

Γραφική απεικόνιση του προσανατολισμού ενός smartphone

1. Λειτουργικές Προδιαγραφές

Το συγκεκριμένο project θα καθιστά εφικτή την απεικόνιση του προσανατολισμού ενός smartphone με λειτουργικό Android (εφόσον το κινητό διαθέτει αντίστοιχο αισθητήρα).

- Ο προσανατολισμός του κινητού ως προς τους άξονες X,Y (οριζόντιο και κατακόρυφο) θα αναγνωρίζεται από αισθητήρα που διαθέτει.
- Αυτός θα απεικονίζεται στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο μέσω ενός συμβολισμού (μια κουκίδα). Όμως, όταν ο προσανατολισμός αυτός φεύγει από τα όρια των $[-90,90]$ μοιρών στους άξονες X,Y τότε θα απεικονίζεται η μέγιστη τιμή των ± 90 μοιρών.
- Ο χρήστης θα απαιτείται να ορίσει μια αρχική θέση του κινητού ως αρχική θέση που θα αποτελεί την αρχή των αξόνων (τιμή 0,0) στον κύκλο. Με πάτημα ενός κουμπιού με όνομα TARGET θα γίνεται η εξίσωση των τιμών που δίνει ο αισθητήρας του κινητού (μόνο στον άξονα X) ως προς την αρχική τιμή που διάλεξε ο χρήστης. Έτσι, ο προσανατολισμός του κινητού θα υπολογίζεται συναρτήσει της αρχικής θέσης που δόθηκε από το χρήστη. Η λειτουργία αυτή θα ονομάζεται στόχευση.
- Επίσης, η οθόνη θα παρουσιάζει ένα τετράγωνο με τις μέγιστες τιμές που μπορεί να λάβει ο προσανατολισμός του κινητού και η κουκίδα ουσιαστικά δε θα μπορεί να βγει εκτός του τετραγώνου. Στο τετράγωνο θα υπάρχει και πλέγμα (grid) που θα απεικονίζει τις μοίρες του προσανατολισμού στους δύο άξονες.
- Στην οθόνη θα υπάρχουν βέλη και αριθμητικές ενδείξεις που να δείχνουν σε πραγματικό χρόνο τον προσανατολισμό της κουκίδας στην οθόνη σε μοίρες από τους άξονες X,Y (μετά τη στόχευση).
- Πριν γίνει η αρχικοποίηση της θέσης του κινητού (δηλαδή πριν τη λειτουργία της στόχευσης) θα δίνεται η δυνατότητα ο χρήστης να ξεκινήσει καταγραφή των κινήσεων που σημειώνει. Ο χρήστης θα πατάει ένα κουμπί TRACK και η διαδικασία θα καταγράφεται σε αρχείο. Τα αρχεία θα αποθηκεύονται τοπικά με όνομα την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα.
- Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα με ένα κουμπί LOAD να φορτώσει ένα αρχείο καταγραφής του προσανατολισμού του κινητού που έχει καταγραφεί στο παρελθόν και να παρακολουθήσει τις κινήσεις που έχουν γίνει. Για να ξεκινήσει η διαδικασία αυτή δε θα πρέπει ο χρήστης να έχει πατήσει το κουμπί TARGET. Σε περίπτωση φόρτωσης λάθους αρχείου θα πρέπει να υπάρχει μήνυμα σφάλματος.
- Στην οθόνη του χρήστη θα υπάρχει και ένα σύνολο οδηγιών για τη διαδικασία συντονισμού του κινητού με το πρόγραμμα καθώς και γενικές οδηγίες χρήσης. Οι οδηγίες θα εμφανίζονται μόνο όταν ο χρήστης περάσει το ποντίκι του υπολογιστή πάνω από το κείμενο «INSTRUCTIONS» που θα υπάρχει στην οθόνη.
- Τέλος, θα υπάρχει και ένα κουμπί STOP που θα σταματάει το πρόγραμμα καθώς και την καταγραφή αν αυτή έχει ενεργοποιηθεί.
- Οι διαδικασίες TARGET, TRACK, LOAD θα γίνονται μη-εκτελέσιμες από το σύστημα όταν δε θα είναι χρήσιμες στο χρήστη. Για παράδειγμα, όταν γίνει μια φορά το TARGET θα

γίνεται μη διαθέσιμο ή όταν ενεργοποιηθεί το LOAD τότε ο χρήστης δε θα μπορεί να πατήσει τα κουμπιά TARGET και TRACK κτλ.

2. Τεχνικές Προδιαγραφές

- Το κινητό που θα χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του προγράμματος θα πρέπει να διαθέτει αισθητήρα προσανατολισμού (orientation sensor) και λειτουργικό Android (έκδοση λογισμικού μεγαλύτερη ίση από 4.4) για να υποστηρίξει την εφαρμογή που θα χρησιμοποιηθεί.
- Οι πληροφορίες από τον αισθητήρα του κινητού θα μεταφέρονται με τη μορφή πακέτων UDP μέσω ασύρματης wi-fi σύνδεσης του κινητού με τον υπολογιστή που θα τρέχει το πρόγραμμα στο LabView.
- Τα πακέτα θα αναλύονται από το πρόγραμμα και θα εξάγονται οι τιμές του προσανατολισμού στους άξονες X,Y ώστε να ανανεωθεί η θέση της «κουκίδας» στην οθόνη. Οι τιμές που μεταφέρονται θα έχουν τιμές σε μοίρες και σε κάθε άξονα θα είναι μεταξύ των [-90,90] μοιρών.
- Επίσης, από τις τιμές αυτές θα ανανεώνεται και σε πραγματικό χρόνο οι τιμές των ενδείξεων των μοιρών της κουκίδας και της θέσης των βελών. Οι μοίρες του προσανατολισμού του κινητού θα δίνονται από το κινητό οπότε θεωρούνται ακριβείς.
- Κατά τη συνεχή διαδικασία ανανέωσης της θέσης της κουκίδας θα υπάρχει ένα φίλτρο που θα απορρίπτει τις τιμές που είναι άκυρες. Αυτό συμβαίνει σε πακέτα UDP που δεν περιλαμβάνουν όλες τις πληροφορίες για τον προσανατολισμό του κινητού.
- Η διαδικασία της στόχευσης θα γίνεται μέσω της αναγνώρισης του προσανατολισμού που έχει εκείνη τη στιγμή το κινητό και την πρόσθεση/αφαίρεση τιμών ώστε να μεταφερθεί η θέση της κουκίδας στην αρχή των αξόνων. Θα υπάρχει δυνατότητα για να γίνει στόχευση μόνο στην αρχή έναρξης του προγράμματος και μετά θα ξεκινάει η δυναμική απεικόνιση του προσανατολισμού του κινητού.
- Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται σε μορφή «.txt» αν πατηθεί το κουμπί TRACK και θα σώζονται στο φάκελο «Saved Files» του project.
- Ομοίως, για να φορτωθεί ένα αρχείο με το κουμπί LOAD θα πρέπει να είναι σε μορφή «.txt». Σε περίπτωση μη-φόρτωσης κάποιου αρχείου ή φόρτωσης λάθους αρχείου θα εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος στον χρήστη και το πρόγραμμα θα τερματίζεται.
- Το κείμενο των οδηγιών θα εμφανίζεται όταν το ποντίκι τοποθετηθεί πάνω από το κείμενο «INSTRUCTIONS». Όταν το ποντίκι δε βρίσκεται εντός του πλαισίου του ανωτέρω κουμπιού το κείμενο θα εξαφανίζεται σταδιακά.
- Με το κουμπί STOP θα διακόπτεται η εγγραφή των κινήσεων αν έχει ενεργοποιηθεί η διαδικασία TRACK και θα αποθηκεύεται το αρχείο στο δίσκο.
- Σε όλη την εκτέλεση του προγράμματος θα υπάρχει περιγραφή στο πάνω μέρος της οθόνης της λειτουργίας που εκτελείται.

