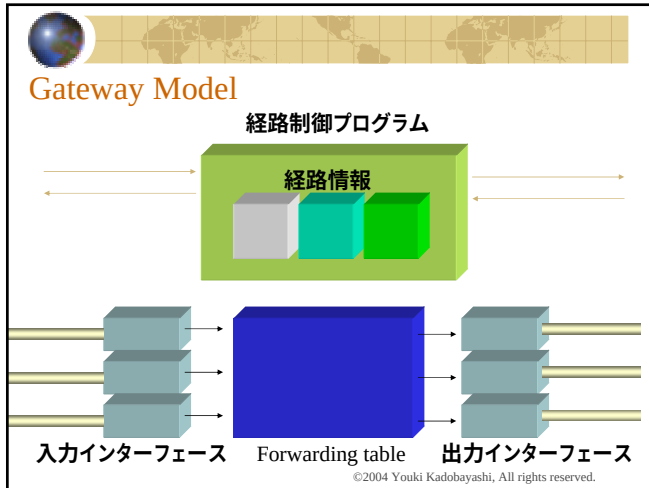
Questions?

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.

IPパケットの転送

- Hop-by-hop, destination oriented
 - 各ゲートウェイで転送先を決定
 - ・ 転送先=出力インターフェース
 - 各ゲートウェイが何らかの情報を共有していることが前提
 - ・ →経路制御アルゴリズム
- Forwarding and routing
 - 経路制御アルゴリズムが導出した経路情報
 - 経路情報にしたがったパケットの転送

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.





- 端点間の(end-to-end)通信を実現
- プロセスを一意に識別
 - プロセスの識別番号 = port (2 bytes)
- 仮想回線(Virtual Circuit)を実現
 - "TCP connection"
- 信頼性があり、配送順序が保持される通信路



Virtual Circuit

- IP: ホストに与えられている
- Port: 動的に、あるいは意図的に決める

- ホスト L, F を結ぶ仮想回線は、
■ (L-IP, L-port, F-IP, F-port) の4つ組で識別

Active Internet connections (including servers)

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	(state)
tcp4	0	0	163.221.52.40.1016	203.178.142.25.22	TIME_WAIT
tcp4	0	0	*.6000	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.11493	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.4	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.22	*,*	LISTEN
tcp46	0	0	*.22	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.515	*,*	LISTEN

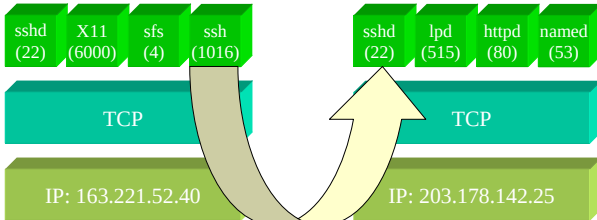
©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Virtual Circuit の例

Active Internet connections (including servers)

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	(state)
tcp4	0	0	163.221.52.40.1016	203.178.142.25.22	TIME_WAIT
tcp4	0	0	*.6000	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.11493	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.4	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.22	*,*	LISTEN
tcp46	0	0	*.22	*,*	LISTEN
tcp4	0	0	*.515	*,*	LISTEN



©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Virtual Circuit

- Byte stream semantics
 - 始点でバイト列を送ると、終点でバイト列が出てくる
 - 双方向: 「行き」と「帰り」がある
- パケット境界はアプリケーションには見せない
- Connection setup / release
 - 両端点が合意してコネクションが張られる

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Transport Layer: UDP

- End-to-end 通信を実現
- IPに、プロセスの識別機能 (port) を足したもの
- 信頼性はない
- 配送順序は保証されない
- Setup, release もない
- “Thin layer”

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Questions?

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



その他のトランスポート層プロトコル

- 研究は続けられているが、有用で分かりやすいセマンティクスがない
 - コネクション、パケットは単純明快
- TCP, UDP 上で工夫をするのが一般的
 - マルチメディア用のRTPはUDP上に載っている

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Application Layer

- 当初、プレゼンテーション層がなかった
- ASCII文字列によるプロトコルヘッダ
 - TELNET, FTP, SMTP, HTTP, etc.
- Binary encoding
 - DNS, streaming audio, etc.

