



**ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ**  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑΣ



---

## **Matlab Photogrammetric Toolbox**

**ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΛΑΖΑΡΟΣ - ΚΑΛΗΣΠΕΡΑΚΗΣ ΗΛΙΑΣ**

---

**ΑΘΗΝΑ 2005**

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	2
2. Εγκατάσταση του MPT.....	2
3. Έναρξη προγράμματος.....	3
4. Περιβάλλον MPT.....	3
5. Μενού File.....	4
6. Μενού Interior.....	4
7. Μενού Resection.....	5
8. Μενού Relative.....	7
9. Μενού Absolute.....	8
10. Μενού Reconstruction.....	9
11. Μενού Projective 2D.....	9
12. Μενού Tools.....	10
13. Μέτρηση Σημείων.....	11
14. Διόρθωση σημείου.....	11
15. Διαγραφή σημείου.....	11
16. Μέτρηση γραμμών.....	12
17. Διαγραφή γραμμής.....	12

# Matlab Photogrammetric Toolbox

## 1. Εισαγωγή

Μέσω του λογισμικού MPT (Matlab Photogrammetric Toolbox) μπορούν να πραγματοποιηθούν βασικές φωτογραμμετρικές διαδικασίες σε μία ή δύο εικόνες. Οι κυριότερες λειτουργίες του προγράμματος είναι ο προσδιορισμός των εξωτερικών προσανατολισμών ενός ζεύγους εικόνων, είτε με την διαδικασία του σχετικού και απόλυτου προσανατολισμού είτε με την διαδικασία της φωτογραμμετρικής οπισθοτομίας για κάθε εικόνα χωριστά, καθώς επίσης και η τρισδιάστατη ανακατασκευή αντικειμένων μέσω της φωτογραμμετρικής εμπροσθοτομίας. Παράλληλα επιτρέπει την μονοεικονική απόδοση επίπεδων αντικειμένων μέσω της φωτογραμμετρικής αναγωγής. Οι απαραίτητες μετρήσεις στις εικόνες γίνονται στο περιβάλλον του προγράμματος και παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης τους σε αρχεία (project) μαζί με τα αποτελέσματα των διαδικασιών.

Το MPT έχει αναπτυχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab και εκτελείται ως αυτόνομο πρόγραμμα στο αντίστοιχο περιβάλλον της γλώσσας. Έχει παραθυρική μορφή, αντίστοιχη των προγραμμάτων που λειτουργούν σε περιβάλλον Windows (menu, buttons, windows κτλ) και δεν είναι απαραίτητη η γνώση της γλώσσας Matlab για τον χειρισμό του. Μαζί με το πρόγραμμα διατίθεται και ο κώδικάς του, επιτρέποντας έτσι σε όποιον επιθυμεί, να εμβαθύνει στους αλγορίθμους επίλυσης των φωτογραμμετρικών προβλημάτων.

Η ανάπτυξη του λογισμικού αυτού έχει χρηματοδοτηθεί από το ΕΠΕΑΕΚ II.

## 2. Εγκατάσταση του MPT

Το MPT λειτουργεί στο περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού Matlab και προϋποθέτει την εγκατάσταση της γλώσσας αυτής στον υπολογιστή. Η διαδικασία εγκατάστασης του MPT είναι η παρακάτω:

1. Αντιγραφή του φακέλου MPT\_v1.0 του προγράμματος στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή. Η διεύθυνση (path) εγκατάστασης πρέπει να αποτελείται από λατινικούς μόνο χαρακτήρες και να μην περιλαμβάνει κενά.  
πχ *C:\MyPrograms\MPT\_v1.0* και όχι *C:\My Programs\MPT\_v1.0*
2. Έναρξη του Matlab
3. Επιλογή File→Set Path... στο βασικό menu του Matlab.
4. Επιλογή Add Folder... στο παράθυρο Set Path.
5. Επιλογή του φακέλου εγκατάστασης (πχ *C:\MyPrograms\MPT\_v1.0*).
6. Save
7. Close

Τα βήματα 1-7 απαιτούνται μόνο την πρώτη φορά λειτουργίας του προγράμματος.



