

Università di Ferrara

# Architettura di Reti

## IPv6 in pillole

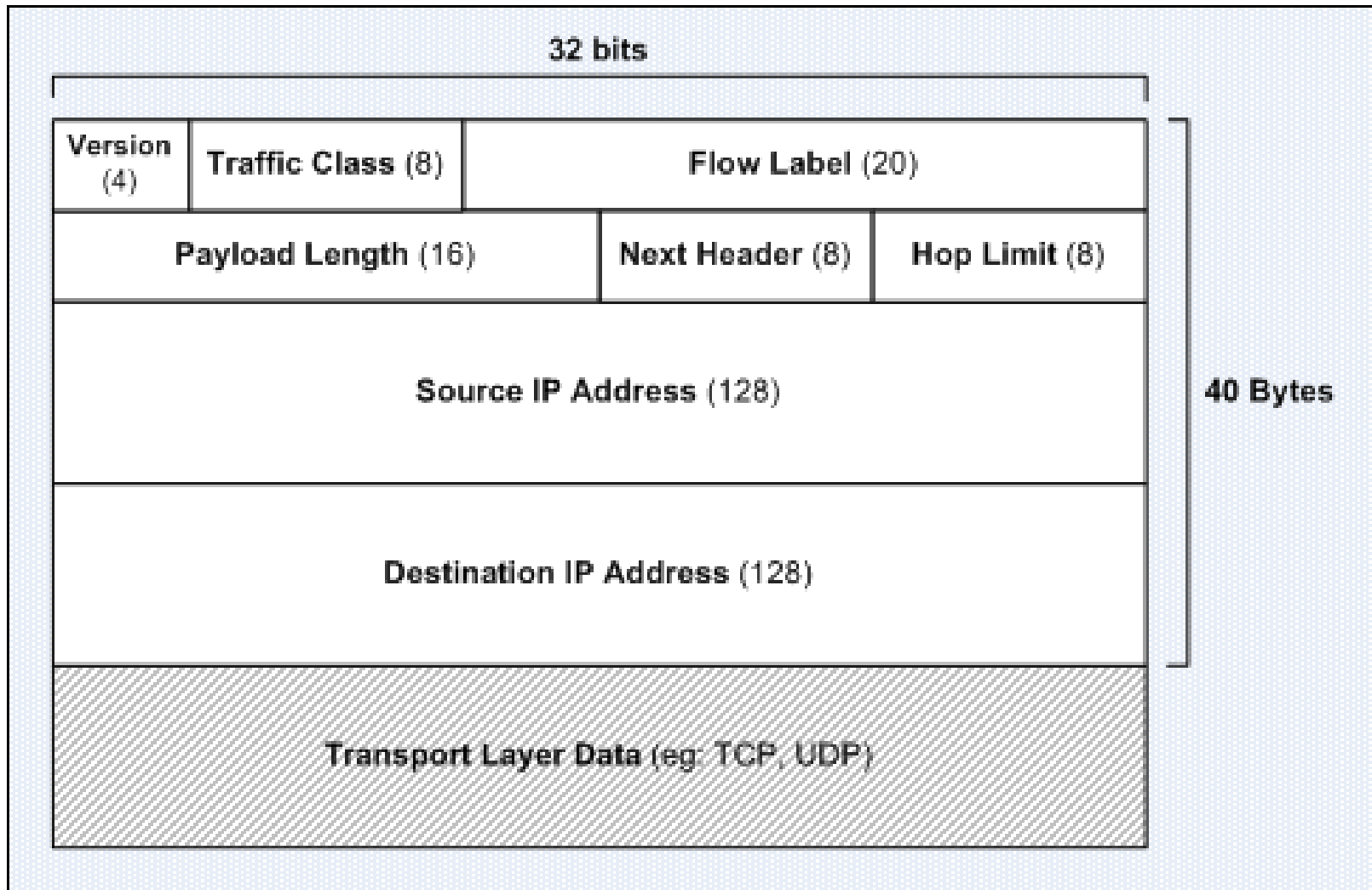
Carlo Giannelli

carlo.giannelli@unife.it

<http://www.unife.it/scienze/informatica/insegnamenti/architettura-reti/>

<http://docente.unife.it/carlo.giannelli>

# IPv6 Header Format



# IPv6 in pillole

- I pacchetti vengono frammentati dall'host mittente
  - al contrario di IPv4, i router intermedi non frammentano il pacchetto IPv6
- Maximum Transmission Unit (MTU) minima di 1280 byte
- Supporto nativo alla sicurezza con IPsec
  - Authentication Header (AH)
    - valore 51 nel campo Protocol (IPv4) o Next Header (IPv6, Extension)
    - fornisce autenticazione, per verificare che l'indirizzo del mittente sia autentico e che il pacchetto non sia stato alterato durante il percorso
  - Encapsulating Security Payload (ESP)
    - valore 50 nel campo Protocol (IPv4) o Next Header (IPv6, Extension)
    - garantisce che solo il destinatario autorizzato sia in grado di leggere il pacchetto
  - Come in IPv4 due modalità: **transport** (sicurezza da host a host) o **tunnel** (datagram IPv6 originario come payload di un altro pacchetto IPv6)

# Indirizzi

- Gli indirizzi IPv6 hanno una formato a 128 bits
- Si hanno a disposizione  $2^{128}$  indirizzi possibili, ovvero circa  $3.4 \times 10^{38}$
- Ogni persona ha a disposizione 1030 indirizzi

# Formato degli indirizzi (1)

- X:X:X:X:X:X:X:X, dove X è un campo di 16 bit in notazione esadecimale
  - Esempio: **2001:0760:4206:0000:0000:0000:0000:0001**
- Il valore è indipendente dalla notazione maiuscola o minuscola
- Gli zero a sinistra di ogni campo sono opzionali
  - Esempio: **2001:760:4206:0:0:0:0:1**

# Formato degli indirizzi (2)

- Campi successivi di zero sono rappresentati da ::, presenti solo una volta in un indirizzo.
  - Esempio valido 2001:760:4206:0:0:0:0:1 → 2001:760:4206::1
  - Notazione non corretta 2001::1::1:1:1:1
