



Domande-appunti- -geomatica

Geomatica (Politecnico di Torino)



Scan to open on Studocu

TEORIA DELLE MISURE

1. Quali sono gli errori che possono influire sul risultato di una misura?

Gli errori che possono influire sul risultato di una misura sono diversi e contribuiscono a formare l'errore totale di una misura. Questi possono essere distinti in:

- **ERRORI GROSSOLANI:** sono dovuti ad errori di grande (blunders) o media entità (outliers), in fase di misurazione o registrazione dei dati e influenzano le misure in modo difficilmente prevedibile. Sono dovuti dall'imperizia dell'operatore. Possono essere individuati grazie ai metodi statistici robusti, mentre per piccole quantità possono essere individuati mediante il confronto tra misure ripetute o l'esecuzione di misure condizionate e indirette.
- **ERRORI SISTEMATICI:** dovuti a difetti dello strumento. Sono determinati dalle caratteristiche dello strumento di acquisizione o dello stimatore e influenzano le misure secondo una legge costante. Possono essere eliminati grazie alla conoscenza delle leggi che li determinano, che dipendono dalle caratteristiche dello strumento o dello stimatore utilizzato.
- **ERRORI ACCIDENTALI:** di lieve entità, dovuti a cause non controllabili. Influenzano le misure in modo casuale, all'aumentare del numero di misure il loro valore tende a stabilizzarsi. Non possono essere eliminati, ma si può stimare la loro entità e come variano al variare dei dati esaminati.

2. A quali condizioni la 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 causale è influenzato solo 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. Per un numero molto grande di osservazioni l'errore totale, in assenza di errori sistematici e grossolani, è dato dalla somma di errori elementari indipendenti tra loro aventi tutti lo stesso ordine di grandezza. La loro distribuzione quindi, date le premesse del teorema, può considerarsi come una variabile casuale normale.

APPUNTI: Una funzione distribuzione di probabilità di una variabile costante è un insieme dei valori argomentali x per cui è possibile definire un valore di probabilità $F(x)$. Per una v.c. discreta è sempre possibile associare ad ogni valore x_0 di X un valore di probabilità, mentre per la v.c. continua esso è nullo per ciascun valore x_0 , essendo infiniti i valori argomentali compresi in un determinato intervallo. Si definisce quindi la funzione densità di probabilità di una v.c. continua come l'insieme dei valori argomentali x_0 per cui è possibile definire un valore di probabilità $f(x)$ in un intervallo infinitesimo di ogni x_0 . La funzione distribuzione di probabilità di una v.c. continua deve essere continua e derivabile nell'intero intervallo di definizione della x e si ottiene integrando la funzione densità di probabilità e imponendo la condizione di normalizzazione, per cui la probabilità totale su tutto il campo delle x deve essere pari ad uno. La funzione densità di probabilità non è applicabile ad una v.c. discreta perché essa è in ogni punto o costante o discontinua e quindi non derivabile.

La distribuzione normale associata ai nomi di Gauss e Laplace, è un modello di distribuzione di una variabile casuale continua definito dalle seguenti funzioni di distribuzione di probabilità e densità di probabilità.

Essa gode delle seguenti proprietà:

- è una funzione simmetrica rispetto alla retta $x=\mu$ ovvero presenta un massimo in corrispondenza di essa
- presenta due punti di flesso in corrispondenza di $\mu+\sigma$ e $\mu-\sigma$
- è completamente definita e integrabile nel dominio $D\{-\infty, +\infty\}$

$$\int f(x) dx = 1$$

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

La media e lo scarto quadratico medio sono i due parametri da cui dipende la distribuzione simmetrica della curva gaussiana:

- **MEDIA** = somma dei valori argomentali moltiplicati per le frequenze relative di ciascun valore. Analoga all'omonimo concetto aritmetico, è il valore a cui compete la massima probabilità e quindi il valore più significativo della popolazione di valori possibili

APPUNTI: La moda è il valore argomentale per cui la frequenza è massima; La mediana è invece il valore che divide a metà la successione ordinata dei valori argomentali. La mediana e la media sono dei buoni indici per rappresentare sinteticamente le frequenze di una variabile statistica mentre la moda indica il valore più frequentato. La mediana a differenza della media è meno influenzata dai valori più distanti dal centro (outliers), ma è difficile da calcolare. A

determinate condizioni la distribuzione delle frequenze tende a stabilizzarsi e quindi la media può essere considerata anch'essa un buon indice per rappresentare il centro di una distribuzione di frequenze.

- **SCARTO QUADRATICO MEDIO** = grado di dispersione dei valori possibili intorno al valore della media.

Definiti questi due parametri si può quindi dire che la misura di una grandezza fisica sia uguale alla media, come "valore di misura" a cui viene sommato/sottratto lo scarto quadratico medio, che indica la precisione dell'operazione di misura: $L = m \pm \dots$

APPUNTI: Per avere un'indicazione del grado di frequentazione del centro della distribuzione bisogna ricorrere alla varianza che misura dello scostamento di ciascun valore x_i rispetto alla media μ

Si definisce come scarto quadratico medio (s.q.m.) o deviazione standard la radice della varianza: $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

La varianza può essere considerata come la media del quadrato degli scarti.

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

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

Tale fenomeno dipende da:

- operatore
- strumento
- condizioni operative
- modalità di materializzazione della grandezza

Inoltre è opportuno ricordare che il risultato di ogni operazione dipende dagli errori accidentali che influenzano l'operazione stessa.

5. Descrivere la differenza tra precisione e accuratezza di una misura.

- **PRECISIONE** definisce il grado di attendibilità della misura in relazione alle caratteristiche dello strumento e a quelle dell'insieme delle misure effettuate. La precisione può essere definita sia in termini di precisione strumentale, ovvero come sensibilità dello strumento (minima quantità misurabile) che in termini statistici, ovvero con una stima del grado di dispersione (varianza) delle misure rispetto al loro centro. È l'indice di dispersione delle misure eseguite intorno al loro valor medio. Si quantifica con lo scarto quadratico medio σ .

- **ACCURATEZZA** definisce lo scarto tra la misura effettuata e un'altra più precisa assunta come riferimento, si definisce a posteriori effettuando verifiche a campione. Una misura affetta da errori grossolani, sistematici e accidentali non è né precisa né accurata. Una misura affetta solo da errori sistematici può essere precisa, ma non sarà mai accurata. Una misura affetta solo da errori accidentali, invece, è accurata e può essere precisa in funzione della loro distribuzione. Si quantifica con la tolleranza T .

Se le misure non sono affette da errori sistematici o grossolani vale la relazione $T = 2\sigma$

APPUNTO: La tolleranza: definisce il massimo errore ammissibile sull'insieme delle misure effettuate. Si utilizza per quantificare l'accuratezza di un rilievo metrico ed è solitamente stabilita a priori.

6. Definire il concetto di stima nell'ambito della statistica inferenziale.

Modellazione del comportamento degli errori accidentali che restituisce un valore di probabilità associato al parametro che definisce la precisione. Si definisce stima un valore numerico associato agli indici statistici e definito dalla relazione analitica (stimatore) tra un campione limitato di osservazioni e la popolazione in esame.

Una stima è un valore associato alle statistiche m e σ che ci permette di definire un valore di probabilità associato ad una variabile casuale mentre lo stimatore è la funzione di un campione limitato della variabile casuale che ci consente di definire la stima. Una stima deve essere:

- **CONSISTENTE:** dalle conclusioni del teorema centrale della statistica, cioè al crescere del numero n di osservazioni del campione il valore della stima tende al valore teorico; se al tendere all'infinito del numero di elementi costituenti il campione utilizzato tende al valore teorico del parametro stimato
- **UNBIASED** ovvero priva di errori sistematici nei parametri della stima
- **EFFICIENTE** cioè avere la varianza minima, che massimizza la funzione stimatore e quindi il valore di probabilità

APPUNTO: Una variabile casuale (random variable) è definita dall'insieme di valori argomentali di X_i cui sono associate le funzioni distribuzione e densità. Una v.c. dice discreta se e l'insieme dei valori argomentali compresi in un determinato intervallo si presenta con un numero finito di forme x_i o continua se lo stesso insieme si presenta con un numero infinito di forme x_i .

7. Il principio dei minimi quadrati: descriverne la genesi e le pratiche applicazioni nell'ambito del rilievo metrico.

Il principio dei minimi quadrati è un metodo che consente di garantire una corretta stima dei parametri della variabile gaussiana associata all'operazione di misura. Esso deriva dal principio di verosimiglianza il quale dice che le misure usate per la stima dei parametri m e σ sono le migliori, cioè quelle più probabili.

Tale principio viene applicato nelle procedure di correzione degli errori.

