

SVS

Skymax Vision System

<rilievo architettonico>

Una delle applicazioni più importanti della fotogrammetria a corto raggio è il rilievo architettonico. Con tale termine si intende il rilievo di manufatti, principalmente edifici, effettuato scattando fotografie a una distanza paragonabile, come ordine di grandezza, alla dimensione del soggetto. Il rilievo architettonico con strumenti fotogrammetrici può sostituire il rilievo topografico effettuato con strumenti classici, oppure affiancarlo al fine di velocizzare le operazioni di acquisizione e restituzione.

I vantaggi di questo tipo di tecnica sono evidenti:

- utilizzo di strumenti semplici ed economici (fotocamera digitale)
- velocità di esecuzione del rilievo (è sufficiente scattare alcune foto)
- possibilità di effettuare misurazione accurate di particolari non accessibili

In particolare, la possibilità di misurare parti non direttamente accessibili (ad esempio finestre agli ultimi piani), ha importanti applicazioni nelle attività di polizia urbanistica.

Basti pensare all'attività di rilevamento degli abusi edilizi effettuato dalle Polizie Municipali: il rilievo fotogrammetrico consente di verificare a distanza le dimensioni dei manufatti, partendo da dati noti a priori, facilmente desumibili, ad esempio, dalla documentazione in possesso degli uffici tecnici comunali.

La restituzione fotogrammetrica dei manufatti può produrre i seguenti risultati:

- immagine raddrizzata prospetticamente delle singole facciate
- insieme delle coordinate dei particolari di interesse, espressi rispetto ad un sistema di riferimento opportuno
- riproduzione, sotto forma di elaborato grafico bidimensionale (CAD), dei prospetti delle singole facciate
- riproduzione grafica tridimensionale (CAD) dell'intero manufatto

In tutti i casi suddetti, si presuppone la disponibilità di un certo numero di informazioni dimensionali relative al manufatto; come noto, qualsiasi operazione di rilievo fotogrammetrico richiede la conoscenza delle coordinate di alcuni punti, detti punti di controllo, rispetto al sistema di riferimento scelto.

Il numero ed il tipo di punti di controllo richiesti dipendono dal tipo di restituzione che si intende effettuare, e dal metodo utilizzato per il calcolo degli orientamenti delle immagini.

Nel caso in cui si intenda procedere ad un semplice raddrizzamento prospettico dell'immagine, alla produzione di prospetti di singole facciate, o al semplice calcolo di coordinate e distanze sulle stesse, è generalmente sufficiente conoscere le coordinate di quattro punti complanari appartenenti ad un piano parallelo alla facciata da rilevare.

Le coordinate dei quattro punti di controllo possono essere ottenute in vari modi:

- misurazione diretta su un prospetto in scala (normalmente il progetto dell'edificio)
- misurazione sul campo per mezzo di strumenti topografici standard
- misurazione manuale delle dimensioni di particolari quali ampie finestre o portici
- misurazione diretta delle coordinate per mezzo di telemetri laser

Spesso, le dimensioni di una finestra sufficientemente grande rispetto all'estensione della facciata sono sufficienti a fornire i quattro punti di controllo richiesti.

Supponendo le seguenti dimensioni note di una finestra:

altezza: 150 cm
larghezza: 200 cm

detto A il vertice in basso a sinistra (guardando la facciata), B, C, e D gli altri vertici procedendo in senso orario, otteniamo le seguenti coordinate per i punti di controllo:

A(0,0)
B(0,150)
C(200,150)
D(200,0)

Al fine di ottenere la massima precisione nella determinazione delle coordinate dei punti di interesse, è bene che il quadrilatero formato dai quattro punti di controllo occupi la maggior superficie possibile sulla facciata da rilevare.

Va comunque tenuto presente che, nel caso in cui lo scopo del rilievo sia unicamente determinare le dimensioni di porzioni del manufatto, precisioni sub-centimetriche sono ottenibili nella stragrande maggioranza dei casi.

Infatti, la determinazione di distanze consiste sostanzialmente nel calcolo di differenze di coordinate, per cui l'eventuale errore nel calcolo delle stesse tende ad essere cancellato.

La quantità di riprese necessarie dipende dal tipo di restituzione richiesta.

Nel caso del raddrizzamento prospettico, una singola ripresa può essere sufficiente, qualora essa non sia troppo angolata e non siano presenti elementi sporgenti; questi ultimi infatti produrranno "aree cieche" nelle zone di copertura visiva della facciata.

Ulteriori riprese potrebbero rendersi necessarie per eliminare il problema suddetto (spesso aggirato ritoccando l'immagine ottenuta).