3. Σχεδίαση

Για την επίτευξη των παραπάνω τεχνικών προδιαγραφών σχεδίασα το πρόγραμμα μου χωρίζοντας το στις επιμέρους λειτουργίες του. Για κάθε κουμπί έχω και μια ξεχωριστή λειτουργία που πρέπει να εκτελεστεί (με εξαίρεση το κουμπί «STOP»).

- Για τη στόχευση που πρέπει να επιτελέσει ο χρήστης για να ξεκινήσει την απεικόνιση του προσανατολισμού του κινητού θα δέχομαι συνεχώς πακέτα. Όταν ο χρήστης πατήσει το

κουμπί TARGET τότε θα κρατήσω την τελευταία τιμή στον άξονα X και θα προσαρμόζω όλες τις επόμενες τιμές ώστε η τιμή αυτή να αντιπροσωπεύει τη μέση του άξονα X. Η απεικόνιση ξεκινάει αφού πατηθεί το κουμπί TARGET.

- Για την καταγραφή των τιμών θα πρέπει η χρήστης να ενεργοποιήσει τη λειτουργία TRACK πριν κάνει τη στόχευση. Εάν ενεργοποιηθεί τότε το σύστημα πρέπει να δημιουργήσει ένα αρχείο με την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα (με ακρίβεια δευτερολέπτου ώστε να είναι μοναδικό) και να το ανοίξει ώστε να καταγράφονται ταυτόχρονα με την απεικόνιση και οι τιμές της απεικόνισης. Σε περίπτωση που το κινητό σταματήσει να στέλνει τιμές (για οποιοδήποτε λόγο όπως το να σβήσει η οθόνη) τότε θα καταγράφεται η τιμή (0,0) στο αρχείο καταγραφής. Η καταγραφή τελειώνει με το πάτημα του κουμπιού STOP.

- Για τη φόρτωση ενός αρχείου θα υπάρχει κουμπί που θα κάνει αναζήτηση αρχείων με αρχικό φάκελο τον φάκελο «Saved Files» του project. Επίσης, η διαδρομή του επιλεγμένου αρχείου θα αναγράφεται στην αρχική οθόνη. Θα υπάρχει επίσης μήνυμα σφάλματος αν φορτωθεί λάθος ή κενό αρχείο από τον χρήστη και το πρόγραμμα θα τερματίζεται σε τέτοια περίπτωση. Σε περίπτωση επιτυχής φόρτωσης, το πρόγραμμα θα διαβάσει γραμμή-γραμμή το αρχείο και απεικονίζει τον προσανατολισμό όπως είχε καταγραφεί στο αρχείο. Στην απεικόνιση των κινήσεων του κινητού θα εισάγουμε κάποιου είδους καθυστέρηση για την ομαλή αναπαραγωγή των τιμών.

- Για την απεικόνιση των οδηγιών ο χρήστης θα πρέπει να τοποθετήσει το ποντίκι του πάνω από το αντίστοιχο κουμπί για να ενεργοποιηθούν. Θα υπάρχει ένα animation που θα εμφανίζει σταδιακά τις οδηγίες και ομοίως όταν το ποντίκι φύγει από την περιοχή του κουμπιού των οδηγιών και αυτές θα εξαφανίζονται σταδιακά.

- Το πρόγραμμα θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί καταναλώνοντας όσο πιο λίγους υπολογιστικούς πόρους γίνεται για να γίνεται γρήγορα η ανάγνωση των πακέτων και η απεικόνιση τους. Για το λόγο αυτόν θα πρέπει να ρυθμιστεί το πρόγραμμα ώστε να μην έχει περιττές λειτουργίες (όπως για παράδειγμα η δυνατότητα εκσφαλμάτωσης κατά την εκτέλεση του). Επίσης, για να μη μπορεί ο χρήστης να πλοηγηθεί εκτός της κύριας οθόνης του προγράμματος, θα πρέπει το πρόγραμμα να τρέχει σε συγκεκριμένο παράθυρο (με διαστάσεις που να ανταποκρίνονται και σε μικρότερες οθόνες υπολογιστή)

- Τέλος, επειδή κάποιες λειτουργίες πρέπει να εκτελούνται μετά από κάποιες άλλες, το πρόγραμμα σχεδιάστηκε με τη μορφή ενός μεγάλου sequence diagram όπου σε κάθε φάση (σύνολο είναι τέσσερις) εκτελούνται και άλλες λειτουργίες. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε εύκολα να υλοποιήσουμε τις λειτουργίες που θέλουμε χωρίς να έχουμε racing conditions (που είναι και ο κύριος λόγος που χρησιμοποίησα sequence diagram).