APPUNTI: guarda pdf

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

Per aumentare la precisione delle misure dirette occorre influire positivamente sui 4 fattori che influenzano la precisione delle misure dirette. In particolare occorre utilizzare strumenti più precisi, utilizzare operatori esperti nell'uso dello strumento scelto (che lo sappiano usare eliminando gli errori sistematici), rendere le condizioni ambientali favorevoli all'esecuzione corretta delle misure, fare in modo che la grandezza da misurare sia correttamente materializzata.

Una volta agito su queste condizioni si può cercare di migliorare ancora aumentando il numero delle misure eseguite in modo da andare a stimare la media come estrazione da una gaussiana di precisione sufficiente (si ricordi che lo scarto quadratico medio di una gaussiana di medie stimate a partire da n misure ha una precisione minore di una gaussiana di medie stimate a partire da $n+1$ misure). Ovviamente il numero delle misure non può essere fatto aumentando a dismisura (nelle applicazioni più raffinate 10 misure sono più che sufficienti a raggiungere le massime precisioni possibili. Una volta stimato lo s.q.m. delle misure dirette occorre ricordarsi che esso non può essere superiore allo s.q.m. strumentale).

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

Nel caso di misure indirette per aumentare la precisione nella stima delle coordinate ci sono due possibili strade: a parità di schema di misure aumentare la precisione delle misure dirette, oppure migliorare lo schema delle misure dirette che consentono la stima delle coordinate. Come esempio si può prendere in considerazione la definizione di un triangolo. Le coordinate dei suoi vertici possono essere determinate misurando due lati e due angoli, ma si può pensare di migliorare la soluzione misurando tutti i tre lati e tutti i tre angoli.

Per avere una verifica delle ipotesi di variazione dello schema di misure si possono usare i software di compensazione ai minimi quadrati nella modalità di simulazione.

APPUNTI (8/9):

Misurare di una grandezza fisica significa definire un rapporto numerico tra una o più grandezze, utilizzate come riferimento, e la grandezza da misurare. Vi sono tre tipi di misure di grandezze fisiche, in relazione alle grandezze utilizzate come riferimento e alle relazioni che le legano. Si definisce misura diretta il rapporto numerico tra due grandezze omogenee che definisce quante volte la grandezza di riferimento (u) è contenuta in quella da misurare (L):

$$L = n \cdot u$$

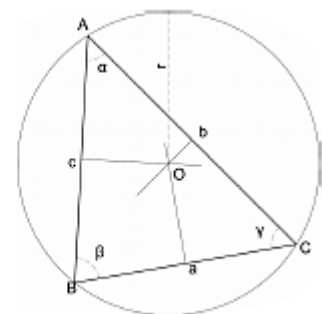
La misura diretta condizionata definisce un rapporto tra diverse misure di grandezze dello stesso tipo:

$$\alpha + \beta + \gamma = \pi$$

Si definisce misura indiretta il rapporto tra la grandezza da misurare e una o più grandezze misurate di tipo diverso:

$$\frac{a}{\sin(\alpha)} = \frac{b}{\sin(\beta)} = \frac{c}{\sin(\gamma)} = 2r$$

$$a = \frac{b}{\sin(\beta)} \cdot \sin(\alpha)$$



RILIEVO METRICO

10. 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 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 (CAD), le rappresentazioni bidimensionali quali piante, sezioni, prospetti, assonometrie e prospettive.

APPUNTI: la scelta dei metodi di misura varia da caso a caso in funzione della precisione e i tipi di rappresentazione che si intendono realizzare.

Il progetto di un intervento di rilievo metrico comprende quattro fasi fondamentali:

- 1. la definizione degli obiettivi del rilievo metrico;*
- 2. il recupero e la validazione di rilievi metrici già eseguiti sull'oggetto;*
- 3. l'analisi dell'oggetto e la selezione dei punti da rilevare;*
- 4. l'organizzazione delle fasi operative e l'individuazione delle tecniche da utilizzare.*

A parte le ultime due fasi prettamente tecnologiche e quindi realizzabili in modo autonomo dagli specialisti di rilievo metrico, le prime due fasi richiedono un lavoro di squadra tra i vari specialisti che operano per il rilevamento dell'oggetto. Solo una paziente opera di confronto e di disamina dei punti sopra elencati consente di definire il progetto del rilievo metrico in tutta la sua complessità.

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

La selezione dei punti da misurare viene fatta prima della scelta della tecnica di rilievo da adottare poiché non tutti i punti sono utili a definire la forma e le dimensioni di un oggetto. Tale scelta deve avvenire con un'attenta analisi critica dell'oggetto che tenga in considerazione la tipologia degli elaborati finali che devono essere prodotti.

APPUNTI: Definite le tolleranze, i gradi di dettaglio da utilizzare nelle varie parti dell'oggetto considerato e tenendo conto di quanto è possibile recuperare da rilievi precedenti, è possibile passare ad una attenta pianificazione dei dati metrici da acquisire: coordinate di punti e immagini.

Anche questa operazione deve essere condotta in squadra in quanto in questo momento si possono verificare ed eventualmente correggere le analisi condotte nelle due fasi precedenti. In questa fase devono essere prodotti gli eidotipi che serviranno per il monitoraggio in continuo delle varie fasi del rilievo metrico vero e proprio.

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

Sì, in quanto questa scelta non può avvenire se non sono note:

- le precisioni richieste
- gli elaborati che si devono produrre
- gli eventuali contributi di rilievi già eseguiti in passato
- selezione degli elementi geometrici che necessitano dell'operazione di misura.

Solo il contatto diretto con l'oggetto, la sua comprensione critica e la conoscenza degli strumenti di rappresentazione che verranno utilizzati per la redazione degli elementi geometrici devono essere sottoposti alla successiva fase di misurazione.

13. Come si progetta un rilievo metrico?

Il progetto del rilievo metrico si deve basare sui seguenti principi:

- definire gli obiettivi del rilievo → scopo (costruire una base geometrica unica per tutti gli usi connessi agli studi legati al particolare oggetto del rilievo);
- precisione e grado di dettaglio (concordati con gli specialisti che lo utilizzeranno);
- elaborati finali da produrre;
- ricerca di elaborati di rilievo metrico già realizzati e validazione degli stessi;
- analisi dell'oggetto da rilevare e selezione degli elementi geometrici necessari;
- definizione delle tecniche di rilievo metrico → soluzione tecnicamente ed economicamente più conveniente e data da un equilibrato utilizzo di più tecniche di rilievo metrico.

Terminate le indagini preliminari (definizione degli scopi, delle tecniche di rappresentazione, della tolleranza del rilievo, recupero e validazione di rilievi storici) si è in grado di decidere se e in che entità deve essere eseguito un nuovo rilievo metrico a integrazione o completa sostituzione di quelli esistenti.

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

Il rilievo metrico si sviluppa in una serie di fasi che hanno come obiettivo non solo l'acquisizione dei punti di interesse, ma anche il contenimento degli errori. Le fasi sono organizzate a precisione via via decrescente e sono:

RILIEVO DI INQUADRAMENTO: con lo scopo di materializzare il sistema delle coordinate dei punti

RILIEVO DI RAFFITTIMENTO: con lo scopo di espandere la materializzazione del sistema di punti

RILIEVO DI DETTAGLIO: che misura le coordinate dei punti del sistema.

APPUNTI:

Il rilievo di inquadramento ha due scopi:

- definire e materializzare il sistema di coordinate unico all'interno del quale si svilupperanno tutte le operazioni successive di misura;

- 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.

Il sistema di coordinate viene materializzato mediante la segnalazione di almeno due punti di cui si definiscono le coordinate. I punti costituiscono la rete di inquadramento e devono essere materializzati in modo tale da garantirne il ritrovamento per almeno tutta la durata del rilievo metrico e, se possibile, anche in epoche successive per consentire integrazioni al rilievo metrico stesso ed eventuali monitoraggi.

I vertici di raffittimento, essendo derivati dai vertici di inquadramento con successive misure, saranno caratterizzati da precisioni minori rispetto ai primi. Tale precisione comunque deve ancora essere superiore a quella richiesta dalla scala del rilievo ($1/3 - 1/5$ della precisione finale richiesta)

Il rilievo di dettaglio consiste nell'esecuzione delle misure necessarie a determinare le coordinate dei punti scelti per descrivere la geometria dell'oggetto. Tale selezione va fatta prima di scegliere la tecnica di dettaglio da utilizzare.

15. Definire gli scopi di una rete di inquadramento.

La rete di inquadramento è la materializzazione e/o l'individuazione di una serie di punti necessari a individuare un sistema di riferimento 3D cartesiano che formerà il sistema di riferimento unico di tutta l'operazione di rilievo. 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. Viene costruita mediante metodi topografici che prevedono la misura di una serie di angoli e distanze. Essa è costituita da almeno una quota altimetrica e due quote planimetriche e deve essere formata da il minimo di punti possibili per evitare il formarsi di errori.