La tecnica ad immagine singola può essere utilizzata anche per la determinazione di coordinate e la misura di distanze, tenendo però presente una importante limitazione; l'uso di una sola immagine non consente di eliminare l'ambiguità prospettica della rappresentazione bidimensionale della scena (la foto).

In conseguenza di ciò, le coordinate di qualsiasi punto non appartenente al piano definito dai quattro punti di controllo, saranno determinate con un errore proporzionale alla distanza dei punti dal piano stesso; nel caso in cui la ripresa sia molto angolata rispetto alla facciata, l'errore può variare dai pochi centimetri ad alcuni metri.

Oltre a ciò, la distribuzione degli errori, per punti aventi la stessa distanza dal piano di controllo, risulterà fortemente dipendente dalla posizione dei punti stessi, vanificando l'effetto di cancellazione dell'errore nel calcolo delle distanze.

Per aggirare il problema dell'ambiguità prospettica è necessario quindi utilizzare almeno due fotografie scattate da angolazioni differenti.

Questa modalità operativa permette di valutare correttamente la tridimensionalità degli oggetti contenuti nelle immagini, a scapito di un notevolissimo incremento nella complessità dei calcoli richiesti per la determinazione delle coordinate dei punti di interesse.

I punti rilevati avranno coordinate pienamente tridimensionali; qualora si debba produrre il prospetto di una facciata, sarà sufficiente proiettare i punti sul piano definito dai punti di controllo, il che equivale ad azzerare la coordinata ortogonale al piano stesso.

Le immagini seguenti mostrano un esempio di rilievo effettuato con questa tecnica.

La facciata è stata ripresa da varie angolazioni, sono state scelte tre immagini per effettuare l'elaborazione, al fine di aumentare la precisione delle misure (per motivi di spazio, riportiamo solo due immagini)



Utilizzando un telemetro laser (in alternativa, usando le misure da un prospetto in scala, da rilievo tradizionale o da misurazione diretta), vengono rilevate le misure di quattro punti coplanari, giacenti su di un piano complanare alla facciata dell'edificio.

Le fotografie vengono importate in SVS, quindi vengono definite una serie di entità corrispondenti ai particolari architettonici da rilevare; le finestre per esempio, possono essere schematizzate come poligoni con quattro vertici, oppure è possibile definire semplicemente definire entità punto per individuare spigoli o vertici interessati alla misurazione.

In figura 3 è visibile la finestra di campionamento dei punti; l'utente "clicca" sulla foto le immagini dei punti corrispondenti alle entità definite.

Sulla sinistra è visibile l'elenco delle entità definite, ciascuna caratterizzata da una serie di vertici; i punti campionati, vengono marcati sulla foto con un cerchietto e la descrizione del punto.

È importante notare come i punti non siano tutti coplanari; utilizzando almeno due immagini il sistema è in grado di calcolare la posizione di qualsiasi punto.

