

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Δίκτυα Υπολογιστών I

Java serial communications programming Report

Φωτεινή Σαββίδου

AEM: 9657

6^ο εξάμηνο

2020-2021

Διαμορφωτής – Αποδιαμορφωτής (MODEM)

Το MODEM είναι όρος που προέρχεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων **mod**ulator (διαμορφωτής) και **dem**odulator (αποδιαμορφωτής). Είναι μία συσκευή η οποία συνήθως παρεμβάλλεται μεταξύ ενός υπολογιστή και μιας τηλεφωνικής γραμμής και επιτρέπει τη μετάδοση και λήψη δεδομένων μέσω τηλεφωνικών γραμμών, δίνοντας έτσι την ευκαιρία στους χρήστες να έχουν άμεση πρόσβαση σε πολλές υπηρεσίες.

Το MODEM μετατρέπει τα ψηφιακά σήματα σε αναλογικά σήματα, τα οποία είναι κατάλληλα για μετάδοση μέσα από τηλεφωνική ή άλλου τύπου ενσύρματη γραμμή, ή ακόμα και μέσω ασύρματης ζεύξης (διαμόρφωση). Επίσης, εκτελεί και αποδιαμόρφωση, δηλαδή μετατρέπει τα αναλογικά (διαμορφωμένα) σήματα σε ψηφιακά σήματα.

Βασικά χαρακτηριστικά

Το βασικό χαρακτηριστικό του MODEM είναι το είδος της διαμόρφωσης που πραγματοποιεί. Τα τρία κυριότερα είδη διαμόρφωσης σήματος με MODEM είναι η διαμόρφωση κατά πλάτος (amplitude modulation), η διαμόρφωση κατά συχνότητα (frequency modulation) και η διαμόρφωση κατά φάση (phase modulation). Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό του MODEM είναι η ταχύτητά του, η οποία καθορίζεται από το πλήθος των σταθμών τάσης του σήματος που χρησιμοποιείται. Γενικά, αν το σήμα που χρησιμοποιείται έχει M στάθμες τάσης, τότε ο αριθμός των bits που μεταφέρεται από κάθε στάθμη είναι ίσος με $\log_2 M$.

Τύποι MODEM

Υπάρχουν δύο συνηθισμένοι τύποι MODEM:

- Τα **MODEM ευρείας ζώνης**, τα οποία συνδέονται είτε σε καλωδιακό κύκλωμα είτε σε ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (Digital Subscriber Line, DSL) και προσφέρουν πρόσβαση υψηλής ταχύτητας στο Internet.
- Τα **MODEM σύνδεσης μέσω τηλεφώνου**, τα οποία συνδέονται στο Internet χρησιμοποιώντας γραμμή τηλεφώνου, συνήθως με πολύ χαμηλότερες ταχύτητες από ότι τα MODEM ευρείας ζώνης.

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Στον κόσμο των δικτύων, πρωτόκολλο είναι ένα σύνολο από συμβάσεις που καθορίζουν το πώς ανταλλάσσουν μεταξύ τους δεδομένα οι υπολογιστές του δικτύου. Τα σύγχρονα δίκτυα υπολογιστών δίνουν τη δυνατότητα διασύνδεσης υπολογιστών με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών και λογισμικού. Για να καταστεί εφικτή η επικοινωνία, όλοι οι υπολογιστές και οι εφαρμογές χρησιμοποιούν το ίδιο σύνολο κανόνων και διαδικασιών για την ανταλλαγή δεδομένων. Αυτό το σύνολο κανόνων ονομάζεται πρωτόκολλο επικοινωνίας (communication protocol). Το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι αυτό που καθορίζει το πώς διακινούνται τα δεδομένα, πώς γίνεται ο έλεγχος και ο χειρισμός των λαθών, κ.λπ.

Σήμερα, υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Τα πιο γνωστά πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι τα ακόλουθα.

