

Mission Space Lab Phase 4 report outline



Team name: GRISS

Chosen theme: Life in Space

Organisation name: 23rd Lyceum of Thessaloniki

Country: Greece

1. Εισαγωγή

Η έρευνά μας είχε σαν στόχο τον υπολογισμό της θέσης του ISS (Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού). Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές που υπολογίζουν τη θέση του ISS, χωρίς να δίνουν ακριβείς αριθμητικές πληροφορίες, όπως απόσταση, ταχύτητα, επιτάχυνση, δύναμη, είδος της κίνησης, αλλά το κυριότερο χωρίς να εξηγούν το «πως» γίνεται ο υπολογισμός.

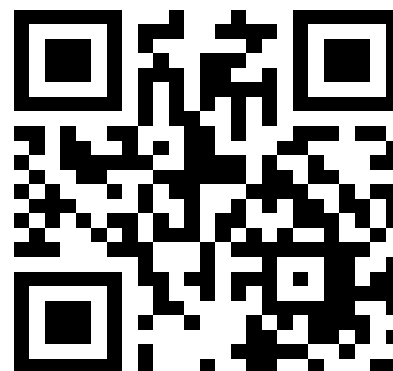
Εμείς θεωρήσαμε ενδιαφέρον με τις γνώσεις που έχουμε στα Μαθηματικά, στη Φυσική και στην Πληροφορική και με τη βοήθεια της τεχνολογίας του Astro Pi, να υπολογίσουμε την απόσταση του ISS από το κέντρο της κυκλικής του τροχιάς. Για να βρούμε όμως τη θέση κάποιου αντικειμένου θα πρέπει να έχουμε ένα σύστημα αναφοράς. Ξεκινήσαμε το σχεδιασμό του πειράματός μας κάνοντας κάποιες προσεγγίσεις. Θεωρήσαμε αρχικά ότι η κίνηση του ISS γίνεται γύρω από το κέντρο της Γης. Δηλαδή, ότι η μάζα της Γης είναι το μόνο σώμα που δημιουργεί βαρύτητα, άρα θεωρήσαμε ότι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς του ISS είναι το κέντρο της Γης. Αγνοήσαμε όλα τα υπόλοιπα σώματα του σύμπαντος, ακόμα και τη μάζα του Ήλιου.

Και ενώ περιμέναμε από τους υπολογισμούς μας να υπολογίσουμε το ύψος του ISS από την επιφάνεια της θάλασσας το τελικό αποτέλεσμα ήταν ένας κεραυνός εν αιθρία.

2. Μέθοδος

Με την Αδρανειακή Μονάδα Μέτρησης του Sense Hat μετράμε τη βαρυτική επιτάχυνση του σταθμού σε 3 άξονες, προσθέτουμε διανυσματικά και υπολογίζουμε τη συνισταμένη επιτάχυνση του ISS. Η συνισταμένη επιτάχυνση θεωρούμε ότι είναι η ένταση του βαρυτικού πεδίου και μέσω αυτής υπολογίζουμε την απόσταση από το κέντρο της γης. Οι μετρήσεις γίνονται ανά 30 δευτερόλεπτα, συνεχόμενα για 3 ώρες.