## 5. Μενού File

Περιλαμβάνει τις εντολές διαχείρισης των αρχείων (project) και εισαγωγής εικόνων.

Open Project: Άνοιγμα υπάρχοντος αρχείου (project). Ανοίγουν ταυτόχρονα οι εικόνες, τα αποτελέσματα των ολοκληρωμένων διαδικασιών καθώς και οι μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί.

Save as...: Δημιουργία και αποθήκευση στον σκληρό δίσκο, ενός νέου αρχείου (project) που περιλαμβάνει τις εικόνες που έχουν δηλωθεί, τις μετρήσεις που έχουν γίνει σε αυτές καθώς και τα αποτελέσματα των λύσεων που πραγματοποιήθηκαν. Το όνομα του αρχείου καθώς και η διεύθυνση του στο δίσκο (path) πρέπει να αποτελούνται από λατινικούς χαρακτήρες, χωρίς κενά.

Save: Αποθήκευση αλλαγών στο ενεργό αρχείο (project).

Export Point Matrix (Affine): Εξαγωγή ενός αρχείου ascii (.txt) που περιέχει τις εικονοσυντεταγμένες όλων των μετρημένων σημείων στις εικόνες για πιθανή χρήση των μετρήσεων σε άλλο πρόγραμμα.

Add Images: Εισαγωγή εικόνας στο πρόγραμμα. Το πρόγραμμα υποστηρίζει μέχρι δύο εικόνες. Στην περίπτωση στερεοζεύγους πρώτα εισάγεται η αριστερή και έπειτα η δεξιά εικόνα. Τα αρχεία των εικόνων πρέπει να είναι αποθηκευμένα στον ίδιο φάκελο με το αρχείο (project). Οι εικόνες εμφανίζονται σε χωριστά παράθυρα. Αν κλείσει ένα παράθυρο εικόνας, τότε επιλέγοντας την από το πεδίο εικόνων εμφανίζεται σε νέο παράθυρο.

## 6. Μενού Interior

Εισάγονται τα στοιχεία του εσωτερικού προσανατολισμού κάθε εικόνας και πραγματοποιείται η διαδικασία του αφινικού μετασχηματισμού, απαραίτητη για την μετατροπή των μετρήσεων από το σύστημα των pixel (αριστερό-στροφο σύστημα, με αρχή στην πάνω αριστερή γωνία της εικόνας) στο σύστημα των εικονοσυντεταγμένων (δεξιόστροφο σύστημα, με αρχή στο κέντρο της εικόνας).

Όλες οι εντολές του μενού αυτού αναφέρονται στην εικόνα που είναι επιλεγμένη στο πεδίο επιλογής εικόνας. Έτσι, στην περίπτωση του στερεοζεύγους, τόσο η εισαγωγή των στοιχείων του εσωτερικού προσανατολισμού, όσο και ο αφινικός μετασχηματισμός πρέπει να γίνονται για κάθε εικόνα χωριστά.

Enter IO Parameters: Εισαγωγή των στοιχείων του εσωτερικού προσανατολισμού της επιλεγμένης εικόνας. Στο παράθυρο Interior Orientation συμπληρώνονται η σταθερά της μηχανής  $c$ , η θέση του πρωτεύοντος σημείου  $x_0$ ,  $y_0$ , και οι συντελεστές  $k_1$ ,  $k_2$ , της ακτινικής διαστροφής του φακού.

Analogue Camera: Αφινικός μετασχηματισμός για εικόνες που έχουν ληφθεί από αναλογική φωτογραφική μηχανή.