  - Esempio curioso: 0:0:0:0:0:0:0:0 → ::
- In un URL indirizzi IPv6 inseriti tra parentesi quadre
  - Esempio: http://[2001:760:4206::13]

# Tipologia di indirizzi

- **Unicast**: indirizzo che identifica univocamente un'interfaccia (analizzeremo solo questi)
- **Multicast**: un pacchetto inviato ad un indirizzo multicast viene **replicato** e recapitato **a tutte le interfacce** che fanno parte dell'insieme da esso individuato (utilizzato al posto del broadcast, che in IPv6 non esiste)
- **Anycast**: indirizzo che si riferisce ad un insieme di interfacce. Un pacchetto inviato ad un indirizzo anycast viene recapitato **ad una delle interfacce** che fanno parte dell'insieme da esso individuato, tipicamente a quella più vicina, secondo la misura di distanza utilizzata dal protocollo di routing

# Gli indirizzi Unicast - Unspecified

- È un indirizzo del tipo 0:0:0:0:0:0:0:0, ovvero ::
- Indica che nessun indirizzo IPv6 è assegnato
- Può essere utilizzato nella richiesta iniziale DHCP per ottenere un indirizzo
- ::/0 indica la rotta di default



# Gli indirizzi Unicast - Loopback

- 0:0:0:0:0:0:0:1, ovvero ::1
- Identifica il nodo stesso
- Equivale al 127.0.0.1 in IPv4
- Si utilizza per controllare se lo stack IPv6 funziona
  - ping6 ::1
  - <https://linux.die.net/man/8/ping6>

# Gli indirizzi Unicast - IPv4 mapped

- Con questo tipo di indirizzi si possono definire indirizzi IPv4 in notazione IPv6
  - Primi 80 bit a 0
  - Successivi 16 bit a 1 (FFFF)
  - Ultimi 32 bit specificano l'indirizzo IPv4
- Esempio
  - 0:0:0:0:FFFF:192.168.0.1
  - ::FFFF:192.168.0.1

# Subnet prefix + Interface identifier

- Gli indirizzi IPv6 unicast si compongono di due parti
  - "subnet prefix", primi 64 bit, di cui
    - almeno 48 per "routing prefix", network id usato globalmente per il routing
    - al più 16 per "subnet id", identifica una subnet in un sito/dominio
  - "interface ID", ultimi 64 bit



