

OSSEVAZIONI CELESTI E NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Cielo Programma di Navigazione Astronomica di Claudio Facciolo

Dati iniziali

Numero osservazioni: 1 2 3

Latitudine stimata gradi: 41 primi: 50 Nord Longitudine stimata gradi: 11 primi: 50 Est

Prua vera mantenuta: 105 Velocità propria (nod): 6 Corrente (direzione verso cui va): 180 Velocità corrente: 2

Prima osservazione		Seconda osservazione		Terza osservazione	
Tipo di orizzonte: <input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale <input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico) <input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		Tipo di orizzonte: <input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale <input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico) <input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		Tipo di orizzonte: <input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale <input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico) <input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)	
Astro osservato: Altair (alfa Aquilae)		Astro osservato: Polaris (alfa Ursae Minoris)		Astro osservato: Dubhe (alfa Ursae Majoris)	
Anno: 2002	Mese: 10	Giorno: 27	Ora: 17	Minuti: 16	Sec: 4
Anno: 2002	Mese: 10	Giorno: 27	Ora: 17	Minuti: 18	Sec: 24
Anno: 2002	Mese: 10	Giorno: 27	Ora: 17	Minuti: 20	Sec: 35
Altezza dell'astro: 57 Gradi		Altezza dell'astro: 41 Gradi		Altezza dell'astro: 19 Gradi	
Dati atmosferici: Pressione in hPa.: 1013		Dati atmosferici: Pressione in hPa.: 1013		Dati atmosferici: Pressione in hPa.: 1013	
12 Primi		34 Primi		8 Primi	
Temperatura in C°: 15		Temperatura in C°: 15		Temperatura in C°: 15	
Errore d'indice in primi: 1.8		Errore d'indice in primi: 1.8		Errore d'indice in primi: 1.8	
Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 3.5		Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 3.5		Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 3.5	

Calcola Coordinate: 41°33,4'N 6°55,9'E Raggio d'incertezza: 0,9 nm.

Alle 17 . 20 . 35

Coordinate con bisettrici d'altezza:

Coordinate con bisettrici non disponibili: la differenza di azimut tra il primo ed il secondo astro o tra il secondo ed il terzo è inferiore a 60°

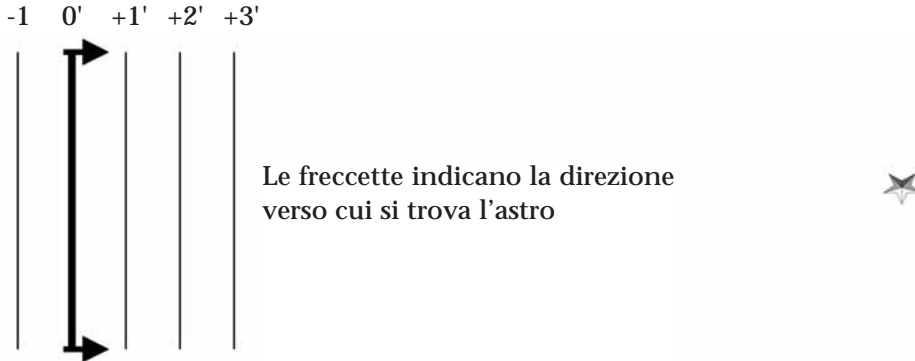
La bontà dei dati inseriti viene qui confermata dall'ampiezza del raggio d'incertezza, cosa impossibile quando si misurano solo due altezze. Possiamo ragionevolmente concludere che le nostre tre osservazioni sono tutte corrette, dal momento che i tre punti d'intersezione sono molto vicini. Le coordinate trovate sono quelle relative al baricentro del triangolo, che differiscono leggermente da quelle del centro del cerchio. Esse sono ricavate facendo la media aritmetica delle coordinate dei tre punti di intersezione.

Quando l'ampiezza del cerchio supera le 5 miglia nautiche è bene cominciare a dubitare dell'esattezza dei dati inseriti, in quanto un'osservazione potrebbe essere scorretta oppure un dato potrebbe essere stato inserito in modo erroneo.

