

Συνοπτική Μεθοδολογία Ασκήσεων IP Fragmentation

Οι σημειώσεις που ακολουθούν περιγράφουν τις ασκήσεις IP Fragmentation που θα συναντήσετε στο κεφάλαιο 3. Η πιο συνηθισμένη και βασική άσκηση αναφέρεται στη διάσπαση των πακέτων IP σε κομμάτια ώστε να χωρέσουν σε ένα δίκτυο με μέγιστο μήκος μεταφοράς (MTU) μικρότερο των αρχικών πακέτων. Ωστόσο δεν είναι οι μοναδικές ασκήσεις.

Ασκήσεις στο IP Fragmentation

Δεδομένα: Συνήθως δίνονται:

1. Το μέγιστο μέγεθος πακέτου που μπορεί να μεταδοθεί.
2. Το μήκος του πακέτου IP που θέλουμε να μεταδώσουμε.
3. Κάποια flags όπως το DF και ενδεχομένως το πεδίο “Αναγνώριση”.
4. Το μήκος της επικεφαλίδας με κάποιο τρόπο.

Ζητούνται:

1. Το πλήθος των fragments που θα δημιουργηθούν
2. Το συνολικό μέγεθος ή και χωριστά το μήκος δεδομένων / επικεφαλίδας ανά fragment.
3. Το πεδίο “Σχετική Θέση Τμήματος” ή ή “Offset” ή “Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος” (DET) για κάθε fragment. Σημειώστε ότι όλες αυτές οι ονομασίες είναι ισοδύναμες.
4. Τα πεδία DF/MF για κάθε fragment.
5. Αν έχει δοθεί το πεδίο “Αναγνώριση” στα δεδομένα, μπορεί να ζητείται ξανά για κάθε fragment.

Μεθοδολογία:

Αρχικά, διαβάζουμε **προσεκτικά** τα δεδομένα του προβλήματος. Πρέπει από την εκφώνηση να ξεκαθαρίσουμε αν το μέγεθος που μας δίνεται περιλαμβάνει την επικεφαλίδα ή όχι. Παραδείγματα εκφωνήσεων:

“Δίνεται πακέτο IP συνολικού μήκους 2400 bytes...”

Το συγκεκριμένο περιέχει και επικεφαλίδα. Συνήθως θα δίνεται παρακάτω ως εξής:

“... με μόνο το σταθερό τμήμα της επικεφαλίδας του...”

Διαφορετικά θα δίνεται ως εξής:

“Πακέτο IP με μήκος δεδομένων 2400 bytes...”

Στο παραπάνω δεν περιέχεται η επικεφαλίδα, θα πρέπει να την προσθέσετε ανάλογα με τα δεδομένα που δίνονται παρακάτω. Προσέξτε ότι το μέγεθος της επικεφαλίδας μπορεί να δίνεται με διάφορους τρόπους:

- “Μόνο το σταθερό τμήμα της επικεφαλίδας” => 20 bytes
- “... και επικεφαλίδα 20 bytes” => 20 bytes :)
- “Το πεδίο “μήκος επικεφαλίδας” έχει την τιμή 5” => 20 bytes

Θυμηθείτε ότι αν σας δίνουν τιμή για το πεδίο “Μήκος Επικεφαλίδας” (IHL, Internet Header Length), την πολλαπλασιάζετε με το 4 για να βρείτε το μέγεθος της επικεφαλίδας σε bytes. (Η αν προτιμάτε την πολλαπλασιάζετε με το 32 για να βρείτε το μήκος σε bits, και διαιρείτε με το 8 για να τη βρείτε σε bytes. $5 \times 32 = 160 \text{ bits} / 8 = 20 \text{ bytes}$)

Οι ασκήσεις λύνονται φυσικά με τον ίδιο τρόπο ακόμα και αν το μήκος επικεφαλίδας δεν είναι 20 bytes!

Τι γίνεται αν στον υπολογισμό της “Σχετικής Θέσης Τμήματος” (ΔΕΤ) έχουμε δεκαδικά ψηφία;

Το νέο βιβλίο δίνει ένα τύπο για να υπολογίσουμε το ΔΕΤ και σε αυτή την περίπτωση **αλλά δεν χρειάζεται να τον παπαγαλίσετε.**

Ο ΔΕΤ προκύπτει διαιρώντας τα καθαρά δεδομένα (χωρίς επικεφαλίδα) που έχουν μεταδοθεί μέχρι στιγμής με το 8.