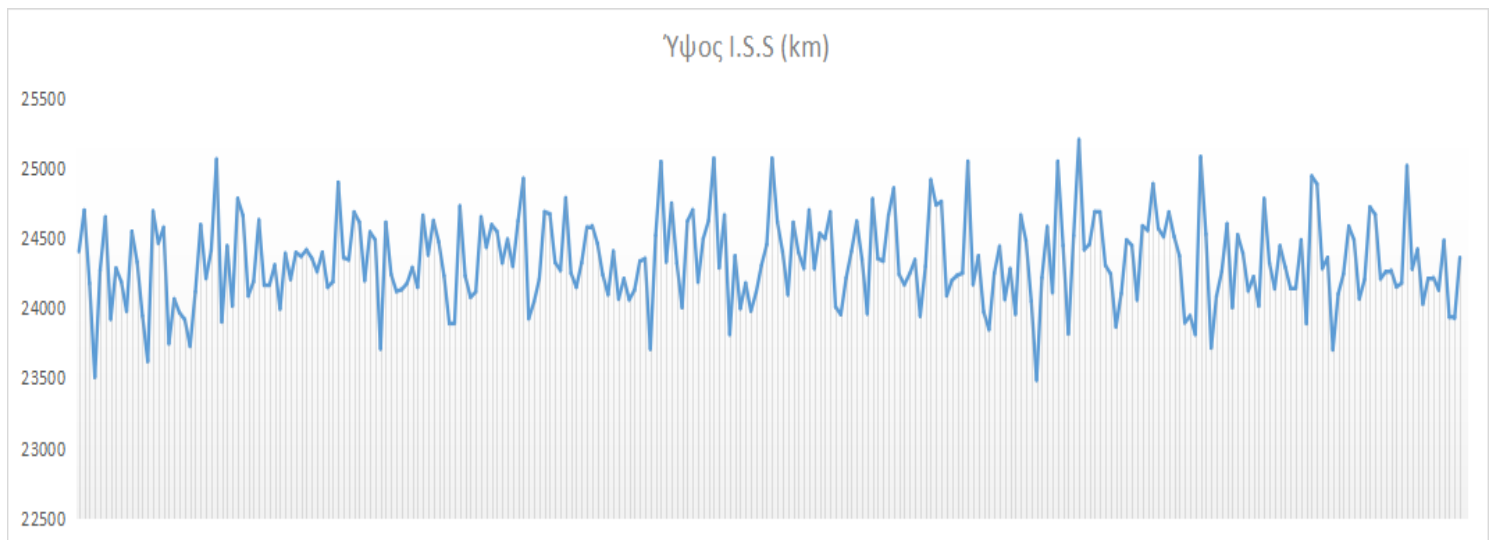
Ο κώδικας δημιουργεί δύο αρχεία, το info.csv καθώς και το ourresults.csv. Στο πρώτο καταγράφεται η ώρα έναρξης και τερματισμού του προγράμματος, το ύψος και η γεωγραφική θέση του ISS σε αυτές τις χρονικές στιγμές, το μέσο ύψος και η μεταβολή του ύψους. Το ourresults.csv, περιέχει όλες τις μετρήσεις του



ύψους και της επιτάχυνσης.

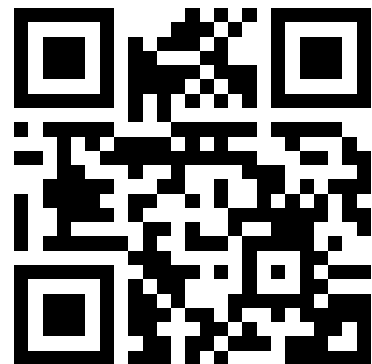
Από τη στιγμή που τα δεδομένα μας είναι ποσοτικά και δομημένα, τα επεξεργαζόμαστε χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα λογιστικών φύλων καθώς και την [SQLite Online](#). Συλλέγοντας τις μετρήσεις στα csv αρχεία μας, υπολογίζουμε την επιτάχυνση του σταθμού και από αυτή, το ύψος του, οπότε απαντάμε στο αρχικό μας ερευνητικό ερώτημα για το ποια είναι η θέση του ISS. Τέλος, δημιουργούμε και μια [ιστοσελίδα](#), προκειμένου να ταξινομούμε τα δεδομένα μας καλύτερα, και να μπορούμε να τα επεξεργαζόμαστε από οποιαδήποτε συσκευή. Μπορείτε να βρείτε τον κώδικά του αποθετηρίου [εδώ](#):

