

Il Laboratorio di CIRCE dello IUAV

di C. Balletti, F. Guerra e L. Pilot

I
- - -
U
- - -
A
- - -
V

Nel 1985 il Centro di Servizi Interdipartimentali di Cartografia viene istituito come unificazione e riorganizzazione dei Laboratori Cartografici dipartimentali, mettendo a disposizione il proprio patrimonio strumentale e di documentazione a supporto dell'attività didattica e di ricerca dello IUAV, nonché dell'utenza esterna.

Nel 1990 il Laboratorio di Fotogrammetria del Dipartimento di Storia dell'Architettura, diventa una sezione del Centro, assieme a quelle di Cartografia, Telerilevamento e Cartografia storica. Nel 1996 afferisce al Centro anche parte del CIDOC Centro di Servizio Interdipartimentale di Documentazione e Calcolo.

Nasce così il CIRCE Centro di Servizi Interdipartimentali di Rilievo, Cartografia, ed Elaborazione.

Il Laboratorio di Fotogrammetria

Il Centro oggi opera nel campo della documentazione, con finalità di acquisire, conservare, trattare, diffondere le informazioni e mettere a disposizione il patrimonio documentale per scopi esclusivamente di studio e di ricerca. Inoltre svolge attività di elaborazione e di produzione con l'utilizzo di avanzate e moderne tecnologie, anche per committenti esterni, nel campo del rilievo, della cartografia e della gestione informatica dei dati territoriali.

Dal punto di vista organizzativo il CIRCE è organizzato in servizi e laboratori tra cui quello di fotogrammetria che viene qui presentato. Il Laboratorio di Fotogrammetria, nella sua ormai trentennale attività, ha sviluppato numerose sperimentazioni all'interno dei vari aspetti disciplinari del rilievo terrestre ed aereo, seguendo due indirizzi complementari: uno di ricerca, orientato a sviluppare iniziative di natura tecnico-scientifica e l'altro produttivo, volto a rispondere a particolari richieste di una committenza interna ed esterna.

L'interesse è oggi concentrato sulla fotogrammetria digitale e sul laser-scanning indirizzati sia alla rappresentazione informatizzata dell'architettura ed al trattamento geometrico delle immagini digitali che degli algoritmi per il trattamento sia geometrico che radiometrico delle stesse, che oggi costituiscono buona parte del rilievo fotogrammetrico. Infatti lo sviluppo delle scienze del rilevamento, dal punto di vista tecnico, è indirizzato e influenzato dagli sviluppi dell'informatica: in particolare la fotogrammetria ha vissuto una transizione che ha visto il progressivo abbandono della strumentazione analitica per diventare *soft-photogrammetry*. Volendo sinteticamente descrivere ciò di cui si occupa il Laboratorio, si potrebbero individuare 5 aree di attività:

Attività di ricerca: sulle tecniche di rilevamento e sulla loro integrazione (con particolare riguardo al rilievo architettonico); sull'analisi del contenuto metrico e semantico delle carte storiche; sugli sviluppi degli strumenti topografici e fotogrammetrici.

Attività didattica: comunicazioni, seminari, dimostrazioni ed esercitazioni con strumentazione topografica e fotogrammetrica; servizio di reference; assistenza a tesi di laurea (sperimentali) su argomenti del rilievo e della rappresentazione; assistenza a docenti e laureandi su problemi di rappresentazione di oggetti rilevati, tirocini e stage.

Attività di rilevamento: che abbraccia i campi della topografia, della fotogrammetria, del rilievo diretto e rilievo laser-scanning (committenza esterna, attività di ricerca) e la rappresentazione degli oggetti rilevati in forma tradizionale (piante e alzati) e in modellazione digitale tridimensionale.

Realizzazione di prodotti informatici: scrittura di software per la didattica e per la diffusione della cartografia storica in forma digitale, e costruzione di prodotti multimediali per la cartografia.

Aggiornamento e manutenzione della strumentazione hardware e software, sulla base di una continua raccolta di informazioni su metodi e strumenti per il rilievo.

Tutte queste attività sono svolte congiuntamente, secondo le proprie responsabilità e competenze, da docenti, tecnici, ricercatori, dottorandi, laureandi, tirocinanti e studenti, in un'ottica di cooperazione e di reciproco arricchimento, proponendo un modello di trasmissione e accrescimento del sapere che fonde ricerca e didattica.

