




名稱伺服器系統簡介


Introduction of DNS

謝祿適 老師
高雄市教育局資訊教育中心





視其所以、觀其所由
察其所安 - 《論語·為政第二》



課程內容有對錯風險
學習應詳閱參考資料
不負責任

DNS 開課



主題

- DNS 運作原理
- 查詢 DNS 工具
- DNS 的各種紀錄
- DNSSEC 運作原理
- DNS over TLS
- DNS over https

安裝軟體工具 -dig

- Ubuntu 中
 - apt-get install dnsutils
- Centos 7 中
 - yum install bind-utils

安裝軟體工具 -dig

- Windows 中
 - 下載軟體，地址是：<http://www.isc.org/downloads>
 - 解開 BIND9.12.2-P2.x64.zip
 - 使用**管理者權限**執行目錄中 BINDInstaller.exe。
 - 選擇『**tools only**』的選項。
 - 把『**程式所在目錄**』放入系統變數 **PATH** 中。

註：建議使用 Unix-like 中的 dig 軟體。

安裝軟體工具 -nslookup

- Ubuntu 及 Centos 中
 - 同 dig 安裝
- Windows 中
 - 內建

Dig 的簡易使用

- dig -h
- dig www.kh.edu.tw
- dig [@server] [-b address] [-c class] [-f filename] [-k filename] [-n][-p port#] [-t type] [-x addr] [-y name:key] [name] [type] [class] [queryopt...]

DNS ?

- 網域名稱服務的縮寫，其主要目地是在解決機器的網域名稱 (Domain name) 與 IP address 的對應問題。提供 telnet 、 WWW browser 、 ftp 等常用工具的基本服務。
- Domain name ↔ IP 雙向多重對映

實習一

- dig 自己學校的 web server
- 例
 - dig `www.kh.edu.tw`
 - dig `+short www.kh.edu.tw`

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> www.kh.edu.tw
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 35214
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 4, ADDITIONAL: 8

;; QUESTION SECTION:
;www.kh.edu.tw. INA

;; ANSWER SECTION:
www.kh.edu.tw. 7200 INA 163.32.250.5

;; AUTHORITY SECTION:
kh.edu.tw. 7200 INNS dns2.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 7200 INNS dns.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 7200 INNS dns1.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 7200 INNS kpprcdns.kh.edu.tw.

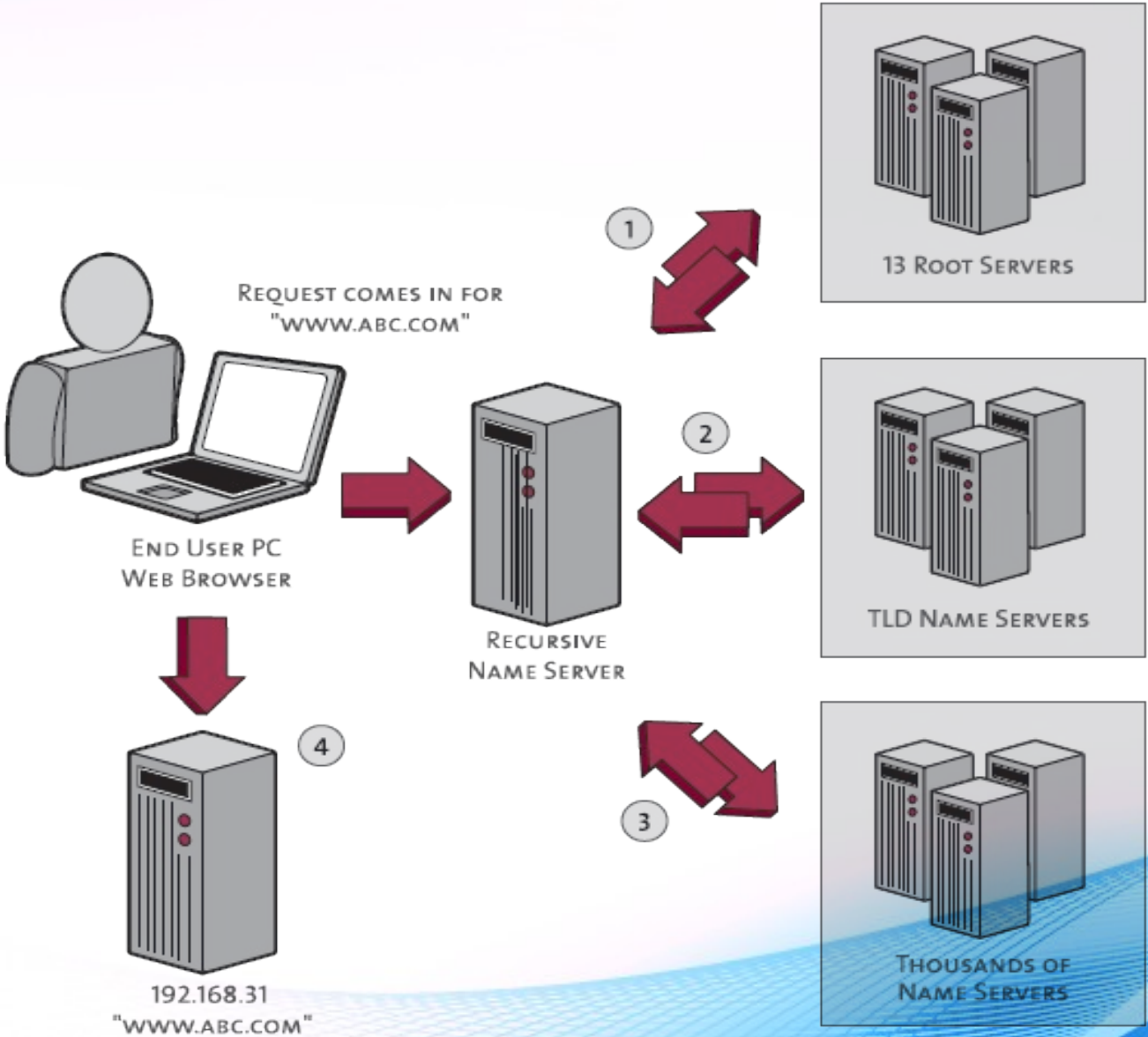
;; ADDITIONAL SECTION:
dns.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.14
dns.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::14
dns1.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.2
dns1.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::2
dns2.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.10
dns2.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::10
kpprcdns.kh.edu.tw. 7200 INA 140.117.11.1
kpprcdns.kh.edu.tw. 7200 INA 140.117.11.11

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 13:44:56 2013
;; MSG SIZE rcvd: 290
```

DNS 表頭旗標 (Header Flags)

Flag	Description	Reference
QR	Query/Response	0:Query 1:Response
AA	Authoritative Answer	RFC1035
TC	Truncated Response	RFC1035
RD	Recursion Desired	RFC1035
RA	Recursion Allowed	RFC1035
AD	Authentic Data	RFC4035
CD	Checking Disabled	RFC4035

使用 DNS





13 Root Servers

Hostname	IP Addresses	Manager
a.root-servers.net	198.41.0.4, 2001:503:ba3e::2:30	VeriSign, Inc.
b.root-servers.net	192.228.79.201, 2001:500:84::b	University of Southern California (ISI)
c.root-servers.net	192.33.4.12, 2001:500:2::c	Cogent Communications
d.root-servers.net	199.7.91.13, 2001:500:2d::d	University of Maryland
e.root-servers.net	192.203.230.10, 2001:500:a8::e	NASA (Ames Research Center)
f.root-servers.net	192.5.5.241, 2001:500:2f::f	Internet Systems Consortium, Inc.
g.root-servers.net	192.112.36.4	US Department of Defense (NIC)
h.root-servers.net	198.97.190.53, 2001:500:1::53	US Army (Research Lab)
i.root-servers.net	192.36.148.17, 2001:7fe::53	Netnod
j.root-servers.net	192.58.128.30, 2001:503:c27::2:30	VeriSign, Inc.
k.root-servers.net	193.0.14.129, 2001:7fd::1	RIPE NCC
l.root-servers.net	199.7.83.42, 2001:500:9f::42	ICANN
m.root-servers.net	202.12.27.33, 2001:dc3::35	WIDE Project

Root Servers Map

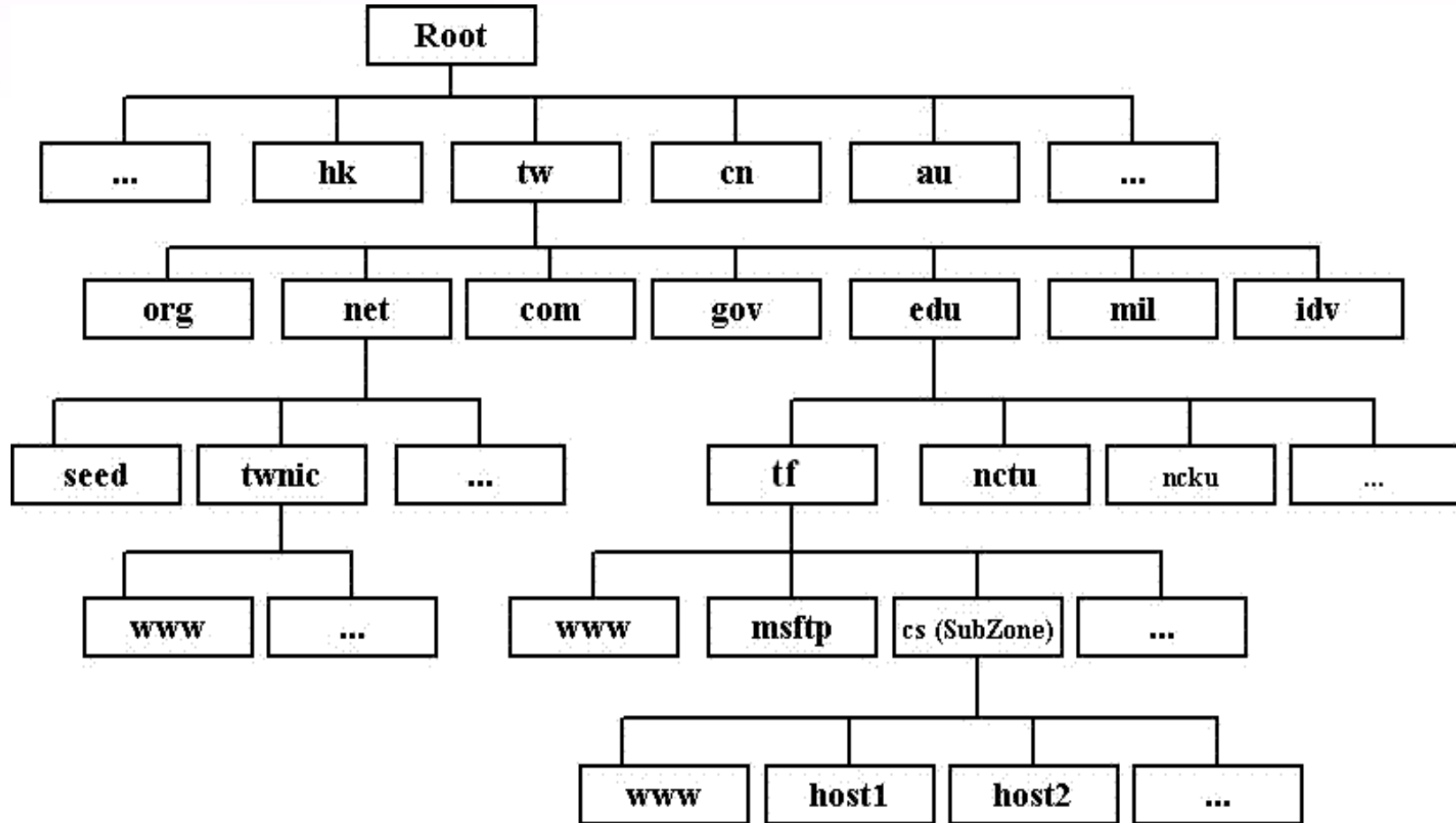


取至：<http://www.root-servers.org/>

Domain Name ?

- 網域名稱 (Domain Name)
 - 格式 xxxx.xxxx.....xxxx
 - 例如
 - ftp.kh.edu.tw
 - mail.kh.edu.tw
- FQDN (Fully Qualified Domain Name)
 - 正式註冊、可在 Internet 上可為他人查詢的 Domain Name。

DNS 的樹狀架構



DNS 的樹狀架構

- DNS 以樹狀結構，為一全球性的分散式資料庫，以 “.” 為樹根，各節點也以 “.” 作分隔
- 例如
 - www.kh.edu.tw 便是一個典型的網域名稱，右邊節點 “tw” 為樹狀結構的最上層 (TLD)，而左邊節點 “www” 則在樹狀結構的最下層。
- 每個 FQDN 對 DNS 系統上來說，其網域名稱均是唯一的，不能同時有兩個相同的名稱。

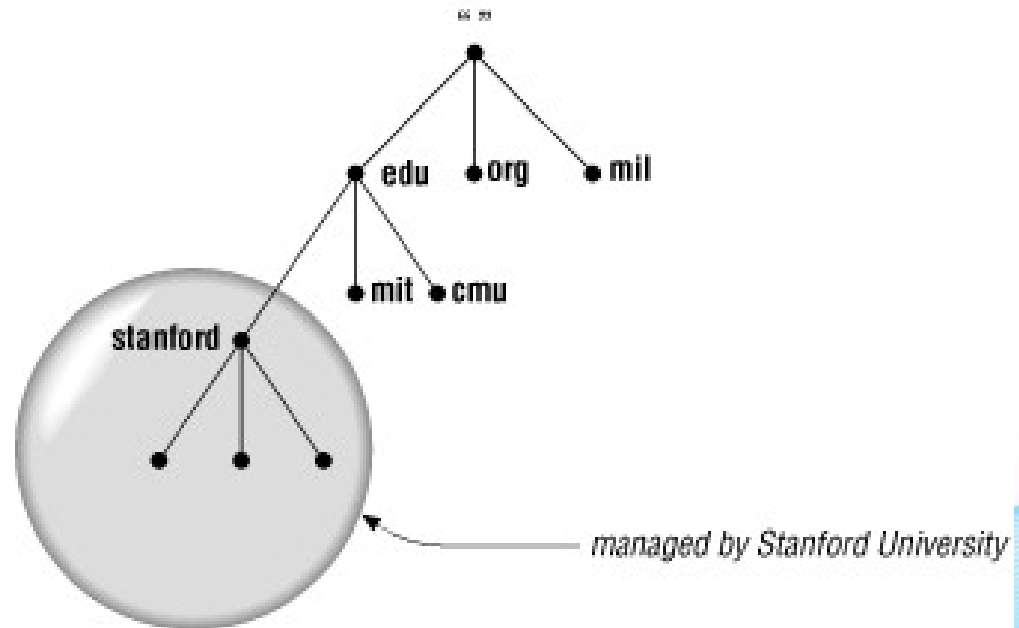
FQDN 的第一層 (TLD) 名稱

- **Generic** top-level domains
 - 通用的第一層名稱
 - 依照網路使用單位的特性，大致分類
 - .com, .org, .net
- **USA top-level** domains
 - .edu, .gov, .mil
- **Country code** top-level domains
 - two-letter country-code
 - .tw, .US, cn
- **Internationalized country code** top-level domains
 - .臺灣, .中國, .新加坡

請參考 http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Internet_top-level_domains#cite_note-48

授權 (Delegation)

- 上層的 domain 可以將其分出的某個 sub domain 的 domain name 與 IP mapping 交由另一部機器管理，這個動作我們稱之為授權 (Delegation)。





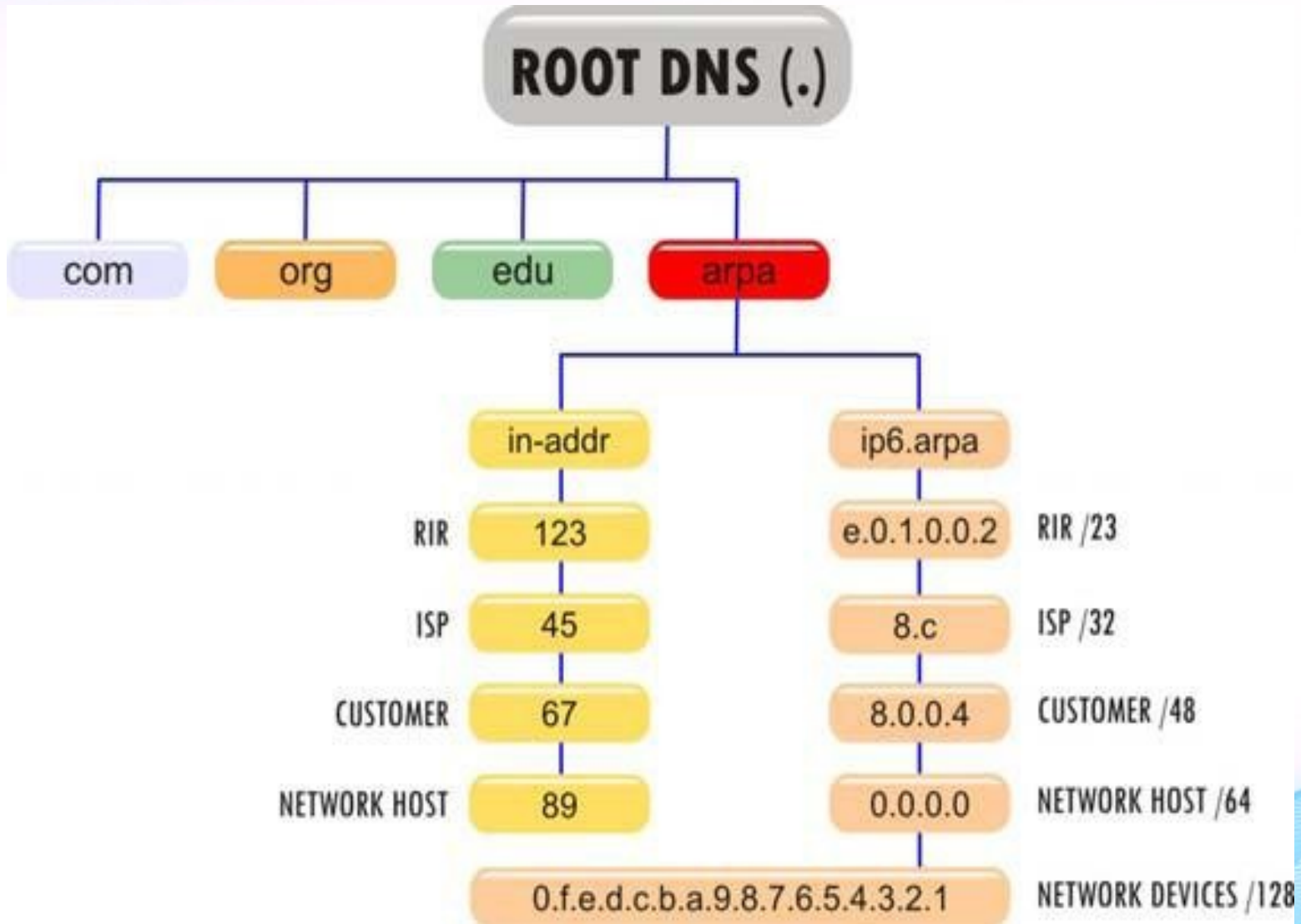
正解 (Forward)

- Domain name ↔ IP
應該看成兩種不同的對映
- Domain name → IP，稱之為 forward mapping。
- 例如
 - www.kh.edu.tw → 163.32.250.5
 - 代表在負責 kh.edu.tw 這個 domain 的機器上，可以查到其 mapping table 上有一筆紀錄是 `www → 163.32.250.5`。

反解 (Reverse)

- IP → domain name 稱為 reverse mapping。
- 在這個命名空間中，所有的 IP 組成一個叫作
- **arpa.in-addr** 的 top domain，然後再依 IP 層層細分 ...。
- 例如
 - 163.32.250.6 → **www.kh.edu.tw**
 - 代表在負責 **250.32.163.in-addr.arpa** (注意是反過來寫，因為 top domain 要在最後面) 這個 sub domain 的機器上，可以查到其 mapping table 上有一筆紀錄是 6 → **www.kh.edu.tw**

反解 (Reverse)



實習二

- 查詢反解

- dig -x 163.xx.xx.xx
- dig xx.xx.xx.163.in-addr.arpa. -t ptr