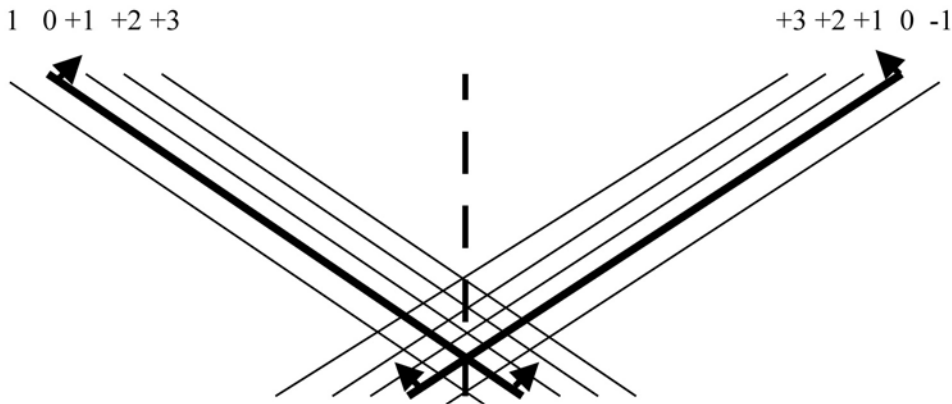
LA BISETTRICE D'ALTEZZA

Quando prendiamo un'altezza col sestante è molto facile compiere errori. Alcuni sono casuali, dovuti alle circostanze del momento, e vengono classificati come accidentali. Altri invece sono sempre uguali, indotti per esempio dalla nostra tecnica di misurazione: c'è chi "bagna" troppo l'astro ponendolo leggermente sotto la linea dell'orizzonte, chi invece fa il contrario. Oppure si può essere in presenza di una rifrazione atmosferica anomala, che altera le misurazioni effettuate nello stesso periodo di tempo di una quantità costante. Tutti questi errori vengono chiamati sistematici. Con le bisettrici d'altezza è possibile correggere per gli errori sistematici le coordinate ottenute.

Prendiamo in considerazione una circonferenza d'altezza, e approssimiamola a una retta vicino alla nostra posizione. Se è intervenuto un errore sistematico di 1' che ha aumentato l'altezza apparente, la retta ottenuta sarà spostata di circa un miglio verso il punto subastrale, se di 2' di due miglia e così via:



Se le misurazioni effettuate sono due, è possibile determinare dove si intersecano le rette d'altezza *con lo stesso errore*. Tracciamo quest'intersezione come tratteggiata:



La linea tratteggiata indica tutte le possibili posizioni in cui può trovarsi l'osservatore che abbia effettuato due misurazioni *errate della stessa quantità*, ed è esattamente la bisettrice delle due rette d'altezza da noi ricavate con le due osservazioni. Nel disegno le rette esatte sono quelle in neretto (un'avvertenza teorica: per quanto noi continuiamo a parlare di rette, in realtà il programma non effettua questa approssimazione, e calcola la bisettrice sempre sui cerchi d'altezza), e il nostro punto è quello dove esse si incontrano. Tuttavia possiamo affermare di essere sicuramente sulla linea tratteggiata: infatti non serve sapere di quanto abbiamo sbagliato, basta essere sicuri che lo sbaglio sia stato costante: l'errore sistematico è appunto l'errore costante. Possiamo già trarre una prima conclusione: affinché sia costante l'errore indotto, ad esempio, da una rifrazione anomala, è necessario che

OSSERVAZIONI CELESTI E NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

le osservazioni siano contemporanee, in quanto col trascorrere del tempo questa anomalia può variare. *Cielo* considera contemporanee le osservazioni effettuate entro 15 minuti l'una dall'altra. La seconda conclusione, di cui omettiamo la dimostrazione, è che gli azimut dei due astri differiscano di almeno 60° . Sotto tale valore la bisettrice fa aumentare l'errore invece di diminuirlo. Quindi, se osserviamo due astri che abbiano una differenza di azimut di almeno 60° , misurandoli in due istanti a non più di 15 minuti l'uno dall'altro, siamo in grado di tracciare la bisettrice d'altezza. *Qualora queste due condizioni non vengano soddisfatte, una didascalìa sul form Sestante avvertirà che la bisettrice d'altezza non è disponibile.*

Se torniamo per un momento all'esempio con due osservazioni, possiamo notare che in basso a destra il form Sestante contiene la casella contenete la bisettrice d'altezza con due valori in gradi: nell'esempio considerato 023° e 203° . Il primo valore è sempre riferito alla direzione della bisettrice che parte dalle coordinate ottenute e va verso la zona dove l'astro è più basso, ossia è quel tratto di bisettrice dove staremmo se avessimo misurato un'altezza più alta della realtà; l'altro valore ovviamente è il reciproco.

Ricapitolando, con due osservazioni siamo in grado di stabilire un punto, non corretto per l'eventuale errore sistematico. Oppure, se le osservazioni sono effettuate in un arco di tempo di 15 minuti e gli azimut differiscono di oltre 60° , siamo in grado di determinare con certezza una linea di posizione corretta per tutti gli errori sistematici intervenuti nell'effettuazione delle misurazioni.