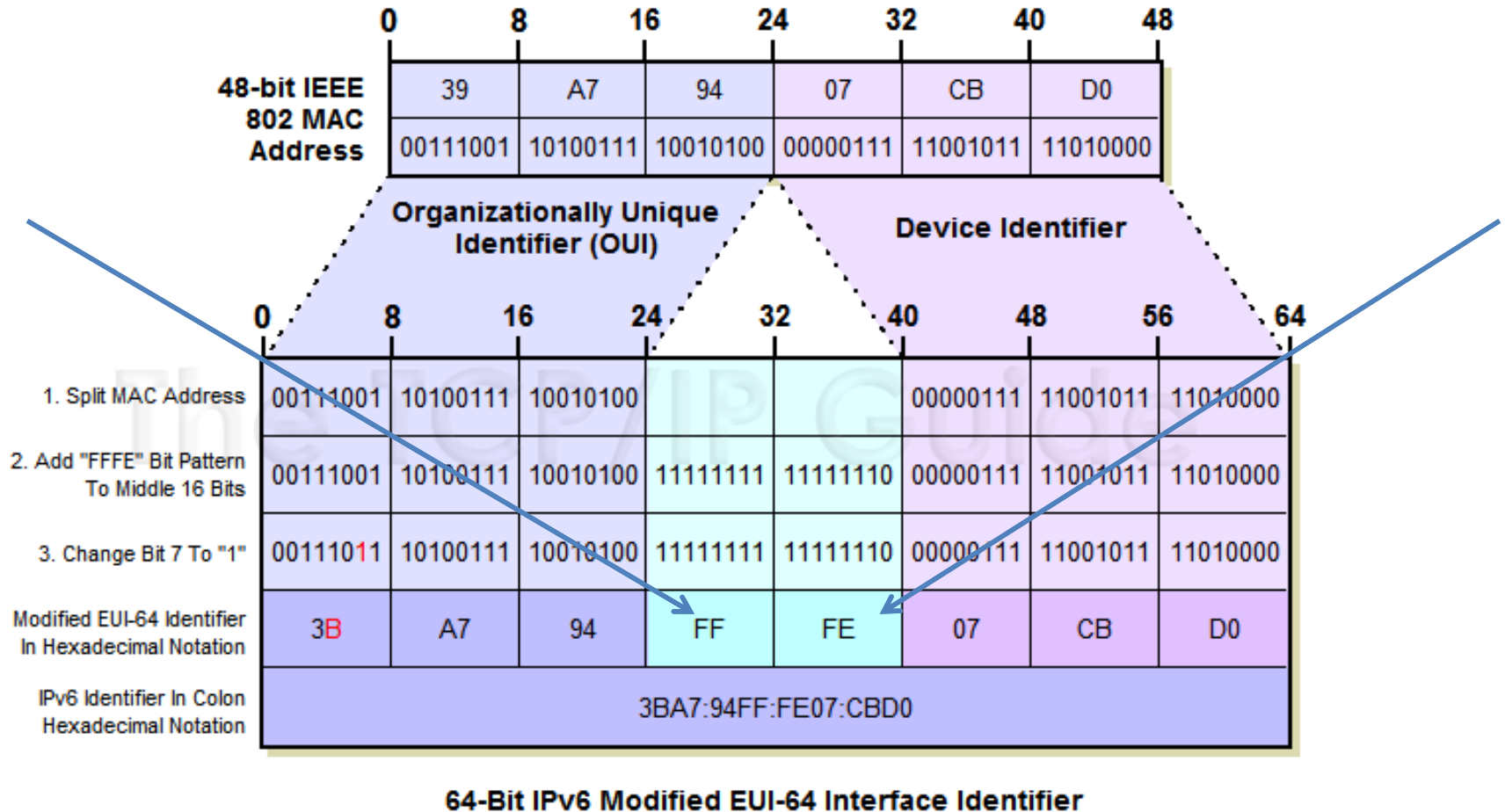
- L' Interface identifier può essere specificato
  - manualmente
  - generato partendo dal MAC address dell'interfaccia
  - via DHCPv6