```
;<<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> 1.250.32.163.in-addr.arpa. -t ptr
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 5840
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 3, ADDITIONAL: 6

;; QUESTION SECTION:
;1.250.32.163.in-addr.arpa. INPTR

;; ANSWER SECTION:
1.250.32.163.in-addr.arpa. 300 INPTR wwwedu.kh.edu.tw.
1.250.32.163.in-addr.arpa. 300 INPTR boe.kh.edu.tw.

;; AUTHORITY SECTION:
250.32.163.in-addr.arpa. 300 INNS dns2.kh.edu.tw.
250.32.163.in-addr.arpa. 300 INNS dns.kh.edu.tw.
250.32.163.in-addr.arpa. 300 INNS dns1.kh.edu.tw.

;; ADDITIONAL SECTION:
dns.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.14
dns.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::14
dns1.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.2
dns1.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::2
dns2.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.10
dns2.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::10

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 14:06:36 2013
;; MSG SIZE rcvd: 279
```

名稱伺服器 (DNS server)

- 負責紀錄 forward/reverse mapping 的機器會執行一個叫 name server 的軟體，透過這個軟體回應來自其它機器對 domain name 或 IP 的查詢。
- BIND: Internet 最常見的 DNS server 軟體。

BIND

- 實做 DNS Server 功能的著名但非唯一軟體。
- 下載 <http://www.isc.org/downloads/>
- 現在建議大家使用 Bind 9 的軟體。
 - Current-Stable 9.12.2-P2
- Bind 9 由很都知名的公司、組織維護發展。
 - 參見 bind 網頁上 [History of Bind](#)。

三種 DNS 伺服器的角色

- 主要名稱伺服器 (Primary/master Server)
- 次要名稱伺服器 (Secondary/slave Server)
- 快取名稱伺服器 (Cache only Server)
- 同一台 DNS 伺服器有可能對不同的 Zone 擔任不同的角色。也就是說同一台機器可能同時擁有這三種角色。

主要名稱伺服器

(Primary/master Server)

- 主要名稱伺服器由它所在的主機上的檔案中取得管理 Zone 的資料。
- 如果您的學校擁有自己的網域 (Domain)，則必須建立自己的 Primary/master Server，來回答網路上對您學校中，所有的 FQDN 與 IP 地址的轉換服務。

次要名稱伺服器 (Secondary/Slave Server)

- 次要名稱伺服器是由**其他管理**這個地帶的名稱伺服器中取得 Zone 的資料。
 - 註：其它伺服器不一定是 Master Server 。
- 為了網路穩定度的考慮，通常你需要一部次要名稱伺服器，以備不時之需。



快取名稱伺服器 (Cache Server)

- 每個 DNS 都會將查詢過的 Domain Name 給 cache 起來，所以每個 DNS Server 都有 cache Server 的功能。
- 硬碟中沒有該 Domain 的 zone database 檔案。
- Cache **Only** Server

DNS 的運作

- 有兩種詢問方法，Recursive 和 Iterative 兩種。
- Recursive 是由 DNS Server 代理去問，問的方法是用 Iterative 方式。
- Iterative 是由本機直接做 Iterative 式的詢問。

交談式 (Iterative)

- 由 **Client 端**發出去問，這種方式送封包出去問，所回應回來的資料不一定是最後正確的名稱位置，也許是另外一台 DNS 的位址 (當該台 DNS 沒有答案時，會傳回一台 “權威授權者 (SOA)” DNS 的位址)。再由 Client 端自己向 “權威授權者” DNS 詢問。

實習三

- 觀察 Iterative 查詢
 - dig
www.xxx.kh.edu.tw
+trace

```
; <<>> DIG 9.8.1-P1 <<>> www.rssh.kh.edu.tw +trace
;; global options: +cmd
. 447849INNS l.root-servers.net.
. 447849INNS f.root-servers.net.
. 447849INNS j.root-servers.net.
. 447849INNS a.root-servers.net.
. 447849INNS g.root-servers.net.
. 447849INNS k.root-servers.net.
. 447849INNS h.root-servers.net.
. 447849INNS e.root-servers.net.
. 447849INNS i.root-servers.net.
. 447849INNS b.root-servers.net.
. 447849INNS c.root-servers.net.
. 447849INNS d.root-servers.net.
. 447849INNS m.root-servers.net.
;; Received 512 bytes from 163.28.136.10#53(163.28.136.10) in 7194 ms

tw. 172800INNS a.dns.tw.
tw. 172800INNS b.dns.tw.
tw. 172800INNS c.dns.tw.
tw. 172800INNS d.dns.tw.
tw. 172800INNS e.dns.tw.
tw. 172800INNS f.dns.tw.
tw. 172800INNS g.dns.tw.
tw. 172800INNS h.dns.tw.
tw. 172800INNS ns.twnic.net.
tw. 172800INNS sec4.apnic.net.
;; Received 491 bytes from 199.7.83.42#53(199.7.83.42) in 5467 ms

edu.tw.86400 INNS c.twnic.net.tw.
edu.tw.86400 INNS a.twnic.net.tw.
edu.tw.86400 INNS moemoon.edu.tw.
edu.tw.86400 INNS d.twnic.net.tw.
edu.tw.86400 INNS b.twnic.net.tw.
edu.tw.86400 INNS moevax.edu.tw.
edu.tw.86400 INNS moestar.edu.tw.
;; Received 427 bytes from 210.17.9.230#53(210.17.9.230) in 325 ms

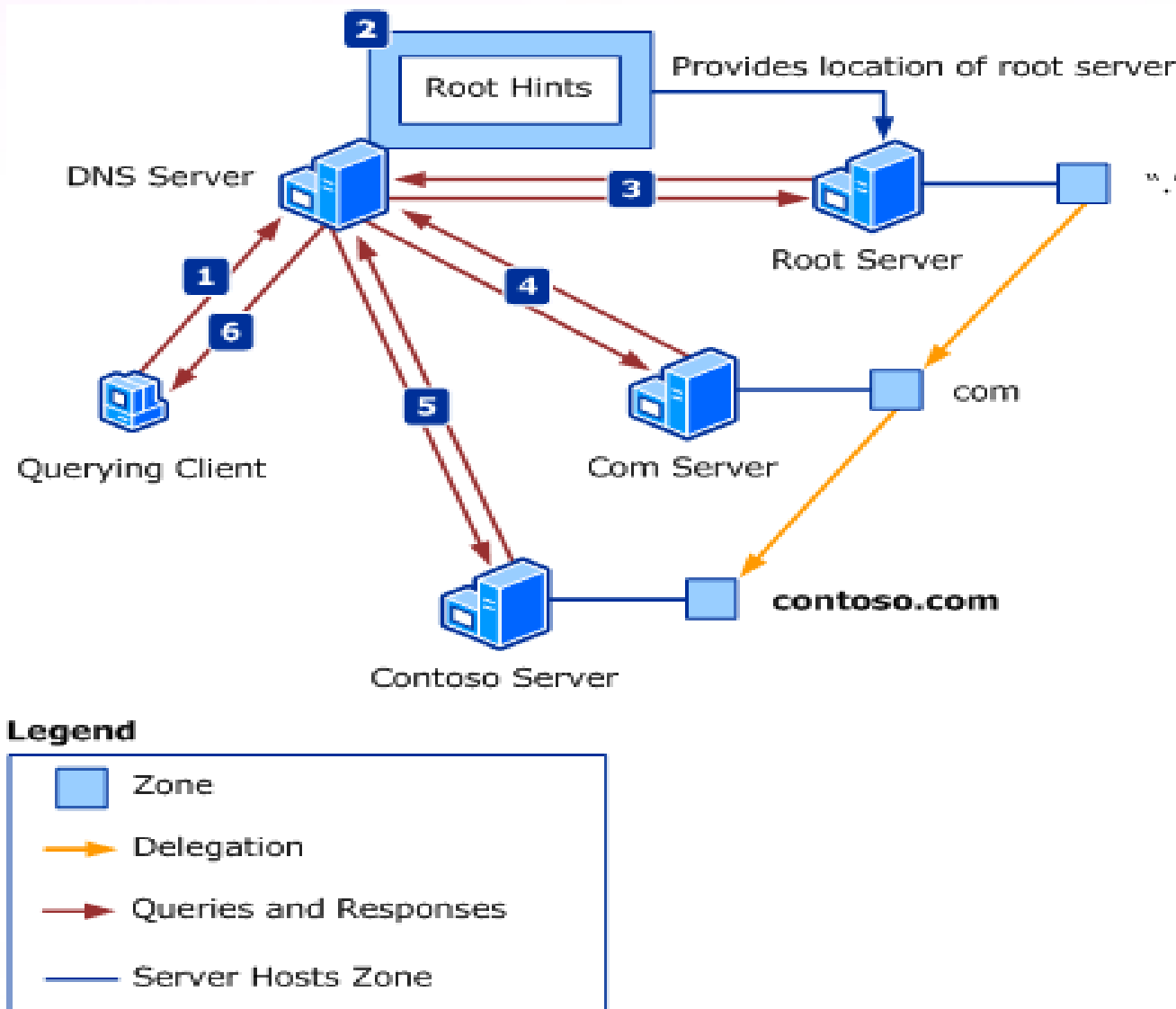
kh.edu.tw. 300 INNS dns2.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 300 INNS dns.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 300 INNS dns1.kh.edu.tw.
;; Received 140 bytes from 192.83.166.17#53(192.83.166.17) in 19 ms