APPUNTI: Per garantire il contenimento degli errori in tutte le fasi del rilievo è necessario che i vertici della rete di inquadramento circoscrivano la zona in cui avverrà il rilievo tenendo conto di ridurre al minimo il numero dei vertici (al crescere dei vertici crescono le misure necessarie per determinarne le coordinate e quindi le possibili sorgenti di errore).

16. Definire gli scopi di una rete di raffittimento.

La rete di raffittimento ha lo scopo di espandere la materializzazione del sistema di coordinate in modo da consentire il collegamento ad esse delle successive fasi di rilievo di dettaglio. Essa deve essere collegata tramite almeno due punti alla rete di inquadramento.

17. Definire le precisioni dei vertici di una rete di inquadramento rispetto alla tolleranza finale del rilievo.

La precisione che deve caratterizzare i vertici della rete di inquadramento deve essere di un ordine di grandezza superiore a quella che dovrà caratterizzare i punti finali del rilievo. Ad esempio nel caso di un rilievo un scala 1:100 (tolleranza pari a 3 cm = 0,3 mm alla scala del rilievo) è necessario che le precisioni dei vertici delle reti di inquadramento siano dell'ordine di alcuni mm.

APPUNTI: 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 del rilievo. Nel caso di un rilievo alla scala 1:100 (tolleranza pari a 3 cm = 0.3 mm alla scala del rilievo) è quindi necessario che le precisioni dei vertici delle reti di inquadramento siano dell'ordine di alcuni millimetri. Ogni vertice della rete di inquadramento deve essere documentato mediante una monografia che ne consenta il ritrovamento e/o il riposizionamento in caso di danni che ne modifichino la posizione. La monografia deve contenere tutti gli elementi che rendono ritrovabile e utilizzabile il punto (localizzazione e coordinate) e che ne attestino l'attendibilità (data di impianto e/o ultima verifica, autore, tipo di materializzazione).

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

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

- Triangolazioni
- Trilaterazioni
- 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

APPUNTI: Se le reti si sviluppano all'esterno la tecnica oggi più utilizzata per ragioni di tipo economico, temporale e di precisione è la tecnica di rilievo satellitare (GPS). Questa tecnica consente la realizzazione delle reti meglio configurate in quanto non pone vincoli ulteriori sulla posizione reciproca dei vertici. Se le reti si sviluppano in luoghi coperti (boschi, edifici, sotterranei) si utilizza la tecnica topografica terrestre che pone però il vincolo che da ogni vertice della rete se ne debbano vedere almeno altri due.

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

Le tecniche normalmente impiegate per il raffittimento sono:

reti di raffittimento - poligonali - metodi di intersezione o riattacco

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

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

A partire dai vertici della rete di inquadramento si sviluppano i rilievi di dettaglio dei punti selezionati per l'operazione di misura. Le diverse tecniche disponibili operano di solito in sistemi di riferimento locali, per cui è necessario che in ogni riferimento locale vengano anche determinate le coordinate dei vertici della rete di inquadramento, per poi consentire la rototraslazione dei vari livelli di dettaglio all'interno dell'unico sistema di riferimento definito dalla rete di inquadramento.

Le principali tecniche di rilievo di dettaglio, scelte in funzione della selezione dei punti utili a descrivere la geometria dell'oggetto sono:

- rilievo diretto- distanziometrico (trilaterazioni e distanze progressive)
- rilievo celerimetrico (misura di angoli e distanze)
- rilievo fotogrammetrico (ripresa di immagini)
- rilievo LIDAR (laser scanning)

21. Definire vantaggi e svantaggi delle misure manuali distanziometriche.

RILIEVO DIRETTO:

- Vantaggi:
- semplicità di realizzazione
 - limitato costo degli strumenti
 - selezione immediata degli elementi metrici di interesse
 - applicabilità del metodo in piccoli ambienti e poco illuminati
 - possibilità di rilievi di alta precisione su particolari costruttivi di limitata estensione

Svantaggi: - lunghi tempi di esecuzione delle misure
- necessità di accedere a tutti i punti da rilevare
- impossibilità di registrazione automatica delle misure eseguite
- ricostruzione indirette (e difficilmente controllabile) di un unico sistema di riferimento tridimensionale

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

RILIEVO CELERIMETRICO:

Vantaggi: - disponibilità di schemi di misura tridimensionali
- possibilità di rilevare punti non accessibili
- possibilità di registrazione automatica delle misure
- possibilità di esecuzione in tempo reale dei calcoli per la determinazione delle coordinate finali dei punti
- elevata automazione degli strumenti con conseguente facilità di utilizzo

Svantaggi: - necessita di operare in spazi abbastanza ampi
- lunghi tempi di esecuzione delle misure

23. Definire vantaggi e svantaggi delle misure fotogrammetriche.

MISURE FOTOGAMMETRICHE:

Vantaggi: - occupazione dell'oggetto limitata nel tempo
- rilievo di coordinate in un sistema tridimensionale
- esecuzione delle misure in ambiente controllato
- possibilità di rilievo diretto delle linee di livello (utile per rappresentare oggetti morfologicamente complessi quali ad esempio le sculture)
- documentazione oggettiva del rilievo
- archivio metrico
- possibilità di differire le misure nel tempo in funzione delle disponibilità finanziarie e degli scopi prefissati
- possibilità di recuperare forme e dimensioni ormai non più accessibili recuperando documentazioni fotografiche storiche

Svantaggi: - economicamente utilizzabili solo per il rilievo di un elevato numero di punti
- esperienza operatori per non incorrere a problemi di errori

24. Definire vantaggi e svantaggi delle misure LIDAR.

MISURE LIDAR:

Vantaggi: - possibilità di ottenere forse più rapidamente e più economicamente i prodotti tradizionali
- opportunità di generare nuovi strumenti di descrizione e rappresentazione delle forme complesse
- acquisizione in modo autonomo di milioni di punti 3D

Svantaggi: - acquisizione automatica senza alcun criterio logico
- strumentazione molto costosa

STAZIONE TOTALE

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

Gli angoli misurati da una stazione totale si presentano sotto forma di GON, unità di misura del grado centesimale che rappresenta la quattrocentesima parte dell'angolo giro. Cento GON equivalgono a novanta gradi sessagesimali.

Il radiante è l'unità di misura del sistema internazionale che misura l'ampiezza degli angoli, esso è espresso come il rapporto tra la lunghezza dell'arco di circonferenza e il raggio della stessa. Il radiante si esprime con il pi greco che rappresenta l'angolo giro (180°).

Per passare da gradi centesimali (gon) a radianti occorre quindi moltiplicare la cifra in gon per pi greco e dividere il tutto per 200. Poiché dalla proporzione 200 gon equivalgono a 180 radianti (pi greco).

26. Definire la direzione azimutale.

La direzione azimutale è la lettura effettuata sul cerchio graduato azimutale, è un valore che si ottiene in campagna osservando un punto. Equivale ad un angolo la quale direzione O del cerchio orizzontale graduato deve ruotare in senso orario per sovrapporsi alla direzione del punto osservato.

27. Definire l'angolo azimutale.

L'angolo azimutale è l'angolo fornito dalla differenza di due direzioni azimutali. Esso è un angolo diedro formatosi da due piani A e B e avente come costola la verticale VA.

28. Definire l'angolo di direzione.

Si consideri un sistema di riferimento cartesiano nel quale siano noti i punti A e B. Definiamo "angolo di direzione di B rispetto ad A" l'angolo di cui la parallela all'asse y, del riferimento, passante per B, deve ruotare in senso orario per sovrapporsi alla direzione AB. L'angolo di direzione è dunque un angolo calcolato tra la direzione di riferimento e quella misurata.

29. Definire l'angolo zenitale.

Dato un punto A ed un punto C, l'angolo zenitale è l'angolo formato dalla verticale passante per il punto A e dalla congiungente che lo collega al punto C.

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

La stazione totale è composta da tre parti ottico/meccaniche e da una serie di componenti elettroniche. Le componenti ottico/meccaniche sono:

- basamento → collegamento con la basetta e con l'alidada (quest'ultimo avviene attraverso l'uso di un collare)
- l'alidada → sostiene il cannocchiale e ne consente la rotazione attorno all'asse a_1
- il cannocchiale → visione distinta di oggetti posti ad una distanza minima di circa 1 m

APPUNTI: Le componenti elettroniche sono:

-il distanziometro

-processori per la registrazione delle misure

-processori per la gestione di semplici operazioni di calcolo

La stazione totale per poter essere utilizzata richiede l'impiego di due strumenti accessori:

-la basetta

-il treppiede

31. Descrivere il basamento di una stazione totale.

Il basamento di una stazione totale è la parte meccanica inferiore dello strumento che consente il suo collegamento alla basetta.

In esso è contenuto un cerchio graduato utile per la misurazione degli angoli azimutali (cerchio azimutale).

