GIUSEPPE MARIA CATALANO
Dipartimento di Rappresentazione, Università di Palermo, Italia

PROIEZIONE FOTOGRAFICA ORTOGONALE

CIPA XIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM
CRACOW, 23–26 OCTOBER 1990

Una sorgente puntiforme di luce S emana radiazioni elettromagnetiche secondo onde sferiche.

Una lente sferica L_1, sottile positiva (fig. 1), trasforma tale fronte d'onda in un'onda sferica convergente nel punto S' immagine reale di S.

Schematizzando la luce secondo infiniti raggi aventi la direzione di propagazione dell'onda, può dirsi cioè, come è noto, che una lente da' punto per punto l'immagine di un oggetto transformando per rifrazione in coni convergenti i coni di raggi provenienti dai punti raggianti dell'oggetto. In particolare, un fascio di raggi paralleli all'asse ottico della lente (appartenenti cioè ad un fronte d'onda piano) converge nel fuoco immagine Fi_1 reale (fig. 2), così come ogni fascio di raggi paralleli ad una qualsiasi direzione viene fatto convergere in un fuoco situato sul secondo piano focale σ contenente Fi_1.

Queste leggi valgono ovviamente in prima approssimazione per lenti di piccola apertura angolare, per raggi monocromatici e parassiali.

Ritornando a considerare la sorgente S (fig. 1), vi sono tre raggi emananti da questo punto di cui è particolarmente semplice seguire il percorso attraverso la lente: il raggio 1 che passa per 0_1, centro della lente, senza subire alcuna deviazione; il raggio 2 che arriva alla lente parallelo all'asse ottico e viene deviato passando per Fi_1; infine il raggio 3 che passa per il fuoco anteriore Fo_1, della lente ed esce da quest'ultima deviato parallelo all'asse ottico. Tutti convergono, come si è detto, nell'immagine S' e può dirsi per una lente sferica sottile isoscele, come quella presa in considerazione, che raggi emergenti e convergenti corrispondenti s'intersecano, in definitiva, nel piano per O_1 perpendicolare all'asse ottico.

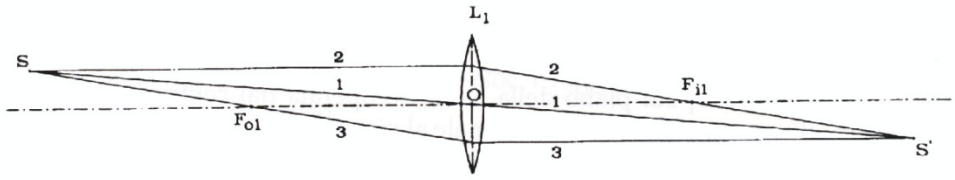

Fig. 1.

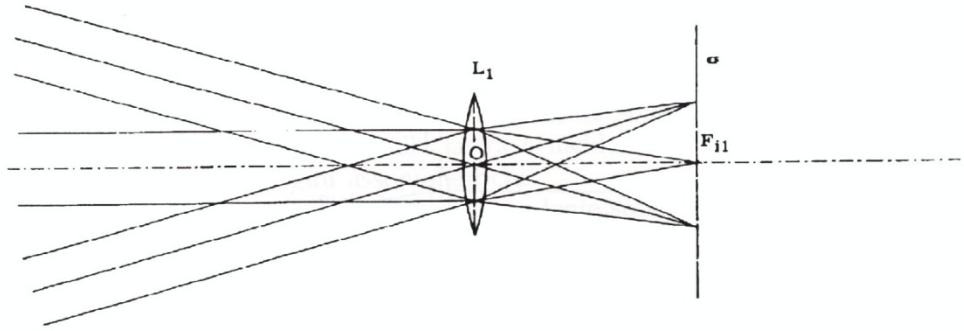

Fig. 2.

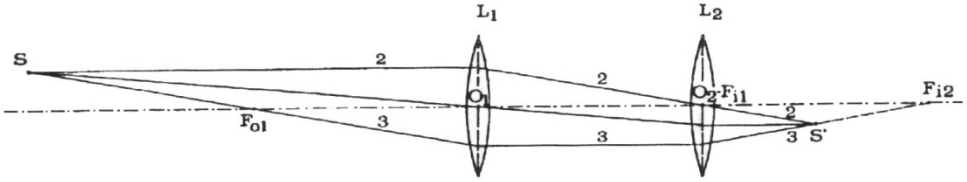

Fig. 3.

L'immagine di un qualsiasi oggetto fornita dalla lente può ritenersi, come si sa, un'immagine prospettica avente come centro di proiezione al finito il centro O_1 della lente stessa.

Supponiamo adesso di situare in corrispondenza del secondo fuoco Fi_1 della lente L_1 il centro O_2 di una seconda lente L_2, anch'essa sottile e positiva, in modo da costituire un semplice sistema ottico centrato (fig. 3).

Analizziamo il percorso dei tre raggi già menzionati emergenti da una qualsiasi sorgente puntiforme S: il raggio 2, parallelo all'asse ottico del sistema, passando per Fi_1 coincidente con il centro 0_2 della lente L_2, non viene deviato da quest'ultima; il raggio 3 per Fo_1 emerge dalla lente L_1 parallelo all'asse ottico e converge per effetto della seconda lente L_2 nel secondo fuoco Fi_2 di quest'ultima determinando già nell'intersezione col raggio 2 l'immagine reale S' della sorgente S.