www.rssh.kh.edu.tw. 259200INCNAMExproxy2.rssh.kh.edu.tw.
proxy2.rssh.kh.edu.tw. 259200INA 163.15.54.22
rssh.kh.edu.tw. 259200INNS earth.rssh.kh.edu.tw.
rssh.kh.edu.tw. 259200INNS mars.rssh.kh.edu.tw.
;; Received 200 bytes from 2001:288:8201:1::14#53(2001:288:8201:1::14) in 1 ms
```

遞迴式 (Recursive)

- Client 向 DNS Server 的查詢模式
 - 這種方式是將要查詢的封包送出去問，就等待正確名稱的正確回應，這種方式只處理回應回來的封包是否是正確回應或是說是找不到該名稱的錯誤訊息。

Recursive Query



實習四

- 觀察 Recursive 查詢
 - Dig **+recurse**
www.xxx.kh.edu.tw

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> +recurse www.rssh.kh.edu.tw
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 58552
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 2, ADDITIONAL: 4

;; QUESTION SECTION:
;www.rssh.kh.edu.tw.  INA

;; ANSWER SECTION:
www.rssh.kh.edu.tw. 259200INCNAM proxy2.rssh.kh.edu.tw.
proxy2.rssh.kh.edu.tw. 259200INA 163.15.54.22

;; AUTHORITY SECTION:
rssh.kh.edu.tw. 259200INNS mars.rssh.kh.edu.tw.
rssh.kh.edu.tw. 259200INNS earth.rssh.kh.edu.tw.

;; ADDITIONAL SECTION:
mars.rssh.kh.edu.tw. 259200INA 163.32.56.1
mars.rssh.kh.edu.tw. 259200INAAAA 2001:288:8212:4::1
earth.rssh.kh.edu.tw. 259200INA 163.15.54.1
earth.rssh.kh.edu.tw. 259200INAAAA 2001:288:8212:1::1

;; Query time: 2 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 15:53:49 2013
;; MSG SIZE rcvd: 200
```


DNS 紀錄 (record) 常用類別

- SOA
- NS
- A
- AAAA
- PTR
- CNAME
- MX
- TXT
- SRV

SOA 紀錄

- Start Of Authority，這種 record 放在 zone file 一開始的地方，每一個紀錄檔只能有一個 SOA，而且一定是檔案中第一個“紀錄”，它描述這個 zone 負責的 name server，version number... 等資料，以及當 slave server 要備份這個 zone 時的一些參數。緊接在 SOA 後面指定了這個區域的授權主機和管理者的信箱，這裡分別是 "school.edu.tw" 和 "root.school.edu.tw"，也就是 school.edu.tw 主機和 root 的信箱。這裡要注意的是我們以 "root.school.edu.tw" 代表 "root@school.edu.tw"

SOA 設定例

```
@ IN SOA school.edu.tw.  
root.school.edu.tw. (  
    1999051401 ; Serial  
    3600 ; Refresh  
    300 ; Retry  
    3600000 ; Expire  
    3600 ) ; TTL
```

實習五

- 查詢 SOA record
 - dig xxx.kh.edu.tw -t
soa

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> hmps.kh.edu.tw -t soa
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NXDOMAIN, id: 61301
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 0, AUTHORITY: 1,
ADDITIONAL: 0

;; QUESTION SECTION:
;hmps.kh.edu.tw.      INSOA

;; AUTHORITY SECTION:
kh.edu.tw.          0 INSOA dns.kh.edu.tw. net-
adm.mail.kh.edu.tw. 2013040201 28800 7200 14400 300

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 16:14:47 2013
;; MSG SIZE rcvd: 85
```

SOA 設定內容 - @

- SOA record，以之前例子來看，其中 @ 這個符號是縮寫，代表 named.conf 中這個 zone file 所對應的 zone。SOA 後面的兩個參數是指這個 zone file 是在哪部主機 (xxx.kh.edu.tw) 定義的，以及這個 zone file 的負責人 email (注意是寫成 yyy.xxx.kh.edu.tw)，然後是用括號括起來的 5 個參數，分別說明如後。

SOA 設定內容 - serial

- 代表這個 zone file 的版本，每當 zone file 內容有變動，name server 管理者就應該增加這個號碼，因為 slave 會將這個號碼與其 copy 的那份比對以便決定是否要再 copy 一次（即進行 zone transfer）。

SOA 設定內容 - refresh

- slave server 每隔這段時間(秒), 就會檢查 master server 上的 serial number。不過這裡會發生一個問題就是, 在 master server 在 update data 完成到 slave server 來檢查時再 update 可能還有好一段時間, 因此這段期間 master/slave DNS server 間 zone files 就可能出現不一致。所以在 Bind 較新的版本中便加入 "notify" 功能, 使用者在 "named.conf" 設定中在需要的 zone 中加入 "notify" 的設定, 則 master server 在 update 完成某個 zone file 的 data 後便會主動發個訊息 (NOTIFY), 藉以通知該其它的 slave servers, 因此如果 slave servers 也有支援這個 "notify" 功能時, 接下來 slave servers 馬上就可以做 zone transfer 來 update data。

- 例

```
zone "twNIC.com.tw" {  
    type master;  
    file "twNIC.hosts";  
    notify yes;  
    also-notify { 192.168.10.1; }; // 指定 slave server 的 IP 位址  
};
```


SOA 設定內容 - retry

- 當 slave server 無法和 master 進行 serial check 時，要每隔幾秒 retry 一次。

SOA 設定內容 - expire

- 當時間超過 Expire 所定的秒數而 slave server 都無法和 master 取得連絡，那麼 slave 會刪除自己的這份 copy。

SOA 設定內容 - Minimum

- 代表這個 zone file 中所有 record 的內定的 TTL 值，也就是其它的 DNS server cache 這筆 record 時，最長不應該超過這個時間。

NS 紀錄

- name server，用來指定操作的 DNS 伺服器主機名稱，需注意的是不可以 IP 位址表示。
- 例
 - @ IN NS dns.twnic.net.tw.

實習六

- 觀察 ns 紀錄
- dig xxx.kh.edu.tw -t ns

```
; <<>> DiG 9.9.2-P2 <<>> kh.edu.tw -t ns
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 24053
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 3, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 7

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;kh.edu.tw.      INNS

;; ANSWER SECTION:
kh.edu.tw.      7200INNS  dns2.kh.edu.tw.
kh.edu.tw.      7200INNS  dns1.kh.edu.tw.
kh.edu.tw.      7200INNS  dns.kh.edu.tw.

;; ADDITIONAL SECTION:
dns.kh.edu.tw.  7200INA  163.28.136.14
dns.kh.edu.tw.  7200INAAAA  2001:288:8201:1::14
dns1.kh.edu.tw. 7200INA  163.28.136.2
dns1.kh.edu.tw. 7200INAAAA  2001:288:8201:1::2
dns2.kh.edu.tw. 7200INA  163.28.136.10
dns2.kh.edu.tw. 7200INAAAA  2001:288:8201:1::10

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Mon Nov 3 12:42:37 2014
;; MSG SIZE rcvd: 226
```

A 紀錄

- address , 將 DNS 網域名稱對應到 IPv4 的 32 位元位址。
- 例
 - server.xxx.kh.edu.tw. **IN A** 140.123.102.10
- 小小練習
 - 請用 dig 指令查 A 紀錄

AAAA 紀錄

- 可將 DNS 網域名稱對應到 IPv6 的 128 位元位址。
- 例
 - twnic.net.tw. 86400 IN AAAA 3ffe::bbb:93:5

實習七

- 觀察 aaaa 紀錄
 - dig server.
xxx.kh.edu.tw -t aaaa

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> proxy2.rssh.tw -t aaaa
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 51169
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 2, ADDITIONAL: 4

;; QUESTION SECTION:
;proxy2.rssh.tw.      INAAAA

;; ANSWER SECTION:
proxy2.rssh.tw.      259189INAAAA  2001:288:8212:1::3

;; AUTHORITY SECTION:
rssh.tw.      86389 INNS  mars.rssh.tw.
rssh.tw.      86389 INNS  earth.rssh.tw.

;; ADDITIONAL SECTION:
mars.rssh.tw.      86389 INA  163.32.56.1
mars.rssh.tw.      86389 INAAAA  2001:288:8212:4::1
earth.rssh.tw.      86389 INA  163.15.54.1
earth.rssh.tw.      86389 INAAAA  2001:288:8212:1::1

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 17:28:16 2013
;; MSG SIZE rcvd: 187
```

PTR 紀錄

- pointer , 定義某個 IP 對應的 domain name , 即將 IP 位址轉換成主機的 FQDN 。
- 例
 - 21.250.32.163.in-addr.arpa. 300 **IN PTR**
mail.kh.edu.tw.
 - 4.4.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.f.0.0.0.1.0.2.8.8.8.2.0
.1.0.0.2.ip6.arpa. 7200 **IN PTR**
spammer01.kh.edu.tw.

實習八

- 觀察 PTR 紀錄

- dig
xxx.xxx.xxx.xxx.in-
addr.arpa -t ptr
- dig -x yyy.yyy.yyy.yyy

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> -x 163.32.250.21
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 7883
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 3, ADDITIONAL: 6

;; QUESTION SECTION:
;21.250.32.163.in-addr.arpa. IN PTR

;; ANSWER SECTION:
21.250.32.163.in-addr.arpa. 300IN PTR mail.kh.edu.tw.

;; AUTHORITY SECTION:
250.32.163.in-addr.arpa. 300 INNS dns.kh.edu.tw.
250.32.163.in-addr.arpa. 300 INNS dns2.kh.edu.tw.
250.32.163.in-addr.arpa. 300 INNS dns1.kh.edu.tw.

;; ADDITIONAL SECTION:
dns.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.14
dns.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::14
dns1.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.2
dns1.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::2
dns2.kh.edu.tw. 7200 INA 163.28.136.10
dns2.kh.edu.tw. 7200 INAAAA 2001:288:8201:1::10

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 17:37:29 2013
;; MSG SIZE rcvd: 260
```

CNAME 紀錄

- canonical name，可為同一部主機設定許多別名，例如 `mix.twnic.net.tw` 的別名可為 `www.twnic.net.tw` 和 `ftp.twnic.net.tw`，因此所設定的別名都會連至同一部伺服器。
- 例
 - `www.twnic.net.tw. IN CNAME mixtwnic.net.tw.`

實習九

- 觀察 CNAME 紀錄
 - dig xxx.xxx.kh.edu.tw
-t cname

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> www.twnic.net.tw -t cname
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 23218
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 2, ADDITIONAL: 2

;; QUESTION SECTION:
;www.twnic.net.tw. IN CNAME

;; ANSWER SECTION:
www.twnic.net.tw. 76077 IN CNAME web-server.twnic.net.tw.

;; AUTHORITY SECTION:
twnic.net.tw. 3021INNS dns.nic.net.tw.
twnic.net.tw. 3021INNS dns2.twnic.net.tw.

;; ADDITIONAL SECTION:
dns.nic.net.tw. 3021INA 192.83.166.11
dns2.twnic.net.tw. 3021INA 210.17.9.204

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 17:44:02 2013
;; MSG SIZE rcvd: 132
```


MX 紀錄

- mail exchanger，設定區域中擔任郵件伺服器的主機，所有要送往那部機器的 mail 都要經過 mail exchanger 轉送。而數字則是該主機郵件傳遞時的優先次序，此值越低表示有越高的郵件處理優先權。
- 例
 - mail.kh.edu.tw. 7200 IN MX 20 mail.kh.edu.tw.