Attività di ricerca

Il Laboratorio di Fotogrammetria è stato ed è impegnato su diversi fronti di ricerca, dal rilievo terrestre e aereo con tecniche fotogrammetriche digitali e laser-scanning, allo sviluppo e alla diffusione della cartografia digitale. Ricerche che sono state applicate a concreti casi di rilevamento architettonico e urbano come, ad esempio, nel rilievo del sito archeologico di Laodicea (Turchia), dell'Arena di Verona, il nuraghe Santu Antine a Torralba, l'area Scarpa

Fotogrammetria

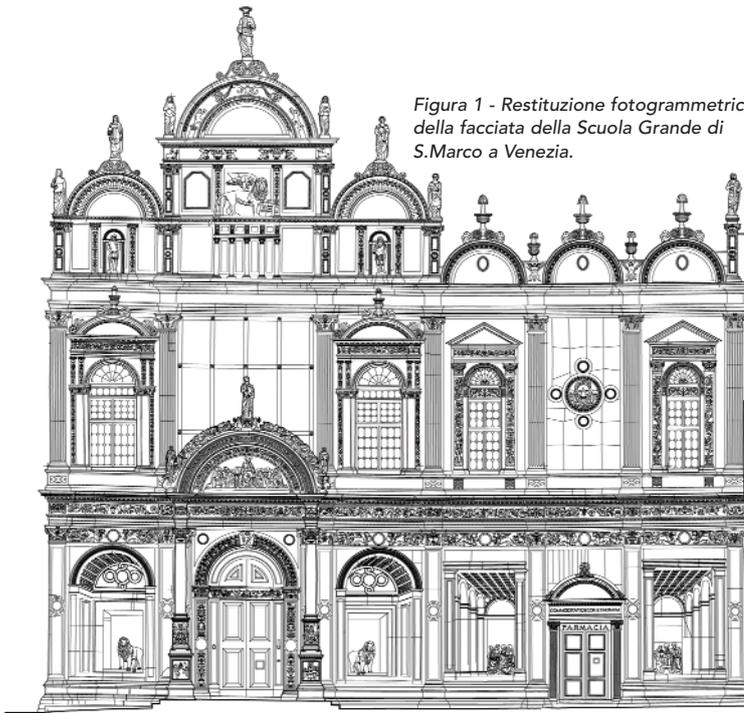


Figura 1 - Restituzione fotogrammetrica della facciata della Scuola Grande di S.Marco a Venezia.

della fondazione Querini, le mura dell'Arsenale di Venezia, le Isole delle Vignole e Torcello, i fotopiani digitali di Venezia e Milano, le Isole Pelagie.

Le ultime ricerche si sono indirizzate sulle possibilità di rilievo e rappresentazione multiscala sia in ambito architettonico che in quello urbano-territoriale, utilizzando in modo integrato le tecniche più recenti, dal laser-scanning alla fotogrammetria digitale, al GPS, dove l'elaborazione dei dati rappresenta inevitabilmente una zona di sovrapposizione disciplinare tra architettura, informatica e cartografia.

Le nuove tecnologie digitali permettono da una parte una razionalizzazione e velocizzazione delle operazioni di rilievo, dall'altra di creare delle nuove rappresentazioni *infografiche* che possono adattarsi facilmente alle diverse esigenze degli studiosi e degli operatori (architetti, archeologi, ingegneri, restauratori, storici).

Tra queste rappresentazioni i modelli tridimensionali con superfici mappate sono sicuramente di grande versatilità. Le mappature possono essere semplice integrazione del modello geometrico, nel caso di texture fotorealistiche, o il risultato di analisi specifiche che vanno ad arricchire il suo contenuto informativo.

Un'ulteriore offerta fornita dai modelli geometrici 3D è la possibilità di realizzare dei modelli multiscala, ovvero dei modelli digitali (intendendo dal

modello numerico al modello solido, ai modelli per superfici) che possano essere utilizzati a diverse scale nominali di rappresentazione.

Le diverse scale derivano in genere dal rilievo a diversa scala nominale di oggetti che tradizionalmente hanno necessità di diversa definizione di dettaglio come ad esempio un sito archeologico (scale 1:2000, 1:1000, 1:500) o un monumento all'interno di esso (scale 1:200, 1:100, 1:50, 1:20), oppure oggetti quali statue o frammenti di architettura (scale 1:10, 1:5, 1:1).