- **Xmodem/Zmodem/Ymodem/Kermit:** Απλά πρωτόκολλα επικοινωνίας για σύνδεση μέσω MODEM. Διαφέρουν ως προς το μέγεθος του πακέτου που χρησιμοποιείται για την αποστολή δεδομένων.
- **Ethernet:** Το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο επικοινωνίας σε τοπικά δίκτυα υπολογιστών.
- **Token Ring:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας που βασίζεται στην ύπαρξη ενός ειδικού πακέτου που ταξιδεύει μέσα στο δίκτυο. Ο υπολογιστής ο οποίος είναι ιδιοκτήτης του πακέτου έχει τον έλεγχο του δικτύου και μπορεί να αποστείλει δεδομένα.
- **FDDI:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας για μεγάλες ταχύτητες δικτύων με οπτικές ίνες. Χρησιμοποιείται σε δίκτυα κορμού (backbone) που συνενώνουν μικρότερα δίκτυα Ethernet.
- **ATM:** Πρωτόκολλο που υποστηρίζει πολύ μεγάλες ταχύτητες επικοινωνίας.
- **X.25:** Διεθνές πρότυπο για δίκτυα μεταγωγής πακέτου.
- **TCP/IP:** Πρωτόκολλο περιγραφής των πακέτων που μεταδίδονται σε ένα δίκτυο. Είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο στην κοινότητα του διαδικτύου.
- **IPX:** Πρωτόκολλο με λειτουργία αντίστοιχη του TCP/IP.

Υλοποίηση της εφαρμογής `userApplication` σε Java

Η υλοποίηση του κώδικα της εφαρμογής `userApplication` βασίστηκε στον κώδικα που παρέχεται στο αρχείο *virtualModem.pdf* που βρίσκεται στην Ithaki. Σκοπός της εργασίας ήταν η υλοποίηση συναρτήσεων για την αποστολή πακέτων και εικόνων από το εργαστήριο με τη χρήση κατάλληλων κωδικών.

Η συνάρτηση **`echo()`** καταγράφει σε ένα αρχείο *.txt* τον χρόνο απόκρισης του συστήματος σε milliseconds για κάθε πακέτο που έχει αποσταλεί σε διάρκεια 5 λεπτών με τη χρήση του κωδικού *Echo request code*.

Η συνάρτηση **`getImage()`** χρησιμοποιείται για τη λήψη και την αποθήκευση εικόνων από τον `videoCoder` του εργαστηρίου. Ανάλογα με τον κωδικό *Image request code* που δίνεται ως όρισμα στη συνάρτηση, η εικόνα που λαμβάνεται περιέχει ή δεν περιέχει σφάλματα.

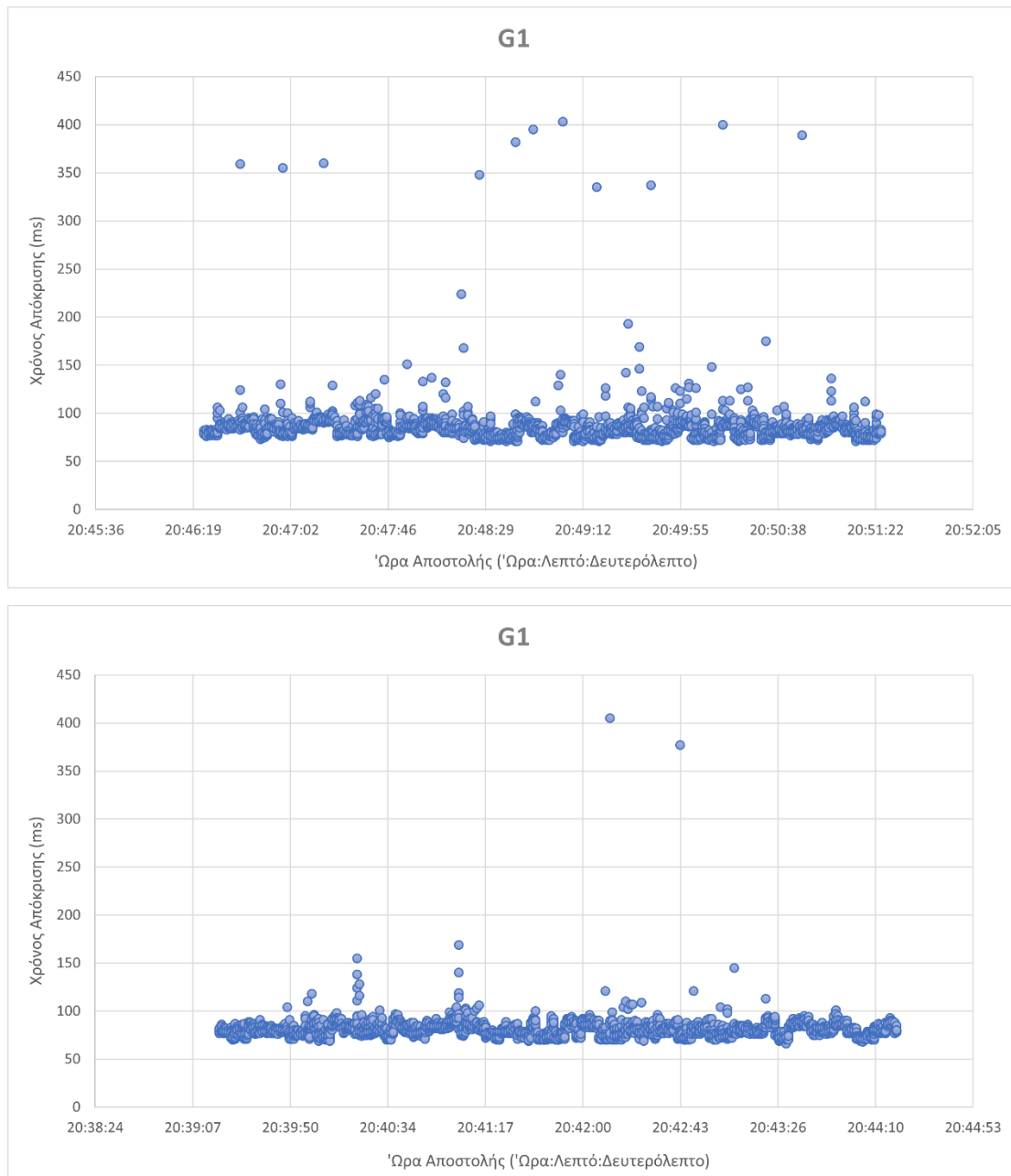
Η συνάρτηση **`getGps()`** λαμβάνει ίχνη θέσης GPS με τη χρήση του κωδικού *GPS request code*. Στη συνέχεια επιλέγονται 6 ίχνη που απέχουν μερικά δευτερόλεπτα μεταξύ τους και αποτυπώνονται σε εικόνα *.jpg* από το Google Maps.