實習十

- 觀察 MX 紀錄
 - dig xxx.xxx.kh.edu.tw
-t mx

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> mail.kh.edu.tw -t mx
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 9265
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 4, ADDITIONAL: 10

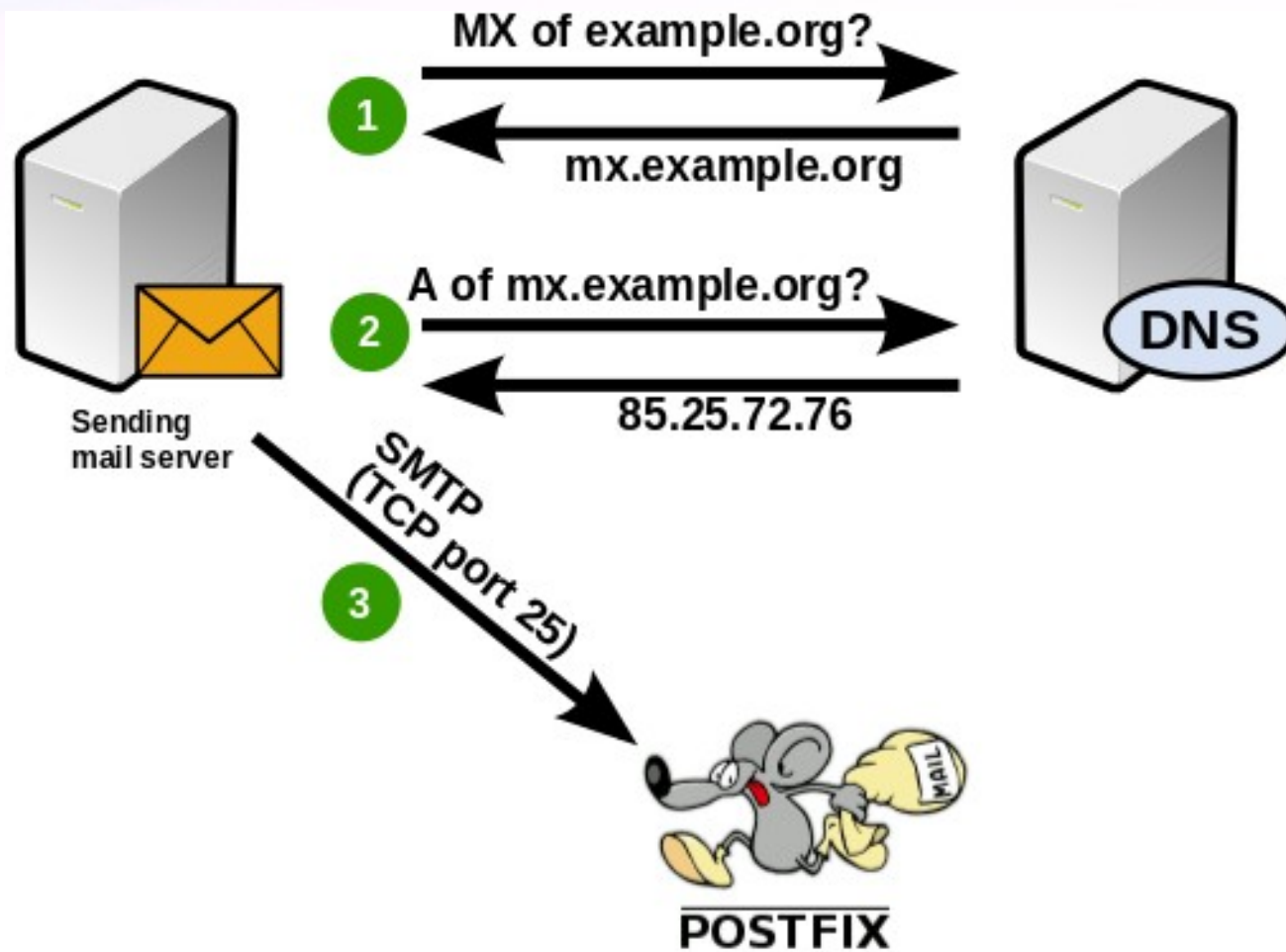
;; QUESTION SECTION:
;mail.kh.edu.tw. IN MX

;; ANSWER SECTION:
mail.kh.edu.tw. 7200INMX 20 mail.kh.edu.tw.

;; AUTHORITY SECTION:
kh.edu.tw. 7200INNS dns.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 7200INNS kpprcdns.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 7200INNS dns1.kh.edu.tw.
kh.edu.tw. 7200INNS dns2.kh.edu.tw.

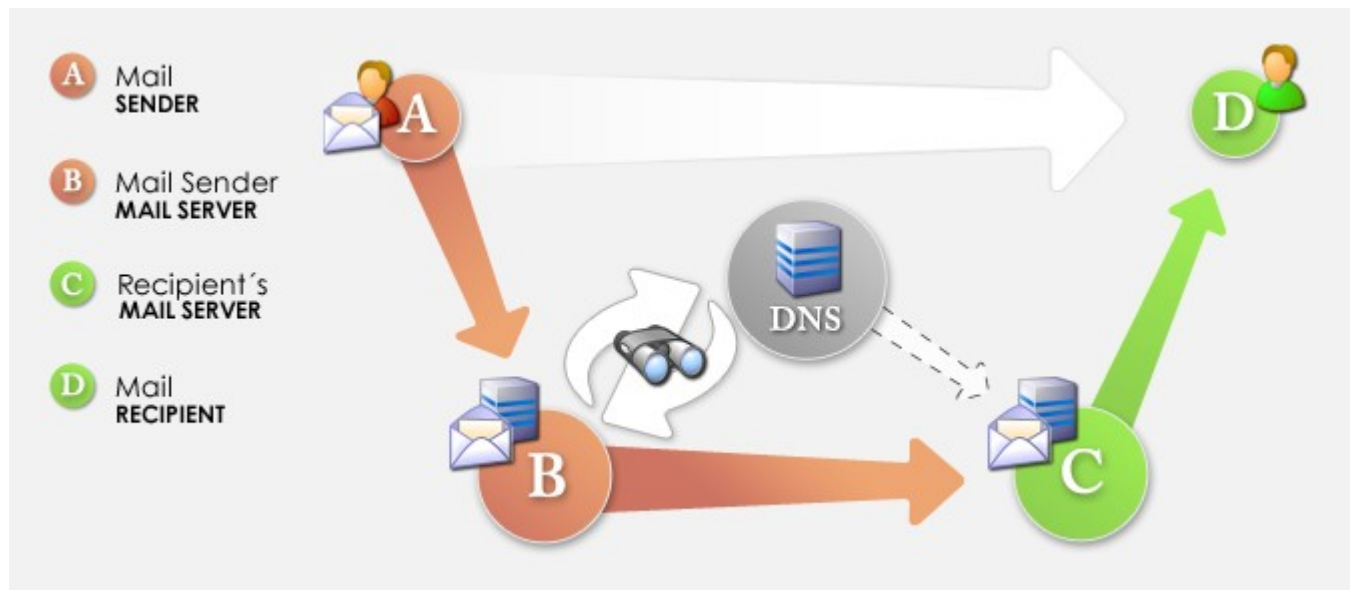
;; ADDITIONAL SECTION:
mail.kh.edu.tw. 7200INA 163.32.250.21
mail.kh.edu.tw. 7200INAAAA 2001:288:8201:2::21
dns.kh.edu.tw. 7200INA 163.28.136.14
dns.kh.edu.tw. 7200INAAAA 2001:288:8201:1::14
dns1.kh.edu.tw. 7200INA 163.28.136.2
dns1.kh.edu.tw. 7200INAAAA 2001:288:8201:1::2
dns2.kh.edu.tw. 7200INA 163.28.136.10
dns2.kh.edu.tw. 7200INAAAA 2001:288:8201:1::10
kpprcdns.kh.edu.tw. 7200INA 140.117.11.1
kpprcdns.kh.edu.tw. 7200INA 140.117.11.11

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Apr 9 17:45:28 2013
;; MSG SIZE rcvd: 335
```



事情有點複雜！

- 有了 MX record，還要去設定 Mail server
- Relay? Receiver?



Mail Server 的部份

- Postfix 為例 (main.cf)

- 當 Mail Relay

- # 使用 mynetworks

- # 可允許 relay 的範圍，可用 ip/netmask 表示法，也可 include file

- mynetworks=192.168.100.0/24,
192.168.121.99/32, 10.0.0.0/8

- mynetworks=

- hash:/etc/postfix/accessrelay

- # 使用 relay_domains

- # 可指定 domain 允許 relay
relay_domains = xxx.edu.tw

- 當 Mail Receiver

- mydestination = xxx.edu.tw

- # Postfix 會收下四種特定網域的信件，除了 main.cf 中的設定外，也應該被正確的設置在 DNS 中的 MX 紀錄中。

- # (1) 本地網域 (local domain) => 由 mydestination 參數設定

- # (2) 代轉網域 (relay domains) => 由 relay_domains 參數設定

- # (3) 虛擬網域 (virtual domains) 之虛擬別名 (virtual aliases)

- # => 由 virtual_alias_domains 參數設定

- # (4) 虛擬網域之虛擬信箱 (virtual mailboxes)

- # => 由 virtual_mailbox_domains 參數設定

- # (上列四種設定不應重複，網域已設為本地網域，就不應該出現在代轉網域)

TXT 紀錄

- 本來是用來放一些註解文字。
- 但到了 1990 年代早期，這個欄位用來做一些和主機相關”可供機器閱讀的資料。
- TXT 紀錄可用來驗證網域擁有權及實作安全性措施，例如 DKIM、DMARC 和 SPF。
- Google 及 MS 都用這個欄位來做虛擬網址的驗證。

實習十一

- 觀察 txt 紀錄

- dig _spf.google.com -t txt

- Google Apps 郵件伺服器會使用大量的 IP 位址，而且位址經常變動。如要尋找最新的 Google IP 位址範圍，最有效率的做法是查詢 Google 的 SPF 紀錄。

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> _spf.google.com -t txt
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 34177
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 4, ADDITIONAL: 4

;; QUESTION SECTION:
;_spf.google.com.      INTXT

;; ANSWER SECTION:
_spf.google.com. 300 INTXT "v=spf1 include:_netblocks.google.com
include:_netblocks2.google.com include:_netblocks3.google.com ~all"

;; AUTHORITY SECTION:
google.com.87626 INNS ns3.google.com.
google.com.87626 INNS ns1.google.com.
google.com.87626 INNS ns2.google.com.
google.com.87626 INNS ns4.google.com.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns3.google.com. 271414 INA 216.239.36.10
ns4.google.com. 271414 INA 216.239.38.10
ns2.google.com. 271414 INA 216.239.34.10
ns1.google.com. 271414 INA 216.239.32.10

;; Query time: 19 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Tue Oct 22 13:45:06 2013
;; MSG SIZE rcvd: 285
```

SPF record

- Sender Policy Framework
 - 防止冒用網域名稱
 - 可以防止垃圾內容發佈者利用您的網域發送未經授權的郵件
- mail 7200 IN TXT "v=spf1 ip4:192.0.2.0/24 ip4:198.51.100.123 a -all"

參考資料：https://en.wikipedia.org/wiki/Sender_Policy_Framework

SRV 紀錄

- 廣義為服務定位紀錄 (Service record) ，被新式協議使用而避免產生特定協議的紀錄。
 - `_service._proto.name. TTL class SRV priority weight port target.`
- 例
 - `_http._tcp.example.com. IN SRV 0 5 80 www.example.com.`
 - `_sip._udp.example.com. IN SRV 0 5 5060 hostname.example.com.`

使用 SRV 例子

- 提供高可用性服務
- `_sip._tcp.example.com 86400 IN SRV 10 60 5060 bigbox.example.com.`
- `_sip._tcp.example.com 86400 IN SRV 10 20 5060 smallbox1.example.com.`
- `_sip._tcp.example.com 86400 IN SRV 10 10 5060 smallbox2.example.com.`
- `_sip._tcp.example.com 86400 IN SRV 10 10 5066 smallbox2.example.com.`
- `_sip._tcp.example.com 86400 IN SRV 20 0 5060 backupbox.example.com.`

實習十二

- 觀察 SRV 紀錄

- dig
_vlmcs._tcp.kh.edu.tw
-t srv

- 這筆資料是用在 MS KMS 自動認證用。

```
; <<>> DiG 9.8.2rc1-RedHat-9.8.2-0.17.rc1.el6_4.4 <<>>  
_vlmcs._tcp.kh.edu.tw -t srv  
;; global options: +cmd  
;; Got answer:  
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 9998  
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0,  
ADDITIONAL: 0  
  
;; QUESTION SECTION:  
;_vlmcs._tcp.kh.edu.tw.      IN SRV  
  
;; ANSWER SECTION:  
_vlmcs._tcp.kh.edu.tw.      7200 IN SRV 0 0 1688  
ap24.kh.edu.tw.  
  
;; Query time: 13 msec  
;; SERVER: 163.32.250.14#53(163.32.250.14)  
;; WHEN: Wed Apr 10 09:36:29 2013  
;; MSG SIZE rcvd: 73
```



