



Laboratorio DI Geomatica PER LA Modellazione DELL' Architettura

Geomatica (Politecnico di Torino)



Scan to open on Studocu

TEORIA DELLE MISURE

1. Quali sono gli errori che possono influenzare il risultato di una misura?

Gli errori che possono influenzare una misura sono:

- **ERRORI GROSSOLANI:** sono commessi dall'operatore e sono di grossa entità, facilmente eliminabili ripetendo la misura più volte.
- **ERRORI SISTEMATICI:** sono commessi dallo strumento ed influenzano i risultati delle misure in modo ripetitivo, di conseguenza l'errore non viene individuato immediatamente, ma si può eliminare l'errore con delle regole matematiche che permettono di identificare l'entità dell'errore e quindi di sommarlo o sottrarlo alle misure ottenute.
- **ERRORI ACCIDENTALI:** dovuti ad una serie non definita di cause che provocano errori sulle misure non prevedibili a priori e di piccola entità, più è piccolo l'errore più è accurata la metodologia di misura che è stata adottata, l'errore non può essere eliminato ma solamente ridotto grazie all'introduzione della media e dello scarto quadratico medio.

2. A quali condizioni di distribuzione di probabilità gaussiana può essere utilizzata per l'interpretazione dei risultati di un'operazione di misura?

Alla condizione imposta dal teorema centrale della statistica:

un fenomeno casuale è influenzato da errori accidentali non prevalenti l'uno sull'altro e quindi la distribuzione della probabilità dei risultati di tale fenomeno tende asintoticamente ad una variabile gaussiana una distribuzione simmetrica che dipende da media e scarto quadratico medio. Quando abbiamo un numero elevato di misurazioni, con errori differenti tra di loro, la maggioranza si colloca in un punto medio, ovvero il rapporto tra errore e frequenza, generando un diagramma a campana, con al centro le misurazioni che riportano un errore.

3. Quali sono i metodi che si possono adottare per eliminare gli errori grossolani?

Gli errori grossolani sono facilmente individuabili perché di grossa entità, di conseguenza, possono essere eliminati prendendo più misure rispetto a quelle strettamente necessarie o trascurando la misura soggetta da errori.

4. Quali sono i metodi che si possono adottare per eliminare gli errori sistematici?

Gli errori sistematici si possono eliminare:

- Controllando il corretto funzionamento dello strumento ovvero controllando la taratura e la rettifica dello strumento di misura con precisioni superiori a quelle richieste dal lavoro che si andrà ad effettuare;
- Adottando un'adeguata strategia di misura che consentano l'eliminazione dell'errore in maniera automatica;
- Si cerca di renderli variabili in valore e segno variando in maniera casuale le condizioni operative di misura in modo che mediando i risultati gli effetti degli errori sistematici si auto compensino.

5. Quali sono i significati della media e dello scarto quadratico medio di una distribuzione gaussiana?

La media e lo scarto quadratico medio sono due variabili da cui dipende la distribuzione simmetrica della curva.

La media è il valore centrale dell'intervallo della distribuzione ed è il valore più significativo. Nell'applicazione pratica ogni valore viene misurato almeno tre volte, perciò la media sarà la somma dei tre valori/ numero di misure effettuate.

Lo scarto quadratico medio è il grado di dispersione di tutti i valori possibili attorno al valore medio.

6. Quali sono i parametri che influenzano i risultati di un'operazione di misura?

L'operazione di misura è considerata come il risultato di un'estrazione casuale di valori possibili, segue un comportamento definito dalla "legge empirica del caso".

Tale fenomeno è influenzato da:

- Operatore;
- Strumento;
- Condizioni operative;
- Modalità di materializzazione della grandezza.

7. Descrivere la differenza tra precisione accuratezza di una misura.

La precisione definisce il grado di attendibilità della misura in relazione alle caratteristiche dello strumento e dell'insieme delle misure effettuate. Essa può essere definita sia come precisione strumentale, sia in termini statistici, ovvero con una stima del grado di dispersione (varianza) delle misure rispetto al loro centro. Si quantifica con lo SQM.

L'accuratezza definisce lo scarto tra una misura effettuata e un'altra più precisa assunta come riferimento, si definisce a posteriori effettuando verifiche a campione.

8. Descrivere la legge di propagazione della varianza

Limitandoci a considerare il caso di misure indirette, non condizionate e omogenee, diremo che per queste vale la seguente legge di propagazione degli errori (o della varianza) che trova frequenti applicazioni.

Se una grandezza X è combinazione lineare di altre grandezze $X_1, X_2, X_3...X_n$ che seguono la legge di Gaus:

$$X = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots a_nX_n$$

Anche la grandezza X che segue la legge di Gauss e il quadrato del suo errore quadratico medio m_x^2 (varianza) è combinazione lineare dei quadrati degli errori quadratici medi $m_1, m_2...m_n$ delle grandezze $X_1, X_2,...X_n$ fatta con i quadrati dei coefficienti

9. Il principio dei minimi quadrati: descrivere la genesi e le pratiche applicazioni nell'ambito del rilievo metrico?

Il principio dei minimi quadrati deriva dal principio di massima verosimiglianza. Questo principio dice che le misure che vengano usate per il calcolo dei parametri sono m e σ siano le migliori perché le più probabili. Si utilizza per stimare la media e le deviazioni standard delle coordinate incognite dei vertici attraverso la risoluzione interattiva di un sistema matriciale di r equazioni in n incognite, cioè cercando quei valori delle coordinate che rendano minima la sommatoria dei quadrati delle equazioni.

Questo principio è nato per fornire una corretta stima dei parametri gaussiani nelle relative operazioni di misura. Questo principio può essere applicato ad una serie di misurazioni

prese in una stessa lunghezza per decretarne la misura più vicina a quella reale ed i gradi di precisione e accuratezza.

10. Quali sono gli accorgimenti da prendere per aumentare la precisione delle misure dirette?

Gli accorgimenti da prendere per ottenere un aumento della precisione nelle misure dirette sono:

- Strumenti precisi;
 - Operatori esperti;
 - Creare delle condizioni ambientali che favoriscano la presa delle misure.
 - Fare in modo che la grandezza da misurare sia correttamente materializzata.
- Si può ancora cercare di migliorare ancora la precisione aumentando il numero delle misure eseguite in modo da andare a stimare la media come estrazione da una gaussiana di precisione sufficiente.

11. Quali sono gli accorgimenti da prendere per aumentare la precisione delle misure indirette delle coordinate di una serie di punti?

Per aumentare la precisione nelle misure indirette ci sono due strade possibili da prendere:

- A parità di schema di misure aumentare la precisione delle misure dirette;
 - Migliorare lo schema delle misure dirette che consentano la stima delle coordinate.
- Per avere una verifica delle ipotesi di variazione dello schema delle misure si possono utilizzare software di compensazione ai minimi quadrati della modalità di simulazione.

RILIEVO METRICO

12. Perché il rilievo metrico viene progettato ed eseguito generalmente integrando metodi e tecniche di misura? Che ch'è il rilievo metrico?

Il rilievo metrico è una metodologia di rilievo basato sulla misura con strumenti e metodologie metriche. Il rilievo metrico ha un ruolo fondamentale all'interno del processo di rilievo di un bene culturale: rappresenta il terreno comune sul quale tutte le altre indagini compiute sull'oggetto del rilievo possono trovare una comune collocazione consentendo di analizzarne i risultati con un'ottica più completa dove la localizzazione dei fenomeni studiati assume un'importanza difficilmente recuperabile in altro modo. Senza rilievo metrico, molte delle forme di rappresentazione attualmente utilizzate non potrebbero venir generate in modo geometricamente corretto e fedele.

13. Come si arriva alla decisione di eseguire un rilievo metrico?

Dopo aver terminato le indagini preliminari come la definizione degli scopi, delle tecniche di rappresentazione, della tolleranza del rilievo e recupero e validazione dei rilievi storici si è in grado di decidere se eseguire un rilievo metrico. Si esegue un'operazione di rilievo metrico per comprendere un oggetto architettonico in un riferimento tridimensionale da cui ricavare poi, attraverso i software di disegno automatico le rappresentazioni bidimensionali quali piante, sezioni e prospetti.