Concludiamo anticipando un'importante considerazione da tenere presente tracciando la bisettrice d'altezza nella navigazione astronomica tradizionale, superflua utilizzando *Cielo*: un ramo della bisettrice si trova tra le freccette che convergono, l'altro tra le freccette che divergono.

IL PUNTO CON DUE BISETRRICI E LA PIANIFICAZIONE DELLE OSSERVAZIONI

Quando effettuiamo tre osservazioni entro 15 minuti, se le differenze di azimut fra il primo astro e il secondo e fra il secondo e il terzo sono maggiori di 60° , possiamo calcolare il punto tracciando due bisettrici d'altezza. È chiaro che affinché le differenze di azimut siano maggiori di 60° non è possibile utilizzare uno stesso astro in due momenti diversi, perché a meno di essere vicinissimi al punto subastrale (e in questo caso l'altezza dell'astro sarebbe di quasi 90° . Ma nei suggerimenti non avevamo sconsigliato di misurare astri la cui altezza superi i 75° ?), in 15 minuti tale differenza non si presenterà mai. Quindi in genere tale punto sarà effettuabile durante i crepuscoli. Qualora queste tre condizioni non vengano soddisfatte, una didascalìa sul form Sestante avvertirà che il calcolo delle coordinate con le bisettrici d'altezza non è possibile.

Facciamo subito un esempio pratico di un punto con le bisettrici d'altezza. Abbiamo detto che sfrutteremo il crepuscolo e sceglieremo tre astri i cui azimut dal nostro punto stimato differiscano di oltre 60° .

Apriamo il form Planetario e inseriamo 42° Nord e 7° Est il 15 agosto 2002. Scorriamo le ore fino a trovare il crepuscolo nautico, cioè l'arco di tempo in cui sono

visibili gli astri di magnitudine inferiore a 3 e l'orizzonte. Ci prepareremo così a osservare, poco dopo le 19h 10mm UT:

1. il lembo inferiore della Luna, azimut circa 205° e altezza circa 25°;
2. altair, azimut circa 122° e altezza circa 42°;
3. la Polare, azimut Nord e altezza circa 41°.

La nostra prua è Est, la velocità è di 6 nodi, corrente va verso 120° con una velocità di 1 nodo. L'elevazione sull'orizzonte è di 2,5 metri e l'errore d'indice è -1'. Effettuiamo le misurazioni e inseriamole in Sestante:

1. lembo inferiore della Luna: altezza 25°04' alle 19h10mm04ss UT;
2. altair: altezza 42°36' alle 19h12mm24ss UT;
3. Polare: altezza 41°30' alle 19h14mm35ss UT.

Le nostre coordinate baricentriche sono di 42°03,1'N 7°09,0'E, con un raggio d'incertezza di 3,8 miglia nautiche, che consideriamo sufficientemente piccolo, anche se non certo ideale. Quindi il punto è affidabile. Tuttavia abbiamo anche la correzione effettuata con le bisettrici d'altezza, che forniscono delle coordinate di 42°04,1'N e 7°04,8'E. Questo secondo punto è senz'altro più preciso del primo, in quanto è stato corretto per tutti gli errori sistematici, per quanto grandi essi possano essere.

Nota: la distanza tra i due punti è di 3,3 miglia nautiche. In qualche caso potrebbe essere maggiore del raggio d'incertezza, in quanto il punto baricentrico potrebbe cadere al di fuori del cerchio, ma sempre dentro il triangolo di posizione. Il punto con le bisettrici invece può anche cadere al di fuori del triangolo di posizione, ma è comunque da considerarsi più preciso e affidabile del baricentro.

Sestante di Claudio Facciolo <http://www.navigazioneastronomica.it>

Cielo Programma di Navigazione Astronomica di Claudio Facciolo

Dati iniziali

Numero osservazioni: 1 2 3

Latitudine stimata gradi: 42 primi: 0 Nord Longitudine stimata gradi: 7 primi: 0 Est

Prua vera mantenute: 090 Velocità propria (nodi): 6 Corrente (direzione verso cui ve): 120 Velocità corrente: 1