4. Μεθοδολογία και μέσα υλοποίησης

Μέσα υλοποίησης:

Για την υλοποίηση του προγράμματος απαιτείται ένα κινητό Android με έκδοση λειτουργικού μεγαλύτερη ή ίση της 4.4. Επίσης, χρειάζεται η χρήση της εφαρμογής «IMU+GPS-Stream» που διατίθεται δωρεάν στο Play Store των Android κινητών τηλεφώνων. Η εφαρμογή αυτή στέλνει δεδομένα από τρεις κύριους αισθητήρες και έχει τη δυνατότητα να στείλει και από παραπάνω. Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τα δεδομένα από τον αισθητήρα προσανατολισμού (orientation sensor) οπότε πρέπει να ενεργοποιηθεί η αποστολή των δεδομένων από τον αισθητήρα αυτόν. Τα δεδομένα στέλνονται με τη μορφή πακέτων UDP όταν το κινητό είναι συνδεδεμένο στο

ίντερνερντ ή σε wi-fi. Άλλα μέσα υλοποίησης δεν απαιτούνται (πέραν του LabView) για την επιτυχή ολοκλήρωση του προγράμματος.

Μεθοδολογία:

Για την παραλαβή των πακέτων από το κινητό χρειάστηκε το άνοιγμα μιας θύρας δικτύου (χρησιμοποιήθηκε η 5555) που θα ακούει το πρόγραμμα και ένα while loop όπου θα γίνεται το διάβασμα των εισερχόμενων πακέτων στην θύρα αυτήν. Η ανάγνωση των πακέτων γίνεται αφού μετατρέψουμε τα δεδομένα που δεχόμαστε από τη μορφή string σε array και εξάγοντας τις τιμές σε συγκεκριμένα πεδία του πίνακα. Υπόψιν ότι η συγκεκριμένη υλοποίηση αντιστοιχεί στον τρόπο που στέλνει η συγκεκριμένη εφαρμογή τα δεδομένα. Σε άλλες εφαρμογές που δοκιμάστηκαν έπρεπε να διαβάσουμε τα δεδομένα με άλλους τρόπους. Για να τερματιστεί το while loop πρέπει ο χρήστης να πατήσει κάποιο κουμπί που ξεκινά μια λειτουργία του προγράμματος (TARGET, LOAD ή STOP). Ανάλογα με το κουμπί που πατήθηκε μεταφέρονται οι αντίστοιχες τιμές στο υπόλοιπο πρόγραμμα. (Βλέπε figure 1)

Για τη λειτουργία στόχευσης μεταφέρεται η τιμή του άξονα X που πάρθηκε από το τελευταίο πακέτο και χρησιμοποιείται ως αρχή του άξονα X για τις επόμενες μετρήσεις. Για την απεικόνιση του προσανατολισμού χρησιμοποιούμε τιμές στο διάστημα [-90,90]. Το πρόγραμμα λαμβάνει συνεχώς UDP πακέτα σε ένα while loop και ανανεώνει τη θέση της κουκίδας με βάση αυτές τις τιμές (14^η και 15^η τιμή του πακέτου αν το χωρίσεις με βάση τα κόμματα) και την αρχική στόχευση. Η θέση της κουκίδας ανανεώνεται με χρήση του property node της κουκίδας ως προς τη θέση της στην οθόνη. Σημειώνεται ότι για τη σχεδίαση του προγράμματος η κουκίδα τοποθετήθηκε στη θέση (0,0) του front panel του προγράμματος. Επίσης, για λόγους καλύτερης απεικόνισης, οι τιμές που παίρνουμε και στους δύο άξονες διπλασιάζονται (οι τιμές που εμφανίζονται όμως στις ενδείξεις είναι οι σωστές). Με τον τρόπο αυτόν η περιοχή που παίρνει τιμές ο προσανατολισμός του κινητού του χρήστη είναι πολύ μεγαλύτερη (Βλέπε figure 5)

Το φίλτρο που χρησιμοποίησα λαμβάνει υπόψιν τις τιμές του κάθε πακέτου μόνο όταν το πλήθος των τιμών αυτών είναι 17. Αυτός ο αριθμός προκύπτει από το γεγονός ότι στέλνεται ένα sequence number του κάθε πακέτου μαζί με μια αριθμητική τιμή για έναν αισθητήρα μαζί με τις τιμές του αισθητήρα (3 τιμές ανά αισθητήρα). Επειδή η εφαρμογή δεν μας δίνει τη δυνατότητα να απενεργοποιήσουμε τους 3 βασικούς αισθητήρες, λαμβάνουμε ουσιαστικά και 17 τιμές σε κάθε πακέτο (1+4+4+4+4). Παρατηρήθηκε μετά από δοκιμές ότι πολλά πακέτα στέλνουν λιγότερες τιμές και όταν εμείς διαβάζαμε στο πρόγραμμα την 14^η και 15^η τιμή αυτές ήταν κενές. Άρα αποφασίσαμε να βάλουμε ένα φίλτρο που θα κρατάει την τελευταία έγκυρη τιμή που δέχτηκε το πρόγραμμα και όταν το πλήθος των τιμών του πακέτου θα είναι διαφορετικό από 17 τότε θα χρησιμοποιούμε την προηγούμενη τιμή για απεικόνιση του προσανατολισμού του κινητού.

Για τη λειτουργία της φόρτωσης ανοίγεται το επιλεγμένο αρχείο, φορτώνεται στη μνήμη και διαβάζεται γραμμή προς γραμμή μέχρι το τέλος του αρχείου. Η αναπαράσταση των τιμών γίνεται με 50ms καθυστέρηση σε ένα for loop για να είναι ρεαλιστική και παρόμοια της απεικόνισης όταν κάνουμε στόχευση. (Βλέπε figures 2,4)

Όταν έχει ενεργοποιηθεί η λειτουργία της καταγραφής, τότε δημιουργείται αρχείο τύπου .txt με όνομα την τρέχουσα ημερομηνία και την τρέχουσα ώρα (με τη μορφή ΜέραΜήναςΧρόνος_ΩραΛεπτόΔευτερόλεπτο). Το αρχείο αυτό ανοίγεται και κάθε νέα μέτρηση

εισάγεται με τη μορφή string σε νέα γραμμή με πρώτη την τιμή στον άξονα X και δίπλα (απόσταση ένα tab) η τιμή του Y. (Βλέπε figure 3)