Measure Fiducials: Μέτρηση εικονοσημάτων στην εικόνα (βλ. μέτρηση σημείων). Τρία τουλάχιστον εικονοσήματα είναι απαραίτητο να μετρηθούν σε κάθε εικόνα. Αν η εικόνα προέρχεται από μη μετρητική μηχανή που δεν διαθέτει εικονοσήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τέσσερις γωνίες της.

Import Fiducial Coordinates: Εισαγωγή των εικονοσυντεταγμένων των εικονοσημάτων από αρχείο. Οι κωδικοί των εικονοσημάτων στο αρχείο πρέπει να είναι οι ίδιοι με αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν κατά την μέτρηση τους στην εικόνα. Το αρχείο πρέπει να έχει την μορφή: Κωδικός σημείου, x, y

Πχ:

1,-18,12

2,18,12

3,18,-12

4,-18,-12

και μπορεί να δημιουργηθεί μέσω το προγράμματος notepad των Windows.

Compute Affine Parameters: Υπολογισμός των παραμέτρων του αφινικού μετασχηματισμού. Ο υπολογισμός τους γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων και καθώς οι εξισώσεις του αφινικού μετασχηματισμού είναι γραμμικές δεν απαιτούνται προσεγγιστικές τιμές. Στην επιφάνεια command window του Matlab εμφανίζονται τα αποτελέσματα της συνόρθωσης, ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται ένα αρχείο txt με αυτά. Οι τιμές των 8 παραμέτρων του αφινικού συνοδεύονται από τα σφάλματα υπολογισμού τους, την τυπική απόκλιση της μονάδας βάρους  $\sigma_0$ , καθώς και τα εναπομένοντα σφάλματα των παρατηρήσεων.

Digital Camera: Αφινικός μετασχηματισμός για εικόνες που έχουν ληφθεί από ψηφιακή φωτογραφική μηχανή. Στην περίπτωση αυτή δεν απαιτείται η μέτρηση εικονοσημάτων στις εικόνες. Στο παράθυρο *Image Dimensions* που εμφανίζεται συμπληρώνονται οι διαστάσεις της εικόνας και ο αφινικός μετασχηματισμός υπολογίζεται αυτόματα.

Μετά την ολοκλήρωση του αφινικού μετασχηματισμού για κάθε εικόνα που συμμετέχει στο project το πρόγραμμα μετασχηματίζει αυτόματα όλες τις μετρήσεις που γίνονται στις εικόνες από το σύστημα των pixel στο σύστημα των εικονοσυντεταγμένων.

## 7. Μενού Resection

Υπολογισμός του εξωτερικού προσανατολισμού μίας εικόνας με τη μέθοδο της φωτογραμμετρικής οπισθοτομίας. Παρέχεται η δυνατότητα ταυτόχρονου

υπολογισμού του εσωτερικού προσανατολισμού της εικόνας και προαιρετικά των συντελεστών της ακτινικής διαστροφής του φακού. Εναλλακτικά ο άμεσος γραμμικός μετασχηματισμός (DLT) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μαθηματικό μοντέλο αντί της συνθήκης συγγραμμικότητας.

Όπως και στην περίπτωση του μενού *interior* οι εντολές αναφέρονται στην εικόνα που έχει επιλεγεί στο πεδίο επιλογής.

Measure Control Points: Μέτρηση φωτοσταθερών στην επιλεγμένη εικόνα (βλ. μέτρηση σημείων).

Import Object Coordinates: Εισαγωγή των γεωδαιτικών συντεταγμένων των μετρημένων φωτοσταθερών από αρχείο. Οι κωδικοί των φωτοσταθερών στο αρχείο πρέπει να είναι οι ίδιοι με αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν κατά την μέτρηση τους στην εικόνα. Το αρχείο πρέπει να είναι της μορφής:

Κωδικός σημείου, X, Y, Z

Πχ:

1,10,10,0

2,10,15,5

3,15,10,0

4,15,15,15

Enter Initial Values: Εισαγωγή προσεγγιστικών τιμών για τις παραμέτρους του εξωτερικού προσανατολισμού της εικόνας. Οι εξισώσεις συγγραμμικότητας που χρησιμοποιούνται στην φωτογραμμετρική οπισθοτομία είναι μη γραμμικές και για τη συνόρθωση τους απαιτούνται προσεγγιστικές τιμές.