14. La selezione di punti da misurare viene fatta prima o dopo la scelta della tecnica di rilievo da adottare?

La selezione di punti da adottare viene fatta prima della scelta tecnica di misurazione con cui si andrà a procedere, perché prima verrà eseguita un'analisi critica dell'oggetto per decidere quali punti occorrerà prendere, dopo questa fase verrà scelta la tecnica del rilievo.

15. Le tipologie di elaborati da produrre al termine del rilievo influiscono sulle tecniche di misura utilizzate?

Sì, gli elaborati da produrre influiscono sulle tecniche di misura che si adotteranno, perché gli elaborati da produrre vengono scelti già nella prima fase del rilievo metrico, ovvero la fase dove si definiscono gli obiettivi da raggiungere.

16. Come si progetta un rilievo metrico?

Un progetto di un rilievo metrico si progetta in diverse fasi:

- La definizione degli obiettivi del rilievo metrico
- Il recupero e la validazione di rilievi metrici già eseguiti sull'oggetto
- L'analisi dell'oggetto e la selezione dei punti da rilevare
- L'organizzazione delle fasi operative e l'individuazione delle tecniche da utilizzare

In fine si decide l'entità del rilievo.

17. Quali sono le fasi fondamentali di un rilievo metrico?

Il rilievo metrico si sviluppa in una serie di operazioni che hanno come scopo principale, oltre all'acquisizione della posizione dei punti di interesse, il contenimento degli errori di misura al di sotto delle tolleranze fissate dal progetto. Per ottenere questo fine il rilievo viene organizzato in una serie di fasi a precisione via via decrescente:

- Rilievo di inquadramento, rilievo di raffittimento e rilievo di dettaglio.

Il rilievo di inquadramento e di raffittimento hanno come scopo rispettivamente la materializzazione del sistema di coordinate che dovrà supportare tutta l'operazione di misura e la sua diffusione all'interno dello spazio da rilevare, mentre con il termine di rilievo di dettaglio si intende la vera e propria misura delle coordinate dei punti oggetto del rilievo metrico.

18. Definire gli scopi di una rete di inquadramento.

La definizione del sistema di riferimento avviene mediante la materializzazione e/o individuazione di una serie di punti necessari alla individuazione univoca di un sistema di riferimento 3D cartesiano che formerà il SISTEMA DI_RIFERIMENTO UNICO di tutta l'operazione di rilievo. Per definire tale sistema occorre individuare almeno due punti. Tali punti costituiscono la struttura minima di una rete di inquadramento alla quale si dovranno appoggiare le successive misure di dettaglio.

Il rilievo di inquadramento ha due scopi:

- 1) Definire e materializzare il sistema di coordinate unico all'interno del quale si svilupperanno tutte le operazioni successive di misura;
 - 2) Contenere la propagazione degli errori in modo da garantire il non superamento della tolleranza prefissata durante le operazioni di misura delle coordinate dei punti di interesse.
- La rete di inquadramento deve risultare accessibile e visibile per tutta la durata delle operazioni di rilievo e possibilmente conservata per successivi interventi di completamento, rifacimento e/o ripetizione di misure. La precisione dei vertici delle reti di inquadramento deve essere di almeno un ordine di grandezza superiore a quella richiesta ai punti di dettaglio.

19. Definire gli scopi di una rete di raffittimento

Il rilievo di raffittimento ha come scopo quello di materializzare il sistema di coordinate definito dalla rete di inquadramento nei posti e con le modalità richieste della particolare tecnica di rilievo di dettaglio. Ad esempio, quando, successivamente ad una prima commissione del rilievo esterno di un oggetto, viene commissionato il rilievo interno la rete

di raffittimento servirà a collegare l'esterno, e quindi la vecchia rete di inquadramento, all'interno.

20. Definire le precisioni dei vertici di una rete di inquadramento rispetto alla tolleranza finale del rilievo e giustificare la scelta

La precisione che deve caratterizzare i vertici delle reti di inquadramento deve essere di un ordine di grandezza superiore a quella che dovrà caratterizzare i punti finali dei rilievi.

ESEMPIO: Scala nominale 1:100, la tolleranza è pari a 3cm, le precisioni dei vertici delle reti di inquadramento siano dell'ordine di alcuni millimetri.

21. Quali sono le tecniche utilizzate per il rilievo delle reti di inquadramento?

Le tecniche con cui si realizzano le reti di inquadramento sono:

- Triangolazioni;
- Trilaterazione;
- Intersezioni;
- Poligonazioni;
- Sistema satellitare GPS;

Si distinguono due principali tecniche di misura delle reti di inquadramento, a seconda che:

- le reti si sviluppino in esterno: rilievo satellitare (GPS), tecnica che consente la realizzazione delle reti meglio configurate in quanto non pone vincoli ulteriori sulla posizione reciproca dei vertici.
- le reti si sviluppino in luoghi coperti: tecnica topografica terrestre pone il vincolo che da ogni vertice della rete se ne debbano vedere almeno altri due.

22. Quali sono le tecniche utilizzate per il rilievo delle reti di raffittimento?

Le tecniche normalmente utilizzate per il raffittimento sono:

- poligonali
- metodi di intersezioni o riattacco

Poiché i vertici delle reti di raffittimento derivano dai vertici delle reti di inquadramento con successive misure, si possono adottare tecniche più speditive di quelle utilizzate per la rete di inquadramento, quali: tecniche celerimetriche, che prevedono l'uso di strumenti come la stazione totale.

23. Quali sono le tecniche che si possono utilizzare per il rilievo di dettaglio?

Il rilievo di dettaglio ha come scopo la determinazione delle coordinate dei punti selezionati come indispensabili per lo scopo del rilievo, La loro precisione finale deve rispettare la tolleranza finale del rilievo metrico così come definita nelle fasi precedenti. La scelta di una o più tecniche dipende dalla accessibilità dello spazio del rilievo oltre che dal numero e dalla tipologia dei punti da rilevare.

- **RILIEVO DISTANZIOMETRICO:** Con questo termine si intende il tradizionale metodo di rilievo di punti mediante la misura di sole distanze. STRUMENTI: Distanziometro, bindella, metro.
- **RILIEVO CELERIMETRICO:** viene oggi applicato con efficacia mediante l'utilizzo delle stazioni totali che consentono la registrazione automatica delle misure eseguite. Le precisioni che oggi si possono raggiungere sono centimetriche purché si utilizzi al meglio il supporto delle reti di inquadramento e di raffittimento.
- **RILIEVO FOTOGRAMMETRICO:** a vera misura avviene con la ripresa delle immagini e con la determinazione dei parametri utili per conoscere la posizione che la camera da presa aveva nello spazio nel momento in cui sono state riprese.

- **RILIEVO LIDAR:** li strumenti LIDAR dirigono un raggio laser lungo un numero elevato di direzioni nello spazio secondo incrementi di angolo azimutale e zenitale prefissati e misurano la distanza tra il centro strumentale e il punto intercettato dal raggio laser.

24. Definire vantaggi e svantaggi delle misure manuali distanziometriche

I vantaggi sono:

- Compiere misurazioni sia in 2d/3d;
- Costi bassi;
- Si può utilizzare in ambienti poco illuminati ed in piccoli ambienti;
- Gli strumenti sono facilmente trasportabili.

Gli svantaggi sono:

- Registrazione dei dati manualmente;
- Trasporto dati sul CAD manualmente;
- Lentezza nel metodo di misura.

25. Definire vantaggi e svantaggi delle misure eseguite con stazione totale

I vantaggi sono:

- Registrazione automatica delle misure eseguite,
- Il calcolo automatico delle coordinate nel sistema coordinate;
- Attribuzione ad ogni punto di codici alfanumerici;
- Scaricamento dei dati direttamente sul CAD per evitare errori di trascrizione.

Gli svantaggi:

- Spazi ampi e con una buona illuminazione;
- Complessità del metodo rispetto al rilievo distanziometrico;
- Occupazione dello spazio per lunghi periodi.

26. Definire vantaggi e svantaggi delle misure fotogrammetriche

I vantaggi sono:

- Acquisizione dei dati in breve tempo;
- Rilievo virtuale di tutte le coordinate dei punti delle immagini;
- La fase di restituzione dei dati avviene in laboratorio in tempi e modalità consequenziali;
- Elevata precisione di misurazione;
- Basso costo.