Για την απεικόνιση των οδηγιών χρησιμοποιούμε τη σχετική θέση του κειμένου των οδηγιών (που βρίσκεται αριστερά της οθόνης ώστε να μην το βλέπει ο χρήστης) και της ένδειξης της θέσης του αρχείου που θέλουμε να φορτώσουμε (στη λειτουργία LOAD). Με τον τρόπο αυτό, όταν το ποντίκι τοποθετείται πάνω από το κουμπί των οδηγιών τότε η θέση (στον άξονα X) του κειμένου των οδηγιών γίνεται σταδιακά η ίδια με αυτή του path. Αυτό παρουσιάζεται στο χρήστη με τη δυναμική απεικόνιση των οδηγιών από τα αριστερά. Αυτό μας δίνει επίσης τη δυνατότητα να μην επιτρέπεται στο χρήστη να ενεργοποιήσει κάποια άλλη λειτουργία όταν οι οδηγίες είναι εμφανείς (καθώς το κείμενο πέφτει «πάνω» από τα υπόλοιπα κουμπιά). (Βλέπε figure 1)

Πάνω από το τετράγωνο που υπάρχει στο front panel για την απεικόνιση του προσανατολισμού του κινητού έχουμε μια μπάρα με ένδειξη κειμένου. Η ένδειξη αυτή αλλάζει ανάλογα την κάθε λειτουργία που επιτελεί ο χρήστης.

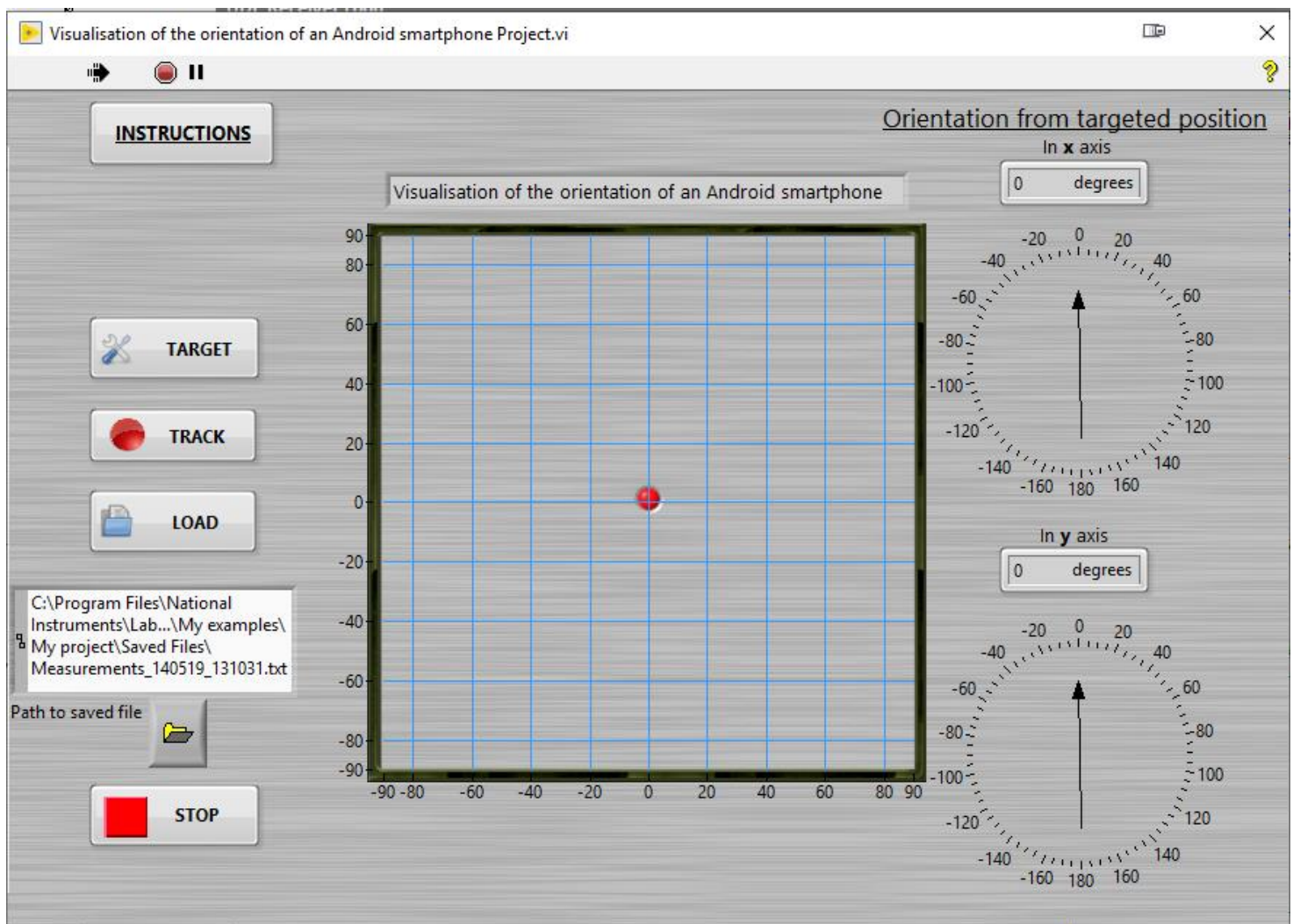
Όταν ενεργοποιείται κάποια λειτουργία του προγράμματος τότε απενεργοποιούνται τα κουμπιά (“disabled & greyed out”) που ενεργοποιούν κάποια άλλη λειτουργία καθώς είναι άχρηστα για το χρήστη. Στο τέλος του προγράμματος οι αρχικές τιμές του προγράμματος επαναφέρονται στην αρχική τους κατάσταση. (Βλέπε figure 7)

Δημιουργήθηκε και ένα εικονίδιο για το πρόγραμμα σε περίπτωση μελλοντικής χρήσης του από άλλο πρόγραμμα.

Το πρόγραμμα θα τρέχει σε μορφή παραθύρου και όχι σε πλήρη οθόνη ώστε να προσομοιώνει καλύτερα πραγματικό πρόγραμμα και να κρύβονται ταυτόχρονα και οι «κενοί χώροι». Επίσης απενεργοποιήθηκαν και οι μπάρες scrolling του front panel για να μην μπορεί ο χρήστης να φύγει εκτός της οθόνης. Τέλος, για λόγους εξοικονόμησης υπολογιστικών πόρων, η λειτουργία debugging έχει απενεργοποιηθεί καθώς και το πρόγραμμα έχει ρυθμιστεί να τρέχει σε πρώτη προτεραιότητα.