Η συνάρτηση **`arq()`** καταγράφει σε ένα αρχείο *.txt* τον χρόνο απόκρισης του συστήματος σε milliseconds για κάθε πακέτο που έχει αποσταλεί σε διάρκεια 5 λεπτών μέσω του μηχανισμού ARQ και τον αριθμό των επανεκπομπών που έγιναν σε κάθε πακέτο. Χρησιμοποιούνται οι κωδικοί *ACK result code* και *NACK result code*.

Τέλος, η συνάρτηση **`main()`** τυπώνει ένα μενού επιλογών για την εκτέλεση των παραπάνω δραστηριοτήτων.

Σχόλια – Παρατηρήσεις

Από το γράφημα G1 παρατηρούμε πως ο μέσος χρόνος απόκρισης του συστήματος για τα πακέτα που στάλθηκαν σε διάρκεια 5 λεπτών με τον κωδικό *Echo request code* ήταν περίπου ίδιος και στις δύο συνόδους (84ms στην πρώτη σύνοδο και 81ms στη δεύτερη σύνοδο).



Εικόνα 1: Γράφημα G1 του χρόνου απόκρισης του συστήματος για τα πακέτα που στάλθηκαν σε διάρκεια 5 λεπτών με Echo request code E0378 (επάνω εικόνα, πρώτη σύνοδος 14/4/2021) και E4350 (κάτω εικόνα, δεύτερη σύνοδος 17/4/2021).

Στην *Εικόνα 2* παρουσιάζονται οι εικόνες Ε1 που λήφθηκαν από τον videoCoder του εργαστηρίου χωρίς σφάλματα με κατεύθυνση προς την Εγνατία οδό.



