

Appunti di astrofotografia e autoguida

Paper 0001/2007
GAS Astronomical Observatory
via Matteotti, 4
Soresina
Italy
info@osservatoriosoresina.it
www.osservatoriosoresina.it

R. Miorini

December 2007

Risoluzione del sistema di ripresa e di guida

La precisione di guida dipende da molti parametri: stabilità della montatura, seeing ecc. . .

Nelle migliori condizioni possibili la guida è efficace se la risoluzione effettiva di ripresa è *almeno* doppia rispetto a quella di guida.

La risoluzione teorica di un sistema ottico dipende dalla lunghezza d'onda della luce osservata e dal diametro dell'obiettivo:

$$\rho^* = \frac{1,22 \cdot 206265 \cdot \lambda}{D} \quad (1)$$

mentre la risoluzione effettiva dipende dalla geometria del sistema:

$$\rho = \frac{2 \cdot 206265 \cdot L_{\text{pix}} \cdot B}{F_{\text{eq}}} \quad (2)$$

Quando si calcola la risoluzione del sistema di guida si deve tenere conto del fatto che i *software* che gestiscono l'autoguida sono in grado di misurare spostamenti del punto luminoso che sono inferiori alla lunghezza del lato del pixel in quanto fanno uso di algoritmi di interpolazione.

Il rapporto tra la lunghezza del lato del pixel e il minimo spostamento misurabile si chiama *rapporto di correzione sul centroide*; ad esempio, la camera di autoguida SBIG ST4 riesce a misurare spostamenti dell'ordine di 1/6 della lunghezza del lato del pixel, quindi se il lato misurasse 1 il minimo spostamento sarebbe 1/6, in questo caso il rapporto di correzione vale:

$$\beta = \frac{1}{1/6} = 6 \quad (3)$$

con il quale è possibile calcolare la risoluzione dello strumento di guida.

L'ottica di guida ha una risoluzione, corretta con il rapporto sul centroide, pari a:

$$\rho_g = \frac{2 \cdot 206265 \cdot L_{\text{pix,g}} \cdot B}{\beta \cdot F_{\text{eq,g}}} \quad (4)$$

se il rapporto:

$$\eta = \frac{\rho}{\rho_g} \quad (5)$$

è superiore a due la guida è otticamente efficiente.

Campo inquadrato

La seguente formula aiuta a capire quanto è ampio il campo inquadrato da un sensore:

$$S = \frac{206265 \cdot L_{\text{pix}}}{F} \quad (6)$$

$$C = S \cdot L_{\text{sens}} \quad (7)$$

ad esempio, per la webcam *Vesta SC3* si ha $L_{\text{pix}} = 0,0074 \text{ mm}$ con un sensore 640×480 pixel; applicata a un teleobiettivo $F = 900 \text{ mm}$ fornirà un fattore di scala di $1,6959''$ per pixel, ovvero ogni pixel fotografa circa $1,7''$ di cielo.

Il campo inquadrato risulta essere quindi $C = 1085,41'' \times 814,032''$ ovvero circa $18' \times 13'$.

Volendo fotografare in alta risoluzione si usa la formula di RAYLEIGH e il criterio di NYQUIST per trovare la focale minima, assegnato il sensore e la focale dell'ottica; tutto ciò in una situazione ideale di *seeing* ottimale:

$$\min\{F_{\text{eq}}\} = 2980 \cdot L_{\text{pix}} \cdot D \quad (8)$$

questo valore deve essere confrontato con la focale dello strumento in fotografia a fuoco diretto o con la focale equivalente nella proiezione dall'oculare.

Il tipo di oculari standard più adatto per la proiezione è quello ortoscopico:

$$F_{\text{eq}} = \frac{F}{F_o} (d - F_o) \quad (9)$$

da cui si ricava:

$$d = F_o \left(1 + \frac{F_{\text{eq}}}{F} \right) \quad (10)$$

inserendo nella formula un valore $F_{\text{eq}} \geq \min\{F_{\text{eq}}\}$ per non perdere informazioni nel campionamento.

Per moltiplicare la focale del telescopio si può usare una lente di Barlow con l'aggiunta di un *tele-extender*. Il fattore di moltiplicazione si ottiene con la:

$$M = 1 + \frac{d_B}{|F_B|} \quad (11)$$

in cui la focale della lente di Barlow è un parametro di ingresso, esso non è quasi mai noto ma si può stimare con la:

$$|F_B| \approx \frac{p}{2 - M - M^{-1}} \quad (12)$$

con cui si arriva al tiraggio del *tele-extender* necessario per avere la focale equivalente richiesta.

$$T = |F_B| \left(\frac{F_{\text{eq}}}{F} - M \right) \quad (13)$$

Quando si utilizzano contemporaneamente la lente di Barlow e il *tele-extender* il punto di messa a fuoco si sposta all'interno di una quantità:

$$\Delta = |F_B| \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{M_{\text{te}}} \right) \quad (14)$$

Nomenclatura

d	=	distanza tra la lente dell'oculare e il sensore [mm]
d_B	=	distanza tra la lente di Barlow e il sensore [mm]
D	=	diametro dell'obiettivo [mm]
B	=	fattore di <i>binning</i> (BxB)
F_B	=	lunghezza focale della lente di Barlow [mm]
F_o	=	lunghezza focale dello strumento [mm]
F_{eq}	=	lunghezza focale equivalente dello strumento [mm]
L_{sens}	=	lato del sensore [<i>pixel</i>]
L_{pix}	=	lato del pixel [mm]
$L_{pix,g}$	=	lato del pixel del sensore di guida [mm]
M	=	fattore di moltiplicazione della lente di Barlow [mm]
M_{te}	=	fattore di moltiplicazione con il <i>tele-extender</i> [mm]
S	=	fattore di scala
β	=	rapporto di correzione sul centroide
Δ	=	spostamento all'interno del punto di messa a fuoco [mm]
p	=	parte della lente di Barlow che sporge dal porta-oculare [mm]
ρ^*	=	risoluzione teorica ["]
ρ	=	risoluzione effettiva di ripresa ["]
ρ_g	=	risoluzione effettiva di guida ["]
λ	=	lunghezza d'onda della luce
$F_{eq,g}$	=	lunghezza focale equivalente dello strumento di guida
η	=	efficienza di guida ["]