5. Front panel & διάγραμμα εφαρμογής

Το Front Panel της εφαρμογής μου είναι το παρακάτω: (σε αυτό δε συμπεριλαμβάνεται το κείμενο των οδηγιών που εμφανίζεται δυναμικά)



Το Block Diagram χωρίστηκε σε επιμέρους κομμάτια γιατί είναι πολύ μεγάλο για να χωρέσει σε ένα στιγμιότυπο. Σε κάθε μέρος του block diagram υπάρχουν σχετικά σχόλια και ετικέτες για να γίνεται εύκολα κατανοητό από τον αναγνώστη.

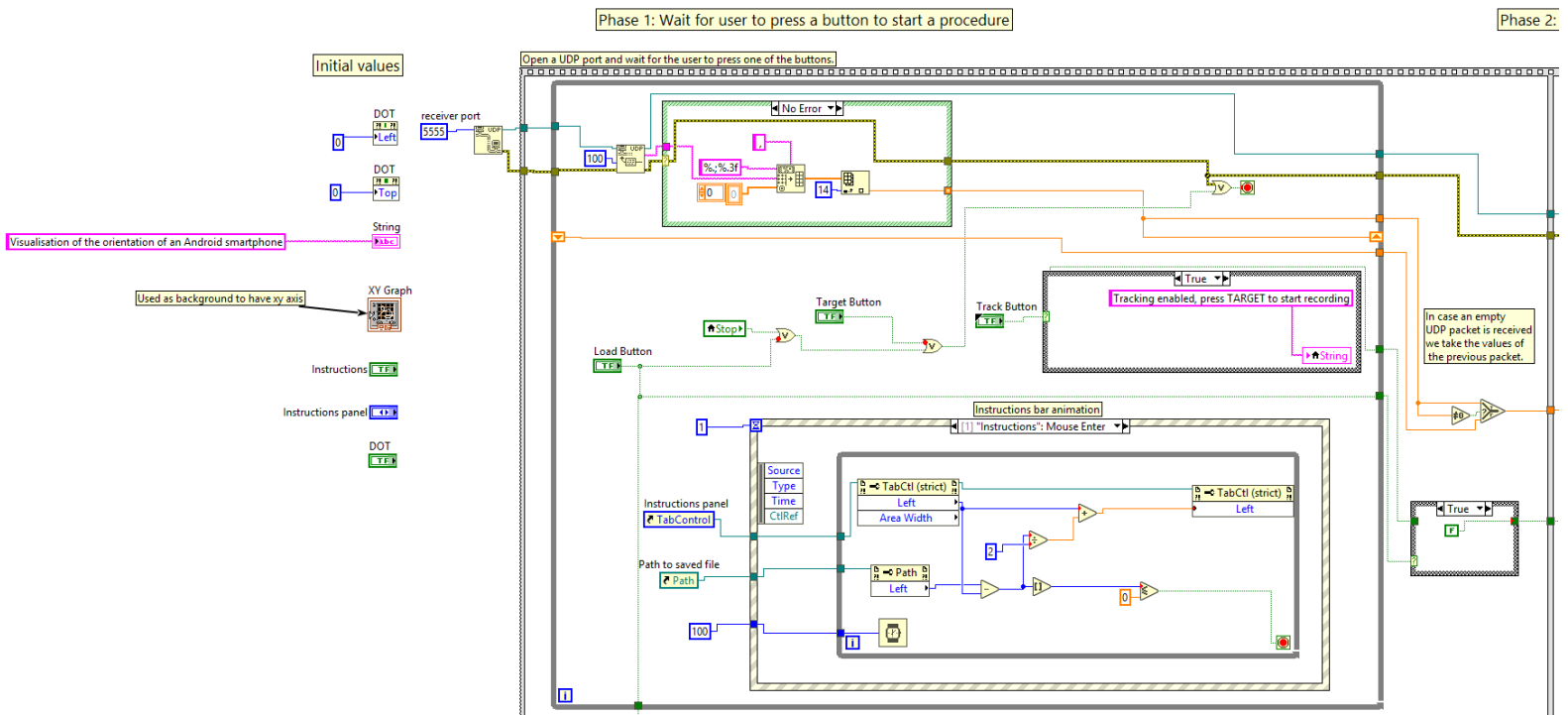


Figure 1

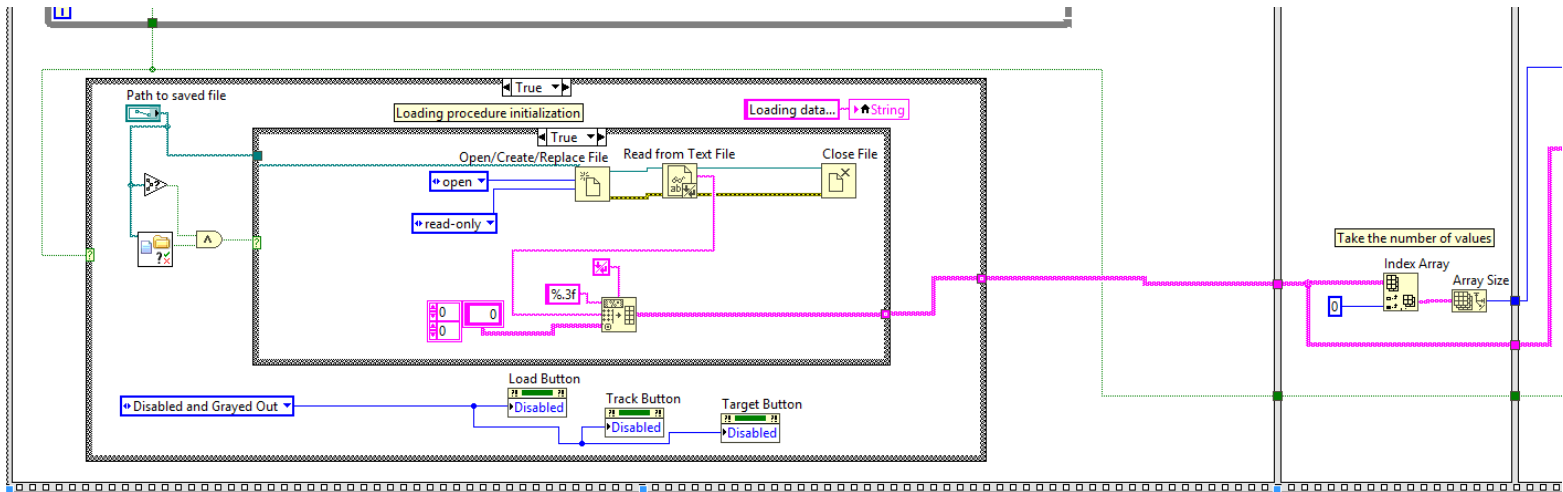


Figure 2

Phase 2: Wait for values to arrive

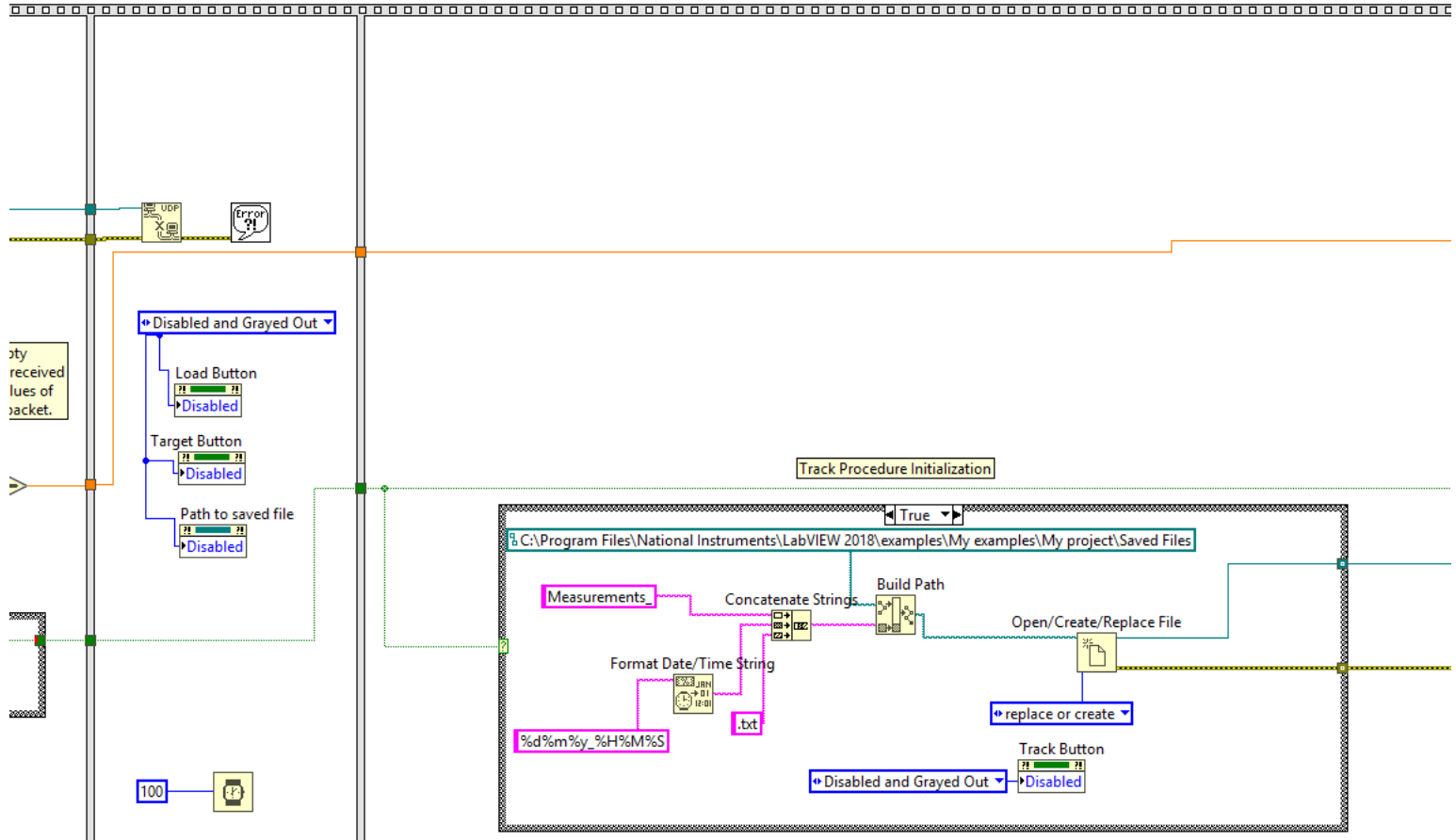


Figure 3

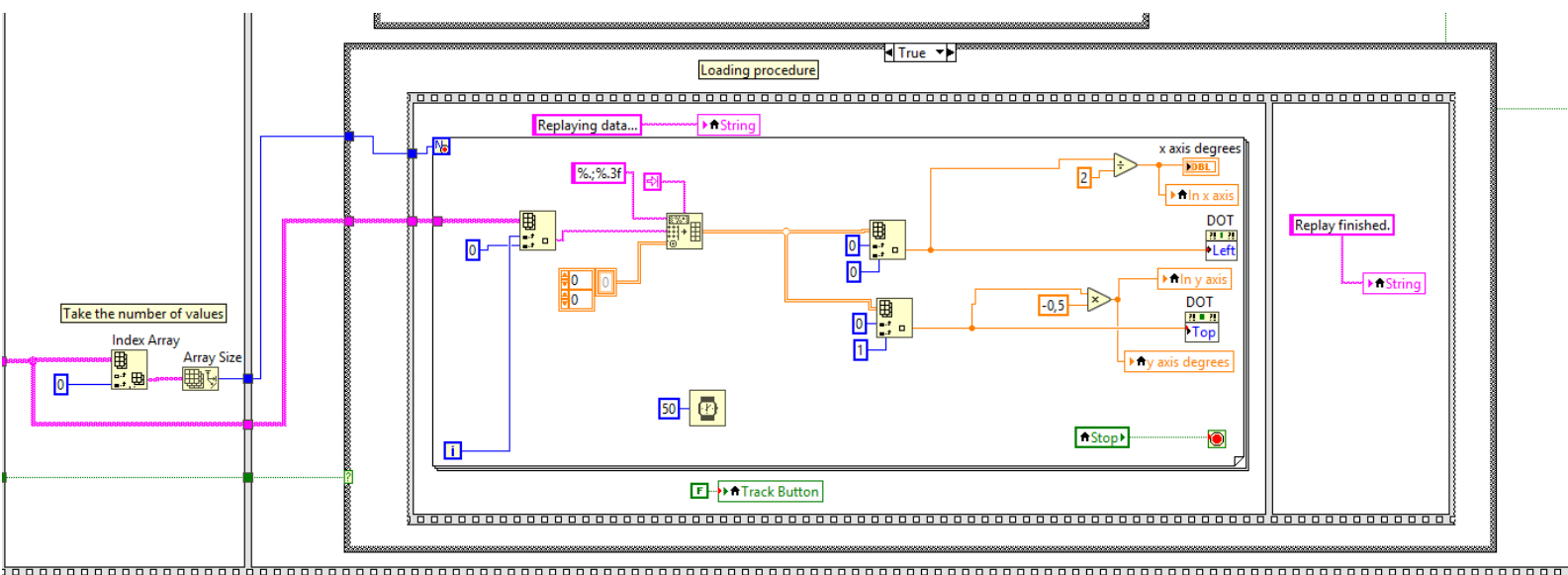


Figure 4

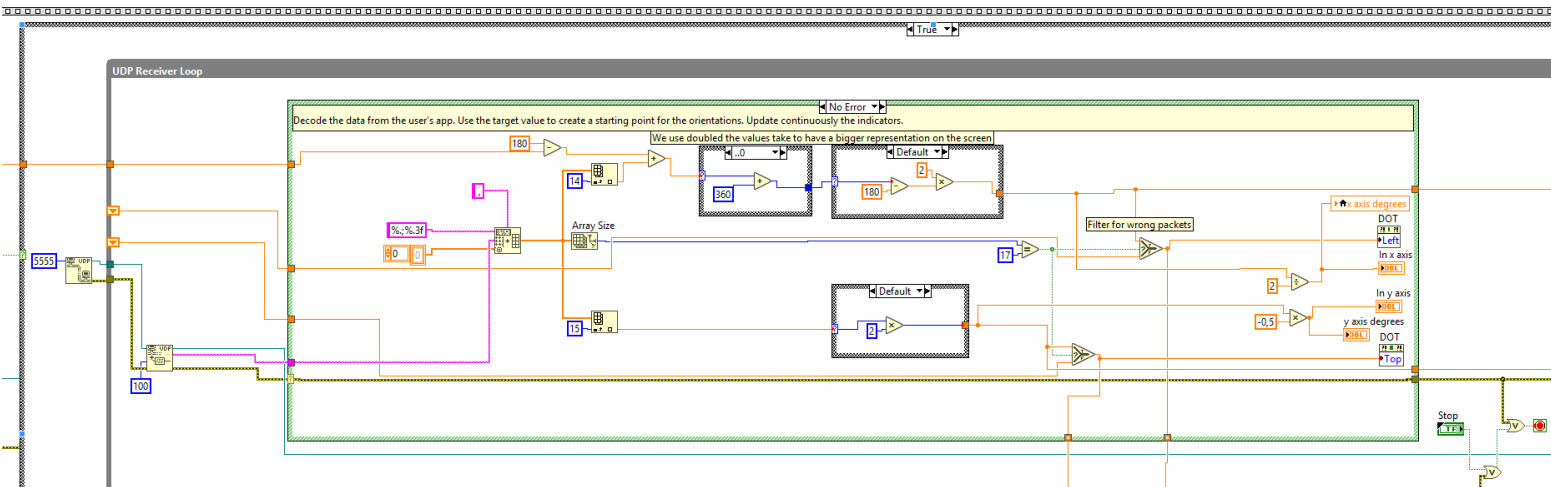


Figure 5