Prima osservazione		Seconda osservazione		Terza osservazione	
Tipo di orizzonte		Tipo di orizzonte		Tipo di orizzonte	
<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale		<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale		<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale	
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)	
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)	
Astro osservato		Astro osservato		Astro osservato	
Luna (lembo inferiore)		Altair (alfa Aquilae)		Polaris (alfa Ursae Minoris)	
Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Sec.
2002	8	15	19	10	4
2002	8	15	19	12	24
2002	8	15	19	14	35
Altezza dell'astro		Altezza dell'astro		Altezza dell'astro	
25	Gradi	42	Gradi	41	Gradi
Dati atmosferici		Dati atmosferici		Dati atmosferici	
Pressione in hPa:	1013	Pressione in hPa:	1013	Pressione in hPa:	1013
4	Primi	36	Primi	30	Primi
Temperatura in C°:		Temperatura in C°:		Temperatura in C°:	
15		15		15	
Errore d'indice in primi:		Errore d'indice in primi:		Errore d'indice in primi:	
-1		-1		-1	
Elevazione sul proprio orizzonte in m.:		Elevazione sul proprio orizzonte in m.:		Elevazione sul proprio orizzonte in m.:	
2.5		2.5		2.5	

Calcola Coordinate: **42°03,1'N 7°09,0'E** Raggio d'incertezza: **3,8 nm.**
 Alle 19.14.35

Coordinate con bisettrici d'altezza: **42°04,1'N 7°04,8'E**

Planetario Botta Distanze lunari Esci

OSSERVAZIONI CELESTI E NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Per constatare la potenza del metodo delle bisettrici, introduciamo artificialmente un errore uguale per tutte e tre le misurazioni: aumentiamo le altezze di 8'.

1. Lembo inferiore della Luna: altezza 25°12' alle 19hh 10mm 04ss UT;
2. altair: altezza 42°44' alle 19hh 12mm 24ss UT;
3. Polare: altezza 41°38' alle 19hh 14mm 35ss UT.

Il punto baricentrico questa volta è di 42°05,2N 7°00,0'E, a circa 7 miglia dal punto baricentrico precedentemente calcolato, il raggio d'incertezza vale 4,2 miglia. Con le bisettrici d'altezza invece le coordinate sono identiche a quelle di prima, 42°04,1'N 7°04,8'E.

Cielo Programma di Navigazione Astronomica di Claudio Facciolo

Dati iniziali
 Numero osservazioni: 1 2 3
 Latitudine stimata gradi: 42 primi: 0 Nord Longitudine stimata gradi: 7 primi: 0 Est
 Prua vera mantenuta: 090 Velocità propria (nod): 6 Corrente (direzione verso cui va): 120 Velocità corrente: 1

Prima osservazione						Seconda osservazione						Terza osservazione											
Tipo di orizzonte						Tipo di orizzonte						Tipo di orizzonte											
<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale						<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale						<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale											
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)						<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)						<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)											
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)						<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)						<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)											
Astro osservato						Astro osservato						Astro osservato											
Luna (lembo inferiore)						Altair (alfa Aquilae)						Polaris (alfa Ursae Minoris)											
Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Sec.	Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Sec.	Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Sec.						
2002	8	15	19	10	4	2002	8	15	19	12	24	2002	8	15	19	14	35						
Altezza dell'astro			Dati atmosferici			Altezza dell'astro			Dati atmosferici			Altezza dell'astro			Dati atmosferici								
25	Gradi	Pressione in hPa:	1013	12	Primi	Temperatura in C°:	15	42	Gradi	Pressione in hPa:	1013	44	Primi	Temperatura in C°:	15	41	Gradi	Pressione in hPa:	1013	38	Primi	Temperatura in C°:	15
Errore d'indice in primi: -1						Errore d'indice in primi: -1						Errore d'indice in primi: -1											
Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 2.5						Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 2.5						Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 2.5											

Calcola Coordinate: 42°05,2'N 7°00,0'E Raggio d'incertezza: 4,2 nm.
 Alte 19. 14. 35
 Coordinate con bisettrici d'altezza: 42°04,1'N 7°04,8'E

Planetario Bolla Distanze lunari Esci

Conclusione: gli esempi che abbiamo appena fatto hanno preso per base delle misurazioni volutamente non troppo precise, come dimostra il raggio d'incertezza piuttosto ampio; tuttavia grazie alle bisettrici siamo riusciti a ottenere un punto molto preciso e affidabile. Ricordarsi sempre che le bisettrici correggono solo gli errori sistematici, cioè quegli errori uguali per tutte le osservazioni effettuate.

Ai soli fini dell'affidabilità, anche un punto non correggibile con le bisettrici può essere considerato degno di fede, basta che il raggio non sia superiore alle 5 miglia. È chiaro che la precisione di un punto con un raggio di tale ampiezza, non corretto con le bisettrici, può lasciare a desiderare, quindi il valore di 5 miglia va inteso come limite. Con un po' di pratica, seguendo i suggerimenti dati precedentemente, imparerete molto presto a usare il sestante in modo tale da ottenere punti con raggi d'incertezza inferiori a 1 miglio.