

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2021-2022

ΜΑΘΗΜΑ «ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ»

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΗΘΟΙ: ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΔΑΜΑΣΙΩΤΗΣ, ΙΑΚΩΒΟΣ ΠΙΤΤΑΡΑΣ, ΘΕΟΔΟΣΗΣ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

2^η Σειρά Ασκήσεων

Μαθήτριες:

Πελαγία Ροδίτη	p3190346
Ελευθερία Ντούλια	p3180129
Αγγελική Ναούμ	s6180070

1. Πρωτόκολλο DHCP

1.

```
Ethernet adapter Ethernet:

Connection-specific DNS Suffix . : lan
Description . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Physical Address. . . . . : 80-CE-62-14-75-AC
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::78bf:19d0:11d8:a6ba%18(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.191(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Thursday, April 14, 2022 10:53:11 AM
Lease Expires . . . . . : Thursday, April 14, 2022 10:53:11 PM
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.254
DHCPv6 IAID . . . . . : 58773090
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-21-BA-1E-F4-80-CE-62-14-75-AC
DNS Servers . . . . . : 192.168.1.254
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

IP Address: 192.168.1.191

MAC Address: 80-CE-62-14-75-AC

Subnet Mask: 255.255.255.0

IP DHCP Server: 192.168.1.254

2. Για να εμφανίζονται μόνο τα DHCP μηνύματα μπορούμε να πληκτρολογήσουμε στο φίλτρο bootp ή udp.port == 68.
3. Χρησιμοποιεί UDP.
- 4.

DHCP Release	- Transaction
DHCP Discover	- Transaction
DHCP Offer	- Transaction
DHCP Request	- Transaction
DHCP ACK	- Transaction
DHCP Discover	- Transaction
DHCP Discover	- Transaction
DHCP Request	- Transaction

Τα είδη μηνυμάτων DHCP που παρήχθησαν είναι:

- Release
- Discover
- Offer
- Request
- ACK

5. Το πρώτο μήνυμα DHCP είναι το Release. Σκοπός του είναι να αποδεσμεύσει την διεύθυνση δικτύου του. Συγκεκριμένα, το τερματικό χάνει/απελευθερώνει άμεσα την “δανεισμένη” του IP διεύθυνση, μέσω αυτού του αιτήματος που στέλνει στον DHCP server (ο οποίος και του την έχει δώσει), και μέσω αυτού του αιτήματος ο DHCP server στη συνέχεια ενημερώνει την τρέχουσα κατάσταση του, δηλώνοντας την πλέον παλιά IP διεύθυνση του υπολογιστή μας ως “διαθέσιμη”, μπορεί δηλαδή πλέον να τη δώσει σε οποιαδήποτε νέα συσκευή του κάνει αίτημα για να αποκτήσει IP διεύθυνση.

6. IP Sender: 192.168.1.191
IP Receiver: 192.168.1.254

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Time shift for this packet	Info
279	35.821650	192.168.1.191	192.168.1.254	DHCP	342	0.000000000	DHCP Release - Transaction ID 0x69a03bad
901	56.762691	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0xa3804469
943	57.492794	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0x15e70341
965	60.532790	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0xa3804469
983	62.237999	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0x15e70341
991	63.177921	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0xa3804469
992	63.786569	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	342	0.000000000	DHCP Offer - Transaction ID 0x15e70341
993	63.793029	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	342	0.000000000	DHCP Offer - Transaction ID 0x15e70341
994	63.798502	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0x15e70341
995	63.814086	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000	DHCP ACK - Transaction ID 0x15e70341
3301	95.404538	192.168.1.191	192.168.1.254	DHCP	358	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0x96a1391f
3302	95.408419	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000	DHCP ACK - Transaction ID 0x96a1391f

7.

Tag	Length	DHCP Message Type
53	1	Release
53	1	Discover
53	1	Offer
53	1	Request
53	1	ACK

8.

Tag	Value	DHCP Message Type
53	7	Release
53	1	Discover
53	2	Offer
53	3	Request
53	5	ACK

✓ Option: (53) DHCP Message Type (Release)

Length: 1

DHCP: Release (7)

✓ Option: (53) DHCP Message Type (Discover)

Length: 1

DHCP: Discover (1)

- ✓ Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
 - Length: 1
 - DHCP: Offer (2)
- ✓ Option: (53) DHCP Message Type (Request)
 - Length: 1
 - DHCP: Request (3)
- ✓ Option: (53) DHCP Message Type (ACK)
 - Length: 1
 - DHCP: ACK (5)

9. Discover: Source Port: 68 Destination Port: 67

- ✓ User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67
 - Source Port: 68
 - Destination Port: 67
 - Length: 310
 - Checksum: 0x2fd5 [unverified]
 - [Checksum Status: Unverified]
 - [Stream index: 66]
 - > [Timestamps]
 - UDP payload (302 bytes)
- ✓ Dynamic Host Configuration Protocol (Discover)

Offer: Source Port: 67 Destination Port: 68