Se tali oggetti territoriali (sito, architetture, oggetti particolari) devono convivere all'interno di modelli complessi dei quali si cerca una gestione e una conseguente rappresentazione unitaria a diverse scale si dovranno individuare sia delle strategie di rilievo che di integrazione, finalizzate alla multirisoluzione.

A tale fine è stato investigato il rapporto tra incertezza del modello, derivato dall'incertezza delle misure, e semplificazione del modello, che deriva dalla volontà di selezionare e trasmettere solo alcune informazioni geometriche ritenute essenziali per la descrizione dell'oggetto ad una determinata scala.

Altro settore di ricerca del Laboratorio è la cartografia. Infatti gli strumenti e i metodi analizzati, studiati e applicati per il trattamento dei dati digitali di rilievo dell'architettura, sono in larga parte utilizzati anche in cartografia: anche qui si riscontra che le nuove tecnologie informatiche hanno consentito un'evoluzione sia per quanto riguarda le tecniche di acquisizione, gestione e rappresentazione dei dati georeferenziati, sia per quanto riguarda la facilità di utilizzo del dato acquisito.



Figura 2
Rilievo del sito archeologico di Grumentum (Potenza): nuvola di punti ottenuti da laser scanner terrestre, DSM, ortofoto del foro.

Figura 3
Ortofoto
dell'Isola di
Linosa
mappata sul
modello
digitale.



Si è osservato un aumento della domanda per una cartografia, digitale, maggiormente *rappresentativa* della realtà e *diffusa* verso nuovi utenti. Si richiede una maggiore *rappresentatività* non solo del fenomeno fisico (per consentire ad esempio un'immediata comprensione del dato altimetrico) ma anche di altri dati sociali, economici e culturali necessariamente legati agli aspetti geografici. La necessità di una cartografia *diffusa* deriva invece dal sempre maggior utilizzo da parte di un'ampia fascia di pubblico, spesso non specialistico, dei prodotti cartografici. Tra le diverse forme di cartografia digitale, quella che sembra rispondere in modo adeguato a queste necessità è senza dubbio la cartografia tridimensionale. Con questo termine non si identifica un unico prodotto cartografico, ma un'intera famiglia a cui corrispondono diversi gradi di precisione e di rappresentatività della realtà. Tra questi vi sono i modelli digitali del terreno (DTM) oppure i modelli tridimensionali con il costruito modellato e infine con l'identificazione delle reti viarie. Oltre alle informazioni legate al modello geometrico, possono essere fornite informazioni *qualitative* derivanti da foto aeree e terrestri opportunamente trattate. Esiste quindi la possibilità di realizzare ortofoto e di mapparle sul DTM per ottenere una descrizione del territorio il più possibile aderente alla realtà.

Questi diversi tipi di cartografia 3D possono essere realizzati in molti modi grazie alle diverse modalità di acquisizione del dato cartografico, di tipo tradizionale od innovativo. Tra queste si annoverano ad esempio la modellazione, del territorio e del costruito, a partire dalla cartografia numerica. Altre tecniche, legate a strumenti ormai consolidati nell'uso, sono quelle che riguardano la fotogrammetria con immagini terrestri, aeree o satellitari. Ultime arrivate sono le tecniche di laser-scanning aereo e terrestre. E' possibile dunque costruire la cartografia tridimensionale sia con dati acquisiti da scansioni terrestri che da scansioni aeree oppure attraverso la combinazione di tutte queste informazioni.

La cartografia digitale 3D, così realizzata, si presta ad un utilizzo in moltissimi settori. Essa viene infatti utilizzata nella progettazione di reti di telecomunicazioni, nella realizzazione di GIS per scopi turistici, amministrativi o professionali, nell'analisi urbana, nelle valutazioni di impatto, ecc.

Prodotti informatici: software e cd multimediali

Parte delle risorse del Laboratorio sono investite nella produzione di software sia per la cartografia digitale che per l'attività didattica della topografia, della fotogrammetria e del laser-scanning. Lo scopo di tale attività è quello di applicare e di rendere operativo sul campo quanto studiato e sperimentato nelle ricerche.