Compute EO Parameters: Υπολογισμός των παραμέτρων του εξωτερικού προσανατολισμού της επιλεγμένης εικόνας. Προϋποθέτει τη μέτρηση τριών τουλάχιστον φωτοσταθερών στην εικόνα, και η επίλυση γίνεται επαναληπτικά με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Στο παράθυρο *convergence limit* δηλώνονται το γραμμικό και το γωνιακό όριο σύγκλισης καθώς και ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων. Οι συντεταγμένες  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  του σημείου λήψης καθώς και οι τρεις στρόφες  $\omega$ ,  $\varphi$  και  $\kappa$  εμφανίζονται μαζί με τα σφάλματα υπολογισμού τους στο *command window* του Matlab και στο αρχείο txt που δημιουργείται αυτόματα.

Compute EO + IO Parameters:

Without Radial Distortion: Ταυτόχρονος υπολογισμός των στοιχείων του εσωτερικού προσανατολισμού ( $x_0$ ,  $y_0$ ,  $c$ ). Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η μέτρηση τουλάχιστον 5 φωτοσταθερών. Ως προσεγγιστικές τιμές για τα στοιχεία του εσωτερικού προσανατολισμού θεωρούνται αυτές που έχουν συμπληρωθεί μέσω του μενού *Interior* → *Enter IO Parameters*. Μετά την επίλυση οι τιμές που είχαν εισαχθεί στο μενού αυτό αντικαθίστανται από τις υπολογισμένες.

With Radial Distortion: Ταυτόχρονος υπολογισμός των στοιχείων του εσωτερικού προσανατολισμού ( $\mathbf{x}_0$ ,  $\mathbf{y}_0$ ,  $\mathbf{c}$ ) και των συντελεστών της ακτινικής διαστροφής ( $\mathbf{k}_1$ ,  $\mathbf{k}_2$ ) του φακού.

Direct Linear Transformation (DLT):

Without Radial Distortion: Υπολογισμός του Άμεσου Γραμμικού μετασχηματισμού. Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται 6 τουλάχιστον φωτοσταθερά και δεν απαιτούνται προσεγγιστικές τιμές. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα είναι καταρχήν ο γραμμικός και στη συνέχεια ο επαναληπτικός για την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων. Από τους 11 συντελεστές του DLT υπολογίζονται τα στοιχεία του εξωτερικού και εσωτερικού προσανατολισμού της εικόνας. Όλα τα αποτελέσματα συνοδεύονται όπως σε κάθε περίπτωση από τα στατιστικά στοιχεία της συνόρθωσης.

With Radial Distortion: Υπολογισμός του DLT ταυτόχρονα με τους συντελεστές ( $\mathbf{k}_1$ ,  $\mathbf{k}_2$ ) της ακτινικής διαστροφής του φακού.

Στην περίπτωση του στερεοζεύγους οι εξωτερικοί προσανατολισμοί των δύο εικόνων μπορούν να υπολογιστούν ανεξάρτητα (μονοεικονικά) με οπισθοτομία ή DLT και η απόδοση λεπτομερειών στις τρεις διαστάσεις μπορεί να γίνει με φωτογραμμετρική εμπροσθοτομία μέσω του μενού *reconstruction*.

## 8. Μενού Relative

Ένας εναλλακτικός τρόπος υπολογισμού των εξωτερικών προσανατολισμών ενός στερεοζεύγους είναι μέσω της διαδικασίας του σχετικού και του απόλυτου προσανατολισμού. Ο σχετικός προσανατολισμός πραγματοποιείται μέσω του μενού *relative* του MPT.