Contiene un collare per garantire il collegamento meccanico all'alidada.

L'asse passante per il centro del cerchio graduato del basamento è perpendicolare al piano del basamento stesso si chiama asse principale (a_1)

32. Descrivere l'alidada di una stazione totale.

L'alidada è una struttura meccanica formata da due bracci che sostengono il cannocchiale collegati da una piastra perpendicolare ai due bracci, dotata, alla sua estremità inferiore, di un peso che, calato nel collare del basamento, ne consente la rotazione intorno all'asse a_1 .

In uno dei due bracci dell'alidada è contenuto un cerchio per la misura di angoli zenitali (cerchio zenitale).

La piastra che collega i bracci all'alidada contiene gli indici di lettura del cerchio azimutale

L'alidada può ruotare liberamente intorno all'asse a_1 .

L'asse passante per il centro del cerchio zenitale, perpendicolare all'asse a_1 si chiama asse secondario (a_2).

APPUNTI:

IL CANNOCCHIALE

Il cannocchiale è uno strumento ottico montato tra i due bracci dell'alidada in modo che il suo asse intersechi perpendicolarmente i due assi a_1 e a_2 nel punto della loro intersezione: tale punto è il CENTRO STRUMENTALE (C). L'asse del cannocchiale si chiama ASSE TERZIARIO o ASSE DI COLLIMAZIONE a_3 . Solidamente al cannocchiale sono montati gli indici di lettura del cerchio zenitale. Il cannocchiale può ruotare liberamente attorno all'asse a_2 .

IL DISTANZIOMETRO

Il distanziometro è un insieme di strumenti elettronici in grado di consentire la misura della distanza tra il centro strumentale e il punto collimato utilizzando delle onde elettromagnetiche. Lo strumento emette un'onda elettromagnetica: questa si propaga fino a raggiungere il punto collimato. Un sistema riflettente (un prisma ottico o il materiale stesso che materializza il punto) riflette l'onda che torna verso lo strumento.

Quando l'onda ritorna al distanziometro, si misura il tempo che l'onda ha impiegato a percorrere il tragitto di andata e ritorno tra centro strumentale e punto e, conoscendo la velocità di propagazione dell'onda stessa, si determina la distanza. La misura del tempo di percorrenza del tragitto di andata e ritorno tra il centro strumentale e il punto collimato può avvenire in modo diretto (mediante un sistema di misura del tempo – METODO A IMPULSI) oppure in modo indiretto misurando la differenza tra la fase dell'onda emessa e quella dell'onda di ritorno (mediante un discriminatore di fase – METODO A DIFFERENZA DI FASE).

33. Definire le condizioni di rettifica di una stazione totale.

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

- a_2 , asse secondario, perpendicolare all'asse a_1
- l'asse a_3 , asse di collimazione, perpendicolare all'asse a_2
- i tre assi a_1 , a_2 , a_3 si intersecano in un unico punto C (il centro strumentale)
- l'asse a_1 interseca il cerchio azimutale nell'origine della graduazione su di esso riportata
- l'asse a_2 interseca il cerchio zenitale nell'origine della graduazione su di esso riportata
- quando l'asse a_3 è coincidente con l'asse a_1 la lettura sul cerchio zenitale è pari a 0

Nella realtà queste condizioni di montaggio non sono mai realizzate alla perfezione e questo provoca degli errori sistematici nella misura degli angoli azimutali e zenitali che devono essere eliminati quando la loro ampiezza supera l'ampiezza degli errori ammessi dal rilievo.

APPUNTI:

1. Strumentale:

- asse primario perpendicolare
- asse secondario perpendicolare
- asse terziario

2. In fase di misura

- verticale passante per il punto di stazione deve coincidere con l'asse primario

34. Descrivere il metodo di misura delle distanze per differenza di fase.

Il distanziometro emette un'onda elettromagnetica che si propaga fino a raggiungere il punto collimato dove un sistema riflettente riflette l'onda. Al ritorno dell'onda si misura il tempo che ha impiegato per percorrere il tragitto di andata e ritorno tra centro strumentale e punto e conoscendo la velocità di propagazione dell'onda stessa si determina la distanza.

35. Descrivere il metodo di misura delle distanze per impulsi.

E' un metodo diretto che si basa su un sistema di misura del tempo (attraverso un orologio che batte il tempo in modo regolare e dei condensatori). Poiché un'onda elettromagnetica si propaga alla velocità della luce (circa 300.000 Km/s) la misura diretta del tempo richiede un sistema molto preciso quindi utilizzo un sistema di condensatori e un oscillatore.

Lo strumento emette un impulso a velocità costante e simile ad un flash infrarosso, questo viene riflesso e la lunghezza della distanza si calcola con il tempo di viaggio dell'impulso.

36. Descrivere le condizioni operative di una stazione totale.

- asse a1 e verticale = direzione del filo a piombo
 - asse a1 coincide con la verticale passante per il punto di stazione (verticale degli angoli azimutali misurabili)
- Quando le condizioni operative sono rispettate:
- il cerchio azimutale giace su un piano orizzontale
 - il cerchio zenitale giace su un piano verticale
 - ruotando il cannocchiale attorno all'asse a2, l'asse di collimazione a3 descrive un piano verticale passante per il centro strumentale.
- Per poter realizzare le condizioni operative è necessario utilizzare la basetta e il treppiede

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

Nella misura di una direzione azimutale il non rispetto delle condizioni di rettifica della stazione totale comporta la comparsa di ERRORI SISTEMATICI che devono essere eliminati qualora di entità superiore alla precisione che si intende raggiungere nella misura. Gli errori sistematici che influenzano la misura di una direzione azimutale sono:

- errore di verticalità = l'asse a1 non è perfettamente verticale
- errore di inclinazione = l'asse a2 non è perpendicolare all'asse a1
- errore di collimazione = l'asse a3 non è perpendicolare all'asse a2
- errore di eccentricità = l'asse a1 non interseca il cerchio azimutale nell'origine della graduazione
- errore di graduazione = la graduazione del cerchio presenta intervalli di ampiezza diversa

Se l'insieme di questi errori è inferiore a 5' si possono trascurare le correlazioni tra i vari errori sistematici e quindi considerare l'effetto di ognuno di essi nell'ipotesi che gli altri non esistano.

38. Elencare gli errori sistematici che influenzano la misura di un angolo zenitale.

Anche nel caso della misura di un angolo zenitale il non rispetto delle condizioni di rettifica della stazione totale comporta la comparsa di ERRORI SISTEMATICI che devono essere eliminati qualora di entità superiore alla precisione che si intende raggiungere nella misura. Gli errori sistematici che influenzano la misura di un angolo zenitale sono:

- errore di verticalità = l'asse a1 non è perfettamente verticale
- errore di eccentricità = l'asse a1 non interseca il cerchio azimutale nell'origine della graduazione
- errore di graduazione = la graduazione del cerchio presenta intervalli di ampiezza diversa
- errore di zenit strumentale = quando l'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 collimato e il centro strumentale

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

Verificando e garantendo il corretto 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 e corregge di conseguenza le misure delle direzioni azimutali memorizzando e visualizzando il valore già depurato dall'influenza di tale errore.

APPUNTI: L'ERRORE DI VERTICALITA'

E' l'angolo formato tra l'asse a1 e la verticale passante per il punto di stazione. Quando la stazione totale viene montata sulla basetta, l'asse a1 si dispone lungo la verticale passante per il punto di stazione con la precisione della livella sferica utilizzata per disporre su un piano orizzontale la piastra basculante della basetta stessa. Tale precisione non è sufficiente per garantire una corretta misura delle direzioni azimutali. 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.

A livello operativo l'unico accorgimento da prendere è di verificare e garantire il corretto funzionamento delle livelle elettroniche.

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

Dotando gli strumenti di diverse coppie di indici di lettura che eseguono le misure in parti diversi della graduazione e di utilizzare la media dei risultati ottenuti dalle diverse coppie di indici utilizzate. Oggi le moderne stazioni totali sono dotate di almeno tre serie di indici di lettura diametralmente opposti che consentono l'eliminazione simultanea dell'errore di graduazione e di eccentricità.

41. Nella misura di una direzione azimutale come si eliminano gli errori di inclinazione e di collimazione?

Attraverso l'applicazione della regola di Bessel, poiché questi errori provocano errori nella misura di direzioni azimutali che assumono valore uguale ma segno opposto quando la direzione azimutale di un punto viene misurata nelle due posizioni dello strumento, che vedono il cerchio zenitale a sinistra (I posizione) oppure a destra (II posizione) dell'osservatore, ovvero nelle due posizioni coniugate.