Gli svantaggi sono:

- Complessità del metodo;
- Lunghi tempi d'attesa per gli elaborati;
- Risulta conveniente a livello economico e di tempo solo se ci sono molti da rilevare.

27. Definire vantaggi e svantaggi delle misure LiDAR

I vantaggi sono:

- Precisione raggiungibile solo nell'ordine del centimetro ed è possibile orientare automaticamente i punti rilevati nel sistema di coordinate prescelto;
- Acquisizione automatica di punti 3d;
- Potenzialità di esaltazione se viene integrato con la tecnica della fotogrammetria.

Gli svantaggi sono:

- Rilievo privo di intelligenza i punti non sono misurati bensì ricavati;
- Notevoli costi delle attrezzature

- Difficile processo nella rielaborazione dei dati acquisiti.

STAZIONE TOTALE

28. Elencare le componenti ottico-meccaniche di una stazione totale e le loro principali funzioni.

La stazione totale è composta da tre componenti ottico-meccaniche:

- Il basamento, la parte meccanica inferiore dello strumento, la cui funzione è collegare lo strumento stesso alla basetta. In esso è anche contenuto un cerchio graduato utile per la misurazione degli angoli azimutali, chiamato "cerchio azimutale". Infine, contiene anche un collare per garantire il collegamento meccanico dell'alidada.
- L'alidada, ovvero una struttura meccanica formata da due bracci che sostengono il cannocchiale. In uno dei due bracci è contenuto un cerchio per la misurazione degli angoli zenitali, chiamato "cerchio zenitale".
- Il cannocchiale, ovvero uno strumento ottico montato tra i due bracci dell'alidada che consente la collimazione coi punti. Solidalmente al cannocchiale sono anche montati gli indici di lettura del cerchio zenitale.

29. Definire le condizioni di rettifica di una stazione totale

Le condizioni di rettifica riguardano le precisioni di montaggio delle componenti ottico-meccaniche:

- A2 asse secondario non perpendicolare all'asse A1;
- A3 asse collimazione, perpendicolare all'asse A2;
- I tre assi A1, A2, A3 si intersecano in un unico punto C;
- Asse A1 interseca il cerchio azimutale nell'origine della graduazione su di esso riportata;
- Asse A2 interseca il cerchio zenitale nell'origine della graduazione su di esso riportata;
- Quando l'asse A3 coincide con l'asse A1 la lettura sul cerchio zenitale pari a 0.

Nella realtà queste condizioni non riescono mai ad essere realizzate alla perfezione.

30. Descrivere le condizioni operative di una stazione totale.

Le condizioni operative della stazione totale sono:

- A1 deve essere verticale, deve coincidere con la direzione del filo di piombo;
- A1 coincide con la verticale passante per il punto di stazione, ovvero la variabile degli angoli azimutali;

Quando le condizioni operative sono rispettate:

- Cerchio azimutale giace su un piano operativo;
- Il cerchio zenitale giace su un piano verticale
- Ruotando il cannocchiale attorno ad A2, l'asse di collimazione A3 descrive un piano verticale passante per il centro strumentale.

Per poter effettuare tutto ciò sarà necessario l'utilizzo della basetta e del treppiede.

31. Elencare gli errori sistematici che influenzano la misura di una direzione azimutale

La misura in direzione azimutale è influenzata da:

- **ERRORE DI VERTICALITA'**: Asse A1 non è perfettamente verticale
- **ERRORE DI INDICAZIONE**: Asse A2 è perpendicolare all'asse A1
- **ERRORE DI COLLIMAZIONE**: Asse A3 non è perpendicolare all'asse A2
- **ERRORE DI ECCENTRICITA'**: Asse A1 non interseca il cerchio azimutale nell'origine della graduazione;
- **ERRORE DI GRADUAZIONE**: la grandezza del cerchio presenta intervalli di ampiezza diverse.

Se l'insieme di questi errori è al disotto del 5' possono essere trascurate le correzioni tra i vari errori sistematici.

32. Elencare gli errori sistematici che influenzano la misura di una direzione zenitale.

Gli errori che influenzano le misure nell'angolo zenitale:

- **ERRORE VERTICALITA'**: Asse A1 non perfettamente verticale
- **ERRORE ECCENTRICITA'**: Asse A1 non interseca il cerchio azimutale nell'origine della graduazione;
- **ERRORE DI GRADUAZIONE**: la graduazione del cerchio presenta intervallo di ampiezza diversa
- **ERRORE ZENIT STRUMENTALE**: Asse A1 è verticale la lettura sul cerchio zenitale non è = a 0 gon
- **ERRORE DI RIFRAZIONE**: A causa della densità dell'atmosfera l'asse di collimazione non si dispone sulla retta congiungente il punto collimazione e il centro strumentale.

33. Nella misura di direzione azimutale come si elimina l'errore di verticalità?

L'errore di verticalità si elimina garantendo funzionamento delle livelle elettroniche. Tutte le stazioni totali sono dotate di due livelle elettroniche aventi una precisione di un ordine di grandezza superiore a quella della livella sferica, disposte ortogonalmente l'una rispetto all'altra, in grado di misurare l'errore di verticalità. Un processore rileva l'ampiezza dell'angolo formato tra l'asse a1 e la verticale passante per il punto di stazione, correggendo di conseguenza le misure delle direzioni azimutali memorizzando e visualizzando il valore già depurato dall'influenza di tale errore.

34. Nella misura di una direzione azimutale come si elimina l'errore di eccentricità del cerchio azimutale?

L'errore di eccentricità del cerchio azimutale impiegando gli indici di lettura al cerchio posizionamento uno diametralmente opposto all'altro, ovvero facendo due letture congiunte e facendone le media.

35. Nella misura di una direzione azimutale come si elimina l'errore di graduazione del cerchio azimutale?

Errore di graduazione del cerchio azimutale si elimina dotando gli strumenti di diverse copie di indici di lettura che eseguono le misure in parti diverse della graduazione e di utilizzare la media dei risultati ottenuti delle diverse coppie di indici utilizzati.

36. Nella misura di una direzione azimutale come si elimina l'errore di collimazione ed inclinazione?

Gli errori di inclinazione e di collimazione si eliminano attraverso la regola di Bessel:

- Si misura la direzione azimutale di un punto con lo strumento in prima posizione (LCS);
- Si misura la direzione azimutale dello stesso punto con lo strumento in seconda posizione (LCD);
- Il valore corretto si ottiene applicando la formula di Bessel

Poiché questi errori provocano errori nella misura di direzione.

37. Nella misura di un angolo zenitale come si eliminano l'errore di verticalità?

L'errore di verticalità nella misura di un angolo zenitale si elimina verificando e garantendo il corretto funzionamento delle livelle elettroniche. Tutte le stazioni totali sono dotate di due livelle aventi una precisione di un ordine di grandezza superiore a quella della livella sferica, disposte ortogonalmente l'una rispetto all'altra, in grado di misurare l'errore di verticalità. Un processore rileva l'ampiezza dell'angolo formato dall'asse a1 e dalla verticale

passante per il punto di stazione e corregge, di conseguenza, le misure dell'angolo zenitale, memorizzando e visualizzando il valore già depurato dall'influenza di tale errore. L'ampiezza di tale errore viene sottratta al valore delle letture eseguite.

38. Nella misura di angolo zenitale come si eliminano l'errore di eccentricità del cerchio zenitale?

L'errore di eccentricità del cerchio zenitale nella misura di un angolo zenitale può essere eliminato sulle letture zenitali impiegando due indici di lettura al cerchio, posizionando uno diametralmente opposto all'altro, ovvero facendo due letture coniugate e facendone la media.

39. Nella misura di un angolo zenitale come si elimina l'errore di graduazione del cerchio zenitale?

Errore di graduazione del cerchio zenitale si eliminando dotando gli strumenti di diverse coppie di indici di lettura che eseguono le misure in parti diverse dalla graduazione e di utilizzare la media dei risultati ottenuti dalle diverse coppie.