Measure Tie Points: Μέτρηση σημείων σύνδεσης στο επικαλυπτόμενο τμήμα των δύο εικόνων. Η μέτρηση ομόλογων σημείων στις δύο εικόνες γίνεται με τρόπο αντίστοιχο της μονοεικονικής μέτρησης (βλ. μέτρηση σημείων), χρησιμοποιώντας κοινό κωδικό. Η μέτρηση των σημείων μπορεί να γίνει εναλλάξ σε κάθε εικόνα αλλάζοντας τις από το πεδίο επιλογής εικόνας. Πέντε τουλάχιστον σημεία σύνδεσης απαιτούνται για τον υπολογισμό του σχετικού προσανατολισμού του στερεοζεύγους.

Measure Control Points: Μέτρηση κοινών φωτοσταθερών στις δύο εικόνες για τη διαδικασία του απόλυτου προσανατολισμού. Απαιτείται η μέτρηση 3 τουλάχιστον φωτοσταθερών. Τα σημεία αυτά χρησιμοποιούνται και ως σημεία σύνδεσης κατά τον υπολογισμό του σχετικού προσανατολισμού.

Enter Initial Values: Εισαγωγή προσεγγιστικών τιμών για τα στοιχεία του σχετικού προσανατολισμού. Η συνθήκη συνεπιπεδότητας είναι μη γραμμική και για τη γραμμικοποίηση της απαιτούνται προσεγγιστικές τιμές.

Compute R0 Parameters: Υπολογισμών των παραμέτρων του σχετικού προσανατολισμού. Υπολογίζονται οι συνιστώσες **by** και **bz** της βάσης και οι τρεις σχετικές στροφές **δω**, **δφ**, **δκ** των δύο εικόνων, ενώ η συνιστώσα **bx** θεωρείται ίση με τη μονάδα.

Compute 3D Model Coordinates: Υπολογισμός των τρισδιάστατων συντεταγμένων των ομόλογων σημείων στο σύστημα του μοντέλου (προαιρετικό). Θεωρώντας τα στοιχεία του εξωτερικού προσανατολισμού της αριστερής εικόνας μηδενικά και της δεξιάς ίσα με τις παραμέτρους του σχετικού προσανατολισμού οι θέσεις των ομόλογων σημείων στο χώρο υπολογίζονται με φωτογραμμετρική εμπροσθοτομία.

Μετά την ολοκλήρωση του σχετικού προσανατολισμού είναι δυνατή η απόδοση λεπτομερειών μέσω του μενού reconstruction, στο αυθαίρετο σύστημα συντεταγμένων του μοντέλου.

## 9. Μενού Absolute

Υπολογισμός των παραμέτρων του απόλυτου προσανατολισμού και των εξωτερικών προσανατολισμών των δύο εικόνων.

Import Object Coordinates: Εισαγωγή των γεωδαιτικών συντεταγμένων των μετρημένων φωτοσταθερών από αρχείο. Οι κωδικοί των φωτοσταθερών στο αρχείο πρέπει να είναι οι ίδιοι με αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν κατά την μέτρηση τους στις δύο εικόνες. Το αρχείο πρέπει να είναι της μορφής:

Κωδικός σημείου, X, Y, Z

Πχ:

1,10,10,0

2,10,15,5

3,15,10,0

4,15,15,15

Για τον υπολογισμό του απόλυτου προσανατολισμού απαιτούνται τρία τουλάχιστον φωτοσταθερά.

Enter Initial Values: Εισαγωγή προσεγγιστικών τιμών για τις παραμέτρους του απόλυτου προσανατολισμού. Ο τρισδιάστατος μετασχηματισμός ομοιότητας είναι μη γραμμικός και χρειάζεται προσεγγιστικές τιμές για να επιλυθεί με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

Compute A0 Parameters: Υπολογισμός των 7 στοιχείων του απόλυτου προσανατολισμού με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Τα στοιχεία αυτά

είναι η κλίμακα  $\kappa$ , οι τρεις μεταθέσεις  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  και οι τρεις στροφές  $\Omega$ ,  $\Phi$ ,  $K$  που συνδέουν το σύστημα του μοντέλου με το γεωδαιτικό σύστημα συντεταγμένων.