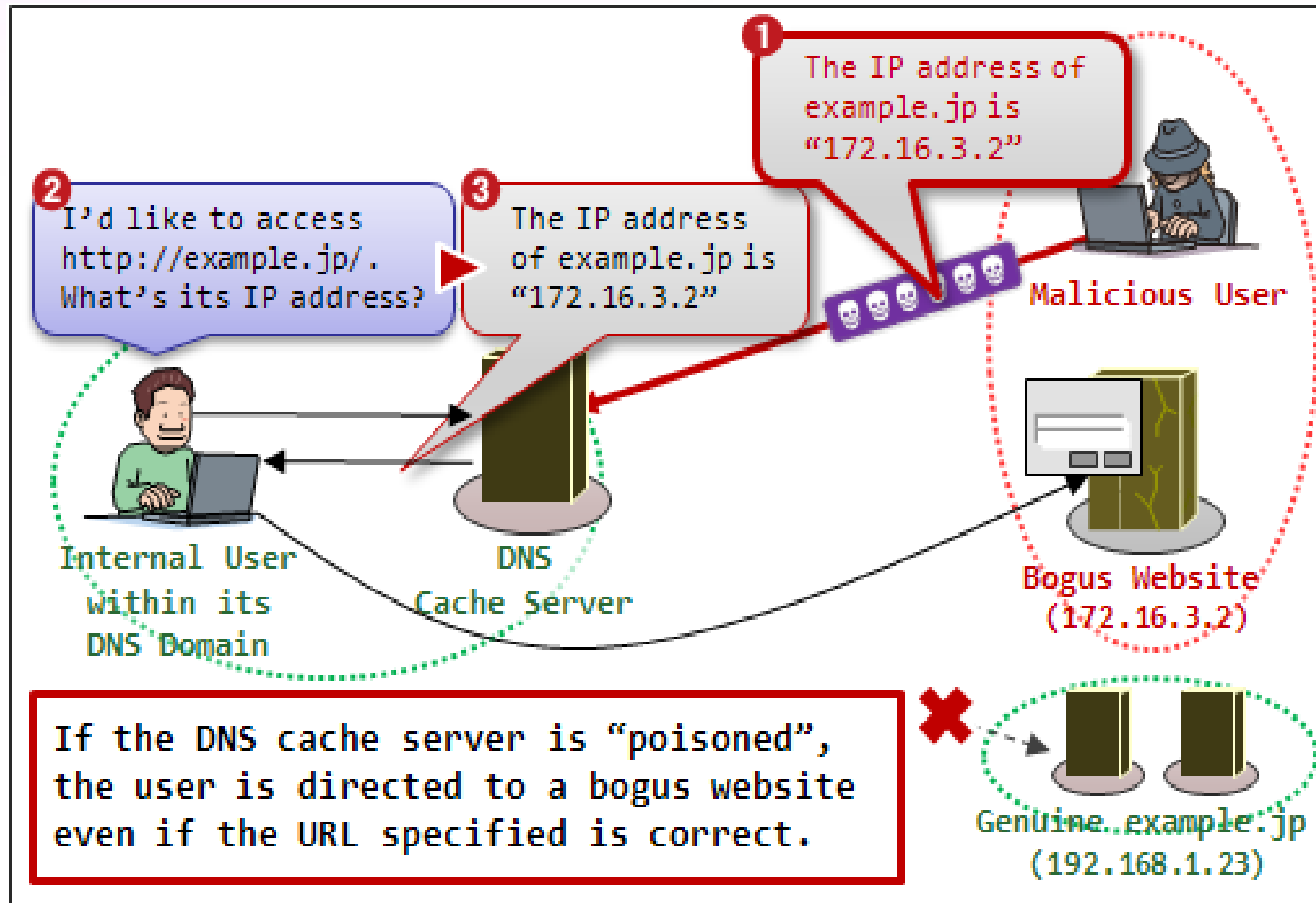
DNS 安全考量

- DNS 是網路服務的基礎。
- 要破壞 Internet 的正常使用，攻擊 DNS 會非常有效。
- 如何攻擊呢？找 DNS 弱點？

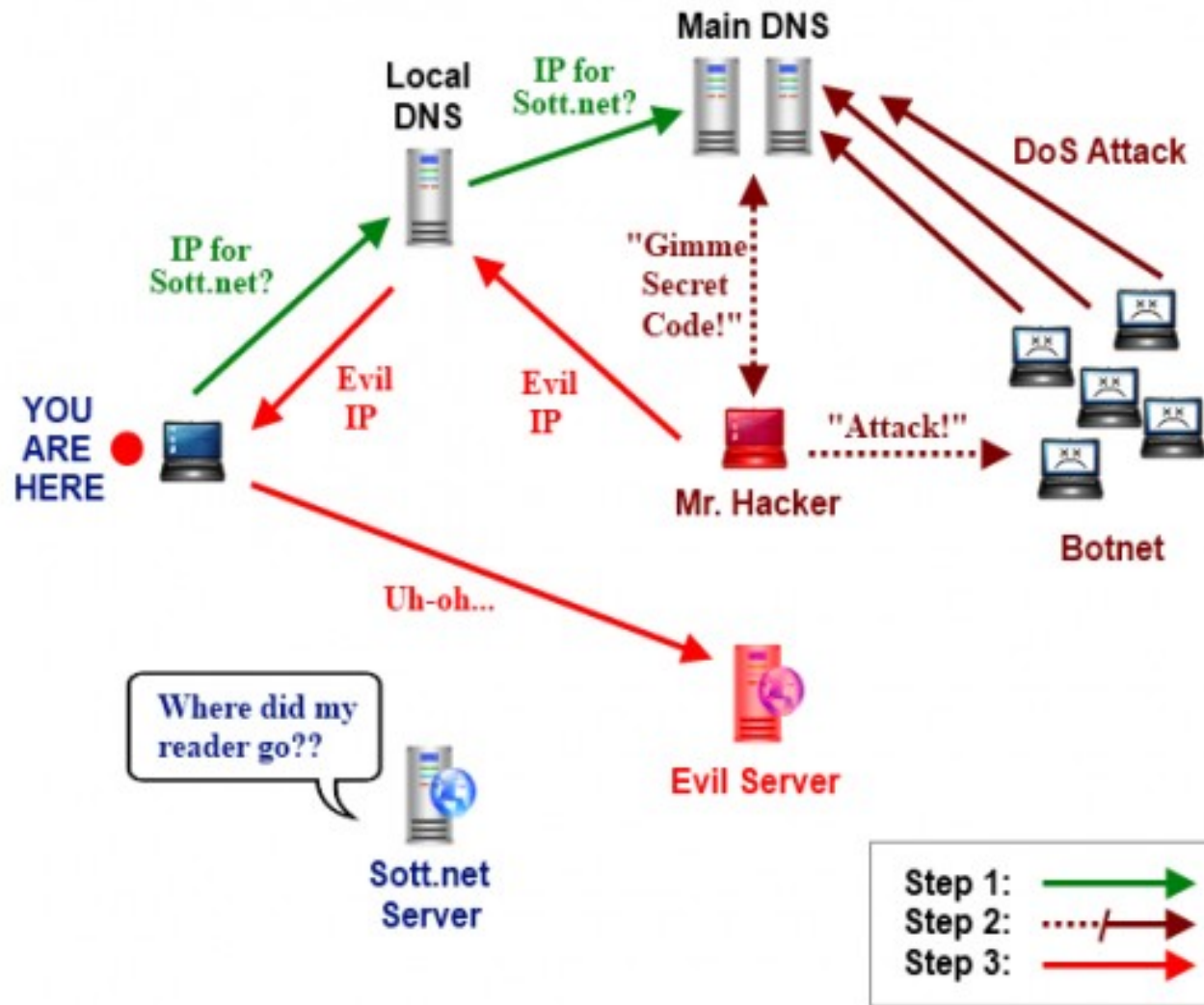
DNS 弱點

- 僅用 ID 作為交易認證 (0-65535)
 - DNS cache poisoning
 - 新版的 DNS 只是將 ID 亂數化
- 假的 DNS server
 - Men in the middle attack
- Domain hijacking
 - DNS 指向被竄改

DNS cache poisoning



Men in the middle attack



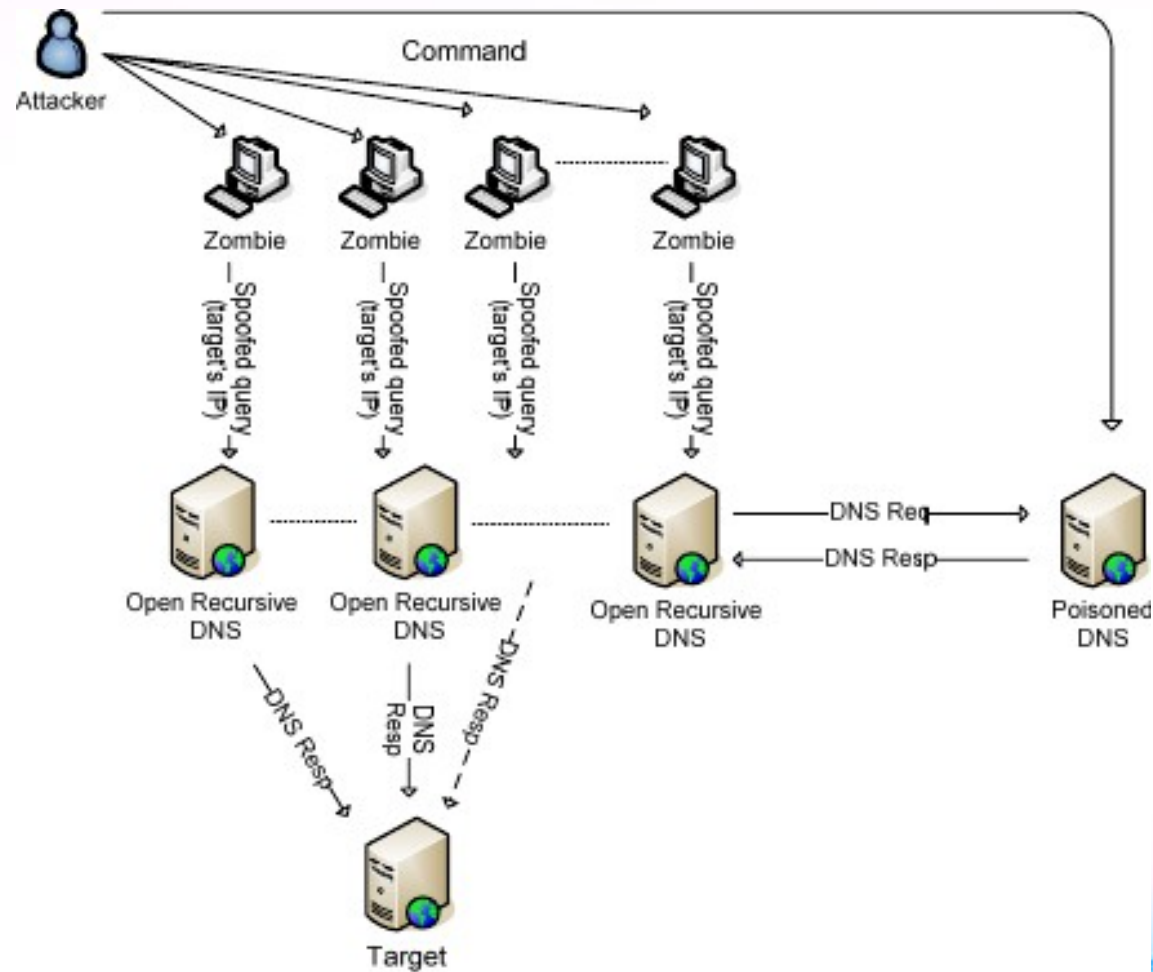
<http://scottiestech.info/2011/08/05/dude-your-web-sites-been-hacked/>

DNS Hijacking



<http://www.gohacking.com/dns-hijacking/>

DNS Amplification Attacks



嘗試解決 DNS 潛在安全問題

- 引入 DNSSEC 機制
 - 原本 DNS 的協定就沒有注重在安全上的問題，僅有簡單的安全機制，例如 DNS 攻擊是很容易的事。
 - DNS 協定因先天存在缺失，導致 DNS 資料正確性受到嚴重威脅。
 - 2001 年起 IETF 開始制定 DNSSEC 標準來解決這個問題。

DNS 與 DNSSEC

- DNSSEC(DNS Security Extensions)
 - DNS 的資料安全認證機制。
 - 並非不同的軟體，更應該說是一起運作的。
- DNSSEC 是透過一種延伸的方法來達成目的，
 - 並非修改現有 DNS 的運作模式。
- 任何 DNS 的查詢 / 回覆 / 錯誤 / 流程 沒有任何改變，只是在每一種模式下額外提供資料驗證機制。

實習十三

- 觀察有無 dnssec 的機制

- dig -t a
www.kh.edu.tw

- dig +dnssec -t a
www.kh.edu.tw

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> +dnssec +multiline -t a www.kh.edu.tw
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 50197
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 5, ADDITIONAL: 16
```

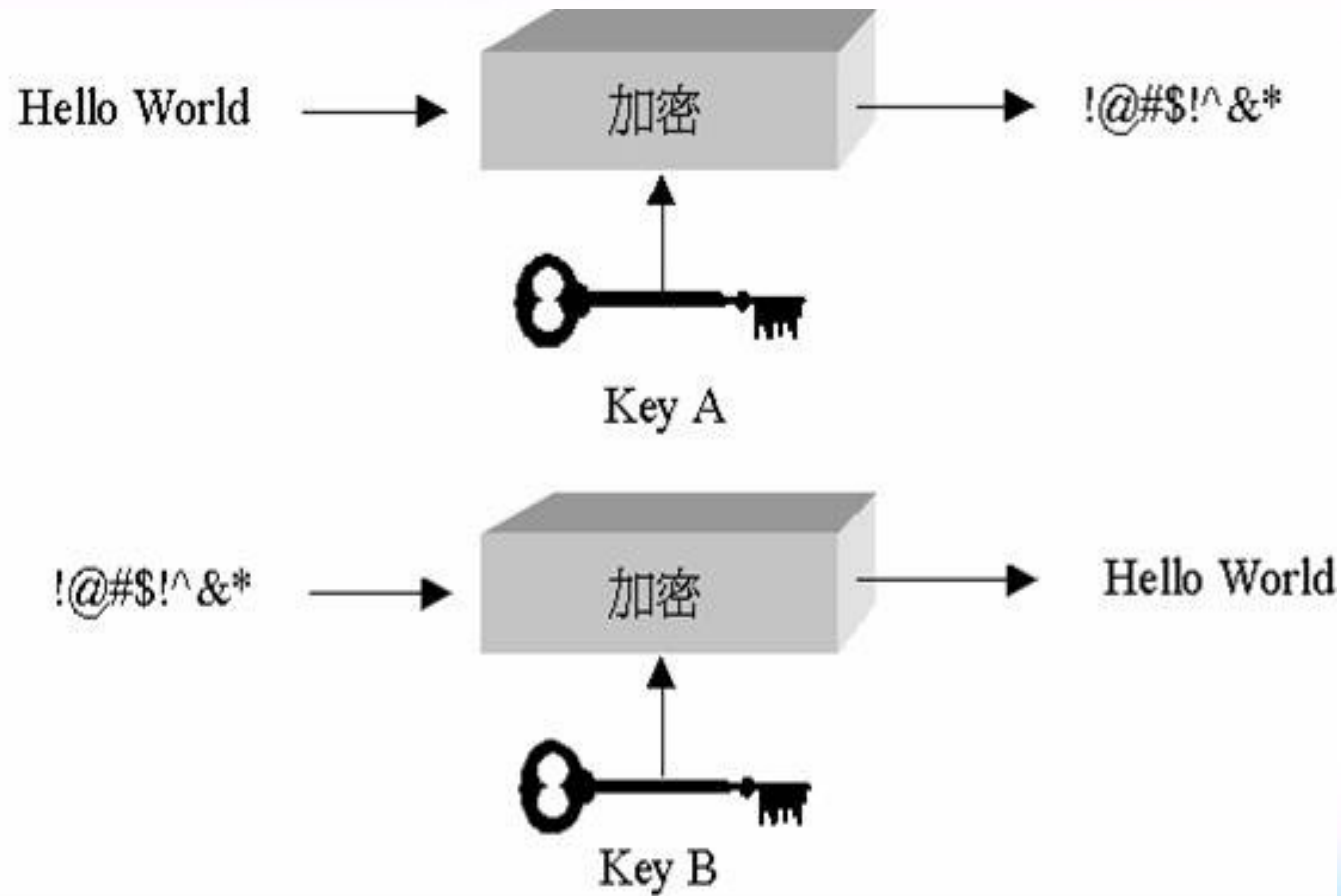
```
;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags: do; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;www.kh.edu.tw. IN A
```