Il raggio 1 passante per il centro O_1 viene ovviamente deviato dalla seconda lente in modo da convergere anch'esso in S', come tutti gli altri infiniti raggi emergenti da S.

Questa volta l'immagine S' del punto S può ritenersi, in definitiva, il risultato di due successive proiezioni indicate dal percorso del raggio 2: una prima proiezione di S in S_1 sul piano della lente L_1, operata dal centro improprio O_∞ parallelo all'asse ottico e quindi ortogonale al piano di L_1; una seconda proiezione di S_1 in S' effettuata dal centro O_2 al finito.

Se consideriamo un secondo punto P sulla retta contenente il raggio 2 (fig. 4), è evidente che esso debba avere l'immagine P' sullo stesso raggio 2, anche se variano i percorsi di tutti gli altri raggi.

Ciò significa che una lastra sensibile ortogonale all'asse ottico raccoglie del segmento PS, oggetto, l'immagine S' del punto S più vicino ad essa.

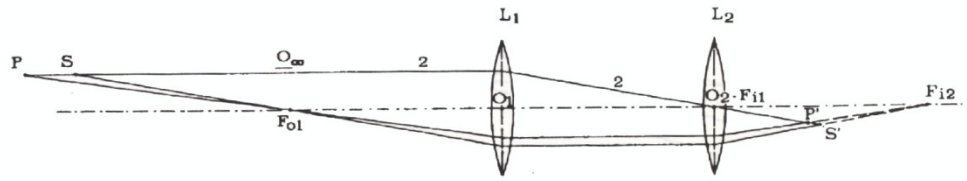

Fig. 4.

Fig. 5. Proiezione fotografica ortogonale.

Fig. 6. Proiezione fotografica prospettica.

Si ha cioè del generico oggetto C un'immagine C' che è, in effetti, una proiezione ortogonale di esso da centro all'infinito O_∞ ortogonale al quadro, rappresentato dalla lastra, una vera assonometria ortogonale.

Naturalmente la realizzazione di una macchina per riprendere tali fotografie implica anzitutto la sostituzione della seconda lente L_2 con un sistema obiettivo del tipo rettolineare, in cui sia particolarmente corretta la distorsione, ed un adequato sistema di messa a fuoco.

Bisogna a tal proposito osservare (fig. 4) che quando la sorgente puntiforme S si allontana dalle lenti, l'immagine S' si avvicina all'asse ottico, fino a coincidere col centro O_2 (secondo fuoco della L_1) quando S è all'infinito (in accordo con la teoria generale sulle lenti), quando cioè i raggi emergenti da tale sorgente sono paralleli all'asse ottico.

Dunque l'immagine così ottenuta di un corpo rimpicciolisce quando questo s'allontana dal sistema ottico, ma il rapporto di scala nella riproduzione dell'immagine dipende anche dall'ingrandimento lineare trasversale della seconda lente L_2 e cioè dal sistema obiettivo adottato.

E' riportata di seguito (fig. 6) a titolo d'esempio, una fotografia di un grande dado da gioco, ottenuta anteponendo una lente positiva e isoscele all'obiettivo di una comune macchina fotografica reflex secondo i criteri appena esposti. E' molto importante chiarire che l'ampiezza del campo dipende esclusivamente dalla dimensione della prima lente: precisamente soltanto i punti oggetto appartenenti alle rette ortogonali alla lastra e incidenti la lente L_1 conformano, per quanto detto, immagini assonometriche.

E' dunque necessario adottare una prima lente sottile, leggera, ma sufficientemente grande per poter ottenere in un solo fotogramma proiezioni assonometriche, anche a scala 1:1, di reperti archeologici, di particolari architettonici. in generale di manufatti artistici o scientifici ed ancora di oggetti o esseri viventi esistenti in natura, soprattutto per scopo di ricerca e documentazione.

Tuttavia una lente di grandi dimensioni implica una grande distanza focale e ciò comporterebbe l'impiego di macchine fotografiche eccessivamente sviluppate in direzione dell'asse ottico, non solo scomode, ma anche di uso delicato e difficile perchè instabili e soggette a vibrazioni. Inoltre grandi distanze focali implicano luminosità molto bassa e quindi pose lunghe.

Bisogna allora sostituire alla L_1 un sistema convergente con lenti di diametro via via decrescente in modo da ridurre al minimo la distanza del fuoco immagine Fi del gruppo dalla prima lente.

Aldilà delle innumerevoli considerazioni che potrebbero farsi al riguardo è evidente la grande utilità e la vastità d'impiego di un tale sistema fotografico, soprattutto per la rapidità (poche ore per la ripresa, lo sviluppo e la stampa di tante fotografie), la precisione ed il basso costo con cui fornisce la grande quantità di dati propria della proiezione ortogonale.

Possono inoltre ottenersi immagini ricche di informazioni finalizzate a scopi particolari estendendo a questo tipo di fotografia tutti quei sistemi d'indagine sui manufatti, che fanno uso di pellicole dotate di particolari caratteristiche (infrarosse, luce polarizzata, fluorescenza U.V., etc.).

Ulteriori ricerche permetteranno comunque di migliorare il procedimento sinteticamente esposto in queste pagine, permettendo soprattutto di estendere l'uso di questa tecnica fotografica alla ripresa di oggetti di grandi dimensioni.