3. Τα αποτελέσματα του πειράματος

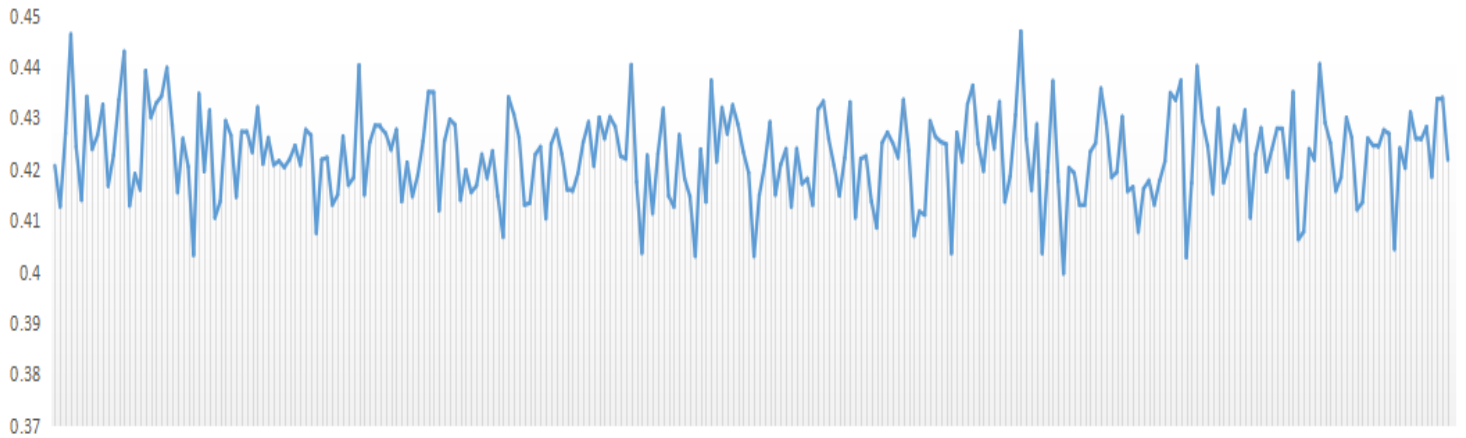


Όταν παρατηρήσαμε για 1η φορά τα δεδομένα μας, προβληματιστήκαμε αρκετά, αφού υπολογίζοντας, τη μετρούμενη μέση τιμή της επιτάχυνσης $a = 0.4227 \frac{m}{s^2}$, το μέσο ύψος του σταθμού κατά μέσο όρο ήταν 24.334 χιλιόμετρα ενώ η πραγματική απόσταση επιφάνειας Γης-ISS είναι 400km, δηλαδή ποσοστό σφάλματος 6300%. Καταλάβαμε ότι οι υποθέσεις μας ήταν λάθος. Αυτές όμως ήταν οι μετρήσεις, αυτή ήταν η πραγματικότητα για εμάς. Δεν μπορούσαμε να αλλάξουμε την πραγματικότητα, οπότε αλλάξαμε τις υποθέσεις που είχαμε κάνει. Καταλάβαμε ότι ο ISS δεν είναι δορυφόρος της Γης. Ουσιαστικά είναι δορυφόρος του Ήλιου.

Με τη νέα προσέγγιση η μόνη δύναμη που ασκείται στον ISS είναι η έλξη του Ήλιου, δηλαδή θεωρήσαμε ότι η Γη και οι υπόλοιποι πλανήτες ασκούν δυνάμεις στον ISS πολύ μικρότερου μέτρου σε σχέση με τη δύναμη που ασκεί ο Ήλιος στον ISS. Αυτό το κάνουμε καθώς ο ήλιος είναι το σώμα με την μεγαλύτερη βαρυτική μάζα στο ηλιακό μας σύστημα, και όλοι οι πλανήτες κινούνται γύρω του. Οπότε, θέσαμε σαν στόχο να υπολογίσουμε την θέση του ISS όχι με σύστημα αναφοράς την ακίνητη Γη, αλλά με σύστημα αναφοράς τον ακίνητο Ήλιο. Άρα θα έπρεπε να υπολογίσουμε την απόσταση ISS - Ήλιου, χρησιμοποιώντας πάλι την ίδια διαδικασία με μόνη διαφορά την αντικατάσταση της μάζας της Γης από τη μάζα του Ήλιου.



Συνισταμένη Επιτάχυνση I.S.S (m/s²)



$$F_k = m \cdot a_k \Rightarrow G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot a \Rightarrow G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot a \Rightarrow r = \sqrt{\frac{G \cdot M}{a}}$$

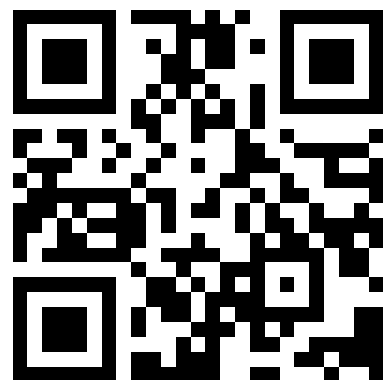
Λαμβάνοντας ως δεδομένα τη μάζα του ήλιου $M = 1.9891 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, τη σταθερά της παγκόσμιας έλξης

$G = 6.67384 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$ και τη μετρούμενη επιτάχυνση $a = 0.4227 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, υπολογίσαμε εκ νέου τη θέση του

ISS, δηλαδή την απόσταση ISS - ήλιου $r = 1,8 \cdot 10^7 \text{ km}$. Η πραγματική απόσταση ISS ήλιου είναι σίγουρα μεταβλητή καθώς ο ISS περιστρέφεται γύρω από τη Γη, ενώ η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Μια καλή προσέγγιση για τη μέση τιμή της είναι η αστρονομική μονάδα $1 \text{ A.U.} = 149597870 \text{ km} \approx 1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$. Το ποσοστό σφάλματος σε αυτή τη δεύτερη προσέγγισή μας είναι 88%, φυσικά πολύ καλύτερο από το αρχικό 6800%, αλλά με σημαντικά περιθώρια βελτίωσης.