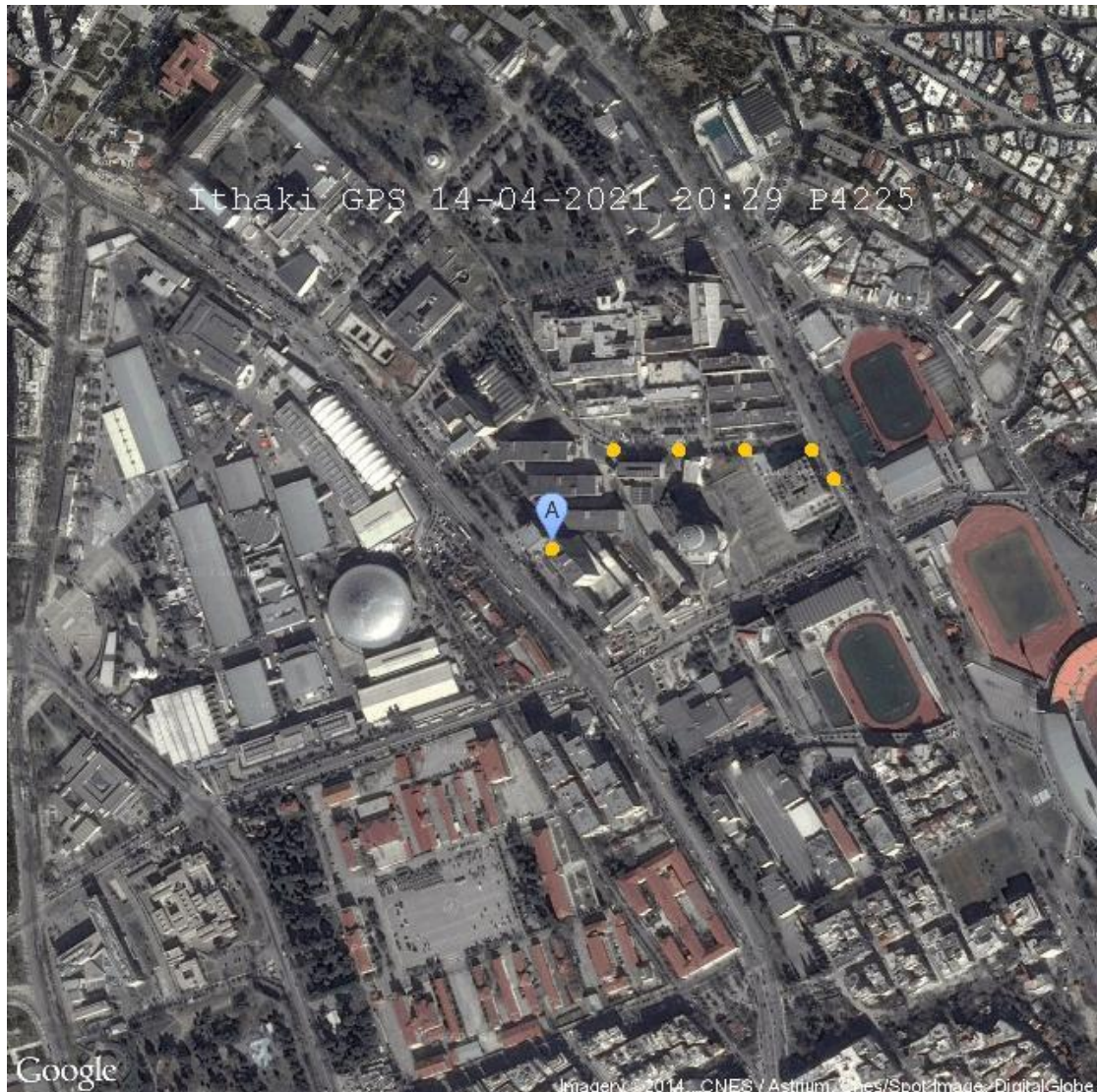
Εικόνα 2: Εικόνα Ε1 χωρίς σφάλματα που αποστάλθηκε στις 14/4, 20:04 με Image request code M1404 (επάνω εικόνα, πρώτη σύνοδος) και στις 17/4, 19:56 με Image request code M6747 (κάτω εικόνα, δεύτερη σύνοδος).

Στην *Εικόνα 3* παρουσιάζονται οι εικόνες E2 που λήφθηκαν από τον videoCoder του εργαστηρίου με σφάλματα και κατεύθυνση προς την Εγνατία οδό.