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Application Layerの例 (HTTP Request)

```
GET /projects/ HTTP/1.0
Referer: http://www.caida.org/
Connection: Keep-Alive
User-Agent: Mozilla/4.76C-ja [ja] (X11; U; FreeBSD 4.2-RELEASE i386)
Host: www.caida.org
Accept: image/gif, image/x-bitmap, image/jpeg, image/pjpeg, image/png, */*
Accept-Encoding: gzip
Accept-Language: ja, en
Accept-Charset: iso-8859-1,*,utf-8
```

||:□

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Application Layerの例 (HTTP Response)

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Thu, 19 Apr 2001 13:16:46 GMT
Server: Apache/1.3.6 (Unix) Apache/1.1 mod_perl/1.21 mod_ssl/2.3.5 OpenSSL/0.9.3a
Last-Modified: Thu, 12 Apr 2001 13:47:24 GMT
ETag: "cb470-1c2c-3ad5b1ec"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 7212
Keep-Alive: timeout=15, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html
```

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0//EN" "http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd">
<html><head><meta content="text/html; charset=iso-8859-1" http-equiv="content-type"><title>
  Projects
```

||:□

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Application Layer の例 (SMTP Client)

```
250 OK
250-mailbox2.sist-mars.ac.jp
250-PIPELINING
250-DSN
250-ETRN
250-STARTTLS
250-8BITMIME
250 OK
250 OK
250 OK
254 End data with CRLF.CRLF
```

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Application Layer の例 (SMTP Server)

```
250 OK
250-mailbox2.sist-mars.ac.jp
250-PIPELINING
250-DSN
250-ETRN
250-STARTTLS
250-8BITMIME
250 OK
250 OK
250 OK
254 End data with CRLF.CRLF
```

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Questions?

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Presentation Layer today

- MIME - 文字表現の国際化
 - 用途: 電子メールのFrom: アドレスなど
- ASN.1 - OSIから借りてきた標準
 - 用途: ネットワーク管理
- XDR - Sunがつくった業界標準
 - 用途: NFS
- XML - W3Cがつくった標準
 - 用途: Web services など

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Web services の例 ()

```
POST /temper.cgi HTTP/1.0
Accept: text/xml
Accept: multipart/*
Host: services.soaplite.com
User-Agent: SOAP::Lite/Perl/0.50
Content-Length: 516
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
SOAPAction: "http://www.soaplite.com/Temperatures#f2c"

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SOAP-ENV:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/1999/XMLSchema-instance"
  xmlns:SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/1999/XMLSchema"
  SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <SOAP-ENV:Body>
    <namespl:f2c xmlns:namespl="http://www.soaplite.com/Temperatures">
      <c:gensym5 xsi:type="xsd:int">20</c:gensym5>
    </namespl:f2c>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```



Web services の例 ()

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 17 Jul 2001 02:48:29 GMT
Server: Apache/1.3.12.140 (Unix) PHP/4.0.4pl1
SOAPServer: SOAP::Lite/Perl/0.50
Content-Length: 549
Connection: close
Content-Type: text/xml

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SOAP-ENV:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/1999/XMLSchema-instance"
  xmlns:SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/1999/XMLSchema"
  SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <SOAP-ENV:Body>
    <namespl:f2cResponse xmlns:namespl="http://www.soaplite.com/Temperatures">
      <s:gensym5 xsi:type="xsd:float">-6.666666666666667</s:gensym5>
    </namespl:f2cResponse>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```



Presentation Layer ツール群の発展

- アプリケーション層エントリポイントの記述
- エンティティの発見
- 構造化データへの操作 (電子署名、抽出等)
- 簡潔なプログラム記述が可能

```
#!/usr/bin/perl
#
use SOAP::Lite;
print SOAP::Lite
-> service("http://www.xmethods.net/sd/StockQuoteService.wsdl")
-> getQuote("NTAP");
```

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



Questions?

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.



まとめ

- 今日まなんだこと:
- TCP/IP protocol suite
- Gateway model and architecture
- IPv4 and IPv6
- TCP
- Application layer protocols
- Developments in presentation layer

©2004 Youki Kadobayashi, All rights reserved.