## 10. Μενού Reconstruction

Απόδοση τρισδιάστατων λεπτομερειών του αντικειμένου που απεικονίζεται στις δύο εικόνες με τη μέθοδο της φωτογραμμετρικής εμπροσθοτομίας. Το MPT υποστηρίζει την απόδοση σημείων και γραμμών, η μέτρηση των οποίων γίνεται μονοσκοπικά σε κάθε εικόνα χωριστά. Το τρισδιάστατο μοντέλο που δημιουργείται, εμφανίζεται στο περιβάλλον του MPT ως τρισδιάστατο σχέδιο ενώ παράλληλα δίνονται και οι συντεταγμένες όλων των σημείων που το αποτελούν. Δίνεται παράλληλα η δυνατότητα εξαγωγής του σχεδίου σε μορφή DXF για περαιτέρω επεξεργασία σε κάποιο πρόγραμμα ηλεκτρονικής σχεδίασης.

Points: Μέτρηση ομόλογων σημείων απόδοσης στις δύο εικόνες. Η διαδικασία μέτρησης είναι η ίδια με τη μέτρηση σημείων σύνδεσης για τον υπολογισμό του σχετικού προσανατολισμού (βλ. μέτρηση σημείων). Για τη δημιουργία του 3D σχεδίου είναι απαραίτητη η μέτρηση ενός τουλάχιστον σημείου.

Lines: Μέτρηση ομόλογων γραμμών στις δύο εικόνες (βλ. μέτρηση γραμμών).

Display 3D Model: Υπολογισμός των τρισδιάστατων συντεταγμένων των σημείων απόδοσης και των κορυφών των γραμμών που μετρήθηκαν. Στο παράθυρο *command window* του Matlab εμφανίζονται οι γεωδαιτικές συντεταγμένες μαζί με τα σφάλματά τους, ενώ σε νέο ειδικό παράθυρο εμφανίζεται το τρισδιάστατο σχέδιο. Στο παράθυρο αυτό παρέχεται η δυνατότητα τρισδιάστατης στροφής του σχεδίου καθώς και δυνατότητα μεγέθυνσης.

Export DXF: Εξαγωγή του τρισδιάστατου σχεδίου σε αρχείο της μορφής DXF. Τα αρχεία αυτά είναι συμβατά με όλα σχεδόν τα σχεδιαστικά προγράμματα.

## 11. Μενού Projective 2D

Απόδοση επίπεδων αντικειμένων με τη μέθοδο της φωτογραμμετρικής αναγωγής (δισδιάστατος προβολικός μετασχηματισμός). Η διαδικασία αυτή δεν απαιτεί γνώση του εσωτερικού προσανατολισμού της εικόνας, ούτε αφινικό μετασχηματισμό.

Measure Control Points: Μέτρηση φωτοσταθερών στην επιλεγμένη εικόνα (βλ. μέτρηση σημείων).

Import Object Coordinates: Εισαγωγή των γεωδαιτικών συντεταγμένων των μετρημένων φωτοσταθερών από αρχείο. Οι κωδικοί των φωτοσταθερών στο αρχείο πρέπει να είναι οι ίδιοι με αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν κατά την μέτρηση τους στην εικόνα. Το αρχείο πρέπει να είναι της μορφής: Κωδικός σημείου, X, Y

Πχ:  
1,10,10  
2,10,15  
3,15,10  
4,15,15

Compute Parameters:

Without Radial Distortion: Υπολογισμός των 8 παραμέτρων του δισδιάστατου προβολικού μετασχηματισμού. Τέσσερα ή περισσότερα φωτοσταθερά απαιτούνται για την επίλυση. Χρησιμοποιώντας τη γραμμική έκφραση του προβολικού μετασχηματισμού βρίσκονται οι προσεγγιστικές τιμές και τα τελικά αποτελέσματα υπολογίζονται επαναληπτικά.