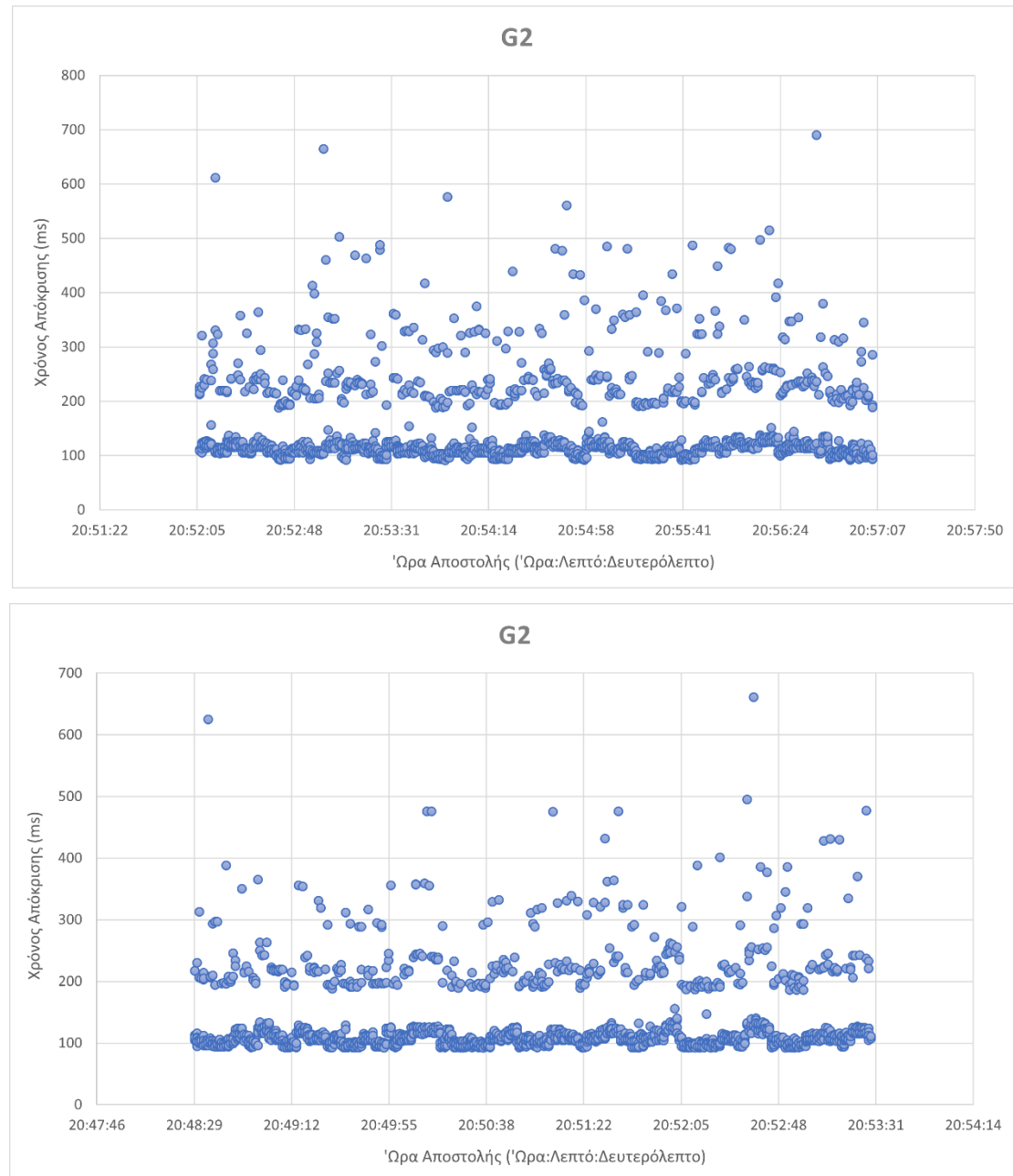
Εικόνα 3: Εικόνα E2 με σφάλματα που αποστάλθηκε στις 14/4, 20:15 με Image request code G4298 (επάνω εικόνα, πρώτη σύνοδος) και στις 17/4, 20:06 με Image request code G2189 (κάτω εικόνα, δεύτερη σύνοδος).

Στην *Εικόνα 4* παρουσιάζονται τα 6 ίχνη θέσης GPS που λήφθηκαν στην πρώτη σύνοδο.