40. Qual è la funzione del treppiede nell'uso della stazione totale?

Le funzioni del treppiede sono:

- Quella di centrale lo strumento sul punto di stazione;
- Poter realizzare le condizioni operative;
- Sostenere la stazione totale;
- Permette di lavorare su terreni accidentati;
- Permette di centrare la livella sferica.

41. Qual è la funzione della basetta nell'uso della stazione totale?

- Le tre viti calanti permettono la basculazione rispetto al piano di base e quindi di rendere il piano orizzontale e la sua perpendicolare verticale;
- Presenta al suo interno la livella sferica e quella torica che permettono di rendere verticale l'asse passante per il punto di stazione in maniera precisa.

La basetta è un dispositivo che si interrompe tra il treppiede e lo strumento, deve poter realizzare le condizioni operative e collegate in modo rigido lo strumento alla piastra del treppiede

42. Descrivere in che modo gli angoli misurati da una stazione totale possono essere convertiti in radianti.

Esiste una relazione che consente di convertire gli angoli misurati da una stazione totale, ovvero con unità di misura "gon", in radianti e, all'occorrenza, anche in gradi: $\alpha_{\text{gon}}/100 = \alpha^{\circ}/90 = \alpha_{\text{rad}}/\pi/2$.

43. Definire la direzione azimutale.

La direzione azimutale è la collimazione dal punto di stazione a, al punto b; leggeremo quindi la direzione ab. Così anche come se dal punto di stazione a collimiamo il punto c, leggeremo la direzione ac.

44. Descrivere l'angolo azimutale

L'angolo azimutale α è l'angolo diedro definito dai due piani π_B e π_C che ha per costola la verticale V. Si ottiene dalla sottrazione di due distanze azimutali.

45. Definire l'angolo di direzione.

Si consideri una semiretta orientata AB definita in un piano cartesiano XY. Si definisce angolo di direzione della direzione AB l'angolo di cui la parallela all'asse X condotta per A deve ruotare in senso orario per sovrapporsi alla direzione orientata AB e si indica con la

notazione (AB). Analogamente si può definire l'angolo di direzione (BA). La differenza tra (AB) e (BA) è pari a 200 gon.

46. Definire l'angolo zenitale.

Dato un punto A ed un punto C, l'angolo zenitale ϕ è l'angolo formato dalla verticale per il punto A e dalla congiungente i punti A e C.

GNS

47. Cosa significa l'acronimo GNSS e di cosa si tratta?

L'acronimo GNSS significa Global Navigation Satellite System, si tratta di un sistema di geo-radiolocalizzazione e navigazione terrestre, marittima o aerea che utilizza una rete di satelliti in orbita per fornire un servizio di posizionamento geo-spaziale a coperture globale, che consente di determinare le coordinate geografiche di un punto sulla superficie terrestre con un errore di pochi metri o centimetri. Esistono due generazioni di GNSS: la prima è formata da i sistemi GPS e GLONASS, mentre la seconda generazione utilizza versioni più attuali di sistemi GPS (30 satelliti) e GLONASS (24 satelliti), insieme ai 24 satelliti GALILEO (attualmente in fase di testing), i 35 satelliti BEIDOU ed altri due operativi 4 satelliti, 7 previsti per il 2023, operativo in Giappone e Oceania).

48. Qual è il principio di funzionamento e la precisione media raggiungibile del posizionamento assoluto nei GNSS?

Le coordinate del vertice sul quale è posto il ricevitore sono stimate esclusivamente elaborando le osservazioni che ha eseguito rispetto ai satelliti acquistati, il ricevitore opera quindi singolarmente.

Si eseguono solo misure in codice:

- Determina in tempo reale la posizione assoluta del ricevitore con misure di distanza dai satelliti utilizzando il codice.
- Non è adatto per cicli topografico di revisione.

Essendoci un solo ricevente l'accuratezza dei risultati non potrà essere elevata infatti la precisione media raggiungibile sarà compresa tra i 5 e i 10m. Ad oggi esiste una tecnica chiamata "Precis Point Positioning" o PPP che ha un'accuratezza nei risultati di 1-2cm ma richiede tempi di acquisizione molto lunghi e un'elaborazione post-acquisizione molto complessa.

49. Qual è il principio di funzionamento e la precisione media raggiungibile del posizionamento relativo nei GNSS?

Due o più ricevitori sono posti in contemporanea acquisizione delle osservazioni di satelliti comuni, vengono stimate le componenti del vettore che unisce i due vettori. Questa tecnica permette di raggiungere precisioni migliori perché vengono eliminati o ridotti gli errori sistematici che intervengono nelle misure, perciò si impiegano solo misure di fase:

- Si ottengono misure ad alta precisione;
 - Si utilizzano sia il segnale in codice sia in fase.
- La precisione raggiungibile varia da 0.5 a 1 cm.

50. Qual è il principio di funzionamento e la precisione media raggiungibile del posizionamento differenziale nei GNSS?

È un tipo di posizionamento a livello tecnico più impegnativo, un ricevitore singolo posto sul vertice da rilevare stima le proprie coordinate in posizionamento assoluto, ma queste vengono corrette da una correzione differenziale calcolata da una stazione base da una rete di stazioni permanenti ed inviata al Rover.

A seconda dei segnali ricevuti si hanno due tecniche: DGPS con accuratezze dell'ordine di 0,5-1m e RTK con accuratezze minori di 5cm.

51. Quali sono i principali errori sistematici nella misura delle distanze nei GNSS?

Essendo il GNSS un sistema basato sulla misura del tempo il principale errore nella quale si può incorrere è quello del "time-bias" ovvero quando o l'orologio presente nel ricevente ha uno scarto di secondi o addirittura minuti rispetto a quello installato all'interno dei satelliti. Questo errore ne genera un altro ovvero le "pseudo range" (pseudo distanze), dovute al calcolo errato del tempo impiegato dall'onda radio per percorrere la distanza satellite-ricevitore, ciò rappresenta errori nelle coordinate finali.

Principali errori sistematici:

- time-bias (errore grossolano)
- errori derivanti dall'attraversamento della ionosfera e della troposfera
- errori derivanti dalle effemeridi (rotte satelliti)
- multipath code
- noise del codice -centro di fase

52. Quali sono le modalità di misura con il sistema GNSS?

- Modalità statica acquisizione contemporanea su due o più ricevitori per lunghi periodi di osservazione (>1 ora)
- Modalità rapido statica acquisizione contemporanea su due o più ricevitori per medio-bassi periodi di osservazione (<1 ora)
- Modalità cinematica sempre due ricevitori ma uno in movimento, quello fisso trasmette le correzioni differenziali al ricevitore in movimento (realtimekinematik RTK)
- Trattamento dati in tempo reale o post processing

53. Con quale principio si misurano le distanze tra satellite e ricevitore a terra?

Il principio di funzionamento del GPS si basa essenzialmente sulla misura della distanza tra osservatore e tra satelliti la cui posizione nello spazio è nota con precisione. Ogni satellite emette i dati sulla posizione e sull'ora esatta al momento della trasmissione. Conoscendo la posizione del satellite ricevente potrà stabilire un intervallo di tempo impiegato dall'onda radio per arrivare fino ad essa e di conseguenza la distanza tra trasmittente e trasmittanza. Il ricevitore è in grado di riconoscere da che satellite sta ricevendo in quanto ogni satellite emette dei codici univoci che il ricevitore ha memorizzati ed esegue il confronto tra questi e l'onda ricevuta.

54. Quanti satelliti sono necessari per definire la posizione piano altimetrica di un punto sul terreno perché?

Sono necessari come minimo quattro satelliti tre relativi alle dimensioni dello spazio x,y,z, e una relativa al tempo.

L'unione di due satelliti permette solo di ottenere una posizione errata, unendone ancora uno siamo in grado di associare ad ogni misura temporale la correzione necessaria per fare

in modo che le tre distanze si incontrino in un unico punto, con quattro riusciamo a identificare e risolvere completamente il time-bias.

55. Cosa è il rilievo RTK?

RTK o Real Time Kinematik è una modalità cinematica di acquisizione dei dati, dove un ricevitore su un punto a terra di coordinate note trasmette le correzioni differenziali in tempo reale ad una palina in movimento che effettua misure. La precisione è nell'ordine di un paio di centimetri.