Πρέπει απλά να κατανοήσετε τα παρακάτω:

- Το μήκος δεδομένων ενός fragment είναι **πάντοτε πολλαπλάσιο του 8 (εκτός ίσως από το τελευταίο)**. Διαφορετικά δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει το πεδίο ΔΕΤ. Το πεδίο ΔΕΤ είναι πάντοτε **ακέραιος αριθμός!**
- Αν βρούμε δεκαδικά ψηφία στη διαίρεση, τα αποκόπτουμε και κρατάμε μόνο το ακέραιο μέρος. Αυτό κάνει και η συνάρτηση “INT” που γράφει στον τύπο το βιβλίο.
- Ο αριθμός που θα προκύψει είναι το ΔΕΤ του δεύτερου τμήματος. **Από αυτόν θα πρέπει να υπολογίσουμε το πραγματικό μήκος δεδομένων του fragment.**
- Μετά τον πρώτο υπολογισμό, τα επόμενα ΔΕΤ προκύπτουν εύκολα πολλαπλασιάζοντας το με το 2, 3, 4... κ.ο.κ.

Παράδειγμα βασισμένο στο σχολικό βιβλίο (σελ 89):

Ένα αυτοδύναμο πακέτο συνολικού μεγέθους 2400 bytes (μαζί με την επικεφαλίδα 20 bytes) με DF=0 θα διέλθει μέσα από δίκτυο με MTU=1000 bytes. Να υπολογίσετε το πλήθος των τμημάτων, το μήκος δεδομένων και το συνολικό μήκος των τμημάτων καθώς και τα πεδία DF, MF, και σχετική θέση τμήματος (ΔΕΤ ή offset).

Απάντηση:

Προφανώς θα γίνει κατάτμηση του πακέτου. Το δίκτυο προορισμού υποστηρίζει πακέτα συνολικού μήκους 1000 bytes.

Από αυτά τα 980 θα έπρεπε να είναι τα καθαρά δεδομένα, αφού τα 20 είναι φυσικά η επικεφαλίδα.

Όμως $\Delta ET = 980 / 8 = 122.5$

Τα τμήματα μας **δεν θα περιέχουν 980 bytes δεδομένων! Το μήκος δεδομένων του κάθε τμήματος (εκτός ενδεχομένως του τελευταίου) είναι πάντα πολλαπλάσιο του 8.**

Για να συνεχίσουμε αποκόπτουμε τα δεκαδικά από το ΔET που υπολογίσαμε:

$\Delta ET = \text{INT}(980/8) = 122$

Σημειώστε ότι δεν είναι στρογγύλευση: απλά κόβουμε τα δεκαδικά!

Από αυτό το ΔET μπορούμε πλέον **αντίστροφα** να υπολογίσουμε πόσα είναι **πραγματικά** τα δεδομένα του κάθε fragment (εκτός από το τελευταίο που ενδεχομένως να είναι μικρότερο):

Μήκος Δεδομένων Fragment = $122 \times 8 = 976$

Μπορούμε πλέον να συμπληρώσουμε τον πίνακα:

	1ο Τμήμα	2ο Τμήμα	3ο Τμήμα
Μήκος Δεδομένων	976	976	428
Συνολικό Μήκος	996	996	448
ΔET (Offset)	0	122	244
DF	0	0	0
MF	1	1	0

Τα συνολικό μήκος δεδομένων του αρχικού πακέτου είναι 2380 bytes. Από τα τρία fragments, τα δύο πρώτα έχουν μήκος δεδομένων 976 bytes (που υπολογίσαμε πριν) ενώ το τελευταίο έχει τα 428 bytes δεδομένων που περισσεύουν. Αν και από το δίκτυο θα μπορούσαμε κανονικά να μεταδώσουμε 980 bytes δεδομένων σε κάθε fragment, τελικά μεταδίδουμε 976 **καθώς το 980 δεν διαιρείται με το 8** και δεν μπορεί να γραφεί η τιμή 122.5 στο πεδίο “Σχετική θέση τμήματος” (ΔET). Το ΔET για το 3ο τμήμα προκύπτει ως $2 \times 122 = 244$. Αν είχαμε και άλλα τμήματα θα ήταν 3×122 , 4×122 κ.ο.κ. Στο τελευταίο τμήμα (που είναι μικρότερο) δεν χρειάζεται το μήκος δεδομένων να είναι πολλαπλάσιο του 8, καθώς **δεν υπάρχει** επόμενος ΔET .

Παρατηρήστε ότι χρησιμοποιήσαμε ουσιαστικά τον τύπο του βιβλίου χωρίς στα αλήθεια να νοησιαστεί να τον μάθουμε απέξω ή να τον νοησιάζουμε.