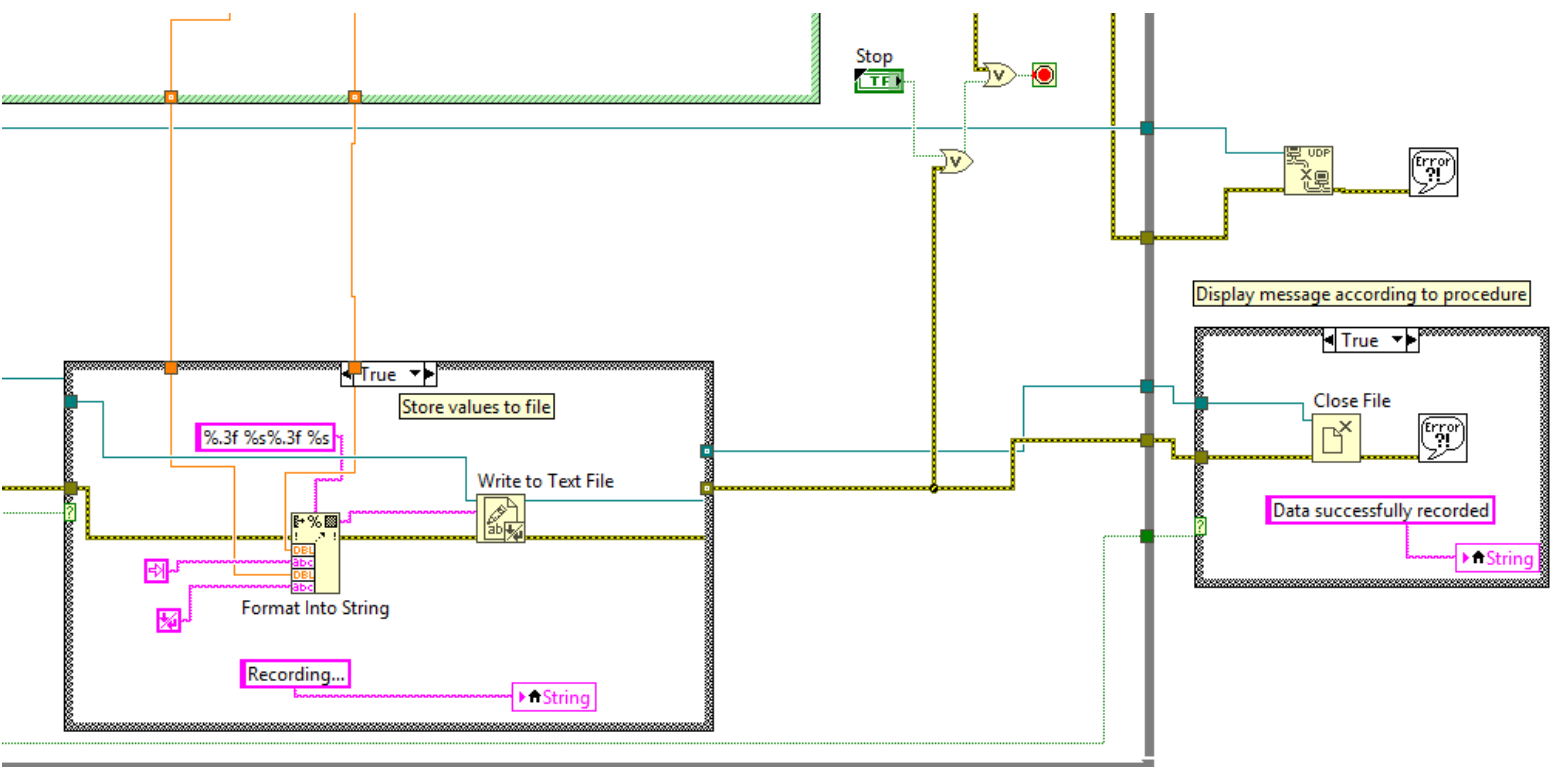


Figure 6

Phase 4: Restore the variables to their initial values

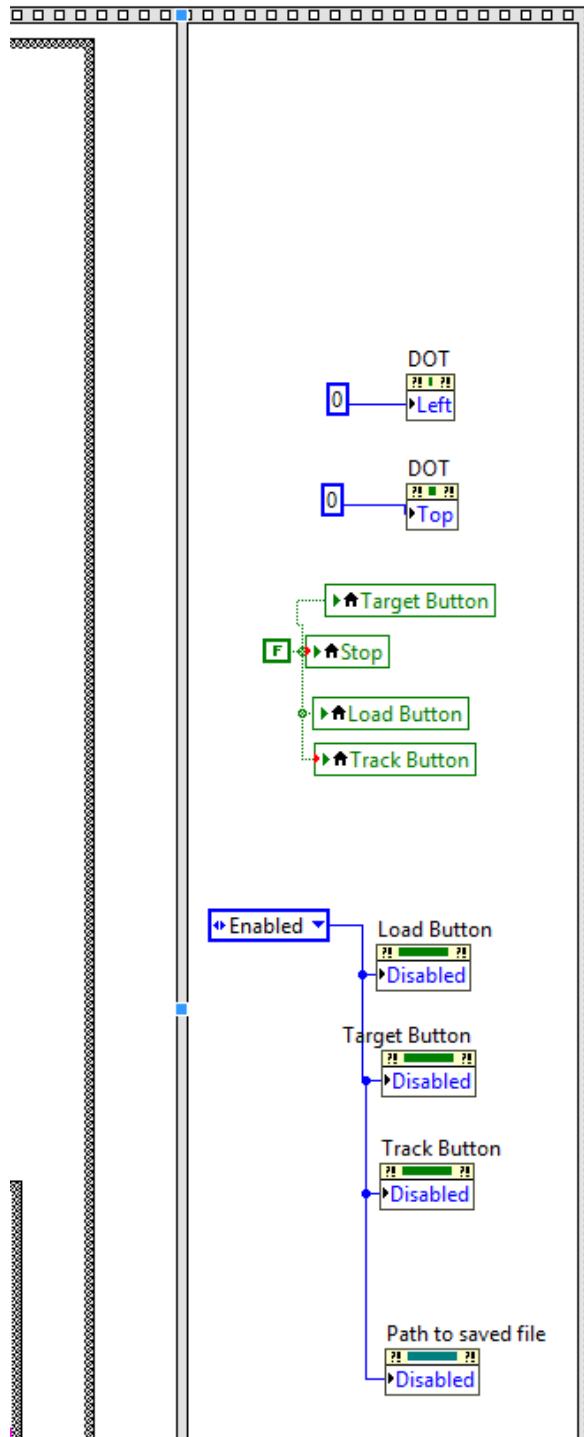


Figure 7

6. Έλεγχος (με μετρήσεις) απόδοσης της εφαρμογής, σύγκριση αποτελεσμάτων ελέγχου με τις λειτουργικές και τεχνικές προδιαγραφές.

Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε επιτυχώς και όλες οι λειτουργικές και τεχνικές προδιαγραφές επιτεύχθηκαν όπως είχαν προδιαγραφεί.

Προβλήματα: Το πρόγραμμα παρουσιάζει δύο προβλήματα.

Πρώτον, σε δίκτυα με μεγάλο συνωστισμό τα πακέτα καθυστερούν να φτάσουν και η συμπεριφορά της κουκίδας δείχνει καθυστέρηση σε σχέση με αυτή του κινητού. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος έχει δοκιμαστεί (αλλά δεν ισχύει πάντα) να στέλνω τα πακέτα με μικρότερο ρυθμό (από μια επιλογή που έχει η εφαρμογή).