APPUNTI: ERRORI DI INCUNAZIONE E COLLIMAZIONE

Gli errori di inclinazione e di collimazione provocano errori nella misura di direzioni azimutali che assumono valore uguale ma segno opposto quando la direzione azimutale di un punto viene misurata nelle due posizioni dello strumento che vedono il cerchio zenitale alla sinistra (I posizione) oppure a destra (II posizione) dell'osservatore. Queste due diverse posizioni dello strumento vengono chiamate POSIZIONI CONIUGATE.

42. Descrivere la regola di Bessel.

Procedura che consente di eliminare l'influenza degli errori di inclinazione e collimazione nella misura di una direzione azimutale. Essa prevede due fasi:

- si misura la direzione azimutale di un punto con lo strumento in I posizione (L_{CS})
- si misura la direzione azimutale dello stesso punto con lo strumento in II posizione (L_{CD})

La direzione azimutale corretta si ottiene con la seguente formula

$$L = \frac{L_{CS} + (L_{CD} \pm 200)}{2}$$

43. Nella misura di un angolo zenitale come si elimina l'errore di verticalità?

Con lo stesso accorgimento per la misura di direzioni azimutali → Verificando e garantendo il corretto 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 dall'asse a_1 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.

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

Dotando gli strumenti di diverse coppie di indici di lettura che eseguono le misure in parti diverse della graduazione e di utilizzare la media dei risultati ottenuti dalle diverse coppie di indici utilizzate.

45. Nella misura di un angolo zenitale come si elimina l'errore di zenit strumentale?

Si collima il punto P nelle due posizioni coniugate della stazione totale:

- I posizione → letture eseguita e $L_s = \varphi + z_0$
- II posizione → avendo ruotato l'alidada di φ , per tornare a collimare il punto P il cannocchiale deve compiere una rotazione pari a 2φ .

Per cui vale la relazione: $2\varphi = L_s + 2\varphi - L_d$

APPUNTI: Per eliminare l'errore di zenit strumentale Z_0 si collima il punto P nelle due posizioni coniugate della stazione totale. Osservando la figura si può notare che in I posizione la lettura eseguita sul cerchio zenitale è: $L_s = \varphi + Z_0$ Spostando lo strumento in II posizione, l'alidada ruota di π e, per tornare a collimare il punto P il cannocchiale deve compiere una rotazione pari a 2φ . Se L_d è la lettura fatta ora sul cerchio zenitale si può osservare che vale la seguente relazione: $2\varphi = L_s + 2\pi - L_d$. Quindi si può ricavare il valore corretto dell'angolo zenitale con la relazione:

$$L = \frac{S - D + 400}{2}$$

46. Nella misura di un angolo zenitale come si elimina l'errore di rifrazione atmosferica?

Poiché questo fenomeno, dovuto alla propagazione dei raggi luminosi con traiettorie curvilinee con concavità rivolta verso il centro della Terra, comporta una sottostima dell'angolo zenitale, l'errore viene corretto aggiungendo alla misurazione il valore dell'angolo di rifrazione stimabile come:

Inoltre considerando che il raggio medio terrestre è pari a 6370 km e assumendo un valore per il coefficiente di rifrazione pari a 0,17 (esso varia da luogo a luogo e assume valori diversi nell'arco della giornata) si ottiene (esprimendo la distanza in km):

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

La funzione del treppiede è quella di centrare lo strumento sul punto di stazione. deve poter realizzare le condizioni operative (insieme alla basetta) e sostenere la stazione totale. Le gambe allungabili permettono di operare su terreni accidentati.

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

È un dispositivo che si interpone tra treppiede e strumento; deve poter realizzare le condizioni operative (insieme al treppiede) e collegare in modo rigido lo strumento alla piastra del treppiede.

GNSS

49. Cos'è un GNSS?

GNSS = Global Navigation Satellite System

sistema di navigazione, basato sulla emissione di segnali radio emessi da una costellazione di satelliti artificiali. Ogni GNSS è progettato per permettere in ogni istante del giorno il posizionamento in ogni zona del globo. Il primo sistema globale (a parte il Loran) è stato il GPS americano.

50. 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 acquisiti, il ricevitore opera quindi singolarmente e, date le basse precisioni raggiungibili con questa tecnica, si eseguono solo misure di codice:

si realizza con un solo strumento, anche non molto sofisticato e poco costoso:

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

51. 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 ricevitori. 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 di alta precisione
- Vengono utilizzati sia il segnale in codice, sia il segnale di fase

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

È il tipo di posizionamento più impiegato a livello tecnico, 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, posta su un punto di coordinate note, o da una rete di stazioni permanenti ed inviata al rover. In questo caso si possono ottenere buone precisioni. Tale tecnica può essere applicata alle misure di codice (DGPS) o fase (RTK)

È previsto l'utilizzo simultaneo di due strumenti di cui uno su un punto noto:

- Posizione assoluta con misure di distanza dei satelliti
- Utilizzo di due ricevitori che lavorino in contemporanea
- È applicabile a una distanza master-rover fino a qualche centinaio di km
- La precisione metrica è adatta a rilievi tematici GIS

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

Alcuni errori sistematici dipendono dalla distanza (errori delle orbite, atmosferici e ionosferici) ed assumono un'entità quasi mai tollerabile quando questa supera la soglia indicata.

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

Le modalità di misura sono due:

- Misure di codice o pseudorange (effettuate sui codici trasmessi dal segnale, permettono di raggiungere basse precisioni metriche)
- Misure di fase (effettuate sulla portante del segnale, permettono di raggiungere elevate precisioni)

55. 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 tre satelliti la cui posizione nello spazio è nota con precisione. Ogni satellite emette i dati sulla sua posizione e sull'ora esatta al momento della trasmissione. Conoscendo la posizione del satellite e l'ora della trasmissione, la stazione ricevente potrà stabilire l'intervallo di tempo impiegato dall'onda radio per arrivare fino ad essa, e di conseguenza la distanza tra trasmittente e ricevente.

Si considerano note le posizioni dei satelliti nel sistema wgs84 e, per stimare le coordinate incognite del generico ricevitore posto sulla superficie terrestre, occorre conoscere un numero sufficiente di range. Cioè di distanza satellite ricevitore ad un dato istante.

- 56. Quanti satelliti sono necessari per definire la posizione piano altimetrica di un punto sul terreno e perché?**
Sono necessari come minimo 4 satelliti, tre relativi alle dimensioni dello spazio x , y , z e una relativa al tempo.

FOTOGRAMMETRIA

57. Descrivere il principio della fotogrammetria.

La FOTOGRAMMETRIA è il metodo di rilievo in cui i dati di campagna vengono acquisiti con una macchina fotografica anziché con un goniometro.

La tecnica della fotogrammetria si basa sul principio della prospettiva centrale:

la prospettiva centrale di un punto P definito in uno spazio cartesiano XYZ e l'intersezione della retta che congiunge il punto P con il centro della prospettiva e il piano della prospettiva stessa. Se di un punto P, di coordinate XYZ incognite, si hanno due prospettive centrali acquisite da due centri di proiezione diversi, si può facilmente definire la posizione del punto P determinando l'intersezione tra i due raggi proiettanti definiti dai centri di proiezione e dalle immagini prospettiche del punto P. Per poter risolvere il problema da un punto di vista geometrico occorre conoscere la posizione nello spazio XYZ dei due centri di proiezione e dei due piani proiettivi (parametri di orientamento).

58. 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.

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

- I parametri dell'orientamento esterno sono gli spostamenti e le rotazioni che devono essere impresse ai due fotogrammi per far coincidere il sistema di riferimento relativo del modello con quello assoluto solidale con il terreno

I parametri di orientamento esterno servono a definire la posizione che il centro di proiezione e il piano di proiezione avevano nell'istante in cui è stata generata la prospettiva centrale. Poiché la stella di direzioni, una volta noto l'orientamento interno, può essere considerata un corpo rigido, per definire la sua posizione nello spazio occorre definire 6 parametri: 3 traslazioni e 3 rotazioni.

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

Ciò che differenzia una prospettiva centrale da un'immagine fotografica sono gli inevitabili errori introdotti dall'obiettivo, dalla camera fotografica e dal fotogramma stesso.

Differenze:

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

RADDRIZZAMENTO FOTOGRAFICO

APPUNTI:

L'immagine non è immediatamente impiegabile a scopi metrici perché

- Affetta da deformazioni prospettiche

- Non riferita ad un sistema di coordinate

Un'immagine risulterà georeferenziata quando

- I pixel sono riferiti ad un sistema di riferimento assegnato

- Combinano i vantaggi della carta e dell'immagine (informazione metricamente corretta e contenuto radiometrico)

Un'immagine fotografica è affetta da deformazioni prospettiche, di conseguenza non ha le caratteristiche di un disegno o di una cartografia. In altre parole non ha una scala costante, non è una proiezione ortogonale dei punti della superficie dell'edificio o del terreno e non è inquadrata in un sistema di riferimento noto. Quando la superficie dell'oggetto da rilevare è approssimabile ad un piano, è possibile grazie al raddrizzamento fotografico rendere la fotografia a scala costante, approssimabile ad una proiezione ortogonale e inquadrata in un sistema di riferimento noto.