- ✓ User Datagram Protocol, Src Port: 67, Dst Port: 68
 - Source Port: 67
 - Destination Port: 68
 - Length: 308
 - Checksum: 0xd2c0 [unverified]
 - [Checksum Status: Unverified]
 - [Stream index: 20]
 - > [Timestamps]
 - UDP payload (300 bytes)
- ✓ Dynamic Host Configuration Protocol (Offer)

Request: Source Port: 68 Destination Port: 67

- ▼ User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67
 - Source Port: 68
 - Destination Port: 67
 - Length: 336
 - Checksum: 0x11a5 [unverified]
 - [Checksum Status: Unverified]
 - [Stream index: 66]
 - > [Timestamps]
 - UDP payload (328 bytes)
- ▼ Dynamic Host Configuration Protocol (Request)

ACK: Source Port: 67 Destination Port: 68

- ▼ User Datagram Protocol, Src Port: 67, Dst Port: 68
 - Source Port: 67
 - Destination Port: 68
 - Length: 329
 - Checksum: 0xeb94 [unverified]
 - [Checksum Status: Unverified]
 - [Stream index: 20]
 - > [Timestamps]
 - UDP payload (321 bytes)
- ▼ Dynamic Host Configuration Protocol (ACK)

10. Και η θύρα 67 και η θύρα 68 αντιστοιχούν σε well-known ports της υπηρεσίας DHCP. Είναι σύνηθες, και το βλέπουμε να επιβεβαιώνεται και στην περίπτωση μας, ότι ένας DHCP Server “ακούει” στην πόρτα 67, ενώ ένας client θα περιμένει για απάντηση στο DHCP request που έκανε στην πόρτα 68.

11.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Time shift for this packet	Info
279	35.821650	192.168.1.191	192.168.1.254	DHCP	342	0.000000000	DHCP Release - Transaction ID 0x69a03bad
901	56.762691	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0xa3804469
943	57.492794	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0x15e70341
965	60.532790	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0xa3804469
983	62.237999	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0x15e70341
991	63.177921	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0xa3804469
992	63.786569	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	342	0.000000000	DHCP Offer - Transaction ID 0x15e70341
993	63.793029	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	342	0.000000000	DHCP Offer - Transaction ID 0x15e70341
994	63.798502	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0x15e70341
995	63.814086	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000	DHCP ACK - Transaction ID 0x15e70341
3301	95.404538	192.168.1.191	192.168.1.254	DHCP	358	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0x96a1391f
3302	95.408419	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000	DHCP ACK - Transaction ID 0x96a1391f

Discover:

- IP Sender: 0.0.0.0
- IP Receiver: 255.255.255.255

Εδώ βλέπουμε ότι η IP του υπολογιστή μας είναι ακόμη 0.0.0.0, αφού δεν έχει ανατεθεί ακόμα από τον DHCP Server κάποια διεύθυνση. Η διεύθυνση του παραλήπτη (IP Receiver) είναι η 255.255.255.255, δηλαδή βλέπουμε ότι το μήνυμα είναι broadcasted, αφού ο client δεν ξέρει ακόμα σε ποια διεύθυνση βρίσκεται ο DHCP Server, άρα το στέλνει προς όλες τις διευθύνσεις με σκοπό να το παραλάβει και να το επεξεργαστεί ο DHCP.

Offer:

- IP Sender: 192.168.1.254
- IP Receiver: 192.168.1.191

Στη συνέχεια, ο server απαντά με ένα DHCP Offer (unicast) μήνυμα, αλλά παρατηρούμε ότι υπάρχουν πολλές “προσφορές” από διαφορετικούς servers. Ο υπολογιστής μας αποδέχεται την πρώτη προσφορά. Επίσης παρατηρούμε ότι το transaction ID της προσφοράς που ακολουθεί και το Discover μήνυμα είναι το 0x15e70341.

Request:

- IP Sender: 0.0.0.0
- IP Receiver: 255.255.255.255

Στο συγκεκριμένο DHCP Request μήνυμα, στο οποίο παρατηρούμε να υπάρχει το ίδιο transaction ID της πρώτης -και αποδεκτής- προσφοράς (0x15e70341), ο υπολογιστής μας στέλνει ένα broadcast DHCP Request μήνυμα το οποίο ενημερώνει ότι έχει αποδεχτεί την προσφερόμενη IP και συγχρόνως έμμεσα απορρίπτει τυχόν άλλες προσφορές που είχε από άλλους servers.

ACK:

- IP Sender: 192.168.1.254
- IP Receiver: 192.168.1.191

Τέλος βλέπουμε ότι ο server στέλνει πίσω στον υπολογιστή μας ένα DHCP ACK (unicast) μήνυμα επιβεβαίωσης ότι του έχει αναθέσει την συγκεκριμένη IP.

12.

- ✓ Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255
 - 0100 = Version: 4
 - 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 - Total Length: 330
 - Identification: 0xece6 (60646)
 - Flags: 0x00
 - ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
 - Time to Live: 128
 - Protocol: UDP (17)
 - Header Checksum: 0x4cbd [validation disabled]
 - [Header checksum status: Unverified]
 - Source Address: 0.0.0.0
 - Destination Address: 255.255.255.255
 - User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67
 - Dynamic Host Configuration Protocol (Discover)

Discover:

- IP Sender: 0.0.0.0
- IP Receiver: 255.255.255.255. Βλέπουμε ότι η διεύθυνση του παραλήπτη είναι η multicast IP address, αφού ακόμα ο υπολογιστής δεν ξέρει πού να απευθυνθεί για να πραγματοποιήσει DHCP ερώτημα, και να του ανατεθεί μία IP διεύθυνση. Επομένως στέλνει αυτό το ερώτημα προς όλες τις διευθύνσεις και εν τέλει, σε όποια διεύθυνση βρίσκεται ένας server που εκτελεί υπηρεσίες DHCP, αυτός θα του απαντήσει με το κατάλληλο DHCP offer.

13.

- Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
- Client IP address: 0.0.0.0
- Your (client) IP address: 192.168.1.191
- Next server IP address: 192.168.1.254
- Relay agent IP address: 0.0.0.0
- Client MAC address: 80:ce:62:14:75:ac
- Client hardware address padding: 00000000000000000000
- Server host name not given
- Boot file name not given
- Magic cookie: DHCP
- Option: (53) DHCP Message Type (ACK)

Η IP που δίνεται που αποδίδεται τελικά στον υπολογιστή μου είναι η 192.168.1.191.

14. Η IP εκχωρείται για 12 ώρες.

- ✓ Option: (53) DHCP Message Type (ACK)
Length: 1
DHCP: ACK (5)
- ✓ Option: (54) DHCP Server Identifier (192.168.1.254)
Length: 4
DHCP Server Identifier: 192.168.1.254
- ✓ Option: (51) IP Address Lease Time
Length: 4
IP Address Lease Time: (43200s) 12 hours
- ✓ Option: (58) Renewal Time Value
Length: 4
Renewal Time Value: (21600s) 6 hours
- ✓ Option: (59) Rebinding Time Value
Length: 4
Rebinding Time Value: (37800s) 10 hours, 30 minutes

15. Η IP συμπίπτει με αυτή του ερωτήματος 1. Αυτό συμβαίνει διότι οι DHCP Servers “δανείζουν” τις IP διευθύνσεις για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, επομένως εάν μια συσκευή επανεκκινήσει (ή για κάποιο λόγο χάσει την IP της, όπως κάναμε εμείς στην προκειμένη άσκηση) και έπειτα ζητήσει μια διεύθυνση πριν λήξει το προηγούμενο της lease, ο DHCP server συνήθως δίνει την ίδια παλιά διεύθυνση (με βάση το αναγνωριστικό πελάτη DHCP ID, ή τη διεύθυνση MAC). Επίσης ορισμένοι διακομιστές DHCP “θυμούνται” ποια IP διεύθυνση είχε αποδοθεί σε κάθε συσκευή, ακόμη και για λίγο μετά τη λήξη του lease time, επομένως δίνουν πάλι την ίδια αυτή διεύθυνση στην ίδια συσκευή.

16.

✓ Option: (55) Parameter Request List
 Length: 14
 Parameter Request List Item: (1) Subnet Mask
 Parameter Request List Item: (3) Router
 Parameter Request List Item: (6) Domain Name Server
 Parameter Request List Item: (15) Domain Name
 Parameter Request List Item: (31) Perform Router Discover
 Parameter Request List Item: (33) Static Route
 Parameter Request List Item: (43) Vendor-Specific Information
 Parameter Request List Item: (44) NetBIOS over TCP/IP Name Server
 Parameter Request List Item: (46) NetBIOS over TCP/IP Node Type
 Parameter Request List Item: (47) NetBIOS over TCP/IP Scope
 Parameter Request List Item: (119) Domain Search
 Parameter Request List Item: (121) Classless Static Route
 Parameter Request List Item: (249) Private/Classless Static Route (Microsoft)
 Parameter Request List Item: (252) Private/Proxy autodiscovery
 ✓ Option: (255) End

Tag	Name	Meaning
3	Router	N/4 Router addresses
15	Domain Name	The DNS domain name of the client
119	Domain Search	DNS domain search list

17. Από τις παραμέτρους που ζήτησε ο υπολογιστής, ο εξυπηρετητής προσδιόρισε τις τέσσερις.

- (1) Subnet Mask
- (3) Router
- (6) Domain Name Server
- (15) Domain Name

> Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
 > Option: (54) DHCP Server Identifier (192.168.1.254)
 > Option: (51) IP Address Lease Time
 > Option: (58) Renewal Time Value
 > Option: (59) Rebinding Time Value
 > Option: (1) Subnet Mask (255.255.255.0)
 > Option: (28) Broadcast Address (192.168.1.255)
 > Option: (3) Router
 > Option: (6) Domain Name Server
 > Option: (15) Domain Name
 > Option: (255) End

18. Πληκτρολογώντας arp || bootp στο display filter εμφανίζονται και τα ARP μηνύματα και τα DHCP.

19. Μετά το μήνυμα DHCP ACK υπάρχει αποστολή πλαισίων ARP.

995	63.814086	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000 DHCP ACK	- Transaction ID 0x15e70341
1001	63.930006	40:a3:cc:09:b3:f7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60	0.000000000 Who has 192.168.1.190? (ARP Probe)	
1003	63.973510	40:a3:cc:09:b3:f7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60	0.000000000 Who has 192.168.1.254? Tell 192.168.1.190	
1016	64.435837	a4:91:b1:ed:96:02	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60	0.000000000 Who has 192.168.1.190? Tell 192.168.1.254	

20. Η Sender MAC Address είναι αυτή του υπολογιστή μας, με IP 0.0.0.0, και αναζητεί μια broadcast MAC Address ως διεύθυνση προορισμού, με αντιστοιχιζόμενη την IP που μας έχει αποδοθεί.