La precisione raggiungibile è di 5cm.

FOTOGGRAMMETRIA-RADDRIZZAMENTO FOTOGRAFICO

56. Descrivere il principio del fotogramma.

Il principio della fotogrammetria si basa sullo sfruttamento del contenuto metrico delle immagini acquisite tramite sensore digitale. In particolare, la fotogrammetria ha l'obiettivo di estrarre la posizione tridimensionale di punti-oggetto partendo dall'approssimazione di una fotografia digitale ad una prospettiva centrale. Tale approssimazione consente di definire punti immagine dalla quale partirà un raggio proiettante, passante per il centro di proiezione, che finirà nel punto oggetto. Tale punto oggetto sarà definibile

dall'intersezione di due raggi proiettanti uscenti da due punti immagini differenti relativi a fotografie acquisite da angolature diverse. Tale principio è riassumibile come la corrispondenza biunivoca tra i punti oggetto (in tre dimensioni) e la proiezione centrale (in due dimensioni) rappresentata dall'immagine acquisita (punti immagine).

57. Definire i parametri di orientamento interno di una immagine fotografica.

Si definiscono PARAMETRI DI ORIENTAMENTO INTERNO di un'immagine i tre parametri che occorre conoscere per definire la posizione relativa del centro di proiezione rispetto al piano di proiezione. Questi tre parametri possono essere definiti come le coordinate cartesiane della proiezione del centro di proiezione sul piano dell'immagine (PUNTO PRINCIPALE) in un sistema di coordinate cartesiane 3D che ha il piano XY parallelo al piano dell'immagine e passante per il centro di proiezione. I parametri di orientamento interno sono le tre coordinate x , y , z . Una volta noti i parametri di orientamento interno si possono tracciare i raggi proiettanti che hanno generato la prospettiva centrale: l'insieme dei raggi proiettanti assume il nome di STELLA DI DIREZIONI. Definire i parametri di orientamento interno significa considerare il centro di proiezione, il piano di proiezione e la stella di direzioni come un corpo rigido.

58. Definire i parametri di orientamento esterno di una immagine fotografica

I parametri dell'orientamento esterno sono gli spostamenti e le rotazioni che devono essere impressi ai due fotogrammi per coincidere il sistema di riferimento relativo al modello con quello assoluto solidale con il terreno. Servono a definire la posizione che il centro di proiezione e il piano di proiezione erano nell'istante in cui è stata generata la prospettiva centrale.

Questi parametri sono di numero pari ai movimenti da fare per orientare un corpo nello spazio, ovvero 6: 3 traslazioni e 3 rotazioni.

I parametri dell'orientamento esterno consentono di determinare la posizione dei centri di presa e l'assetto spaziale delle immagini nel sistema di riferimento oggetto e quindi la posizione della macchina fotografica nello spazio.

59. Definire le differenze tra una prospettiva centrale e immagine fotografica

La differenza è negli errori introdotti dall'obiettivo della camera fotografica e del fotogramma stesso.

Differenze:

- Obiettivo e quindi individuazione del centro di proiezione in quanto il diaframma non è al centro dell'obiettivo.
- L'asse ottico non contiene i centri di curvatura di tutte le lenti per cui l'asse ottico ma un asse calibrato perpendicolare, nello spazio oggetto, al piano del fotogramma e passante per il centro della pupilla d'ingresso.
- Gli angoli d'incidenza dei raggi sono definiti nel centro della pupilla d'ingresso che non giace sul piano principale, quindi gli angoli di diffrazione non sono uguali a quelli incidenti.
- La distanza principale effettiva non coincide con la distanza principale ottica;
- Il piano immagine non è perpendicolare all'asse ottico.

60. Quanti punti di coordinate note sono necessari per l'esecuzione di un raddrizzamento fotografico con il metodo analitico e perché?

Per calcolare gli 8 parametri che definiscono la trasformazione omografica è necessario conoscere le coordinate di almeno 4 punti dell'oggetto, espresse nel sistema di riferimento oggetto e individuabili nel sistema di riferimento immagine. Tali punti devono essere opportunamente distribuiti sull'immagine. Avendo a disposizione quattro punti di cui siano note le coordinate immagine e oggetto si possono determinare gli otto coefficienti e successivamente calcolare le coordinate X e Y di qualsiasi punto oggetto a partire dalle coordinate x e y dell'immagine.

61. Se, durante l'esecuzione di un raddrizzamento analitico, viene utilizzato un numero maggiore di punti rispetto a quelli necessari da un punto di vista geometrico cosa è possibile valutare?

Utilizzando un numero di punti maggiore di quello richiesto, è possibile valutare la precisione del raddrizzamento analizzando gli scarti sui punti utilizzati. Infatti, quando il numero di punti utilizzati è superiore a 4, la stima dei parametri dell'omografia avviene mediante il metodo dei minimi quadrati che soddisfa le equazioni risolventi.

62. Quali caratteristiche devono avere i punti necessari per un raddrizzamento fotografico analitico?

Il raddrizzamento analitico utilizza le equazioni della omografia che dipendono da 8 parametri. Per poter stimare i parametri dell'omografia occorre conoscere le coordinate immagine e oggetto di almeno 4 punti (minimo geometrico) con le quali è possibile scrivere 8 equazioni nelle 8 incognite del problema. Poiché però si tratta di un problema di stima la migliore soluzione si ottiene utilizzando un minimo di 5 punti e un massimo di 8 punti (punti di appoggio). Questi punti devono essere omogeneamente distribuiti nella zona di interesse dell'immagine fotografica.

63. È possibile raddrizzare la fotografia di una superficie curva (es. absidi di chiese, ecc.). Perché?

No, non è possibile. Perché i punti presi in esame per il raddrizzamento devono giacere sullo stesso piano.

64. Che cosa è l'omografia e a cosa serve?

L'omografia è una trasformazione piana tra due spazi che consente di transizione la prospettiva centrale di un piano in una proiezione ortogonale. Ciò avviene grazie alle equazioni dell'omografia generale ovvero la relazione matematica tra i punti terreno e punti dell'immagine. Per calcolare gli 8 parametri che definiscono la trasformazione omografica è necessario conoscere le coordinate di almeno 4 punti dell'oggetto, espresse nel sistema di riferimento oggetto e individuabili nel sistema di riferimento immagine. Tali punti devono essere opportunamente distribuiti sull'immagine.

65. Quali sono le informazioni metriche necessarie per un raddrizzamento fotografico con metodo geometrico?

Il raddrizzamento geometrico utilizza la teoria dei punti di fuga occorre quindi conoscere solo due distanze tra le loro perpendicolari.

66. L'immagine raddrizzata può essere considerata una proiezione ortogonale?

Sì, perché il raddrizzamento fotografico è una tecnica che trasforma la prospettiva centrale in un'altra prospettiva centrale che ha il piano di proiezione parallelo ad un piano prospettico tra il piano del raddrizzamento e il piano prescelto esiste una relazione di simulazione.

67. Definire l'orientamento relativo

Determina la posizione relativa dei due fotogrammi, realizzando l'intersezione dei raggi proiettanti dunque del modello tridimensionale dell'oggetto, ma in una scala arbitraria e con una giacitura spaziale generica.

68. Definire l'orientamento assoluto

Il modello ricavato nella fase precedente viene roto-traslato e scalato, in modo da ottenere un riferimento al sistema di riferimento assoluto e dimensionato alla scala desiderata.

69. Si possono ottenere informazioni tridimensionali con il metodo del raddrizzamento analitico o geometrico?

No, perché il raddrizzamento, analitico e geometrico, si basa sull'acquisizione di punti giacenti tutti sullo stesso piano.

70. Quante immagini sono necessarie per stabilire la posizione nello spazio 3D la posizione di un punto? Perché?

La condizione necessaria per stabilire la posizione nello spazio 3d di qualsiasi punto oggetto a partire dalle sue coordinate immagine usando un metodo fotogrammetrico è avere almeno due immagini con punti di vista differenti. Questo perché utilizzandone una sola ad ogni punto immagine corrisponderanno infiniti punti appartenenti alla retta proiettante punto immagine-centro di presa mentre introducendone una seconda, presa da una diversa posizione del centro di proiezione, qualsiasi punto oggetto coinciderà con l'intersezione di due raggi proiettanti che passano attraverso i corrispondenti punti dell'immagine e quindi ad un unico punto.