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

Occorrono almeno 4 punti di coordinate note (punti di appoggio) per poter determinare i dati necessari perché per ogni punto di coordinate note nel sistema oggetto si possono scrivere 2 equazioni.

62. 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?

È possibile valutare la precisione del raddrizzamento analizzando gli scarti sui punti utilizzati. Infatti quando il numero dei punti utilizzati è superiore a 4 (minimo geometrico necessario per la soluzione del problema) la stima dei parametri dell'omografia avviene mediante il metodo dei minimi quadrati che soddisfa le equazioni risolventi a meno di un scarto che fornisce una prima valutazione sulla precisione del metodo.

63. 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. Le equazioni che si generano utilizzando questi punti servono per impostare la stima dei parametri dell'omografia utilizzando il principio dei minimi quadrati che consente di avere la stima sia dei parametri stessi che dei loro scarti quadratici medi. Al termine della stima è possibile, utilizzando le medie dei parametri stimate, ricalcolare le coordinate oggetto dei punti utilizzati: queste coordinate ricalcolate saranno diverse da quelle note e le differenze (scarti) servono per valutare la bontà del raddrizzamento eseguito in termini di precisione. Se si vuole verificare anche l'accuratezza è necessario disporre delle coordinate oggetto di uno o più punti non utilizzati per la stima dei parametri e ricalcolare le coordinate oggetto di questa seconda serie di punti (punti di controllo). Gli scarti tra le coordinate ricalcolate e quelle note dei punti di controllo rappresentano una misura dell'accuratezza del raddrizzamento eseguito.

64. E' 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.

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

L'omografia è una trasformazione piana tra due spazi che consente di trasformare la prospettiva centrale di un piano in una proiezione ortogonale. Esprime la relazione tra punti terreno e punti 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.

APPUNTI: la conoscenza delle coordinate di un numero di punti superiore a quattro permette la determinazione della precisione del sistema, mediante soluzione ai minimi quadrati.

Le coordinate dei punti sono quelle misurate durante il rilievo celerimetrico. Come visto in precedenza l'immagine è bidimensionale ed il raddrizzamento può essere fatto esclusivamente su un piano. Inoltre le coordinate misurate sono in coordinate terreno. Per avere delle coordinate utilizzabili dovremmo

- ipotizzare un piano sul quale eseguire il raddrizzamento*
- rototraslare il sistema di riferimento*
- realizzare il file dei punti*

66. 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 loro perpendicolari.

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

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

LASER SCANNER

APPUNTI:

acquisizione – registrazione – elaborazione – estrazione

La tecnica LIDAR si inserisce a pieno titolo tra le tecniche di rilievo geometrico e anche in questo caso, deve essere considerata come un nuovo apporto al processo di rilievo geometrico. La tecnica del laser scanning si basa sul metodo di misurazione delle distanze per mezzo di onde elettromagnetiche, anche noto come LIDAR, che si basa sul LASER. Dal punto di vista applicativo il laser è un'apparecchiatura che trasforma energia da una forma primaria (elettrica, ottica, chimica, termica o nucleare) in un fascio monocromatico e coerente di radiazioni elettromagnetiche di intensità elevata (luce laser).

COMPORTAMENTO DEL LASER: quando il laser colpisce la superficie di un corpo reale (detto anche corpo grigio) essa è in parte assorbita, in parte riflessa, in parte trasmessa, in dipendenza dalla lunghezza d'onda.

Considerando solo la parte riflessa è possibile distinguere le superfici degli oggetti:

-perfettamente lisce, riflettono in modo speculare

-perfettamente rugose, si comportano come riflettori lambertiani, ovvero la direzione di riflessione è indipendente da quella di incidenza.

-superficie retroriflettente, in cui il raggio riflesso si propaga esattamente lungo la stessa direzione del raggio coincidente.

1. laser triangolatori

2. laser scanner distanziometrici

- a impulsi

- a misura di fase

68. Quali sono gli aspetti da tenere in considerazione nel progetto di un'acquisizione con la tecnica laser scanner?

Il progetto di una campagna di acquisizione laser terrestre può essere effettuato considerando i seguenti aspetti:

- Tipo di laser utilizzato (precisioni, portata e campo di acquisizione, risoluzione)*
- Soggetto che si vuole rilevare*
- Ambiente nel quale si trova il soggetto*

APPUNTI: se l'acquisizione avviene in modo arbitrario o errato il rischio è quello di non riuscire ad ottenere il risultato che ci si è preposti e quindi, di dover ripetere nel peggiore dei casi, le operazioni di rilievo (con costi e tempi aggiuntivi). Per questo motivo è di fondamentale importanza, quando si vuole effettuare un rilevamento utilizzando un sensore laser scanner, progettare a priori la fase di acquisizione dati.

La tecnica laser mette a disposizione uno strumento che, in modo autonomo acquisisce milioni di punti 3D.

L'acquisizione (automatica) avviene senza alcun criterio logico: in genere ci saranno molti punti dove non servono (se superfici lisce) e pochi o nessuno dove sono necessari (lungo le linee di discontinuità).

Nel rilievo i problemi da affrontare sono più complessi: le discontinuità (break-lines) sono la regola e il fattore economico è fondamentale. Le dimensioni degli oggetti e precisioni richieste variano in un ampio spettro, da alcuni metri al millimetro.

APPUNTI: ESECUZIONE DEL RILIEVO

- progettazione dei punti di presa

- posizionamento dei target -> l'utilizzo dei target rispondono all'esigenza di unire le scansioni tra loro in un unico sistema di riferimento, sulla base di punti comuni visibili tra una scansione e l'altra, e garantire il corretto allineamento (registrazione) delle scansioni grazie alla misura dei punti noti con stazione totale.

69. In quale sistema di coordinate vengono misurati i punti durante una scansione laser?

I punti durante una scansione laser vengono misurati in un sistema cartesiano 3D che hanno origine all'interno dello strumento.

70. In quale modo le scansioni laser acquisite da punti di stazione differenti possono essere rototraslate (registrate) in un unico sistema di coordinate?

Tramite il posizionamento dei target, che servono a unire le scansioni tra di loro in un unico sistema di riferimento sulla base di punti comuni visibili tra una scansione e l'altra e a garantire la corretta registrazione delle scansioni grazie alla misura dei punti noti con stazione totale.

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

Dopo l'acquisizione con laser terrestre le scansioni vengono sottoposte alla REGISTRAZIONE ossia vengono riferite ad un unico sistema di coordinate. La nuvole di punti così ottenuta viene in seguito SEGMENTATE (si cerca di estrarre i bordi geometrici in modo automatico e manuale in modo da definire delle superfici elementari), e infine MODELLATE (eliminando tutti quei punti che risultano eccessivi per la definizione delle equazioni delle superfici delimitate dai bordi geometrici) in modo da estrarre la vera geometria dell'oggetto analizzato.

APPUNTI: ELABORAZIONE DEI DATI

Filtraggio – Allineamento (colorazione nuvola punti) – Georeferenziazione – Segmentazione – Creazione superfici – Modellazione – Produzione prodotti finali

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

Per registrare le scansioni laser in un sistema di coordinate preesistente è necessario che una volta registrate le singole scansioni in un unico sistema di coordinate all'interno delle nuvole di punti acquisite si possano riconoscere almeno tre punti noti in XYZ nel sistema di coordinate prescelto. Se in ogni scansione ci sono almeno tre punti noti si può registrare ogni singola scansione nel sistema di coordinate finale, altrimenti le scansioni vengono prima registrate in un sistema di coordinate di servizio (ad esempio quello della prima scansione) e, usando almeno tre punti noti contenuti all'interno dell'insieme delle singole scansioni, effettuare la rototraslazione finale della nuvola di punti complessiva nel sistema di coordinate prescelto. Nella realtà si preferisce inserire almeno un punto noto per ogni singola scansione e quindi stimare i parametri della rototraslazione finale con un procedimento di stima ai minimi quadrati in modo da evidenziare gli scarti (e quindi stimare la precisione) dell'intero processo.

UAV

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

Gli UAV, sono veicoli aerei motorizzati riutilizzabili senza pilota e possono essere utilizzati nel rilievo metrico con l'obiettivo di progettare ed eseguire le riprese fotogrammetriche seguendo i "canoni" della fotogrammetria, se dotati di camera digitale ad alta risoluzione.

74. 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 (la quota di volo è 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

75. A quali quote può volare un UAV?

A seconda del modello un UAV può volare da una quota di 100 m, come nel caso dei Nano, fino a 3000 m, nel caso di un Close Range o di uno Short Range.

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

Le precisioni sono quelle tipiche della fotogrammetria quindi da 10^{-4} a 10^{-3} della distanza di presa.