```
▼ Address Resolution Protocol (ARP Probe)
  Hardware type: Ethernet (1)
  Protocol type: IPv4 (0x0800)
  Hardware size: 6
  Protocol size: 4
  Opcode: request (1)
  [Is probe: True]
  Sender MAC address: 80:ce:62:14:75:ac
  Sender IP address: 0.0.0.0
  Target MAC address: 00:00:00:00:00:00
  Target IP address: 192.168.1.191
```

21. Η χρησιμότητα αυτών των πλαισίων ARP είναι:

- Να ελέγξουν αν υπάρχει κάποια σύγκρουση IP διευθύνσεων μεταξύ μηχανημάτων του ίδιου δικτύου.
- Να ενημερώσουν τον πίνακα ARP άλλων μηχανημάτων, επομένως να ξέρουν τα υπόλοιπα μηχανήματα ότι αυτή η IP αντιστοιχίζεται στην συγκεκριμένη MAC.
- Να ενημερώσουν τα switch για τη διεύθυνση MAC του μηχανήματος σε μια δεδομένη θύρα.
- Να προφορτώσει τους πίνακες ARP όλων των άλλων τοπικών κεντρικών υπολογιστών.

Gratuitous σημαίνει ότι ενώ δεν είναι απαραίτητο αυτό το arp πλαίσιο να μεταδοθεί, μπορεί να είναι χρήσιμο σε κάποιες περιπτώσεις. Στην περίπτωση μας έχουμε ένα arp request packet στο οποίο και οι δυο source και destination IP διευθύνσεις έχουν την τιμή της διεύθυνσης του μηχανήματος που πραγματοποιεί αυτό το αίτημα, ενώ η διεύθυνση mac προορισμού είναι η broadcast διεύθυνση ff:ff:ff:ff:ff:ff. Κανονικά δεν πρέπει να προκύψει καμία απάντηση στο πακέτο αυτό, γεγονός που θα υποδεικνύει μεταξύ άλλων ότι δεν υπάρχει

κάποιο πρόβλημα με την IP που μόλις έχει αποδοθεί στο μηχάνημα μας (δεν είναι διπλότυπη).

22. Μετά τη δεύτερη εκτέλεση της εντολής `iprenew` παρήχθησαν μηνύματα Request και ACK.

bootp							
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Time shift for this packet	Info
279	35.821650	192.168.1.191	192.168.1.254	DHCP	342	0.000000000	DHCP Release - Transaction ID 0x69a03bad
901	56.762691	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0xa3804469
943	57.492794	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0x15e70341
965	60.532790	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0xa3804469
983	62.237999	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	0.000000000	DHCP Discover - Transaction ID 0x15e70341
991	63.177921	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0xa3804469
992	63.786569	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	342	0.000000000	DHCP Offer - Transaction ID 0x15e70341
993	63.793029	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	342	0.000000000	DHCP Offer - Transaction ID 0x15e70341
994	63.798502	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0x15e70341
995	63.814086	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000	DHCP ACK - Transaction ID 0x15e70341
3301	95.404538	192.168.1.191	192.168.1.254	DHCP	358	0.000000000	DHCP Request - Transaction ID 0x96a1391f
3302	95.408419	192.168.1.254	192.168.1.191	DHCP	363	0.000000000	DHCP ACK - Transaction ID 0x96a1391f

23. Η βασική διαφορά του μηνύματος DHCP Request της δεύτερης εκτέλεσης της εντολής `iprenew`, σε σχέση με το DHCP Request της πρώτης εκτέλεσης της εντολής είναι ότι την πρώτη φορά κάνει Request broadcast ενώ την δεύτερη όχι αφού έχει μάθει πλέον προς ποιά διεύθυνση πρέπει να το στείλει.

▼ Ethernet II, Src: 80:ce:62:14:75:ac, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff

> Destination: ff:ff:ff:ff:ff:ff

> Source: 80:ce:62:14:75:ac

Type: IPv4 (0x0800)

▼ Ethernet II, Src: 80:ce:62:14:75:ac, Dst: a4:91:b1:ed:96:02

> Destination: a4:91:b1:ed:96:02

> Source: 80:ce:62:14:75:ac

Type: IPv4 (0x0800)

2. Πρωτόκολλο IP

1.