71. Cosa sono le equazioni di collinearità?

Le equazioni di collinearità sono una serie di equazioni che hanno lo scopo di allineare il centro di proiezione, il punto immagine e il punto oggetto; ne consegue che le grandezze che compongono tali equazioni sono: coordinate dell'immagine, coordinate del punto principale, coordinate del punto oggetto, coordinate del centro di proiezione, distanza principale e parametri di trasformazione; ovvero i parametri di orientamento interno ed esterno.

72. Cosa è e come si calcola il GSD

Gsd è l'acronimo di Ground Sampling Distance, è un parametro davvero importante per un rilievo fotografico e per la sua pianificazione. Rappresenta la distanza tra il centro di due pixel consecutivi espressi in unità di misura territoriale. Tale valore è calcolato mediante una divisione che vede al numeratore la distanza fotocamera-oggetto moltiplicata per la dimensione del pixel, mentre al denominatore troviamo la lunghezza focale dell'obiettivo.

73. Cosa è l'Image matching?

Image matching permette di eseguire tutte le fasi dell'orientamento fotografico tramite i suoi algoritmi di un modello denso di punti o nuvola punti. Possono essere classificate in: Area based matching (ABM), basata sul confronto dei cromatismi dei pixel; Feature Based Matching (FBM), individuazione di aree con texture o discontinuità.

74. Cosa è il DSM?

Dsm è l'acronimo di digital surface model. Si intende la superficie terrestre comprensiva di oggetti antropomorfi e vegetazione.

È il modello digitale di superficie generato dalla nuvola di punti. È il modello di superficie in cui viene riportato tutta quella che è la superficie del nostro modello. Successivamente tramite l'utilizzo di triangoli si può creare un mesh. Può avere diversi formati:

- Nuvola densa di punti (3D)
- TIN, Triangular irregular network
- Grigliati regolari di punti (2.5 D)

75. Cosa è il DTM?

Dtm è l'acronimo di digital terrain model. Si rappresenta l'andamento della superficie del suolo esclusi gli elementi antropici e la vegetazione.

È il modello digitale di superficie generato dalla nuvola di punti. È il modello di superficie in cui viene riportato tutta quella che è la superficie del nostro modello. Successivamente tramite l'utilizzo di triangoli si può creare un mesh. Può avere diversi formati:

- Nuvola densa di punti (3D)
- TIN, Triangular irregular network
- Grigliati regolari di punti (2.5 D)

76. Quale è la differenza tra DSM e DTM?

La differenza tra dsm e dtm è sul metodo di acquisizione dei punti.

DSM prende i punti sulla superficie terrestre compresi gli elementi antropomorfi e la vegetazione, mentre DTM rappresenta l'andamento della superficie esclusi elementi antropomorfi e vegetazione.

77. Quali sono i principali prodotti metrici che si ottengono alla fine del processo fotogrammetrico

(processo seguito con l'uso di Metashape)? In che ordine vengono generati?

Come elaborati finali del DSM è possibile ottenere due prodotti di grande visibilità per la documentazione architettonica e del territorio con le ortofoto e i modelli 3d partendo dalle nuvole di punti ricavate dal processo di matching:

- Nuvola sparsa → si ottiene in seguito all'allineamento delle immagini
- Nuvola densa → ci consente di ottenere un modello tridimensionale che rappresenta l'oggetto del rilievo in maniera non uniforme

- Mesh → ci consente di ottenere un modello tridimensionale che rappresenta l'oggetto con una superficie continua che si crea dall'unione dei punti della nuvola densa in triangoli
- Texture → ci permette di ottenere un modello fotorealistico grazie all'acquisizione dei colori dalle immagini, grazie all'associazione di ogni triangolo con il suo contenuto radiometrico
- Dem → ci permette di valutare la profondità delle superfici presenti sull'elaborato
- Ortofoto → è la proiezione ortogonale metricamente corretta su un piano scelto

78. Perché è importante eliminare il geotag nel software Metashape prima di elaborare i dati?

Poiché si vuole rapportare il modello ad un sistema di riferimento assoluto ricavato tramite operazioni di celerimensura e non si vuole influenzare l'allineamento delle immagini si eliminano i dati riferiti alla geolocalizzazione delle singole immagini, dati acquisiti da apparati di ricezione satellitare inseriti all'interno degli apparecchi fotografici (sempre presenti negli UAV).

79. Cosa è l'ortofoto e quale è il principio dell'ortofotoproiezione.

L'ortofoto è una fotografia aerea che è stata geometricamente corretta con il processo di orto rettifica e georefenzata in modo tale che la scala di rappresentazione della foto sia unita. Si può usare per misurare distanze reali. L'ortofotoproiezione è un'operazione che ha il fine di trasformare geometricamente un'immagine, approssimabile a prospettiva centrale, che ritrae un oggetto non piano, quindi con differenze di profondità lungo il suo sviluppo, in una proiezione ortogonale, applicando le dovute correzioni prospettiche; ciò richiede la conoscenza della forma tridimensionale

80. Cosa sono i GCPs, TPs e CPs?

- GCPs (Ground control point) → punti di appoggio, punti di coordinate note nel s.r. immagine e nel s.r. oggetto utilizzati per l'orientamento esterno assoluto
- TPs (Tie Points) → punti di legame, punti omologhi (su immagini diverse) di coordinate note nel s.r. immagine utilizzati per l'orientamento esterno relativo
- CPs (Check Points) → punti di controllo, punti di coordinate note nel s.r. immagine e nel s.r. oggetto non utilizzati per l'orientamento esterno assoluto ma per la valutazione dell'accuratezza

81. Qual è la differenza tra Key points e Tie points? Cosa sono?

Tie Point sono punti di legame si utilizzano per l'orientamento esterno, mentre Key Points invece rappresentano il prodotto finale dopo una prima correlazione tra le immagini necessaria ad allineare quest'ultime.

82. Perché in fotogrammetria è importante utilizzare obiettivi con focale fissa?

Un obiettivo con focale fissa, è un obiettivo nel quale la lunghezza focale non può essere modificata, non c'è quindi lo zoom. I punti vengono presi sempre nello stesso punto. La lunghezza focale è uno dei parametri fondamentali per il calcolo del GSD (Ground Sampling Distance) che influenza l'accuratezza del rilievo rispetto ai pixel dell'immagine; se la focale cambia di immagine in immagine ciò porterebbe ad accuratezze differenti per ogni singola immagine che si ripercuoterebbe sulla precisione complessiva del prodotto finale. Inoltre, nelle camere utilizzate per la fotogrammetria al variare della lunghezza focale variano anche i parametri di calibrazione del sensore (CCD), ciò comporterebbe ulteriori calcoli.

83. Perché è necessario effettuare un rilievo di dettaglio prima del rilievo fotogrammetrico?

Il rilievo di dettaglio permette di acquisire le coordinate di una serie di punti che potranno poi essere utilizzati per effettuare l'orientamento esterno assoluto e relativo e/o il foto raddrizzamento di un'immagine.

84. Cosa sono i punti di appoggio in un volo fotogrammetrico?

I punti di appoggio sono punti posizionati sul terreno di coordinate spaziali note che servono per orientare ed allineare con maggiore precisione le strisciate acquisite dai veicoli.

85. Su quali principi si basa la visione stereoscopica?

La stereoscopia si basa sull'acquisizione di un punto da almeno due angolazioni, ciò consente di determinarne la sua posizione nello spazio; la visione stereoscopica utilizza lo stesso principio ovvero si sottopone all'osservatore due immagini della stessa scena ma con angolature differenti, tramite l'utilizzo di occhiali appositi, la mente umana sovrappone le due immagini ricavandone una visione tridimensionale d'insieme.

La stereoscopia è una tecnica di realizzazione. Trasmette un'illusione di tridimensionalità.

I principi sono:

- Punto di fissazione;
- Stereopsi.