Δεύτερον, όταν γίνεται η απεικόνιση του προσανατολισμού του κινητού, παρατηρείται ότι τα βέλη και οι αριθμητικές ενδείξεις τρεμοπαίζουν στις οριακές τιμές τους (κοντά στις 90 μοίρες) κάτι που δε συμβαίνει κατά τη λειτουργία απεικόνισης από αποθηκευμένο αρχείο. Αυτό το φαινόμενο πιστεύω ότι οφείλεται σε λάθος πακέτα UDP που λαμβάνονται από την εφαρμογή αλλά δεν απορρίπτονται από το φίλτρο που έχω βάλει. Βέβαια, έχω παρατηρήσει ότι ορισμένες φορές ο υπολογιστής επεξεργάζεται πιο γρήγορα τα δεδομένα από αυτά που στέλνει το κινητό (το while loop τρέχει αρκετά γρήγορα) και χρειάζεται να αυξήσω το ρυθμό που στέλνω τα δεδομένα για να έχω καλύτερη απεικόνιση και οι ενδείξεις να μην τρεμοπαίζουν.

Έλεγχος απόδοσης της εφαρμογής: Το μοναδικό δεδομένο που θα μπορούσαμε να μετρήσουμε ως προς την ορθότητα του είναι ο προσανατολισμός που παράγεται από το κινητό τηλέφωνο. Παρόλο που θεωρείται ακριβείας αυτός ο αισθητήρας έγιναν μετρήσεις με μοιρογνωμόνιο σε διάφορες θέσεις του κινητού για να διαπιστωθεί η ακρίβεια του. Σημειώνεται ότι στις μετρήσεις αυτές το κινητό πρέπει να σταθεροποιηθεί καλά για μερικά δευτερόλεπτα για να δώσει ο αισθητήρας σωστή τιμή. Οι μετρήσεις που έγιναν έδειξαν ότι ο αισθητήρας δίνει τιμές +/- 3 μοίρες από αυτές του μοιρογνωμονίου (ακόμα και σε σταθερή θέση οι τιμές του κινητού μεταβάλλονται συνεχώς αλλά ελάχιστα).