COMPENSAZIONE RIGOROSA: il software STARNET

77. A cosa serve il software STARNET?

STARNET è un programma in grado di compensare ai minimi quadrati la rete topografica (planimetrica, altimetrica, plano-altimetrica) ed eseguire il calcolo celerimetrico.

APPUNTI: Fra le misure topografiche elaborabili troviamo:

1 direzioni azimutali

2 azimut

3 angoli zenitali

4 distanze inclinate o ridotte (orizzontali)

Quando vengono eseguite delle reti con stazione totale è buona norma dividere, in fase di compensazione la parte planimetrica da quella altimetrica. La parte planimetrica ha precisioni superiori rispetto alla parte altimetrica (ad esempio hs e hp misurate con metro rigido !!!) di conseguenza inserendo all'interno del software di calcolo dati derivanti da tali operazioni di misura i risultati sulla compensazione planimetrica vengono "peggiorati" dalla non stessa attendibilità dei soli dati planimetrici (distanze e direzioni azimutali). In realtà il programma ammetterebbe l'inserimento di coefficienti di precisione diversificati, ma il procedimento è meno immediato.

78. Quali valori devono essere inseriti per ogni punto collimato in una compensazione 3D con il software STARNET?

Per la compensazione 3D i dati da inserire per ogni punto collimato sono:

- misura del CERCHIO ORIZZONTALE
- DISTANZA INCLINATA
- ANGOLO VERTICALE
- ALTEZZA STRUMENTALE / ALTEZZA PRISMA

(SS p.to Stazione-p.to orientamento-p.to misurato CO DInc Ang verticale Hs/Hp)

79. 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 p.to di stazione

DN che indica il punto collimato, seguito dal p.to collimato e la DIREZIONE AZIMUTALE.

Questo va fatto per ogni PUNTO. Alla fine di ogni stazione si inserisce DE.

Infine è necessario inserire le distanze orizzontali tra la stazione e il punto e vanno inserite tutte le distanze acquisite.

APPUNTI:

Coordinate approssimate

(queste coordinate fanno capire al programma quale è all'incirca la geometria della rete) LE COORDINATE APPROSSIMATE SI INSERISCONO CON IL CODICE C

Direzioni Azimutali

Questi dati si estraggono dal libretto di campagna trattandosi di rete planimetrica saranno estratte la direzione azimutale (letture cerchio orizzontale "elaborate attraverso la regola di Bessel e mediate)

Distanza orizzontale

calcolata utilizzando la media tra le 4 distanze misurate per il seno dell'angolo verticale (quello ricavato dalla media tra le 2 letture dopo aver applicato la formula della semi differenza)

80. 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 (E P.to origine 0 ! che indica l'origine)
- DISLIVELLI (L) tra il punto stazione e il punto collimato ($hs - hp + Di \cdot \cos \alpha$)
- DISTANZE (media tra le distanze inclinate approssimate al metro)

APPUNTI: Come visto in precedenza passeremo ora alla sola compensazione altimetrica della rete. Per eseguire tale calcolo abbiamo bisogno dei seguenti dati:

- Punto di quota nota, nel nostro caso assegneremo ad un punto della rete (solitamente l'origine del sistema: nell'esempio riportato precedentemente il punto E) una quota arbitraria (ad esempio 0)

- Dislivelli tra i vari punti misurati durante le operazioni di misura (DA CALCOLARE NEL LIBRETTO DI CAMPAGNA)

- Distanze approssimate tra i punti rispetto ai quali viene calcolato il dislivello

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

il sistema di coordinate 3D in Starnet si inserisce dalla tendina options, project, 3D, metres, gons, Local. nella tabella dei dati si inserisce C più il punto di origine seguito da tre punti esclamativi, infine si inserisce l'angolo di direzione e un punto esclamativo, che indica da dove passa l'asse.

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

La parte planimetrica da quella altimetrica vengono divise perché la parte planimetrica ha precisioni superiori rispetto alla parte altimetrica di conseguenza inserendo all'interno del software i dati derivanti da tali operazioni i risultati sulla compensazione planimetrica verrebbero peggiorati.

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

- COORDINATE APPROSSIMATE per far capire all'incirca la geometria della rete
- ORIENTAMENTO
- DIREZIONE AZIMUTALE estratte dal libretto di campagna elaborate attraverso la regola di Bessel
- DISTANZE ORIZZONTALI estratti dal libretto di campagna calcolate utilizzando la media delle distanze per il seno dell'angolo verticale $DO=Di*\sin(CV)$

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

I valori da inserire per il calcolo celerimetrico sono:

- COORDINATE calcolate dalle precedenti compensazioni
- L'ORIENTAMENTO DELLA STAZIONE CELERIMETRICA ossia il punto in cui si è fatto stazione
- MISURE ESEGUITE

(SS p.to Stazione-p.to orientamento-p.to misurato CO DInc Ang verticale Hs/Hp)

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

Devono essere inserite delle coordinate approssimate per far capire al programma qual è all'incirca la geometria della rete.

C nome stazione 0 0 !! (indicano l'origine del sistema di riferimento)

C nome stazione

.....

(C nome stazione 0 0 0 !!! -> x y z)

86. Cos'è l'ellissoide e per cosa viene utilizzato nella geomatica?

L'ellissoide di rotazione è la superficie di riferimento per la rappresentazione della superficie terrestre. È una superficie di rivoluzione ovvero ottenuta ruotando un'ellisse attorno uno dei suoi assi principali

87. Cos'è il geoide e per cosa viene utilizzato?

Il geoide è la superficie equipotenziale del campo gravitazionale terrestre riferita al livello del mare ed è utilizzata nella geodesia nella determinazione del profilo altimetrico di una zona, cioè nella determinazione della quota sul livello del mare di tutti i punti di una determinata zona. Il geoide è una superficie perpendicolare in ogni punto alla direzione della verticale, cioè alla direzione della forza di gravità.

88. Quali tipologie di quote esistono e quali sono le loro caratteristiche?

Le coordinate geografiche di un punto sono la latitudine e la longitudine. Sono angoli e quindi sono espressi in gradi, primi, secondi, decimi di secondo. La latitudine è l'angolo che si forma tra la normale alla superficie dell'ellissoide di riferimento passante per un punto e il piano equatoriale.

La longitudine è l'angolo che si forma tra il piano meridiano di riferimento ed il piano meridiano passante per un punto posto sulla superficie terrestre. Queste coordinate sono la trasformazione delle coordinate geografiche (angoli) in coordinate piane (metri). I punti dell'ellissoide sono proiettati su un cilindro, la cui superficie si può svolgere su un piano. In questo piano viene individuato un sistema di assi cartesiani. Le coordinate sono espresse in metri.

89. Definizione di campo topografico

E' quella parte della superficie terrestre nell'intorno di un punto, entro la quale si può ritenere che la superficie del geoide coincida con il piano ad essa tangente nel punto, senza commettere errori che influiscano sensibilmente sui risultati.

90. Definizione di campo geodetico

Il campo geodetico è l'intorno di un punto sulla superficie dell'ellissoide per il quale è possibile approssimare con una sfera tangente la superficie di riferimento in quel punto.

Il campo gedetico è quella porzione di superficie terrestre, di raggio minore o uguale a 150km, che circonda un punto, in cui è lecito sostituire all'ellissoide la sfera locale. Viene anche denominato campo sferico. Il CAMPO GEODETICO è definito come l'ellissoide terrestre che differisce di poco da una sfera che può essere sostituita entro alcune limitazioni, all'ellissoide stesso. La sfera di sostituzione viene chiamata locale, la zona entro cui è lecita la sostituzione per misurare angoli e distante si chiama campo geodetico.

91. Quali sono le superfici sviluppabili sul piano senza deformazioni? Perché?

Le superfici a curvature nulla sono le uniche sulle quali è possibile effettuare trasformazioni isometriche. Tra queste ci sono il cono e il cilindro, trasformabili poiché la curvatura è nulla in una delle due direzioni principali pertanto sviluppabili sul piano che ha anch'esso una curvatura nulla.

92. E' possibile sviluppare una sfera sul piano senza deformazioni? Perché?

Non è possibile deformare una sfera sul piano senza deformazioni, in quanto la superficie non è a curvatura nulla (mentre il piano ha curvatura nulla) come nel caso del cilindro e del cono, le cui curvature sono nulle in una delle due direzioni principali

93. Definizione di geodetica

Su di una superficie curva è possibile definire curve gobbe chiamate geodetiche per le quali in ogni punto la normale all'arco coincide con la sezione normale alla superficie. Nella sfera le geodetiche corrispondono ad archi di circonferenza massimi che descrivono anche il cammino più breve e, per punti non antipolari, sono unici. Nell'elissoide gli archi di meridiano e dell'equatore sono invece casi particolari di geodetiche che coincidono con le sezioni normali alla superficie passanti per i due punti.