With Radial Distortion: Ταυτόχρονος υπολογισμός του δισδιάστατου προβολικού μετασχηματισμού και των συντελεστών  $k_1$ ,  $k_2$ , της ακτινικής διαστρώσης, του φακού.

Measure Points: Μέτρηση σημείων για την απόδοση στην επιλεγμένη εικόνα (βλ. μέτρηση σημείων).

Measure Lines: Μέτρηση γραμμών για την απόδοση στην επιλεγμένη εικόνα (βλ. μέτρηση γραμμών).

Display 2D Model: Υπολογισμός των δισδιάστατων γεωδαιτικών συντεταγμένων των σημείων απόδοσης και των κορυφών των γραμμών. Οι συντεταγμένες, με τα στατιστικά στοιχεία που τις συνοδεύουν, εμφανίζονται στο *command window* του Matlab ενώ σε νέο παράθυρο εμφανίζεται το γραμμικό σχέδιο που έχει δημιουργηθεί.

Export DXF: Αποθήκευση του σχεδίου σε αρχείο της μορφής DXF.

## 12. Μενού Tools

Filter Points: Δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης σημείων. Στο παράθυρο Filter points επιλέγεται αρχικά το είδος των σημείων (Fiducial: εικονοσήματα, Tie: σημεία σύνδεσης, Control: Φωτοσταθερά, Control (2D projective): Φωτοσταθερά για την αναγωγή). Έπειτα αφού επιλεγεί το σημείο με βάση τον κωδικό του ενεργοποιείται και απενεργοποιείται με το κουμπί Enable / Disable. Τα σημεία που είναι απενεργοποιημένα δεν συμμετέχουν στις αντίστοιχες επιλύσεις του προγράμματος.

### 13. Μέτρηση Σημείων

Σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες που εκτελούνται στο MPT απαιτείται η μέτρηση σημείων (εικονοσήματα, φωτοσταθερά, σημεία σύνδεσης, σημεία απόδοσης). Η μέτρηση σημείων γίνεται μέσω του περιβάλλοντος μέτρησης. Αναλυτικά τα βήματα είναι τα εξής:

1. Επιλογή εικόνας από το πεδίο επιλογής.
2. Εισαγωγή κωδικού σημείου στο αντίστοιχο πεδίο. Ο κωδικός πρέπει να είναι αριθμός.
3. Κουμπί “point”. Ενεργοποιείται το παράθυρο της επιλεγμένης εικόνας και ο κέρσορας από βέλος μετατρέπεται σε σταυρόνημα. Σε αυτή την φάση το MPT περιμένει μέτρηση σημείου στην ενεργοποιημένη εικόνα.
4. Επιλογή σημείου με αριστερό κλικ στο ποντίκι.  
Πριν την επιλογή του σημείου είναι δυνατή η μεγέθυνση συγκεκριμένης περιοχής της εικόνας. Αυτό πραγματοποιείται με:  
Μεσαίο κλικ: zoom in στην περιοχή που είναι ο κέρσορας.  
Δεξί κλικ: zoom out.  
Πλήκτρο e στο πληκτρολόγιο: zoom στα όρια της εικόνας.
5. Μέτρηση επόμενου σημείου επαναλαμβάνοντας τα βήματα 1 – 4.
6. Ολοκλήρωση των μετρήσεων πατώντας το κουμπί “End of Measurements”.

Στην περίπτωση στερεοζεύγους τα ομόλογα σημεία πρέπει να έχουν τον ίδιο κωδικό. Η μέτρηση των σημείων μπορεί να ολοκληρωθεί πρώτα στην μία εικόνα και μετά στην δεύτερη, είτε να γίνεται εναλλάξ σε κάθε εικόνα.