4. Τι μάθαμε

Μάθαμε πως λύνεται ένα πρόβλημα. Είχαμε την ευκαιρία να ασχοληθούμε με ένα πραγματικό πρόβλημα και με αφορμή την τεχνολογία του Astro pi να χρησιμοποιήσουμε τις επιστήμες των Μαθηματικών της Πληροφορικής και της Φυσικής για να το λύσουμε. Μάθαμε να δουλεύουμε σαν τους επιστήμονες με την επιστημονική μέθοδο. Το αρχικό μας ερώτημα «ποια η θέση του ISS;» απαιτούσε μετρήσεις. Με τις γνώσεις που είχαμε κάναμε υποθέσεις και φτάσαμε σε συμπεράσματα. Όταν τα συμπεράσματά μας δεν συμφωνούσαν με την πραγματικότητα, αλλάξαμε τις υποθέσεις μας και οδηγηθήκαμε σε νέα συμπεράσματα. Μάθαμε να συνεργαζόμαστε μεταξύ μας. Μάθαμε ότι δεν πρέπει να απογοητευόμαστε εύκολα. Η τελική μας προσέγγιση ότι ο ISS είναι δορυφόρος του Ήλιου βελτίωσε τα ποσοστά σφάλματος αλλά όχι όσο θα περιμέναμε. Ίσως τελικά ο ISS να είναι δορυφόρος κάποιου μεγαλύτερου βαρυτικού κέντρου, ίσως του κέντρου του γαλαξία μας. Ίσως η προσέγγιση αυτή να μας δώσει στο μέλλον καλύτερα αποτελέσματα. Συζητήσαμε με τους



καθηγητές μας αλλά και με καθηγητές πανεπιστημίου.

Μάθαμε ότι το πρόβλημα γίνεται χαοτικό και ότι είναι αρκετά δύσκολο με τις δικές μας γνώσεις να το αντιμετωπίσουμε. Έχουμε όμως πειστώσει και θα συνεχίσουμε, ίσως στο πανεπιστήμιο, για να απαντήσουμε στο αρχικό μας ερώτημα. Αυτή η εργασία μας ήταν μόνο η αρχή.

5. Συμπέρασμα

Γενικά, παρά τις πολλές δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε, η συμμετοχή μας ήταν μια πολύ ευχάριστη εμπειρία. Μάθαμε πολλά πράγματα στη διάρκεια του διαγωνισμού, το σημαντικότερο όλων είναι ότι ανακαλύψαμε πως δουλεύει η επιστήμη.

Η αρχική μας υπόθεση περιείχε τις προσεγγίσεις ότι η μάζα του ήλιου και των υπόλοιπων πλανητών είναι αμελητέα, η γη παραμένει ακίνητη και ο ISS εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση γύρω της. Αυτή η υπόθεση μας οδήγησε σε αδιέξοδο. Η νέα μας υπόθεση περιείχε τις προσεγγίσεις ότι η μάζα της Γης και των υπόλοιπων πλανητών είναι αμελητέα, ο Ήλιος παραμένει ακίνητος και ο ISS εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση γύρω από τον Ήλιο. Αυτό βελτίωσε κάπως το σφάλμα μέτρησης, όχι όμως όσο θα επιθυμούσαμε.

Γνωρίζουμε ότι η κίνηση του ISS δεν είναι ομαλή κυκλική, και ότι θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψη περισσότερες παραμέτρους, δηλαδή εκτός από τον Ήλιο και τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, ίσως και άλλα ουράνια σώματα του γαλαξία μας και όχι μόνο του ηλιακού μας συστήματος.

Ψάχνοντας τη θέση του ISS καταλήξαμε στο να ψάχνουμε το κέντρο του συστήματος αναφοράς δηλαδή το κέντρο της πραγματικής του τροχιάς. Αρχικά υποθέσαμε τη Γη, έπειτα τον Ήλιο μα σίγουρα η αλήθεια κρύβεται κάπου αλλού.