86. Cosa vuol dire SfM e in che modo viene impiegata in fotogrammetria?

Sfm (Structure from motion) ha l'obiettivo di ricostruire la struttura 3d la scena statica attraverso un insieme di misurazioni proiettive rappresentate da un insieme di immagini 2d, mediante la stima del movimento della camera che ha acquisito le immagini.

Comprende tre fasi principali:

- Estrazione dalle immagini
- Stima del movimento della camera mediante la posizione delle foto;
- Generazione della struttura tridimensionale dell'oggetto.

87. Qual è la differenza tra camere metriche e camere amatoriali? In che modo è possibile impiegare queste ultime in fotogrammetria?

Le camere metriche sono apparecchi fotografici studiati specificatamente per scopi fotogrammetrici, esse sono già corredate al momento dell'acquisto di tutti i parametri di orientamento interno e calibrate dalla casa costruttrice, inoltre vengono anche forniti i parametri necessari alla modellazione degli errori; le camere amatoriali non sono fornite di queste caratteristiche, poiché non pensate per un utilizzo fotogrammetrico specifico, ciononostante è comunque possibile impiegarle per rilievi fotogrammetrici attraverso una stima dei parametri che regolano le deformazioni, attraverso la calibrazione della camera, con il fine di correggere le coordinate immagine; tale procedimento richiede però la conoscenza di alcuni punti omologhi.

88. Qual è l'ordine di grandezza dell'errore che possiamo accettare su Metashape per i GCPs CPs in un rilievo dell'architettura eseguito con drone e stazione totale?

L'ordine di grandezza dell'errore che possiamo accettare su Metashape per i GCP e i CP in un rilievo architettonico eseguito con un drone o stazione totale è pari a 1,7-2 cm.

89. Quale è la condizione di collinearità?

La condizione di collinearità indica che il punto oggetto P, il centro di proiezione O e il punto dell'immagine I giacciono sulla stessa retta

90. Quali sono le distorsioni che si possono avere in una camera utilizzata per fotogrammetria?

Le distorsioni che si possono presentare sono:

- Deformazione radiale

- Deformazione tangenziale.

La distorsione radiale prende il suo nome proprio dal fatto che varia in funzione del raggio vale a dire della distanza del punto principale. I raggi luminosi entrano nell'obiettivo, attraverso due mezzi differenti le lenti provocano una variazione dell'angolo di entrata e di uscita del raggio stesso.

La distanza radiale può essere a:

- Barilotto;
- Cuscinetto.

Mentre la distorsione a tangenziale all'aumentare della distanza dal centro della camera.

91. Definire la calibrazione della camera

La calibrazione è un processo trasversale che inizia con il settaggio di alcuni parametri e termina dopo l'ottimizzazione degli allineamenti con l'analisi dei risultati ottenuti. La calibrazione della camera ha l'obiettivo di far fronte a possibili situazioni di errore: la distanza principale effettiva differisce da quella ottica, il piano immagine non è ortogonale all'asse ottico, i centri ottici relativi alle lenti non sono allineati.

92. Differenza tra orientamento relativo ed orientamento assoluto

L'orientamento esterno relativo determina un modello tridimensionale dell'oggetto in una scala arbitraria e con una giacitura spaziale generica, mentre l'orientamento esterno assoluto, attraverso un processo di rototraslazione e ridimensionamento, permette di modificare il modello ottenuto nell'orientamento relativo in modo da riferirlo al sistema di riferimento assoluto e dimensionarlo alla scala desiderata.

93. Quale è la precisione di un elaborato grafico in scala 1:50?

Alla scala 1:50 la precisione richiesta σ è pari a $\sigma = 0.2 \text{ mm} \times n = 10$

Dove 0.2 mm rappresenta l'errore di grafficismo e n è pari a 50

94. Quale è il rapporto tra la scala di rappresentazione ed il GSD?

Il rapporto tra la scala di rappresentazione e il GSD è pari a: $\sigma_{xy} = 0,5 \times \text{GSD}$

Per elaborati planimetrici la precisione richiesta sigma è solitamente uguale alla metà del GSD, ciò vuol dire che la scala di rappresentazione sarà uguale $(\text{GSD} \times 0,5) / 0,2 \text{ mm}$.

95. Cosa è il ricoprimento longitudinale?

Il ricoprimento longitudinale o strisciata rappresenta il grado di sovrapposizione tra immagini aeree nella loro direzione longitudinale; nei casi in cui si voglia eseguire un rilievo con i soli punti necessari all'elaborazione di un modello tridimensionale bisogna assicurarsi che il ricoprimento longitudinale sia pari ad almeno il 60%. È la percentuale di sovrapposizione tra un'immagine e quella successiva che fanno parte della stessa strisciata, dev'essere pari al 60% in caso di un tipo di presa terrestre se si vuole scegliere solo i punti necessari alla modellazione e maggiori se si vuole generare una nuvola di punti pari a 80%.

96. Cosa è il ricoprimento trasversale?

Il ricoprimento trasversale rappresenta il grado di sovrapposizione tra immagini aeree nella loro direzione trasversale; nei casi in cui si voglia eseguire un rilievo con i soli punti necessari all'elaborazione di un modello tridimensionale bisogna assicurarsi che il ricoprimento longitudinale sia pari ad almeno il 20%. È la percentuale di sovrapposizione tra due strisciate adiacenti, dev'essere pari al 20% in caso di un tipo di presa terrestre se si vuole scegliere solo i punti necessari alla modellazione e maggiori se si vuole generare una nuvola di punti pari a 60%.

COMPENSAZIONE RIGOROSA: il software STARNET

97. A cosa serve il software STARNET?

StarNet è un software per compensazione di misure topografiche funzionale all'elaborazione di dati acquisiti tramite stazione totale. Il programma STARNET permette di compensare al "minimi quadrati" la più generale rete topografica.

98. Quali valori devono essere inseriti per ogni punto collimato in una compensazione 2D con il software STARNET?

Per la compensazione 2d planimetrica i dati da inserire per ogni punto collimato sono:

- DB che indica il punto di stazione seguito dal nome del punto stazione;
- DN che indica il punto collimato seguito dal punto collimato e la direzione azimutale.

Questa cosa viene fatta per ogni punto, alla fine di ogni stazione di inserisce DE, ed è necessario inserire la distanza orizzontale tra il punto e la stazione totale.

99. Quali valori devono essere inseriti per ogni punto collimato in una compensazione altimetrica con il software STARNET?

I dati da inserire per la compensazione altimetrica sono:

- QUOTA NOTA DEL PUNTO ORIGINE;
- DISLIVELLI tra il punto di stazione e il punto collimato;
- DISTANZE media tra le distanze inclinate approssimate al metro.

100. Come si definisce un sistema di coordinate 3D in STARNET?

Per definire un sistema di coordinate tridimensionale in StarNet bisogna immettere i dati relativi a: coordinate del punto di stazione e relativa altezza strumentale, punto di orientamento e relativa altezza del prisma, letture azimutali e zenitali, distanze inclinate.

101. Per quale motivo abbiamo eseguito la compensazione planimetrica e la compensazione altimetrica separatamente?

La compensazione planimetrica viene eseguita separatamente dalla compensazione altimetrica perché la compensazione planimetrica ha precisioni superiori rispetto alla compensazione altimetrica, se venissero eseguite insieme le due compensazioni, la compensazione planimetrica avrebbe dei risultati peggiori.

102. Quali sono i valori da inserire all'interno di STARNET per l'esecuzione della compensazione planimetrica?

I valori per la compensazione planimetrica sono:

- COORDINATE APPROSSIMATE per capire all'incirca come sarà la geometria della rete;
- ORIENTAMENTO;
- DISTANZE ORIZZONATELI estratte dal libretto di campagna e vengono calcolate utilizzando la media delle distanze per il seno dell'angolo verticale.
- DIREZIONE VERTICALE estratte dal libretto di campagna e vengono calcolate tramite la regola di Bessel.

103. Quali sono i valori da inserire all'interno di STARNET per l'esecuzione del calcolo celerimetrico?

I valori da inserire per l'esecuzione del calcolo celerimetrico sono:

- COORDINATE relative al punto di stazione e al punto di orientamento;
- LE LETTURE AZIMUTALI di tutti i punti collimati;
- LETTURE VERTICALI con annessa altezza strumentale e del prisma;
- LE DISTANZE.