```
;; ANSWER SECTION:
www.kh.edu.tw. 7200 IN A 163.32.250.6
www.kh.edu.tw. 7200 IN RRSIG A 7 4 7200 20230331111047 (
20130402101047 11610 kh.edu.tw.
bMjVhmvaADykIAXCki9YB5PAI+w4xH13HfXnxMgN5uLW
B8/CrWNLRFgsqqSZUaBMNEaDBpLF8X23wbA0EZZuS2iU
uSQxAqge5Sjfu6jPkvK5VK1ffJajvkRazE8kLSYdzYRc
KBkOtLT2oX9K/CU6TjeuwR7ofkw+m94xEw6/D8JH7rGg
mHpNJlq7ArpHhOODWckXpvV6ajzYMFLoJcsexU+LIU1f
2+/6JDzAOZyUTAew+7m4zmLJB7rE1iiHrmkVQ8AjfMWg
Tf6HQIYsFkizkREbnF2tCf0bqtpQnUNRLAWpxEWmJx6w
xbC+EG9x7+DRwSEdpFg1B9WzDvSVmcYm+g==)
```

非對稱金鑰

- DNSSEC 使用『非對稱金鑰』及『雜湊函數 (Hash)』機制來做電子簽章。
- 透過數學程式產生 2 把有相關的密鑰，稱為公開 (public key)/ 私有 (private key) 密鑰。
- 用私有密鑰加密，只有公有密鑰可以打開，亦反之。
- 用電腦 A 的公開密鑰解密文件，若順利解密，表示資料來源是正確的由電腦 A(的私有密鑰) 發出。

非對稱金鑰

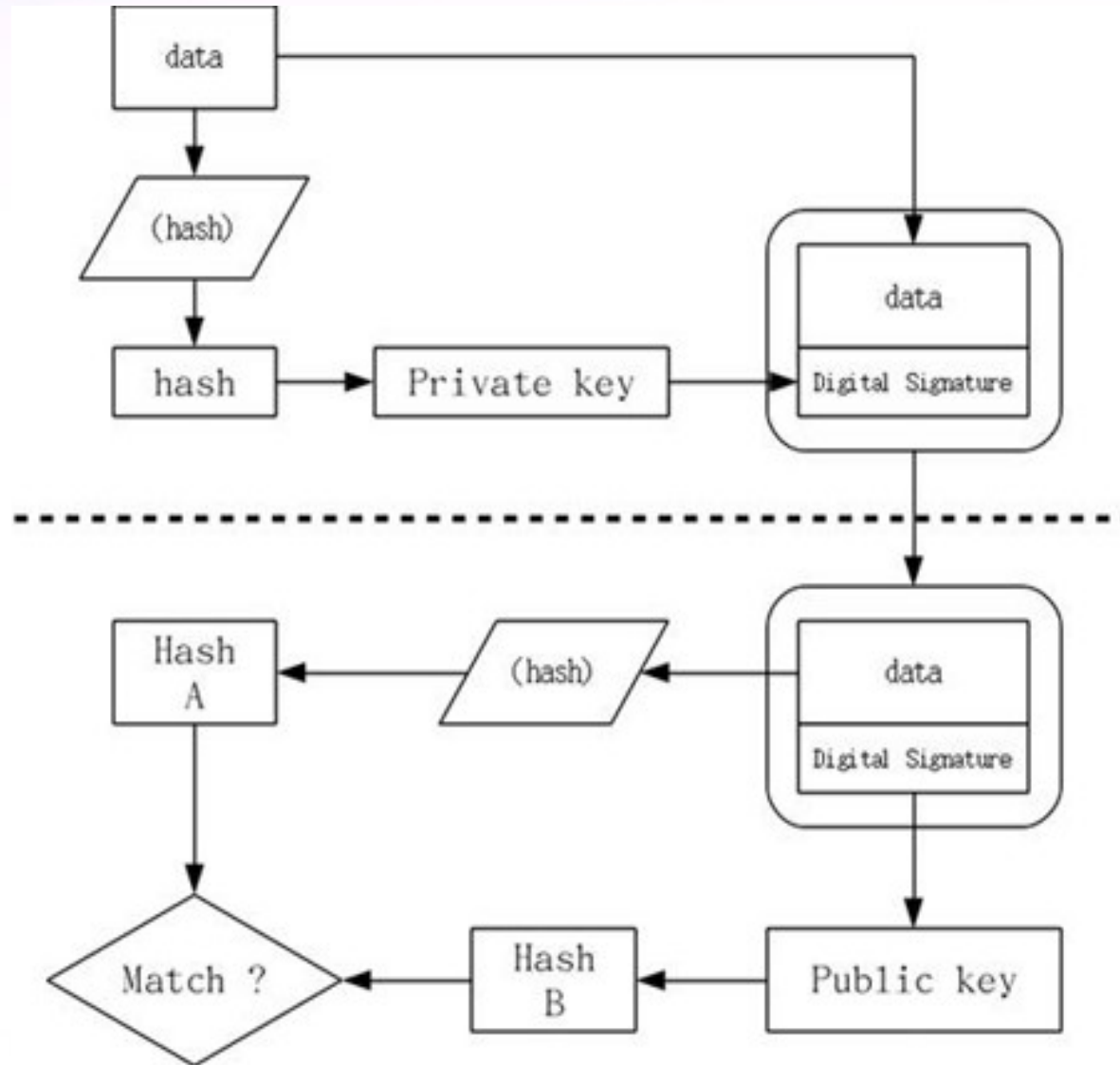


<http://sun.cis.scu.edu.tw/~bccb/97projB/B8/third53.htm>

雜湊函數 (Hash)

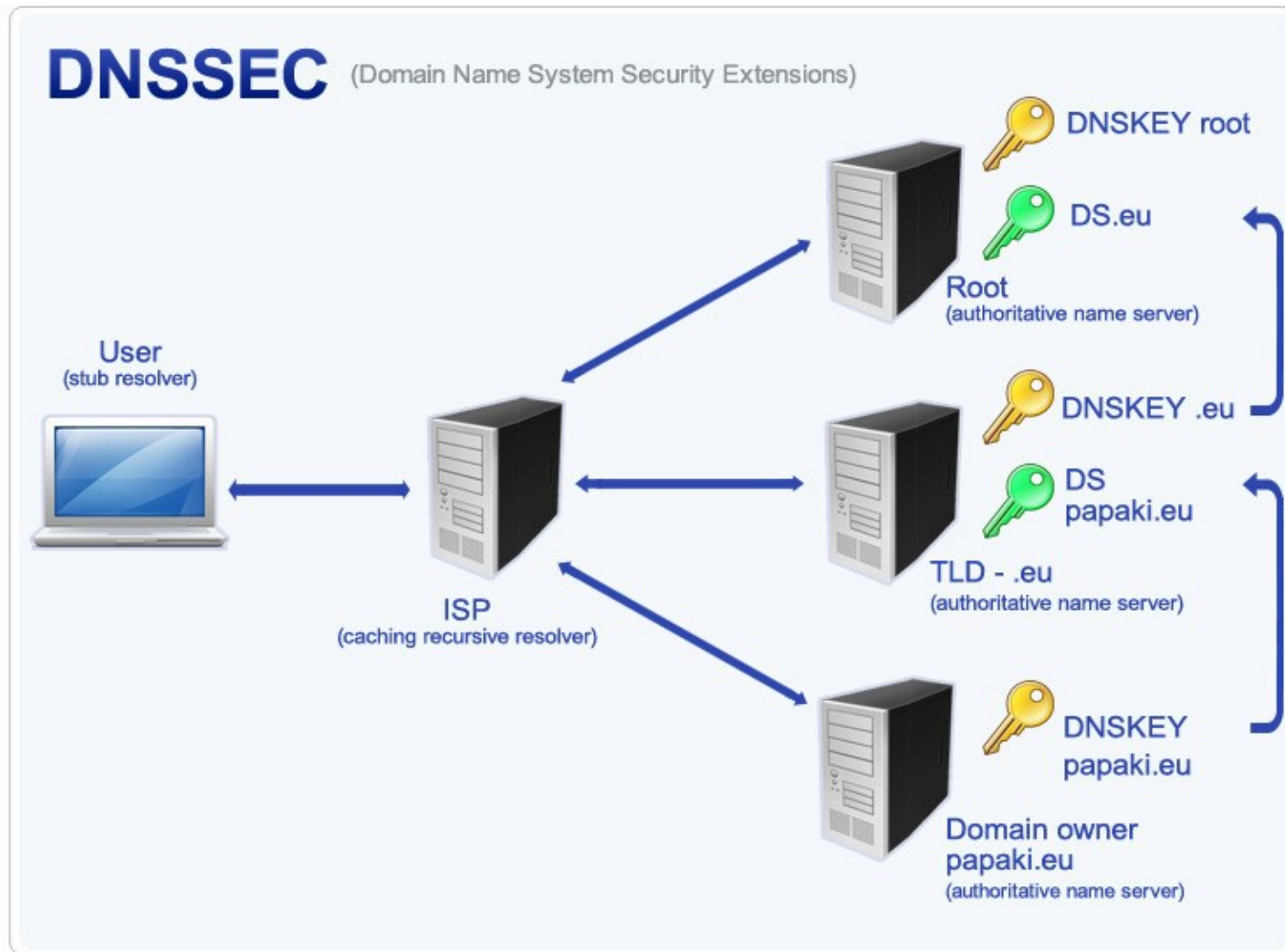
- 雜湊值常用來做為『數位資料』的特徵值。
- 特性
 - 雜湊具有獨一無二的特性，適合用在資料編碼，編碼後的資料具有**獨一無二**的特性。
 - 即使變動一個位元，也會有完全不同的雜湊值產生。
 - 若有兩筆資料經過雜湊後有相同的雜湊值，稱為碰撞，雜湊演算法應盡量避免碰撞的情況發生。

DNSSEC 簡介



http://www.myhome.net.tw/2011_03/p03.htm

DNSSEC 的運作



實習十四

- 觀察 dnskey RR
 - dig +dnssec
+multiline -t dnskey
kh.edu.tw

註：請試一試有無
+multiline 有什麼不
同。

```
<<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> +dnssec -t dnskey +multiline kh.edu.tw
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;;->HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 60871
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags: do; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;kh.edu.tw. IN DNSKEY

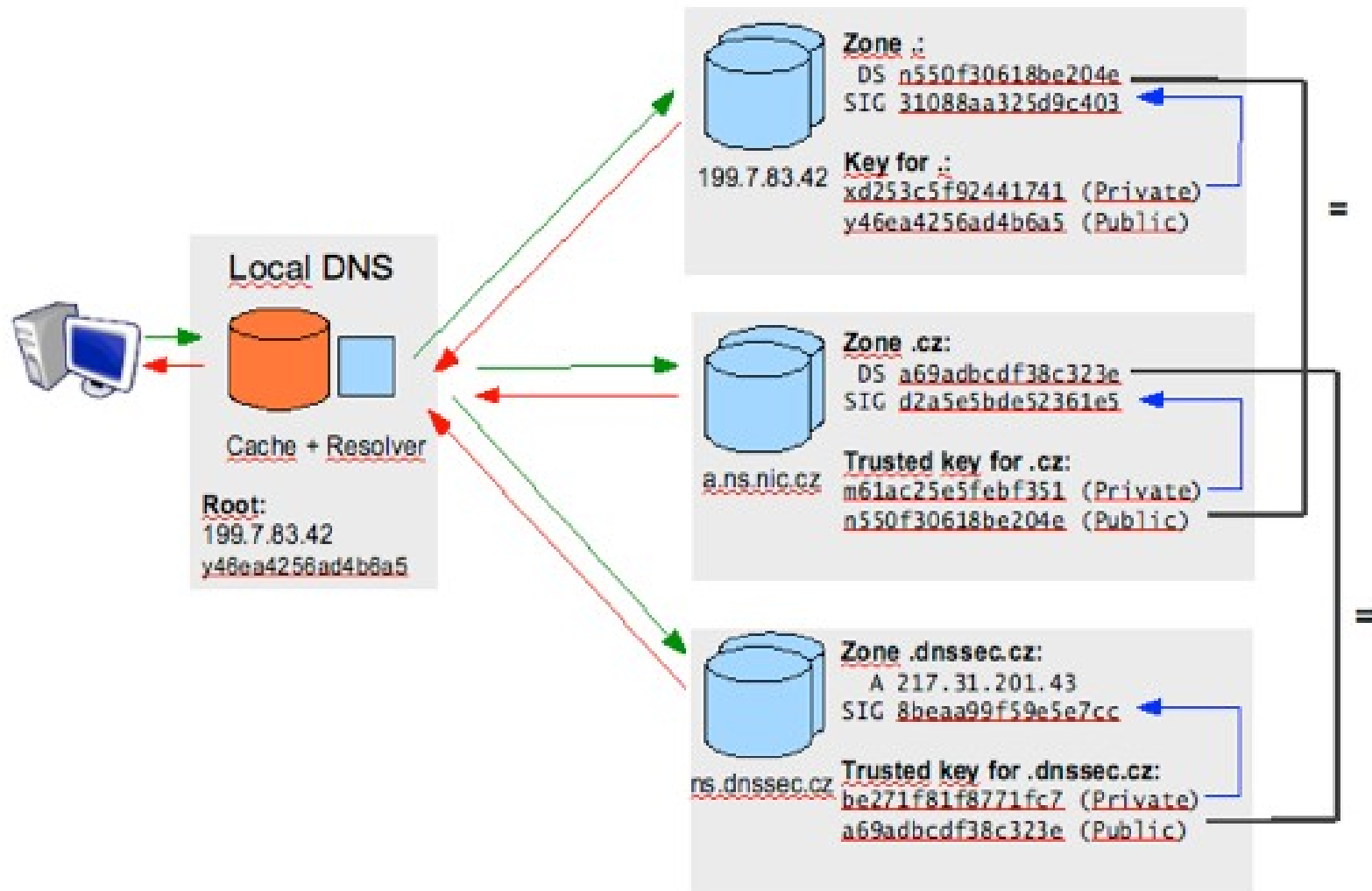
;; ANSWER SECTION:
kh.edu.tw. 7200 IN DNSKEY 257 3 7 (
AwEAAbsU7xB63hMvNekV3Ccdgd2Rlpoj053uz2WTDV0
M3j0It7bI5Ocs72mATSGBzsYrq/a89vQC5prWC1jL2S
276jAcSRiyIXid3sw9mAxUPdCjI5g20iDdS6q6gp4ERQ
YDqZKqCsQVx6vF+r7lGpBnFlgil2VH3jDwV0/7Adturp
00YrgoW6gVbo5MiUD9VX53aAcQC+G3Veh1uWJh3pmR6K
ukuh0AzBs278a6LqZTA5XKKDd+hnbG7W+7dtuD6oHEnh
rIRK6GMgPsTAke/CkWBvNBFV271DjljHcm3OruLyZ89
QYXjEZpDclS1dCfkON2fk0ZrwyKg0Zaw7qyRFSE=
); key id = 11610
kh.edu.tw. 7200 IN RRSIG DNSKEY 7 3 7200 20230331111047 (
20130402101047 11610 kh.edu.tw.
rsh9yBQht5qwuSYbVSZYrxnMslb5frgeR8D5iltZKLq
Th00WerVYUarY4zFqcaZuSShScsXF+FUPBxoUAQCKaAl
XdJIWlwommxHt70kcsTl3DoX+nvng86We4FfxCevNNaQ
fz+yL4QcmdoweVxaQk/GoeaPbGaNchDgHZ9XzZIExxX5
ROBvEi0rnyGP3FnjMIG4jS3HofgcQph3FB4QMTIpd+n
aXCWeNOJD0G02tCSbsaumi+m1kzbi5eR1DXyEUhng880
An5ecErte+OHHnHK6VMB+/aaYaGUNbdOykWLOIwQWjQJ
0np0EAik6NrfTKelVsqYs/xP9c0Z+0iBjg== )