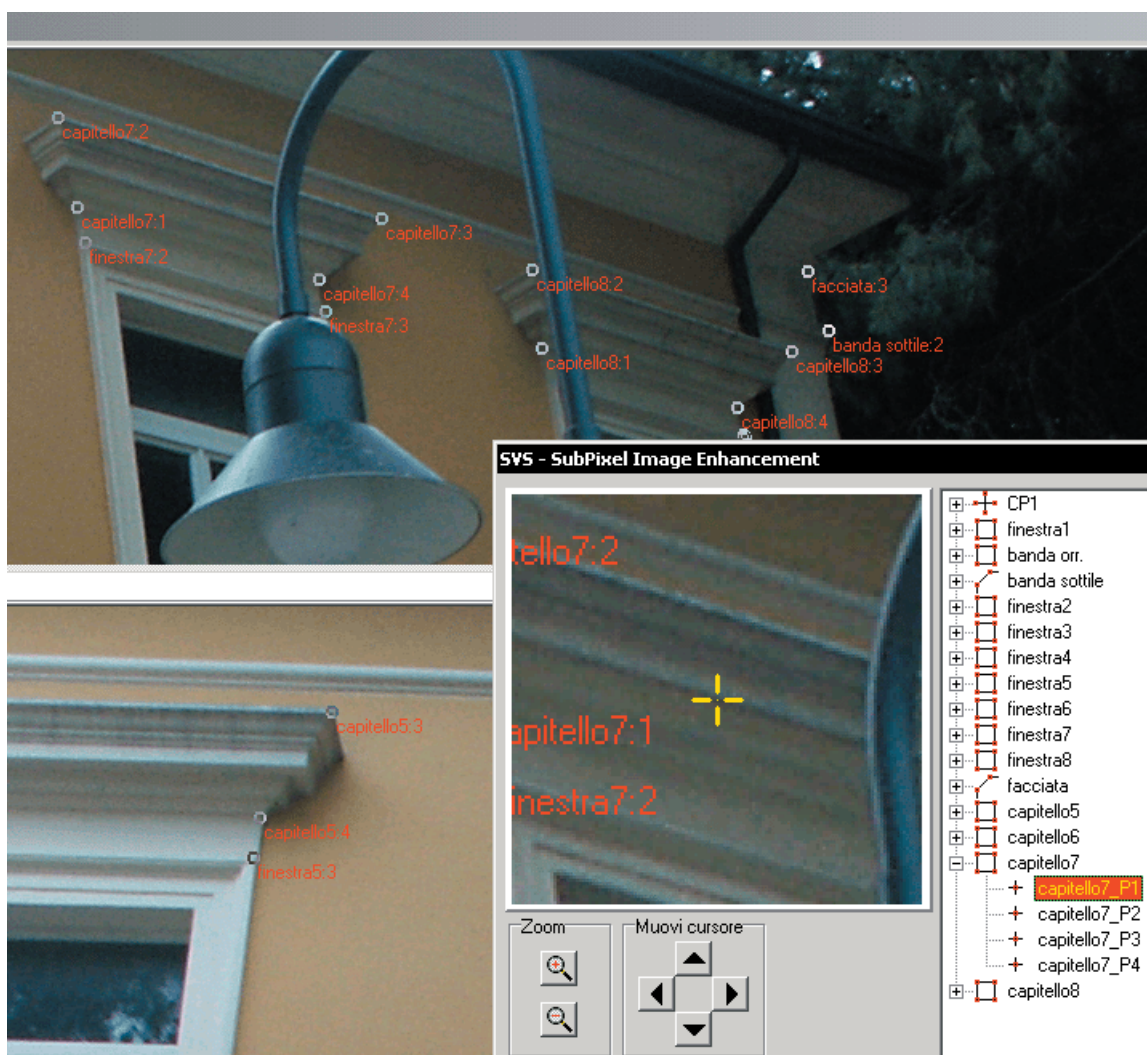


FIGURA 3

In figura 4 è rappresentato lo schema del rilievo generato da SVS; non si tratta dell'output definitivo, ma solo di una ricostruzione intermedia.

Sul prospetto della facciata è riportato in rosso il quadrilatero formato dai quattro punti di controllo (noti da precedente rilievo); sono inoltre visibili (in grigio) le tracce approssimative dei campi di ripresa delle singole immagini, e le tre stazioni di ripresa (indicate dai numeri 32, 34, 36).

Questo schema consente di verificare visivamente che non siano stati commessi errori grossolani, e che SVS abbia posizionato correttamente nello spazio le varie stazioni di ripresa.

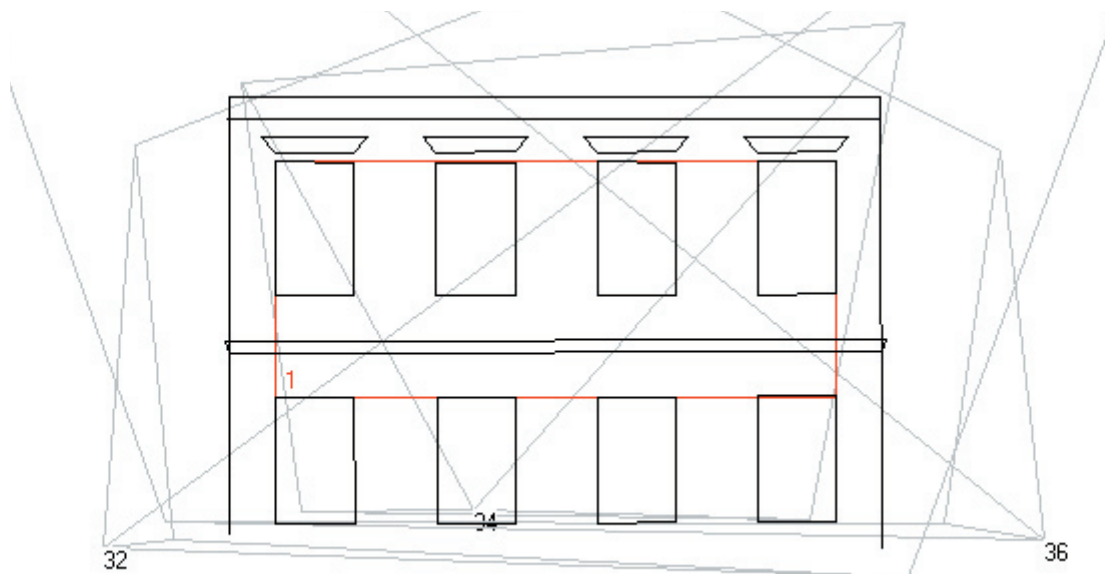


FIGURA 4

Una volta effettuato il calcolo delle coordinate dei vertici delle entità definite, è possibile esportare il prospetto, nella scala prescelta, in formato DXF; questo consente di manipolare lo schema prodotto utilizzando programmi come Autocad o simili (figura 5).

