

## 1. Μετασχηματισμός Προοπτικής

Στην πρώτη συνάρτηση `perspect_transform()`, μετατρέπουμε την όψη της εικόνας που φαίνεται από την κάμερα του rover σε κάτοψη, δηλαδή όπως φαίνεται από πάνω. Στην εικόνα `grid_img`, κάθε τετράγωνο στο πλέγμα έχει μέγεθος 10x10 pixel. Δημιουργούμε μια μεταβλητή `dst_size` όπου την ορίζουμε ως την απόσταση από την γωνία ως το κέντρο του τετραγώνου ( $=10/2=5$  μονάδες) και μια μεταβλητή `bottom_offset` που ορίζεται ως την απόσταση της κάμερας από το τετράγωνο της εικόνας ( $=6$  μονάδες).

Η επιλογή των σημείων προέλευσης έγινε μέσω του διαδραστικού παραθύρου `matplotlib`.

Επιλέγουμε να φτιάξουμε το τετράγωνο προορισμού στο κέντρο της εικόνας, δηλαδή το μέσο της κάτω πλευράς του τετραγώνου θα είναι στο κέντρο της εικόνας και 6 μονάδες (`bottom_offset`) πάνω.

Το `image.shape[0]` ισούται με 160 μονάδες, δηλαδή με το μήκος του άξονα y και το `image.shape[1]` ισούται με 320 μονάδες, δηλαδή με το μήκος του άξονα x. Ο άξονας y είναι αντίστροφος, συνεπώς το έδαφος έχει  $y=160$ .

Έτσι για παράδειγμα, η κάτω αριστερά γωνία έχει συντεταγμένες προέλευσης (14,140) και συντεταγμένες προορισμού

$x = \text{image.shape}[1]/2$  ( $=160$ ) – `dst_size` = 155 ,  $y = \text{image.shape}[0]$  ( $=160$ ) – `bottom_offset` = 154.

Τέλος, δημιουργούμε την μεταβλητή `warped` όπου ορίζεται ως η κάτοψη της εικόνας `grid_img` και την `rock_warped` που είναι η κάτοψη της εικόνας `rock_img`.

## 2. Κατώφλι Χρώματος

Στο επόμενο βήμα, χρησιμοποιούμε 3 συναρτήσεις για να εντοπίσουμε το πλοηγίσιμο έδαφος, τα εμπόδια και τις πέτρες. Στο διαδραστικό παράθυρο `matplotlib` μπορούμε να δούμε ότι το κατώφλι για το έδαφος και τα εμπόδια στα κανάλια RGB είναι (160,160,160)

Έτσι, στην συνάρτηση `ground_thresh` όταν κάποιο pixel έχει τιμή μεγαλύτερη από 160 σε κάθε κανάλι RGB, τότε γίνεται λευκό, ενώ στην συνάρτηση `obstacle_thresh` όταν κάποιο pixel έχει τιμή μικρότερη από 160 σε κάθε κανάλι RGB, τότε γίνεται λευκό.

Στην συνάρτηση `rock_thresh`, μετατρέπουμε την εικόνα `rock_img` όπου φαίνεται η πετρά από RGB σε HSV καθώς έτσι είναι πιο εύκολο να εντοπιστεί το κατώφλι για την πέτρα. Συνεπώς όταν κάποιο pixel είναι ανάμεσα στις τιμές 0-179 στο κανάλι H(Hue), 200-255 στο κανάλι S(Saturation) και 100-255 στο V(Value), γίνεται λευκό.

Τέλος, εκτελούνται οι συναρτήσεις `ground_thresh` και `obstacle_thresh` που παίρνουν σαν όρισμα την εικόνα `warped` (την κάτοψη της `grid_img`) και οι κατωφλιοποιημένες εικόνες αποδίδονται στις μεταβλητές `ground_select` και

obstacle select. Ομοίως εκτελείται και η rock\_thresh που παίρνει σαν όρισμα την warped\_rock και αποδίδεται στην μεταβλητή rock\_select.

### 3. Μετασχηματισμός Συντεταγμένων

Στο συγκεκριμένο βήμα, πρέπει να μετατρέψουμε τις συντεταγμένες που έχουμε στις εικόνες κάτοψης, σε ρομποκεντρικές συντεταγμένες. Αυτό πραγματοποιείται με την συνάρτηση rover\_coords όπου δημιουργείται ένα πλαίσιο συντεταγμένων που το rover βρίσκεται στο  $(x, y) = (0, 0)$ .

Έπειτα μετατρέπουμε τις ρομποκεντρικές συντεταγμένες, από καρτεσιανές σε πολικές και εφαρμόζουμε μια περιστροφή ακολουθούμενη από μια μετατόπιση. Δηλαδή, περιστρέφουμε τις ρομποκεντρικές συντεταγμένες έτσι ώστε οι άξονες x και y να είναι παράλληλοι με τους άξονες στον χώρο και μετατοπίζουμε τις περιστρεφόμενες θέσεις με τις τιμές θέσης x και y που δίνονται από την τοποθεσία του rover (διάνυσμα θέσης) στον κόσμο.

Στην συνάρτηση pix\_to\_world, εκτελείται η περιστροφή και η μετατόπιση και τέλος η κλιμάκωση της τάξης του 10, αφού όπως αναφέρεται κάθε pixel στον χάρτη του περιβάλλοντος θέλουμε να είναι 1 τετραγωνικό μέτρο, ενώ μέχρι τώρα κάθε pixel απεικόνιζε 0.1 x 0.1 m.

### 4. Συνάρτηση process\_image

Στο βήμα αυτό καλούμε τις συναρτήσεις που ορίσαμε προηγουμένως για να δημιουργήσουμε ένα βίντεο. Αφού έχουμε υπολογίσει τις συντεταγμένες περιβάλλοντος όπως περιγράψαμε στα προηγούμενα βήματα, πραγματοποιούμε ενημέρωση του χάρτη του κόσμου όπου στο πρώτο κανάλι (red) θα φαίνονται τα εμπόδια με κόκκινο, στο δεύτερο (green) θα φαίνονται οι πέτρες με πράσινο και τέλος στο τρίτο κανάλι (blue) θα φαίνεται το πλοηγόσιμο έδαφος με μπλε.