Multi-hops Σημειώσεις

Το παράδειγμα του MATLAB χρησιμοποιεί δύο δορυφόρους και δύο σταθμούς βάσης, όπου παρέχεται κάλυψη μέσω του δεύτερου δορυφόρου, όταν ο ένας βγει εκτός οπτικού πεδίου. Για να χρησιμοποιηθεί ένας δορυφόρος, πρέπει να κατασκευαστεί ώστε να μπορεί να στρέφει την ακτίνα προς τη Γη ή κάποιον άλλο δορυφόρο. Συνεπώς πρέπει να τοποθετηθούν άξονες, πομποδέκτες και κεραίες.

# Τι είναι το Gimbal?

Η ελληνική απόδοση της αγγλικής λέξης gimbal ορίζεται ως σταθερή βάση, η οποία μπορεί να συνοδεύεται από κάποιον σταθεροποιητή. Τεχνικά αποτελεί μια περιστρεφόμενη πλατφόρμα, που αντισταθμίζει τις ροπές που ασκούνται σε ένα σώμα, διατηρώντας το σώμα στο εσωτερικό της σταθερό. Για παράδειγμα, μια κάμερα σε ένα drone μπορεί να καταγράψει σταθερό υλικό, διότι το υποσύστημα καταγραφής είναι σταθεροποιημένο. Επιπλέον, μια τέτοια βάση παρέχει την δυνατότητα περιστροφής σε ένα σύστημα, λειτουργώντας ως ένας υλικός άξονας περιστροφής (αντί του νοητού). Ο αριθμός των αξόνων είναι ανάλογος των κατευθύνσεων στις οποίες πρέπει να σταθεροποιηθεί το σώμα ή της κίνησης που πρόκειται να κάνει.

## Εφαρμογή στις δορυφορικές επικοινωνίες

Κάθε δορυφόρος αποτελείται από δύο άξονες (gimbals), σε αντίθετες πλευρές του δορυφόρου. Ένας άξονας συγκρατεί την κεραία του δέκτη και ο άλλος άξονας συγκρατεί την κεραία του πομπού. Η περιοχή τοποθέτησης ορίζεται σε καρτεσιανές συντεταγμένες πάνω στο σασί του δορυφόρου, στις τρείς διαστάσεις. Οι τρείς αυτές διαστάσεις αντιστοιχούν στις περιστροφικές κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει ένα σώμα που συνδέεται σε έναν άξονα. Στην πλειάδα το αντιστοιχεί στο roll, το στο pitch και το στο yaw. Οι θέσεις τοποθέτησης των κεραιών ορίζονται στο MATLAB μέσω κατασκευής κατάλληλου αντικειμένου της κλάσης gimbal.

Οι κεραίες που χρησιμοποιούνται είναι γκαουσιανές παραβολικές. Ο ανακλαστήρας ορίζεται με διάμετρο 500 cm. Η συχνότητα λειτουργίας (φέρουσα συχνότητα) των πομποδεκτών είναι 30 GHz για τον πρώτο δορυφόρο, και 27 GHz για τον δεύτερο. Το απαιτούμενο ορίζεται στο 4. Η ισχύς εκπομπής και των δύο δορυφόρων ορίζεται στα 15 dBW.

Για την προσθήκη των σταθμών βάσης πρέπει να οριστούν οι συντεταγμένες του καθενός, και το όνομα του. Ομοίως με τους δορυφόρους, έτσι και στους σταθμούς βάσεις τοποθετούνται άξονες για την κατασκευή του τερματικού. Ο πρώτος σταθμός έχει τον πομπό και ο δεύτερος έχει τον δέκτη. Στόχος είναι να επικοινωνήσουν οι σταθμοί μέσω των δύο δορυφόρων. Ο πρώτος σταθμός τοποθετείται στην Ινδία και ο δεύτερος στην Αυστραλία. Οι άξονες τοποθετούνται 5 μέτρα πάνω από τον σταθμό βάσης. Εφόσον ο άξονας yaw δείχνει πάντα προς τα κάτω, το διάνυσμα θα έχει μέτρο -5, ώστε να τοποθετηθεί με την όψη προς τα πάνω. Επιπλέον, εφόσον ο άξονας δείχνει προς τα κάτω, πρέπει να περιστραφεί κατά 180° ώστε να δείχνει προς τα πάνω, όταν ο άξονας δεν περιστρέφεται. Ο σταθμός βάσης της Ινδίας λειτουργεί στην συχνότητα των 30 GHz με ισχύ εκπομπής 3 dBW. Η διάμετρος του ανακλαστήρα του σταθμού βάσης είναι 2 m. Με την σειρά του, ο σταθμός βάσης της Αυστραλίας, απαιτεί και έχει διάμετρο ανακλαστήρα ίση με 2 m. Στόχος είναι ο σταθμός βάσης της Ινδίας να στέλνει στο σήμα στον πρώτο δορυφόρος, ο πρώτος το παραδίδει στον δεύτερο και ο δεύτερος στον σταθμό βάσης της Αυστραλίας.

Μέσω της εντολής pointAt(), κάθε άξονας μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να ακολουθεί τον κατάλληλο δορυφόρο, περιστρέφοντας τον εαυτό του. Συνεπώς, ο σταθμός βάσης της Ινδίας στρέφεται προς τον δορυφόρο 1, ο άξονας του δέκτη του δορυφόρου 1 στρέφεται προς τον σταθμό βάσης της Ινδίας, ο άξονας του πομπού του δορυφόρου 1 στρέφεται προς τον δορυφόρο 2, και αντίστοιχα τα υπόλοιπα, ώστε το σήμα να καταλήξει στον σταθμό βάσης 2 στην Αυστραλία. Όταν καθορίζεται ένας στόχος για τον εκάστοτε άξονα, ο άξονας yaw παρακολουθεί τον στόχο. Εφόσον η κεραία τοποθετείται στον άξονα yaw, και η οπτική γωνία (boresight) είναι ευθυγραμμισμένη με τον άξονα, η κεραία θα παρακολουθεί τον επιθυμητό στόχο.

Για να παρακολουθήσουμε την ζεύξη, προσθέτουμε ένα αντικείμενο κλάσης link για να παρακολουθεί την συνολική ζεύξη του συστήματος. Η μέθοδος linkIntervals(lnk) δύναται να παρακολουθεί τις στιγμές που η ζεύξη είναι ενεργή (κλειστή). Η μέθοδος εμφανίζει στο τερματικό περιβάλλον του MATLAB τις πληροφορίες ζεύξης, ήτοι τη χρονική διάρκεια ζεύξης, και το πλήθος των τροχιών στις οποίες υπάρχει ζεύξη. Καθώς και οι δύο τερματικοί σταθμοί στο σύστημά μας ανήκουν στην επιφάνεια της Γης, οι τροχιές ορίζονται στο κενό. Αν αυξήσουμε την απαιτούμενη ποιότητα ζεύξης, από 1 dB σε 10 dB, τότε έχουμε αρνητικό αντίκτυπο στην επικοινωνία. Ο αριθμός και η διάρκεια των ενεργών ζεύξεων μειώνονται.