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Wed Apr 10 11:57:04 2013
;; MSG SIZE rcvd: 611
```

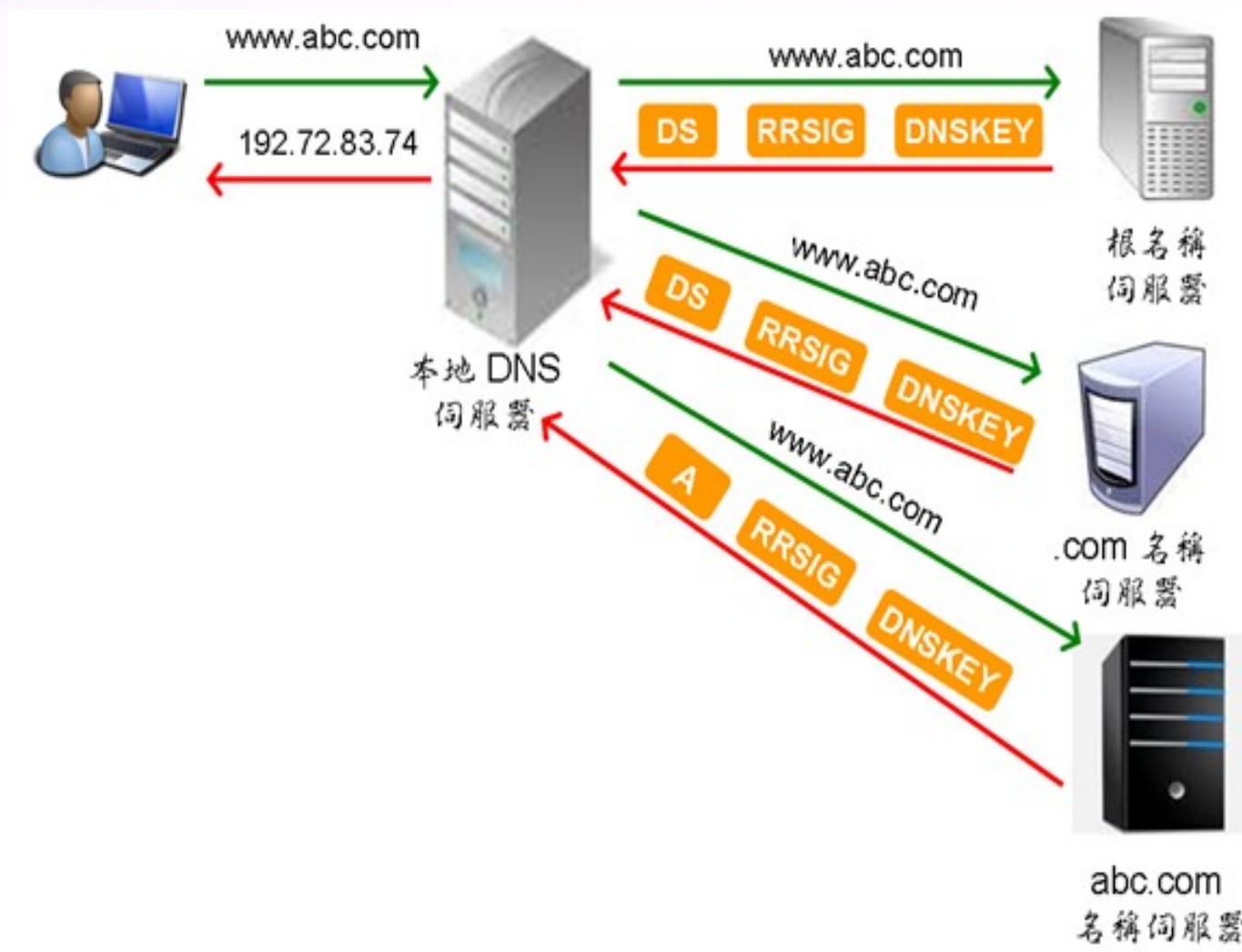
DNSSEC 新增的 DNS 紀錄 (RRs)

- Public Key
 - **DNSKEY**
 - Public key, 用來驗證 RRSIG
- Private Key
 - 非公開鑰匙, 用來簽署網域資料
- Digital signature
 - **RRSIG** 使用 Private key 對現有 RRs 所作的電子簽章
 - **DS** Delegation Signer; 上層與下層的電子簽章
- 負面回應
 - **NSEC/NSEC3** 在 zone 中的下一個域名

RRs



再看一眼 DNSSEC 運作



<http://www.lijyyh.com/2012/07/dnssec-introduction-to-dnssec.html>

實習十五

- 觀察 ds RR
 - dig +dnssec -t ds kh.edu.tw
- 練習如何找出 ds RR 是那一 DNS server 回應的呢？

```
; <<>> DiG 9.8.1-P1 <<>> +dnssec +multiline -t ds kh.edu.tw
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 43462
;; flags: qr rd ra ad; QUERY: 1, ANSWER: 3, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags: do; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;kh.edu.tw.      IN DS

;; ANSWER SECTION:
kh.edu.tw.      283 IN DS 11610 7 2 (
5CD2F51EEDE6B2DA081A78FBC1D406F6DE2F2BF21A62
6770A3FAF89FA2928291 )
kh.edu.tw.      283 IN DS 11610 7 1 (
68A443B4BAC85A56A6B3950A410806D224E5E4A9 )
kh.edu.tw.      283 IN RRSIG DS 7 3 300 20130501231418 (
20130401230005 64802 edu.tw.
bldw2melAVkH7gu9utzJFTsifcM3JXCRIBdaJTeG+g48
15Tx8CkqoY7aO9PYouE8eiWwNf3gB5GrM+JjiNgE47sS
aQFqqL3EEVcA8jlSnCG9h1QAKBgQpWEuCFfvMEHZmF0
tilyAwOEaMcm9kLPjaCxDH3Fj2FymQAYTW6vzA= )