```
Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1586]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Pelagia>cd C:\Program Files (x86)\GnuWin32\bin

C:\Program Files (x86)\GnuWin32\bin>wget http://grad.cs.aueb.gr//
SYSTEM_WGETRC = c:/progra~1/wget/etc/wgetrc
syswgetrc = C:\Program Files (x86)\GnuWin32\etc\wgetrc
--2022-04-14 12:30:40-- http://grad.cs.aueb.gr//
Resolving grad.cs.aueb.gr... 195.251.248.252
Connecting to grad.cs.aueb.gr|195.251.248.252|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: unspecified [text/html]
Saving to: `index.html'

[ <=> ] 39,115 82.1K/s in 0.5s
2022-04-14 12:30:42 (82.1 KB/s) - `index.html' saved [39115]

C:\Program Files (x86)\GnuWin32\bin>
```

2. a) Δεν υπήρξε ανταπόκριση από τη σελίδα grad.cs.aueb.gr.

```

Tracing route to cslab252.cs.aueb.gr [195.251.248.252]
over a maximum of 30 hops:

  1      2 ms      2 ms      2 ms  OpenWrt.lan [192.168.1.254]
  2      8 ms      7 ms      7 ms  62.169.255.54
  3      7 ms      7 ms      7 ms  adsl-118.185.3.220.tellas.gr [185.3.220.118]
  4      8 ms      7 ms      9 ms  62.169.252.250
  5     10 ms      8 ms      8 ms  grnet-2.gr-ix.gr [176.126.38.31]
  6      *          *          *    Request timed out.
  7      *          *          *    Request timed out.
  8      *          *          *    Request timed out.
  9      *          *          *    Request timed out.
 10      *          *          *    Request timed out.
 11      *          *          *    Request timed out.
 12      *          *          *    Request timed out.
 13      *          *          *    Request timed out.
 14      *          *          *    Request timed out.
 15      *          *          *    Request timed out.
 16      *          *          *    Request timed out.
 17      *          *          *    Request timed out.
 18      *          *          *    Request timed out.
 19      *          *          *    Request timed out.
 20      *          *          *    Request timed out.
 21      *          *          *    Request timed out.
 22      *          *          *    Request timed out.
 23      *          *          *    Request timed out.
 24      *          *          *    Request timed out.
 25      *          *          *    Request timed out.
 26      *          *          *    Request timed out.
 27      *          *          *    Request timed out.
 28      *          *          *    Request timed out.
 29      *          *          *    Request timed out.
 30      *          *          *    Request timed out.

Trace complete.

```

Για αυτό το λόγο δοκιμάσαμε τη σελίδα gov.gr για την οποία χρειάστηκαν 11 hops.

```

Tracing route to gov.gr [62.217.85.154]
over a maximum of 30 hops:

  1      1 ms      1 ms      2 ms  OpenWrt.lan [192.168.1.254]
  2      8 ms      7 ms      7 ms  62.169.255.54
  3      8 ms      8 ms      8 ms  adsl-116.185.3.220.tellas.gr [185.3.220.116]
  4      9 ms      8 ms      8 ms  62.169.252.246
  5      9 ms      8 ms      8 ms  cloudflare.gr-ix.gr [176.126.38.5]
  6      9 ms      8 ms      8 ms  172.68.61.21
  7      9 ms      8 ms      8 ms  172.68.61.67
  8      7 ms      8 ms      8 ms  172.68.61.44
  9      *          *          *    Request timed out.
 10     11 ms     11 ms     10 ms  ypedcfs2-eier-1.backbone.grnet.gr [62.217.100.105]
 11      9 ms      8 ms     10 ms  govstatic.grnet.gr [62.217.85.154]

Trace complete.

```

b) Χρειάστηκαν 8 hops.

```
Tracing route to www.ntua.gr [147.102.224.101]
over a maximum of 30 hops:

  1      2 ms      1 ms      2 ms  OpenWrt.lan [192.168.1.254]
  2      8 ms      8 ms      7 ms  62.169.255.54
  3      8 ms      7 ms      7 ms  adsl-116.185.3.220.tellas.gr [185.3.220.116]
  4      8 ms      7 ms      8 ms  62.169.252.246
  5      8 ms      8 ms      8 ms  grnet-2.gr-ix.gr [176.126.38.31]
  6     10 ms     11 ms      8 ms  eier-kolettir-AE.backbone.grnet.gr [62.217.100.63]
  7     11 ms      9 ms     10 ms  ntua-zogr-3.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.169]
  8     10 ms      9 ms      9 ms  www.ntua.gr [147.102.224.101]

Trace complete.
```

c) Χρειάστηκαν 9 hops.