### 14. Διόρθωση σημείου

Το MPT παρέχει τη δυνατότητα διόρθωσης μίας μέτρησης που έχει γίνει σε προηγούμενο στάδιο. Αυτό γίνεται ως εξής:

1. Επιλογή εικόνας από το πεδίο επιλογής.
2. Εισαγωγή κωδικού σημείου στο αντίστοιχο πεδίο. Συμπληρώνεται ο κωδικός του σημείου που πρόκειται να διορθωθεί.
3. Κουμπί “point”.
4. Επιλογή νέας θέσης σημείου με αριστερό κλικ στο ποντίκι. Ισχύουν και εδώ οι δυνατότητες μεγέθυνσης.
5. Ολοκλήρωση πατώντας το κουμπί “End of Measurements”.

Σε κάθε νέο υπολογισμό θα λαμβάνεται υπόψη η διορθωμένη μέτρηση.

### 15. Διαγραφή σημείου

Εκτός της διόρθωσης παρέχεται και η δυνατότητα διαγραφής ενός σημείου από μία εικόνα.

1. Επιλογή εικόνας από το πεδίο επιλογής.
2. Εισαγωγή κωδικού σημείου στο αντίστοιχο πεδίο. Συμπληρώνεται ο κωδικός του σημείου που πρόκειται να διαγραφεί.
3. Κουμπί "Delete".

## 16. Μέτρηση γραμμών

Τόσο στη διεικονική απόδοση με τη μέθοδο της φωτογραμμετρικής εμπροσθοτομίας όσο και στην μονοεικονική απόδοση με τη μέθοδο της αναγωγής παρέχεται η δυνατότητα μέτρησης γραμμών που αποτελούνται από δύο ή περισσότερες κορυφές. Η μέτρηση τους γίνεται από το περιβάλλον μέτρησης.

1. Επιλογή εικόνας.
2. Εισαγωγή κωδικού στο αντίστοιχο πεδίο. Ο κωδικός αναφέρεται σε ολόκληρη τη γραμμή και όχι σε κάθε κορυφή της.
3. Κουμπί "Line". Ενεργοποιείται το παράθυρο της επιλεγμένης εικόνας και ο κέρσοντας από βέλος μετατρέπεται σε σταυρόνημα. Σε αυτή την φάση το MPT περιμένει μέτρηση γραμμής στην ενεργοποιημένη εικόνα.
4. Επιλογή πρώτης κορυφής με αριστερό κλικ στο ποντίκι. Ισχύουν οι δυνατότητες μεγέθυνσης όπως και στην μέτρηση σημείων.
5. Επιλογή επόμενης κορυφής με αριστερό κλικ.
6. Αφού μετρηθούν στην επιλεγμένη εικόνα όλες οι κορυφές της γραμμής η μέτρηση τελειώνει με το πλήκτρο *Enter* του πληκτρολογίου.
7. Ολοκλήρωση των μετρήσεων με το κουμπί "End of Measurements".

Στην περίπτωση της διεικονικής απόδοσης αφού ολοκληρωθούν τα βήματα 1 έως 6 για τη μέτρηση της γραμμής στην πρώτη εικόνα, επαναλαμβάνονται και για την δεύτερη. Ο κωδικός της γραμμής πρέπει να είναι ο ίδιος και στις δύο εικόνες και επιπλέον οι δύο γραμμές πρέπει να αποτελούνται από τις ίδιες ακριβώς κορυφές.

## 17. Διαγραφή γραμμής

Το MPT δίνει τη δυνατότητα διαγραφής μίας ολόκληρης γραμμής από μία εικόνα.

1. Επιλογή εικόνας από το πεδίο επιλογής.
2. Εισαγωγή κωδικού γραμμής στο αντίστοιχο πεδίο. Συμπληρώνεται ο κωδικός της γραμμής που πρόκειται να διαγραφεί.
3. Κουμπί "Delete".