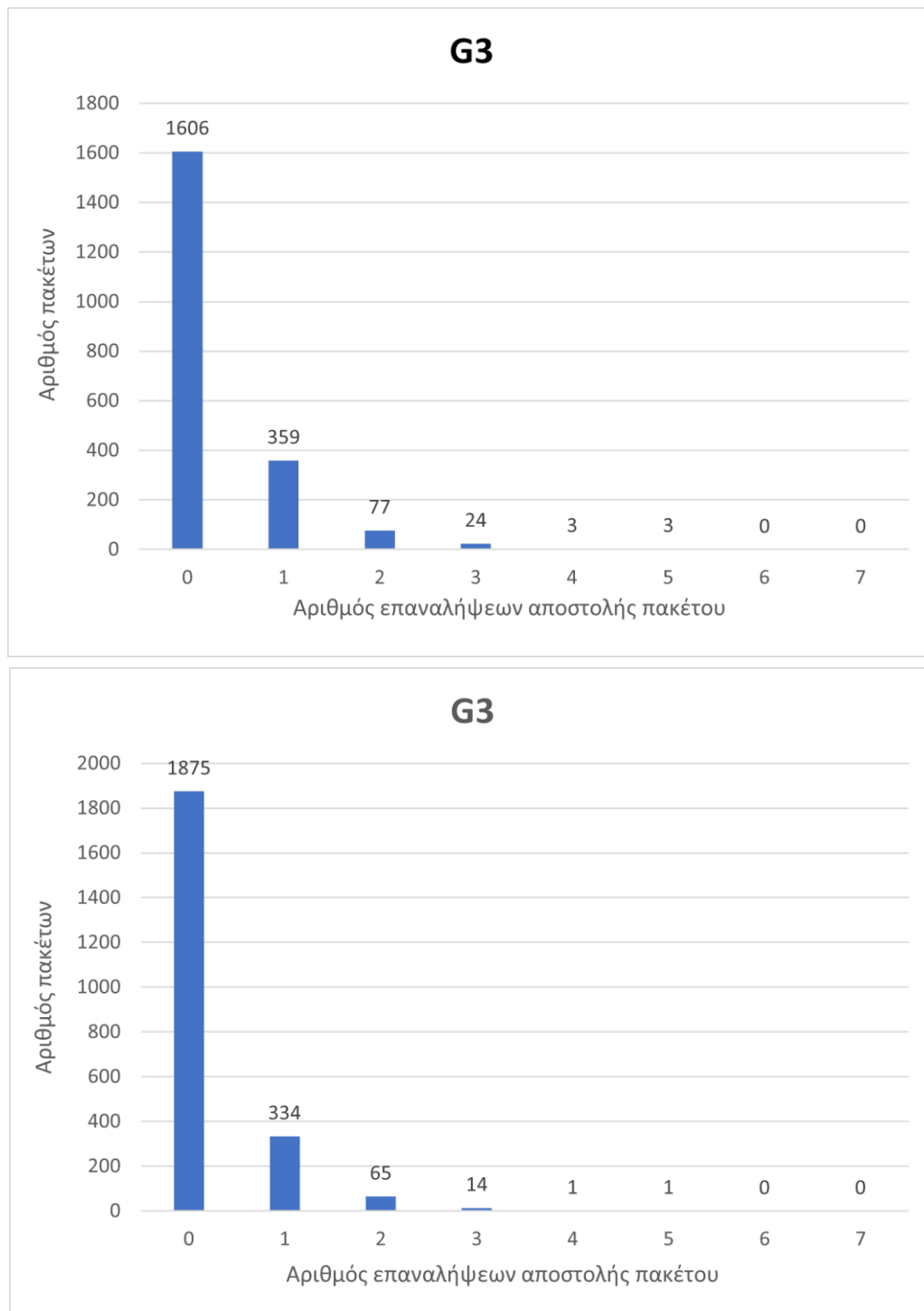
Εικόνα 4: Εικόνα M1 με 6 ίχνη GPS που αποστάλθηκε στις 14/4/2021, 20:29 με GPS request code P4225.

Από το γράφημα G2 παρατηρούμε πως η διασπορά του χρόνου απόκρισης του συστήματος για τα πακέτα που στάλθηκαν σε διάρκεια 5 λεπτών με τον μηχανισμό ARQ ήταν περίπου ίδια και στις δύο συνόδους.



Εικόνα 5: Γράφημα G2 του χρόνου απόκρισης του συστήματος για τα πακέτα που στάλθηκαν επιτυχώς μέσω του μηχανισμού ARQ σε διάρκεια 5 λεπτών με ACK result code Q9028 και NACK result code R9366 (επάνω εικόνα, πρώτη σύνοδος 14/4) και με ACK result code Q5233 και NACK result code R9945 (κάτω εικόνα, δεύτερη σύνοδος 17/4).

Τέλος, στο γράφημα G3 παρουσιάζεται η κατανομή πιθανότητας για τον αριθμό των επανεκπομπών που καταγράφηκαν.



Εικόνα 6: Γράφημα G3 για την εκτίμηση της κατανομής πιθανότητας του αριθμού επανεκπομπών που καταγράφηκαν σε διάρκεια 5 λεπτών με ACK result code Q9028 και NACK result code R9366 (επάνω εικόνα, πρώτη σύνοδος 14/4) και με ACK result code Q5233 και NACK result code R9945 (κάτω εικόνα, δεύτερη σύνοδος 17/4).

Στην πρώτη σύνοδο (14/4/2021) βρέθηκε ότι

$$BER = 0.00202$$

και στη δεύτερη σύνοδο (17/4/2021)

$$BER = 0.00158$$