# Gli indirizzi Unicast

## I formati EUI-48 e EUI-64

- L'interface ID
  - identifica univocamente un'interfaccia
  - deve essere univoco su un link
  - può essere ricavato a partire dall'identificatore EUI-48
- L'identificatore EUI-64 si basa sullo stesso principio del MAC address di cui è evoluzione
- Esiste un procedura che consente di passare dal MAC address a EUI-64

# Interface ID dal MAC address



# Gli indirizzi Unicast - Link-local

- Link-local è uno scoped address, ovvero con validità locale
- Scope (ambito) → link locale (nelle LAN, VLAN)
  - può essere usato solo fra nodi dello stesso link
  - non può essere ruotato/riutilizzato
  - per link si intende una rete fisica unica (ad esempio una LAN)
- Fornisce ad ogni nodo un indirizzo IPv6 per iniziare le comunicazioni

# Il Protocollo ICMPv6

- ICMPv6 è l'equivalente IPv6 di ICMP
- Ha le stesse funzionalità di base
  - segnalazione errori, controllo, diagnostica
- Vengono aggiunte nuove funzionalità
  - Neighbor Discovery, utile per l'autoconfigurazione
    - Router Solicitation/Advertisement
    - Neighbor Solicitation/Advertisement
  - gestione dei gruppi multicast
- Utilizzato per decidere la grandezza della MTU (ricordatevi che i router non frammentano)
- È importante che non venga mai filtrato dai firewall

# Gli indirizzi Unicast - Configurazione IP

- Stateless
- Statefull
- Dinamica



# Gli indirizzi Unicast - Stateless

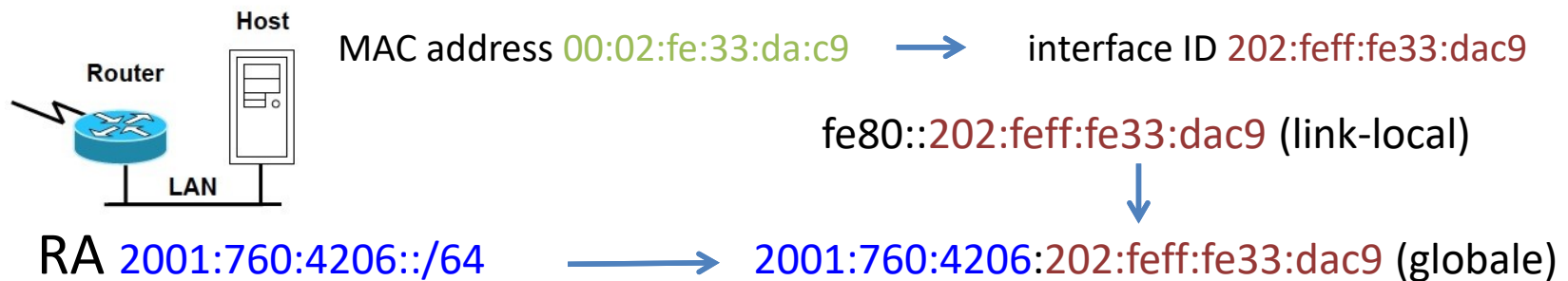
- Permette ai nodi IPv6 di connettersi alla rete senza dovere configurare manualmente gli indirizzi
  - non è necessario un server DHCP
- Gli indirizzi sono basati sugli interface ID
- I nodi possono comunicare utilizzando indirizzi link-local
- Il server DNS deve essere specificato a mano

# Gli indirizzi Unicast - Stateless: procedura

- Sugli host viene eseguita la seguente procedura
  - Ogni interfaccia di rete viene configurata con un indirizzo link-local
  - Con Duplicate Address Detection (DAD) si verifica che non ci siano duplicati
  - Viene inviato un Router Solicitation (RS) su tutte le interfacce
  - Per ogni Router Advertisement (RA) che si riceve:
    - Viene aggiunto il router alla lista dei router conosciuti
    - Si configura un indirizzo per ogni prefisso nell'annuncio
  - Rimane in ascolta per altri RA

# Gli indirizzi Unicast - Stateless: esempio

- Interfaccia ha come MAC address 00:02:fe:33:da:c9
  - Il suo interface ID è 202:feff:fe33:dac9
- Il prefisso della LAN è 2001:760:4206::/64