94. Quali sono i requisiti principali di una carta?

Una carta è una rappresentazione piana, ridotta approssimata e simbolica della superficie terrestre:

- Rappresentazione piana: le proiezioni geografiche (regole geometriche) permettono il trasferimento delle informazioni della superficie terrestre sul piano carta.
- Riduzione: Per motivi pratici è necessario stabilire un grado di riduzione della carta, dato dalla scala di rappresentazione
- Approssimazione: Il passaggio di rappresentazione di una superficie su un piano porta necessariamente all'approssimazione di essa, alla generalizzazione e alla semplificazione, anche tramite una selezione degli elementi da rappresentare.

95. Caratteristiche della carta di Mercatore

la carta di Mercatore è una proiezione cilindrica normale nella quale l'equatore (corrispondente all'asse X) è tangente al cilindro di proiezione ed è sviluppato senza deformazione. Paralleli e meridiani sono rappresentati ortogonali tra loro. Allontanandosi dall'equatore le deformazioni lineari aumentano. La carta venne resa uniforme amplificando le distanze dall'equatore misurate lungo i meridiani. Grazie a questa proprietà gli angoli misurati sulla carta equivalgono a quelli misurati sull'ellissoide.

96. Caratteristiche della carta di Gaus

La carta di Gauss è una proiezione cilindrica traversa nella quale il cilindro di proiezione è tangente ad un meridiano che è sviluppato senza deformazione lineare. L'asse X corrisponde all'equatore e il meridiano tangente corrisponde all'asse Y. Meridiani e paralleli sono linee curve che tra loro formano angoli retti. Questo sistema permette di definire porzioni limitate (fusi) in cui la deformazione è contenuta.

97. Caratteristiche del sistema di coordinate U.T.M.

Il sistema UTM si basa dal DATUM WGS84. Utilizza la proiezione cilindrica traversa (proiezione di Gauss) ruotando il cilindro attorno all'asse di rotazione dell'ellissoide definendo così 60 fusi di 6° di ampiezza. Il meridiano centrale del fuso viene sviluppato senza deformazione. Esso non è sviluppato in vera lunghezza ma è stato applicato un coefficiente di contrazione che permette di minimizzare la deformazione lineare all'estremità della carta pari a circa 5m (0.2mm in una scala 1:25000).

Per suddividere ancor più la superficie del globo, oltre ai fusi, si individuano le fasce, costituite dalle superfici comprese fra due paralleli successivi, aventi un differenza di latitudine di 8° a partire dall'equatore. Le fasce risultano essere 10 a Nord e 10 a Sud, e sono indicate con lettere maiuscole.

98. Lossodromia e ortodromia: definizioni

ORTODROMIA: dati due punti sulla superficie terrestre l'ortodromia è l'arco sulla superficie che li congiunge definendo la linea ortodromica ovvero il percorso più breve.

LOSSODROMIA: è una linea che taglia tutti i meridiani con direzione azimutale costante.

99. In che condizioni linee lossodromiche e ortodromiche coincidono?

Le linee ortodromiche e quelle lossodromiche sono coincidenti quando sono tracciate lungo un meridiano o sull'equatore, perché sono i cerchi massimi.

100. Tipologie e caratteristiche dei dati in un GIS

101. Differenze tra CAD e GIS

Il CAD è un programma di grafica, il GIS è un programma basato su banche dati.

Nel CAD, l'informazione legata all'oggetto è la sua rappresentazione grafica.

Nel GIS, la grafica non è che un modo di rappresentare l'informazione che sta dietro all'oggetto.

CAD e GIS hanno simili contenuti se pensiamo ai dati, ma hanno:

- Differenti filosofie di base: CAD rappresenta il mondo come un cubo
GIS rappresenta il mondo come una sfera
- Differenti applicazioni primarie: CAD: i piani e disegni sono a scala dettagliata
GIS: la rappresentazione e la modellazione sono a piccola scala
- Differenti modelli di dati: Modello "grafico" per il CAD
Modello "database" per il GIS
- Differenti ambienti di editazione/analisi: Nel CAD sono sviluppati in modo avanzato gli strumenti di editazione, mentre le funzionalità di analisi sono minime.
Nel GIS l'editazione non è lo strumento più sviluppato, è data maggior importanza alla parte analisi/trattamento dati.

102. Modello relazionale: caratteristiche

Il modello relazionale è un modello logico di rappresentazione o strutturazione dei dati di un database. Si basa sul concetto di relazione (TUPLA). Una tupla identifica univocamente la riga di una matrice (TABELLA). Per il suo trattamento ci si avvale di strumenti quali il calcolo relazionale e l'algebra relazionale. Le righe della tabella rappresentano le RELAZIONI, mentre gli ATTRIBUTI (colonne) contribuiscono a definire le entità coinvolte nelle relazioni. I VALORI di un attributo sono definiti per ogni riga della tabella dal campo jn-esimo.

103. Modello ad oggetti: caratteristiche

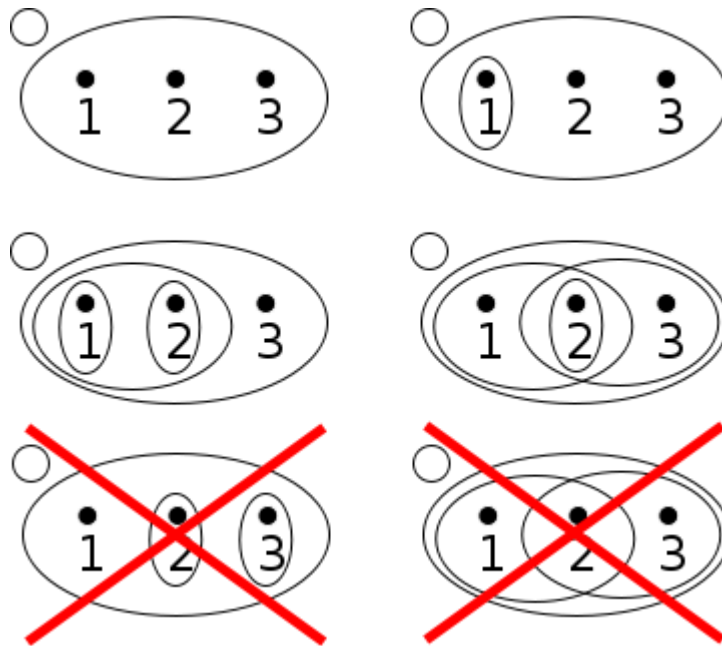
Sono stati sviluppati i database ad oggetti o OODBMS che offrono meccanismi più sofisticati per la modellazione dei dati. Nel OODBMS le informazioni vengono modellate esplicitamente come OGGETTI, raggruppati in CLASSI omogenee, cui sono associate le RELAZIONI. Esempi di relazioni sono l'EREDITARIETÀ, che permette di derivare una classe figlia dalla genitore insieme ai suoi attributi e l'AGGREGAZIONE che permette di rappresentare gruppi di oggetti diversi tra loro. Derivando una classe è possibile anche definire nuovi attributi permettendo al DBMS di essere facilmente estensibile senza dover ristrutturare l'intero modello. Il linguaggio più utilizzato nella modellazione degli OODBMS è UML.

104. Definizione di spazio metrico ed esempi di analisi

Uno spazio metrico è un insieme di elementi, detti *punti*, nel quale è definita una distanza, detta anche *metrica*. Lo spazio metrico più comune è lo spazio euclideo di dimensione 1, 2 o 3. Uno spazio metrico è in particolare uno spazio topologico, e quindi eredita le nozioni di compattezza, connessione, insieme aperto e chiuso. Si applicano quindi agli spazi metrici gli strumenti della topologia algebrica, quali ad esempio il gruppo fondamentale. Qualsiasi oggetto contenuto nello spazio euclideo è esso stesso uno spazio metrico. Molti insiemi di funzioni sono dotati di una metrica: accade ad esempio se formano uno spazio di Hilbert o di Banach. Per questi motivi gli spazi metrici giocano un ruolo fondamentale in geometria e in analisi funzionale.

105. Definizione di spazio topologico ed esempi di analisi

In matematica, lo spazio topologico è l'oggetto base della topologia (La topologia o studio dei luoghi) Si tratta di un concetto molto generale di spazio, accompagnato da una nozione di "vicinanza" definita nel modo più debole possibile. In questo modo molti degli spazi comunemente usati in matematica (come lo spazio euclideo o gli spazi metrici) sono in particolare degli spazi topologici. Intuitivamente, ciò che caratterizza uno spazio topologico è la sua forma, e non la distanza fra i suoi punti, che può non essere definita.



I primi quattro esempi formano uno spazio topologico.

Gli ultimi due no: in quello di sinistra manca l'unione $\{2,3\}$,
in quello di destra manca l'intersezione $\{2\}$