104. Per quale motivo devono essere inserite delle coordinate approssimate prima del calcolo in STARNET?

Prima del calcolo in STARNET devono essere inserite delle coordinate approssimate perché di deve far capire al programma qual è all'incirca la geometria delle rate.

105. Quale indicatore utilizzo per comprendere la precisione con la quale sono state calcolate le coordinate dei punti nella compensazione planimetrica e altimetrica?

Al termine della compensazione è possibile calcolare e disegnare l'ellisse d'errore standard che rappresenta graficamente:

- La precisione del punto su cui è incentrata;
- L'entità delle deviazioni standard delle coordinate;
- La correlazione tra le coordinate e le direzioni privilegiate di propagazione dell'errore;
- L'area entro cui ricade il punto con una determinata probabilità.

Più l'ellisse d'errore è schiacciata, più la rete d'inquadramento porta errori, meno l'ellisse d'errore sarà schiacciata meno porterà errori.

LiDAR

106. Elencare e definire brevemente le fasi di trattamento dei dati acquisiti con tecnica laser.

- Allineamento unione tra di loro delle varie scansioni che permette di farle coincidere;
- Colorazione nuvola di punti permette di ottenere una resa grafica migliore;
- Georeferenziazione associazione di un sistema di riferimento globale alle diverse nuvole di punti;
- Segmentazione separazione in porzioni che identificano componenti o parti specifiche dell'oggetto;
- Creazione superfici unione dei punti tramite poligoni;
- Modellazione si operano correzioni manuali sul modello tridimensionale ottenuto;
- Produzione prodotti finali dal modello si estraggono viste, prospetti o qualsiasi altra informazione che si necessita sottolineare.

107. In che modo una serie di scansioni laser può essere riferito a un sistema di coordinate preesistente? (es. definito da una rete di inquadramento)

Una serie di scansione laser può essere riferita ad un sistema di coordinate preesistenti tramite il posizionamento dei target, che servono ad unire le scansioni tra di loro in un unico sistema di riferimento sulla base dei punti comuni visibili tra una scansione e l'altra e alla corretta registrazione delle scansioni grazie alle misure dei punti noti con una stazione totale.

Grazie all'unione dei punti topografici, minimo 3, riusciamo a portare le nuvole di punti sullo stesso sistema di riferimento. Questo processo è una rototraslazione nello spazio (6

parametri: 3 traslazioni e 3 rotazioni) di ogni nuvola nel sistema globale. Le fasi operative sono diverse:

- Riconoscimento dei punti omologhi sulle nuvole e sul file dei punti topografici
- Rototraslazione di ogni nuvola nel sistema topografico
- Unione delle nuvole

108. Quali differenze sostanziali esistono tra la strumentazione topografica tradizionale (stazione totale) e la strumentazione laser scanner?

Le differenze tra una stazione totale ed il laser scanner sono:

- **TEMPO** il laser permette di eseguire i rilievi in breve tempo rispetto alla stazione totale;
- **UTILIZZO** è molto più semplice usare il laser e servono meno persone per eseguire il rilievo a differenza della stazione totale;
- **PRECISIONE** la stazione totale è molto più precisa rispetto al laser;
- **ACCESSIBILITA'** con la stazione totale i punti da rilevare devono essere accessibili e raggiungibili fisicamente, con il laser i punti devono essere solo visibili.

109. In cosa consiste e come si comporta il raggio laser in uno strumento laser scanner?

Il laser è un'apparecchiatura che trasforma l'energia da una forma primaria ed un fascio monocromatica insieme alle radiazioni elettromagnetiche di intervista elevata: la luce laser. Quando una radiazione in parte riflessa e in parte trasmessa in funzione della lunghezza d'onda.

Considerando la parte riflessa la superficie perfettamente liscia riflettono specialmente quelle rigate.

110. Quali tipologie di laser scanner sono disponibili?

Esistono tre tipologie di laser:

- SISTEMI A SCANSIONE TRIANGOLATORI;
- SISTEMI A SCANSIONE DISTANZIOMETRICI;
- SISTEMI A SCANSIONE A LUCE STRUTTURATA;
- SISTEMI A SCANSIONE A CONTATTO;
- SISTEMI A SCANSIONE MOBILE.

111. Definire il laser scanner a triangolazione

Il laser a triangolazione si basa sull'acquisizione da parte di un sensore da parte di un sensore IR di un pattern di punti infrarossi in un determinato spazio.

112. Definire il laser scanner basato sul tempo di volo.

Il laser basato sul tempo di volo genera una nuvola di punti tramite il calcolo del tempo impiegato dal raggio laser a percorrere la distanza dall'emittente al soggetto colpito e viceversa.

113. Definire il laser scanner a differenza di fase

Il laser a differenza di fase calcola la distanza comparando la differenza di fase tra l'onda trasmessa e quella ricevuta.

114. Cosa sono i sistemi MMS

MMS (mobile mapping systems) sono strumenti innovative che consentano di integrare diversi sensori per l'acquisizione dei dati 3d. Nascono per rilevare aree urbane in tempo reale, essi si basano sull'uso dello scanner integrati di camera digitale e sistemi di posizioni.

115. Cosa significa SLAM?

SLAM (simultaneous localization and mapping) Il processo per cui uno strumento si muove in un ambiente costruisce la mappa ed è capace di localizzare all'interno di essa.

SISTEMI AEREI A PILOTAGGIO REMOTO

116. Cos'è un UAV e in quale modo può essere utilizzato in rilievo metrico?

Gli UAV sono veicoli motorizzati riutilizzabili senza pilota, controllati da basi terrestri, possano essere utilizzati nel rilievo metrico con l'obiettivo di progettare ed eseguire le riprese fotografiche seguendo i canoni della fotogrammetria se dotata camera fotografica di alta qualità.

117. Quali sono i parametri minimi di una presa fotogrammetrica aerea (ricoprimenti, rapporti base/distanza di presa).

I parametri minimi di una presa fotogrammetrica aerea seguono i "canoni" della fotogrammetria e sono:

- Scala di fotogrammi costante, ovvero la quota di volo deve essere uguale per tutte le acquisizioni).
- I ricoprimenti longitudinali e trasversali sono rispettivamente pari al 60% e al 20-30%.
- La base di presa deve essere 1/3 della quota di volo.

118. A quali quote può volare un UAV?

A seconda del modello e alla categoria in cui è inserito, un UAV può volare alle seguenti quote:

- Fino a 100 m per i "Nano"
- Fino a 250 m per i "Micro"
- Da 150 a 300 m di altezza massima per i "Mini"
- Fino a 3000 m per i "Close Range"
- Fino a 3000 m per i "Short Range".

119. Quali precisioni può raggiungere un rilievo fotogrammetrico che utilizza le immagini acquisite con UAV?

La precisione varia in base alla distanza tra l'oggetto e lo strumento di misura.

Le precisioni di rilievi fotogrammetrici effettuati da droni sono subordinate alla qualità della camera, dalla precisione con la quale è stato eseguito il volo e all'accuratezza del GPS montato all'interno del velivolo. In generale la precisione di un rilievo fotogrammetrico eseguito da drone è verificabile attraverso il parametro G.S.D.

120. Come si possono classificare gli UAV e a quali sensori possono essere loro associati?

Gli UAV vengono classificati a seconda della quota di volo che sono in grado di raggiungere all'autonomia di volo e alla distanza del punto di decollo:

- Nano;
- Micro;
- Mini;
- Close Range;
- Short Range.

Possono essere associati ai seguenti sensori: sensori tradizionali che consentono l'acquisizione di fotografie, sensori termici quindi termocamere, sensori multispettrali che permettono di acquisire bande che sono oltre il visibile, sensori iper-spettrali e anche laser scanner miniaturizzati.

121. Quale potenzialità hanno i sistemi UAV nel campo del rilievo metrico architettonico?

Le potenzialità che hanno i sistemi UAV SONO:

- Rapidità nell'esecuzione del rilievo;
- Possibilità di mappare aree difficilmente accessibili;
- Risoluzione delle immagini maggiore rispetto a quella attendibile della tradizionale fotogrammetria aerea;
- Costi contenuti nelle fasi di acquisizioni.