# Gli indirizzi Unicast - Statefull

- I parametri di configurazione della scheda vengono inseriti a mano

```
DEVICE=eth1
BOOTPROTO=none
HWADDR=54:52:00:30:26:31
NM_CONTROLLED=no
ONBOOT=yes
TYPE=Ethernet
IPADDR=192.84.144.1
NETMASK=255.255.255.0
DNS2=192.84.144.9
GATEWAY=192.84.144.20
DNS1=192.84.144.1
IPV6INIT=yes
DNS3=2001:760:4206::1
DNS4=2001:760:4206::9
IPV6ADDR=2001:760:4206::1
IPV6_DEFAULTGW=2001:760:4206::12
USERCTL=no
```

# Gli indirizzi Unicast - Dinamici

- Si utilizza un server DHCPv6
- Il Router Advertisement (RA) viene configurato inserendo due flag che specificano la modalità di configurazione
  - “Managed Address Configuration”: indica se l’host deve ottenere anche indirizzi dal server DHCPv6 (oltre al subnet prefix)
  - “Other Statefull Configuration”: indica se l’host deve utilizzare DHCPv6 per ottenere altre informazioni di configurazione (DNS, NTP,...). Si può attivare solo se è attivo anche Managed Address Configuration.

# Esempio di RA - RADvD

## RADvD - Router Advertisement Daemon

```
interface eth1
{
    AdvSendAdvert on;
    MinRtrAdvInterval 30;
    MaxRtrAdvInterval 100;
    AdvManagedFlag on;
    AdvOtherConfigFlag on;
    AdvLinkMTU 1500;
    UnicastOnly on;
    prefix 2001:760:4206:2::/64
    {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous off;
        AdvRouterAddr off;
    };
};
```

# IPv6 in pillole – Router Cisco

```
c2911#show ipv6 interface
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::A693:4CFF:FE86:EF10
  No Virtual link-local address(es):
  Description: interfaccia esterna WAN
  Global unicast address(es):
    2001:760:FFFF:110::9, subnet is 2001:760:FFFF:110::8/127
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:9
    FF02::1:FF86:EF10
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ICMP unreachables are sent
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
  ND advertised reachable time is 0 (unspecified)
  ND advertised retransmit interval is 0 (unspecified)
  ND router advertisements are sent every 200 seconds
  ND router advertisements live for 1800 seconds
  ND advertised default router preference is Medium
  Hosts use stateless autoconfig for addresses.
```

# Gli indirizzi multicast

- Multicast → uno a tanti
- Non esiste il broadcast in IPv6. Multicast è utilizzato al suo posto, soprattutto nei local-link
- Scoped address: sostituisce il TTL di IPv4
- Formato: FF<flags><scope>::<groupid>
  - identificati da prefix FF ovvero 11111111
  - <flag>: 0 → well known address, 1 → transient address
  - <scope>: 1 → node, 2 → link, 5 → site, 8 → organization, 0xE → global
  - <groupid>: identifica un gruppo multicast in un dato scope



# Gli indirizzi Multicast - Esempio

Considerando il Group ID All-Nodes (1) avremo che:

- indirizzo FF01::1 → tutte le interfacce sullo stesso **nodo**
- indirizzo FF02::1 → tutte le interfacce sullo stesso **link**
- indirizzo FF05::1 → tutte le interfacce sullo stesso **site**
- indirizzo FF0E::1 → tutte le interfacce su **Internet**

# Gli indirizzi Anycast

- Non sono distinguibili dagli indirizzi di tipo unicast
- Sono indirizzi unicast assegnati ad un insieme di interfacce di nodi diversi
- Bisogna specificare ai nodi che si tratta di indirizzo anycast
  
- Indicano il server più vicino a un mittente
- Alcuni indirizzi anycast sono riservati
- Uso frequente con DNS

# Un po' di indirizzi utili

- <https://tools.ietf.org/html/rfc8200>
- [www.ipv6tf.org](http://www.ipv6tf.org)
- [www.deepspace6.net](http://www.deepspace6.net)
- <https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html>
- <https://www.ipv6.com/>