```
Tracing route to e9566.dscb.akamaiedge.net [184.30.212.47]
over a maximum of 30 hops:

  1      2 ms      1 ms      1 ms  OpenWrt.lan [192.168.1.254]
  2      8 ms      7 ms      8 ms  62.169.255.54
  3      *          *          *    Request timed out.
  4      *          16 ms     15 ms  62.169.252.82
  5     20 ms     21 ms     20 ms  p4-0.milnit1-cr4.bbnplanet.net [212.133.10.225]
  6     49 ms     44 ms     45 ms  ae1-3121.edge8.Frankfurt1.level3.net [4.69.158.186]
  7     55 ms     58 ms     47 ms  62.67.23.222
  8     54 ms     52 ms     51 ms  ae4.decix-fra9.netarch.akamai.com [23.210.52.211]
  9     45 ms     44 ms     45 ms  a184-30-212-47.deploy.static.akamaitechnologies.com [184.30.212.47]

Trace complete.
```

Παρατηρούμε ότι τα πρώτα 3 hops του β και γ υποερωτήματος είναι τα ίδια.

3-4)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Time shift for this packet	Info
111	8.301735	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=1453 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
112	8.301735	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=2905 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
113	8.301958	LAPTOP-V525ITH9.lan	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	0.000000000	53025 → http(80) [ACK] Seq=105 Ack=4357 Win=262656 Len=0
114	8.312377	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=4357 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
115	8.312377	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=5809 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
116	8.312377	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1326	0.000000000	http(80) → 53025 [PSH, ACK] Seq=7261 Ack=105 Win=5888 Len=1272 [TCP segment of a reassembled PDU]
117	8.312747	LAPTOP-V525ITH9.lan	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	0.000000000	53025 → http(80) [ACK] Seq=105 Ack=8533 Win=262656 Len=0
131	8.559567	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=8533 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
132	8.559937	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=9985 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
133	8.559937	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=11437 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
134	8.559937	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=12889 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
135	8.559937	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=14341 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
136	8.560002	LAPTOP-V525ITH9.lan	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	0.000000000	53025 → http(80) [ACK] Seq=105 Ack=15793 Win=262656 Len=0
137	8.570122	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1047	0.000000000	http(80) → 53025 [PSH, ACK] Seq=15793 Ack=105 Win=5888 Len=993 [TCP segment of a reassembled PDU]
138	8.570274	LAPTOP-V525ITH9.lan	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	0.000000000	53025 → http(80) [ACK] Seq=105 Ack=16786 Win=261632 Len=0
141	8.714539	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=16786 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
142	8.714875	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=18238 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
143	8.714875	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=19690 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
144	8.714875	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=21142 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
145	8.714875	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=22594 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
146	8.714953	LAPTOP-V525ITH9.lan	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	0.000000000	53025 → http(80) [ACK] Seq=105 Ack=24046 Win=262656 Len=0
147	8.722904	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=24046 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]
148	8.723007	LAPTOP-V525ITH9.lan	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	0.000000000	53025 → http(80) [ACK] Seq=105 Ack=25498 Win=262656 Len=0
149	8.723259	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1312	0.000000000	http(80) → 53025 [PSH, ACK] Seq=25498 Ack=105 Win=5888 Len=1258 [TCP segment of a reassembled PDU]
154	8.755671	cslab252.cs.aueb.gr	LAPTOP-V525ITH9.lan	TCP	1506	0.000000000	http(80) → 53025 [ACK] Seq=26756 Ack=105 Win=5888 Len=1452 [TCP segment of a reassembled PDU]

5)

1. IP υπολογιστή: 192.168.1.191

IP απομακρυσμένου διακομιστή: 195.251.248.252

```
Internet Protocol Version 4, Src: LAPT0P-V525ITH9.lan (192.168.1.191), Dst: cs1ab252.cs.aueb.gr (195.251.248.252)
```

2. Header Length: 20 bytes

```
Internet Protocol Version 4, Src: LAPT0P-V525ITH9.lan (192.168.1.191), Dst: cs1ab252.cs.aueb.gr (195.251.248.252)
```

```
0100 .... = Version: 4
```

```
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
```

3. Total Length: 52 bytes. Το πεδίο Total Length περιλαμβάνει το μήκος της κεφαλίδας IP συν το μήκος του ωφέλιμου φορτίου, επομένως μπορούμε να υπολογίσουμε το μήκος του ωφέλιμου φορτίου κάνοντας την αφαίρεση total length - header length, το οποίο εγκυκλοπαιδικά μας δίνει το αποτέλεσμα $52 - 20 = 32$ bytes.