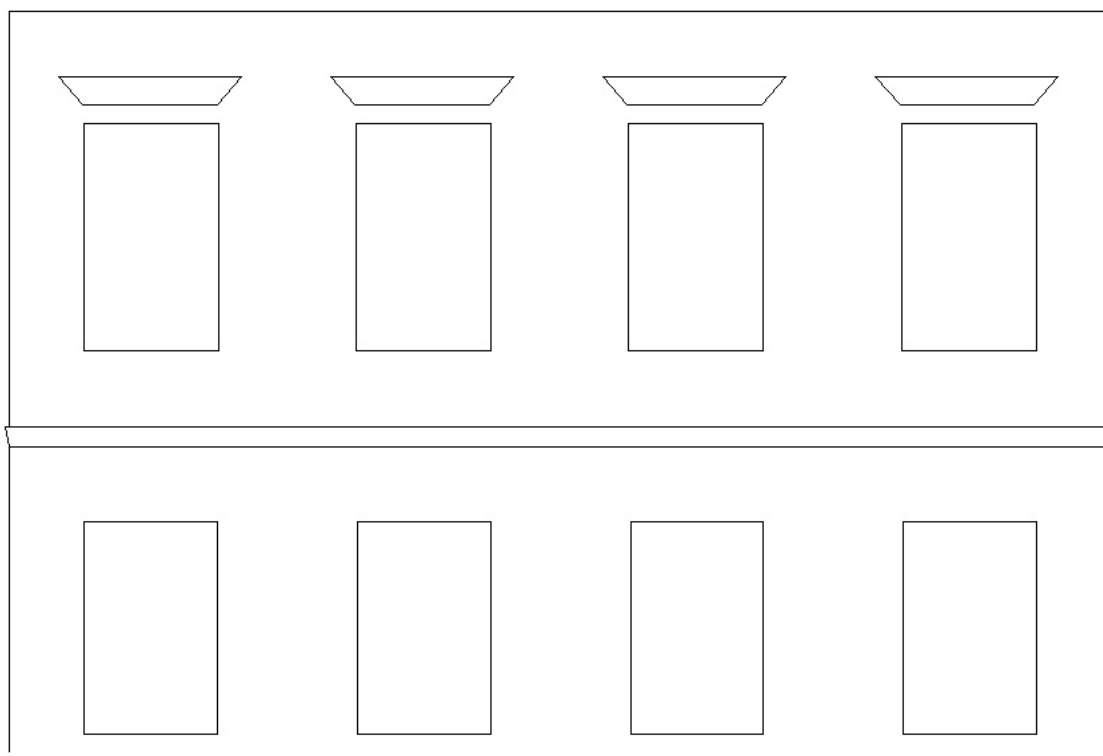


FIGURA 5

Ovviamente, nell'esempio proposto, sono stati rilevati un numero limitato di punti, in modo da ricostruire solamente gli elementi essenziali della facciata; l'operatore può, se lo ritiene necessario, rilevare qualsiasi punto presente nelle immagini, in modo che lo stesso appaia nello schema finale.

Oltre alla produzione del prospetto in formato DXF, è possibile generare una tabella contenente le distanze reciproche di tutti i punti rilevati (figura 6), in modo da poter velocemente conoscere le dimensioni di tutti i particolari del manufatto, e le distanze tra gli stessi, senza la necessità di effettuare tediose misurazioni sul prospetto in scala prodotto.

La tabella delle distanze può essere prodotta in vari formati, tra cui HTML, CSV ed Excel .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		finestra:2	finestra:3	finestra:4	fascia:1	fascia:2	fascia:3	fascia:4	finestra2:1	finestra2:2	finestra2:3	finestra2:4
2	finestra:1	263	310	165	366	394	1327	1311	336	427	564	499
3	finestra:2		163	309	133	158	1276	1265	425	335	498	563
4	finestra:3			262	275	292	1114	1103	313	173	336	426
5	finestra:4				438	465	1170	1153	171	313	424	334
6	fascia:1					30	1368	1359	557	442	602	692
7	fascia:2						1375	1367	581	456	615	712
8	fascia:3							30	1010	943	781	861
9	fascia:4								992	931	769	841
10	finestra2:1									261	308	163
11	finestra2:2										163	308
12	finestra2:3											261

FIGURA 6