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 163.28.136.10#53(163.28.136.10)
;; WHEN: Wed Apr 10 12:07:46 2013
;; MSG SIZE rcvd: 288
```


DNS over TLS(1/2)

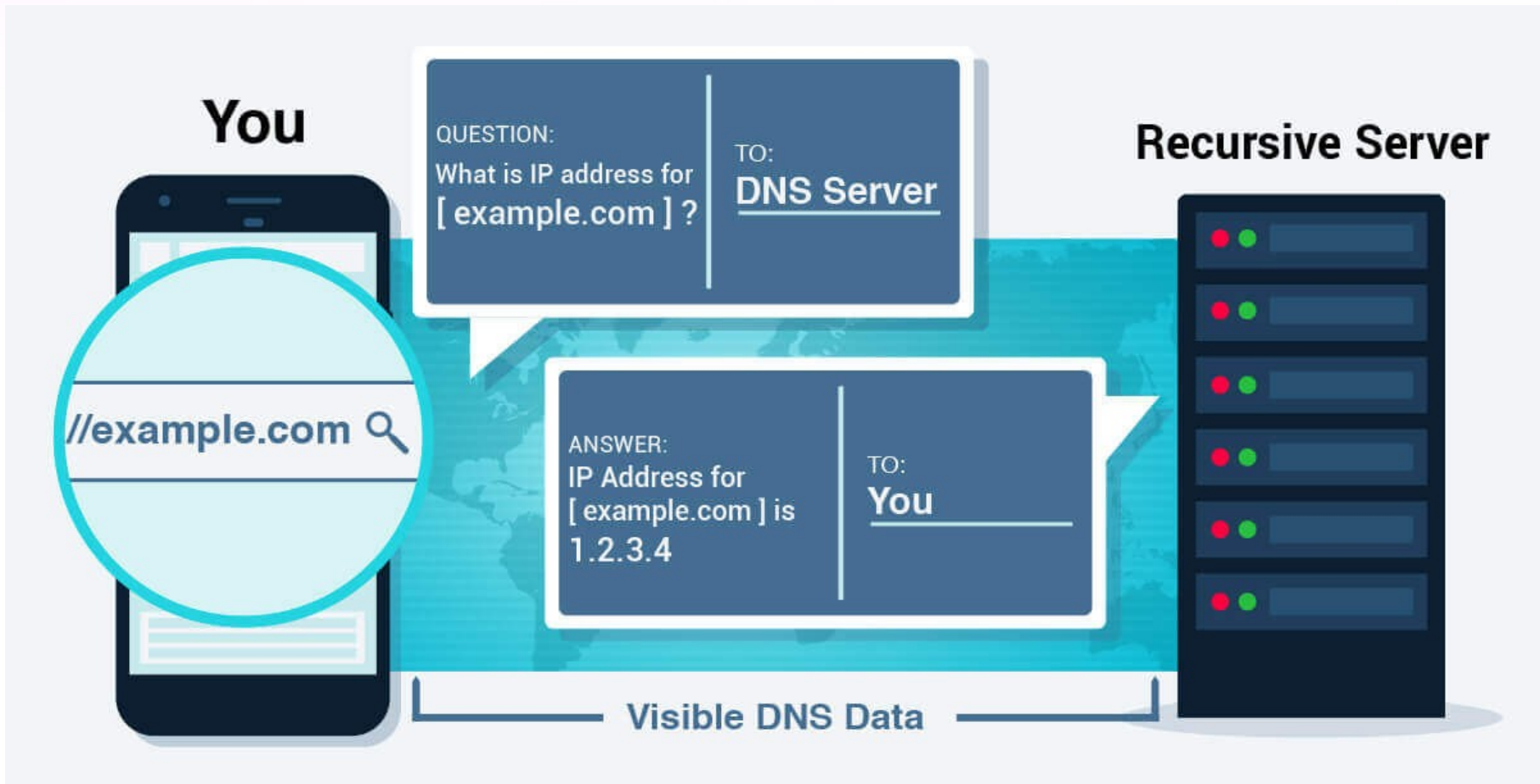
- 目的
 - 加強隱私保護
 - 防止中間人攻擊
- 著名的免費 DNS 供應商
 - Cloudflare
 - Quad9
 - CleanBrowsing
- Android 將支援
 - 請參考
 - Oct. 22, 2017

DNS over TLS(2/2)

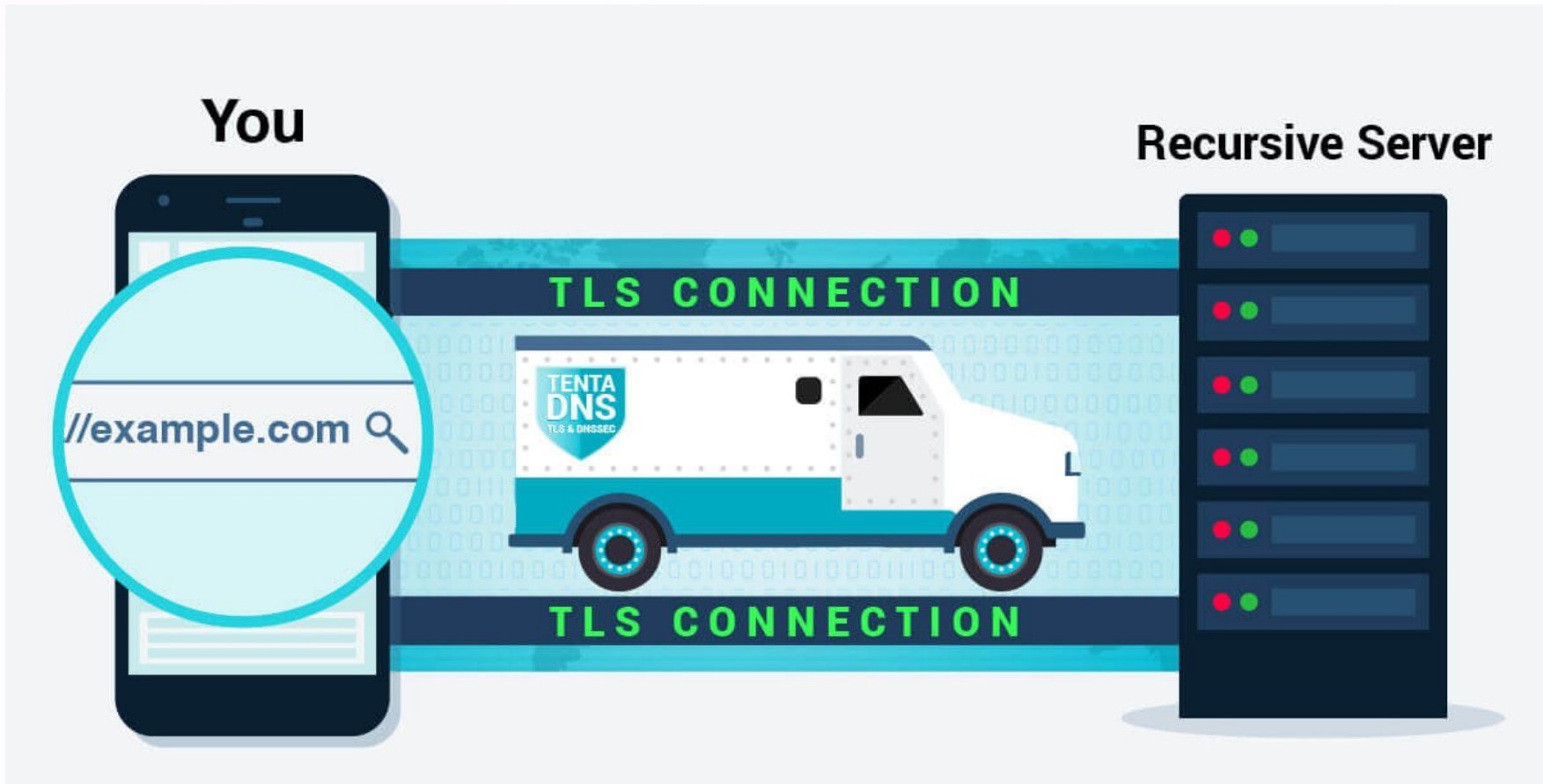
供應商	IP	封禁	特性
CleanBrowsing	185.228.168.168 185.228.168.169 2a0d:2a00:1:: 2a0d:2a00:2::	成人內容	埠 853 上的 DNS over TLS、DNSSEC 認證
CloudFlare	1.1.1.1 1.0.0.1 2606:4700:4700::1111 2606:4700:4700::1001	無	埠 853 上的 DNS over TLS、DNSSEC 認證
Quad9	9.9.9.9 149.112.112.112 2620:fe::fe 2620:fe::9	惡意域名	埠 853 上的 DNS over TLS、DNSSEC 認證

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/DNS_over_TLS

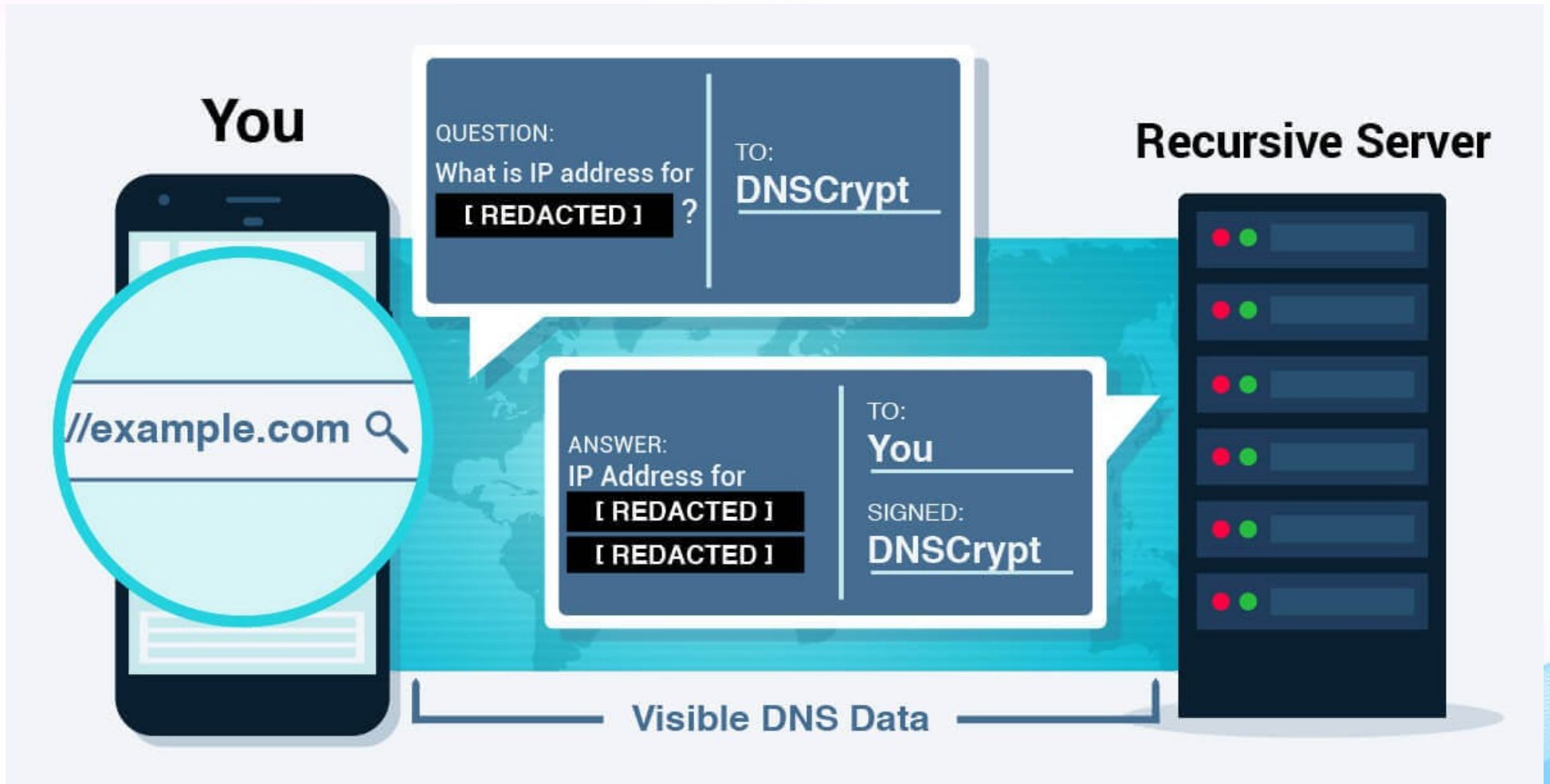
一般的 DNS 查詢



DNS over TLS



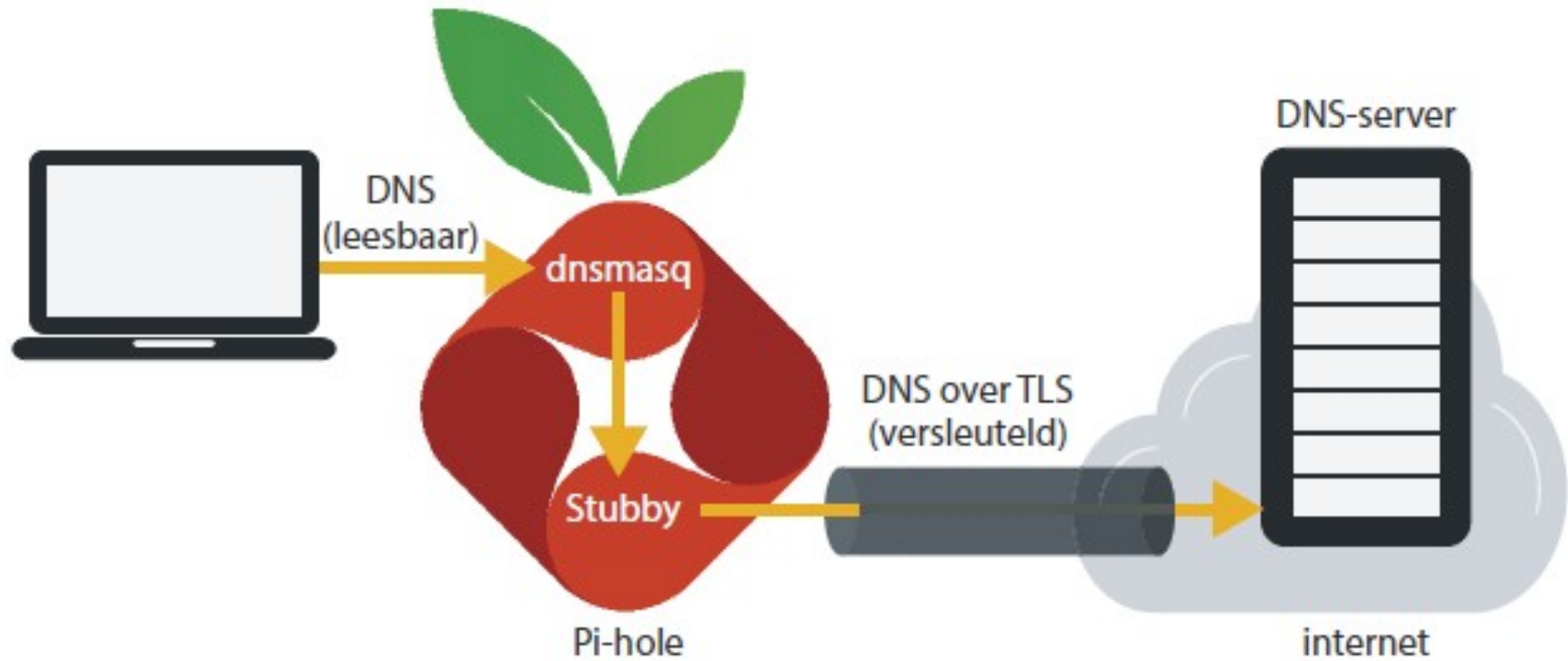
DNSEncrypt



DNS over TLS Client

- Linux
 - Stubby
 - <https://www.linuxbabe.com/ubuntu/ubuntu-stubby-dns-over-tls>
 - Unbound
 - <https://www.dnsknowledge.com/unbound/configure-unbound-dns-over-tls-on-linux/>
- Windows 10
 - Stubby
 - 實驗性質
 - <https://dnsprivacy.org/wiki/display/DP/Windows+installer+for+Stubby>

Stubby 為例



DNS over https (Doh)

- 保護隱私
- FireFox
 - 62 ed. 加入，需手動開啟
 - 耗時，頻寬
- Chrome (Chromium)
 - 67 ed. 以後？
- Firefox 使用 Doh 為例
 - 在瀏覽器網址列輸入 about:config 然後開啟，並同意警告資訊。
 - 搜尋 network.trr
 - 設定 network.trr.mode 值為 2
 - 在 network.trr.uri 中填入伺服器：<https://mozilla.cloudflare-dns.com/dns-query>

DNS over https

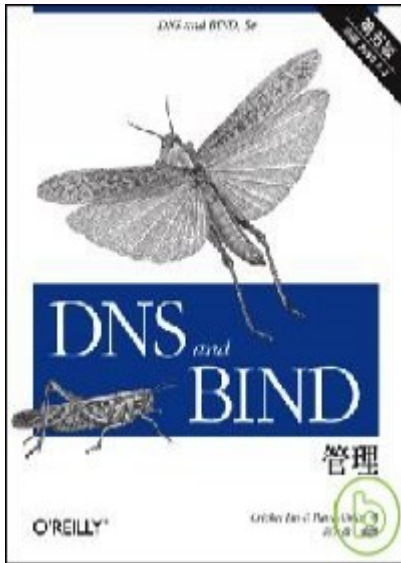
供應商	IPs	協定	屏蔽	功能
CleanBrowsing	185.228.168.168 185.228.168.169 2a0d:2a00:1:: 2a0d:2a00:2::	不適用	成人內容	Doh
Cloudflare	1.1.1.1 1.0.0.1 2606:4700:4700::1111 2606:4700:4700::1001	IETF 草案	無	Doh
Google Public DNS	8.8.8.8 8.8.4.4 2001:4860:4860::8888 2001:4860:4860::8844	Google 實驗室	無	Doh

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/DNS_over_HTTPS



再問一次 DNS 的作用是什麼？

參考資料 (一)



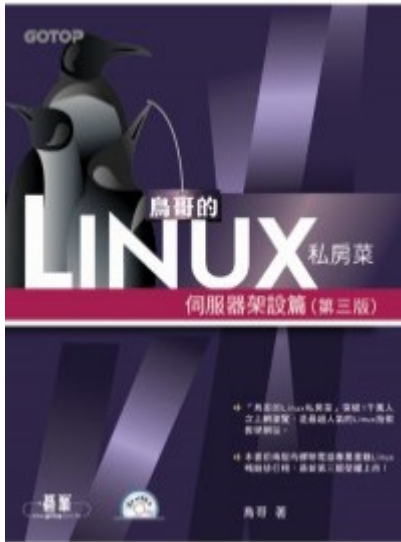
DNS and BIND 管理，第五版

作者：蔣大偉

出版社：歐萊禮

出版日期：2007 年
12 月 01 日

參考資料 (二)



鳥哥的 Linux 私房菜：
伺服器架設篇 (第三
版) (附光碟)

作者：鳥哥

出版社：碁峰

出版日期：2011年09
月20日

參考資料 (三)

<http://dnssec.tanet.edu.tw/>

MINISTRY OF EDUCATION
TWIS@NCTU
DNSSEC技術中心

主選單

- 首頁
- 最新消息
- 關於我們

DNSSEC研究

- 課程簡報
- 佈署SOP
- 實作練習
- 技術報告
- FAQ
- 教學影片
- 討論區

站內搜尋

Google™ Custom Search

搜尋

訂閱電子報

TANet學術網路已上線DNSSEC網域清單

教育部	edu.tw	台南區網	tnrc.edu.tw
	moe.tw	高屏澎區網	kpprc.edu.tw
	pro.edu.tw	花蓮區網	hdrc.edu.tw
	moe.edu.tw	台東區網	ttrc.edu.tw
	tb.edu.tw	基隆市網	kl.edu.tw
	ip4r.edu.tw	新竹市網	hc.edu.tw
	project.edu.tw	台東縣網	ttct.edu.tw
	tprc.edu.tw	台北科技大學	ntut.edu.tw
	tanet.edu.tw	交通大學	nctu.edu.tw
台北區網1	tp1rc.edu.tw	中山大學	nsysu.edu.tw
台北區網2	tp2rc.edu.tw	文藻外語學院	wtuc.edu.tw
桃園區網	tyrc.edu.tw	東華大學	ndhu.edu.tw
竹苗區網	hcrc.edu.tw	台東大學	nttu.edu.tw
台中區網	tcrc.edu.tw		

最新消息

- TANet學術網路已上線DNSSEC網域清單
- 教育部網域已開始維運DNSSEC
- 教育部DS連結已開放申請

外部連結

教育部電算中心
TWIS@NCTU

使用者登錄

帳號
密碼

記得我

登入

- 忘記您的密碼?
- 忘記您的帳號?
- 註冊
- (註冊成會員的好處)