```
Internet Protocol Version 4, Src: LAPT
```

```
0100 .... = Version: 4
```

```
.... 0101 = Header Length: 20 bytes
```

```
> Differentiated Services Field: 0x00
```

```
Total Length: 52
```

```
Identification: 0x6a09 (27145)
```

4. Το TTL έχει την τιμή 128, η οποία είναι και η default αρχική του τιμή στα windows. Το μέγιστο TTL είναι 255, επομένως δεν είναι η μέγιστη δυνατή τιμή που μπορεί να έχει. Στο πακέτο που θα παραλάβει ο παραλήπτης δεν θα είναι η ίδια τιμή, διότι σε κάθε hop (δηλαδή router που συναντάει) αφαιρείται μία μονάδα, επομένως η αρχική τιμή του TTL θα φτάσει μειωμένη κατά όσα Hops έχει συναντήσει το πακέτο.

```
> Flags: 0x40, Don't fragment
```

```
...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
```

```
Time to Live: 128
```

```
Protocol: TCP (6)
```

```
Header Checksum: 0x0000 [validation disabled]
```

5. Μπορούμε να καταλάβουμε αν ένα πακέτο έχει κατακερματιστεί από το πεδίο flags. Συγκεκριμένα εάν είναι "set" η επιλογή "Don't fragment" (DF πεδίο) ξέρουμε ότι δεν πρέπει να κατακερματιστεί.

```
✓ Flags: 0x40, Don't fragment
```

```
0... .... = Reserved bit: Not set
```

```
.1.. .... = Don't fragment: Set
```

```
..0. .... = More fragments: Not set
```

```
...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
```

6. Τα πακέτα της αναζήτησης μας δεν έχουν κατακερματιστεί.
7. Η τιμή του Identification field αλλάζει σε κάθε πακέτο. Αυτό που παρατηρούμε ότι τα πακέτα που στέλνονται από τον ίδιο αποστολέα έχουν διαδοχικούς αριθμούς στα Identification fields. Γενικά, όταν το IP Fragmentation υλοποιείται, είναι απαραίτητο να υφίσταται το Identification field αφού χρησιμεύει στην επανασυναρμολόγηση του πακέτου (το οποίο έχει διαχωριστεί/κατακερματιστεί και η σειρά των επιμέρους κομματιών του καθορίζεται από το λεγόμενο Identification field). Ο παραλήπτης δηλαδή θα συνθέσει τα πολλά πακέτα που έφτασαν σε αυτόν με βάση το Identification field και έτσι θα επεξεργαστεί το ολοκληρωμένο πλέον πακέτο.

```
Internet Protocol Version 4, Src: LAPTOP-V525ITH9.lan (192.168.1.191), Dst: cs1ab252.cs.aueb.gr (195.251.248.252)
```

```
  0100 .... = Version: 4
```

```
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
```

```
  ▾ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
```

```
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
```

```
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
```

```
Total Length: 40
```

```
Identification: 0x6a0a (27146)
```

```
  ▾ Internet Protocol Version 4, Src: LAPTOP-V525ITH9.lan (192.168.1.191), Dst: cs1ab252.cs.aueb.gr (195.251.248.252)
```

```
    0100 .... = Version: 4
```

```
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
```

```
  ▾ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
```

```
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
```

```
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
```

```
Total Length: 144
```

```
Identification: 0x6a0b (27147)
```

8. Ισχύουν τα ίδια με την πρώτη καταγραφή με διαφορετικό Identification field, το οποίο όμως και πάλι έχει διαδοχικές τιμές.

```
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
```

```
Total Length: 40
```

```
Identification: 0x6a19 (27161)
```

```
  ▾ Flags: 0x40, Don't fragment
```

```
    0... .... = Reserved bit: Not set
```

```
    .1.. .... = Don't fragment: Set
```

```
    ..0. .... = More fragments: Not set
```

```
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
```

```
Time to Live: 120
```



```

    .... ..00 = Explicit Congestion Notification
Total Length: 144
Identification: 0x6a1a (27162)
✓ Flags: 0x40, Don't fragment
    0... .... = Reserved bit: Not set
    .1... .... = Don't fragment: Set
    ..0. .... = More fragments: Not set
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0

```

Ασκήσεις σε δρομολόγηση

Άσκηση 3

Πριν την αύξηση

Αρχικός πίνακας του x

Destination	Cost	Next Hop
w	2	w
y	1	y

Αρχικός πίνακας του y

Destination	Cost	Next Hop
x	1	x
u	16	u
w	4	w

Αρχικός πίνακας του u

Destination	Cost	Next Hop
y	16	y
w	5	w

Αρχικός πίνακας του w

Destination	Cost	Next Hop
x	2	x
u	5	u

y	4	y
---	---	---

Τελικός πίνακας του x

Destination	Cost	Next Hop
w	2	w
y	1	y
u	7	w

Τελικός πίνακας του y

Destination	Cost	Next Hop
x	1	x
u	9	w
w	3	x

Τελικός πίνακας του u

Destination	Cost	Next Hop
y	9	w
w	5	w
x	7	w

Τελικός πίνακας του w

Destination	Cost	Next Hop
x	2	x
u	5	u
y	3	x

Μετά την αύξηση (x->w: 30)

Σε χρόνο t0, ο x ανιχνεύει την αλλαγή του κόστους ζεύξης, υπολογίζει τη νέα διαδρομή του ελαχίστου κόστους προς τον w σε $D_x(w) = \min\{c(x, w), c(x, y) + D_y(w)\} = \min\{30, 1 + 4\} \Rightarrow D_x(w) = 5$. Όμως αυτό το κόστος $D_y(w)$ είναι λάθος, αφού δεν αντιστοιχεί στην πλέον νέα πραγματική διαδρομή διότι θεωρεί ότι $D_y(w) = 3$ (μέσω του x), γιατί αυτό ίσχυε παλαιότερα.

Δηλαδή ο y ήξερε πως η συντομότερη διαδρομή για τον w ήταν μέσω του x , με κόστος 5. Αλλά οι μόνες πληροφορίες που έχει ο κόμβος x είναι πως το απευθείας κόστος προς τον w είναι 30 και ότι ο y έχει πρόσφατα ανακοινώσει στον x ότι μπορεί να φτάσει τον w με κόστος 4. Άρα ο x «προσπαθεί» να κάνει δρομολόγηση μέσω του y , αναμένοντας ο y να φτάσει στον x με κόστος 4.

Εφόσον ο x έχει υπολογίσει αυτό το νέο εσφαλμένο κόστος μέσω του y για τον w , πληροφορεί τον y σε χρόνο t_1 .

Τελικός πίνακας του x

Destination	Cost	Next Hop
w	5	y
y	1	y
u	10	y

Κάποια στιγμή μετά τον χρόνο t_1 , ο y δέχεται το νέο διάνυσμα απόστασης του x που δείχνει ότι η ελάχιστη απόσταση του x προς τον w είναι πλέον 30. Ο y γνωρίζει ότι μπορεί να φτάσει στον x με κόστος 1 και υπολογίζει το νέο ελάχιστο κόστος προς τον w : $Dy(w) = \min\{4+0, 1+30\} = 4$. Εφόσον το ελάχιστο κόστος του y προς τον x έχει αυξηθεί, ο y πληροφορεί τον x για το νέο κόστος σε χρόνο t_2 .

Τελικός πίνακας του y

Destination	Cost	Next Hop
x	1	x
u	9	w
w	4	w

Παρόμοια αφού λάβει το νέο διάνυσμα απόστασης του y , ο x υπολογίζει το $Dx(w) = 30$, και το στέλνει στον y . Ο y κατόπιν υπολογίζει το $Dy(w) = 4$ και στέλνει στον x και στον u το νέο διάνυσμα. Ο τελικός πίνακας του u δεν επηρεάζεται αφού το κόστος της διαδρομής έχει αλλάξει μόνο προς την μία κατεύθυνση.

Τελικός πίνακας του u

Destination	Cost	Next Hop
y	9	w
w	5	w
x	7	w

Αυτή η διαδικασία με την αλληλοενημέρωση συνεχίζεται για αρκετές επαναλήψεις, μέχρι τελικά ο y να υπολογίσει ότι το κόστος της διαδρομής προς τον w, μέσω του x, ότι είναι μεγαλύτερο από 4 και ότι είναι προτιμότερο να δρομολογήσει από την απευθείας ζεύξη με τον w, με κόστος (απόσταση) 4. Τελικά, ο x θα δρομολογήσει προς τον w μέσω του y με κόστος 5, και ο αλγόριθμος τερματίζει.

Ο τελικός πίνακας του w παραμένει αμετάβλητος.

Τελικός πίνακας του w

Destination	Cost	Next Hop
x	2	x
u	5	u
y	3	x

Άσκηση 4

	Σύνολο	D(a), p(a)	D(b), p(b)	D(c), p(c)	D(d), p(d)	D(t), p(t)
1	u	18,u	∞	15,u	20,u	∞
2	uc	18,u	29,c	15,u	20,u	∞
3	uca	18,u	27,a	15,u	20,u	∞
4	ucad	18,u	27,a	15,u	20,u	40,d
5	ucadb	18,u	27,a	15,u	20,u	40,d
6	ucadbt	18,u	27,a	15,u	20,u	40,d

Βρίσκουμε διαδοχικά σε κάθε βήμα την συντομότερη διαδρομή προς ένα επιπλέον κόμβο. Αρχικά εξετάζουμε μόνο τους γείτονες του κόμβου u και επιλέγουμε εκείνον που βρίσκεται στην μικρότερη απόσταση (1ο βήμα). Μετά εξετάζουμε τους υπολοίπους γείτονες του κόμβου u καθώς και τους γείτονες του επιλεγέντος στο πρώτο βήμα (δηλ. του c) κοκ. Ο αλγόριθμος ολοκληρώνεται όταν το σύνολο N' των μονίμων κόμβων περιέχει όλους τους κόμβους του δικτύου.