I software didattici sono in genere sviluppati all'interno di ricerche o di tesi di laurea o di dottorato opportunamente modificati per il loro uso da parte degli studenti. Non hanno la pretesa di essere strumenti che possano competere con quelli commerciali ma sono, dal punto di vista numerico, rigorosi e ampiamente testati.

Per quanto riguarda la cartografia digitale, nell'ottica della diffusione dei prodotti cartografici, il Laboratorio è stato promotore di alcune esperienze editoriali informatiche di notevole successo, come i fotopiani digitali di Venezia e Milano e la riproduzione digitale del Mappamondo di Fra' Mauro.

L'evoluzione delle tecnologie informatiche ha consentito un'evoluzione dei metodi di diffusione e di studio della cartografia storica e non, tanto dal punto di vista delle interfacce, intuitive e immediate, quanto da quello delle funzioni, oggi più semplici da utilizzare di quanto non lo fossero in passato. L'informatica è inoltre di grande aiuto per l'integrazione tra i diversi settori disciplinari permettendo di ottenere prodotti che proprio grazie a questa interazione diventano potenti strumenti conoscitivi e divulgativi.

Il progetto di una riproduzione digitale del Mappamondo di Fra' Mauro, conservato dalla Libreria Nazionale Marciana di Venezia, si inserisce in questa visione pluridisciplinare e nasce dalle attività di ricerca di un gruppo di studiosi provenienti da settori ed esperienze differenti (storia, geodesia, cartografia...), accomunati tuttavia dal desiderio di sviluppare e definire nuovi strumenti per lo studio e l'analisi della cartografia storica. Il progetto si è sviluppato all'interno di collaborazioni del Circe con Piero Falchetta della Biblioteca Marciana e con Carlo Monti del Politecnico di Milano, Evangelos Livieratos e Crisoula Boutoura dell'Università Aristotele di Salonicco.

Le prime esperienze effettuate hanno riguardato principalmente la *reintegrazione* nel mondo scientifico di

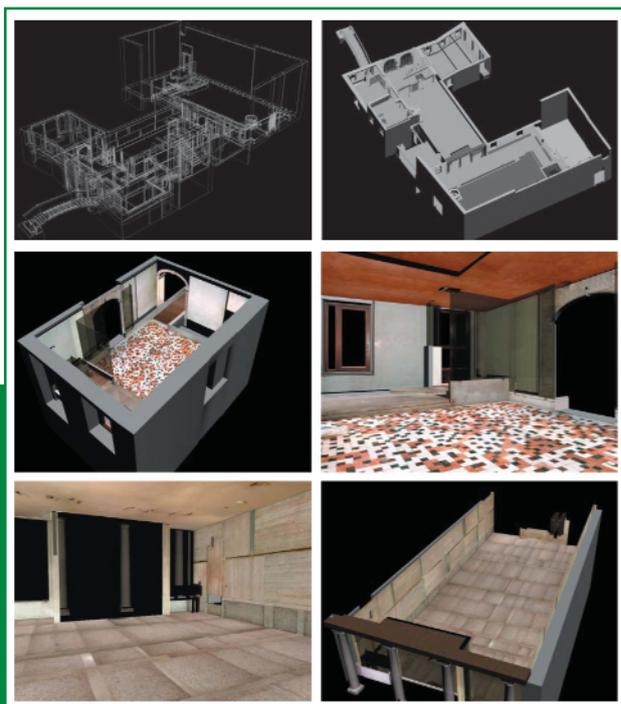


Figura 4
Rilievo e
rappresentazione
dell'Area Scarpa
presso la
Fondazione
Querini
Stampalia a
Venezia: viste
prospettive del
modello digitale.



consentisse una visualizzazione dell'opera quanto più possibile fedele all'originale, nonché la sua interrogazione.

Il lavoro svolto si compone di due parti: la numerizzazione dell'opera e la scrittura di un programma di navigazione in continuo per la gestione dell'immagine digitale capace di rispondere alle esigenze di consultazione e studio.

La prima parte ha presentato problemi informatici e cartografici legati al sistema di numerizzazione e alla ricostruzione rigorosa della geometria del mappamondo. La seconda ha invece richiesto un grande impegno nella ricerca delle funzionalità necessarie a mantenere le caratteristiche fondamentali della cartografia originale all'interno del sistema interattivo e multimediale. A tale scopo si è pensato

Figura 5 - Interfaccia del cd di navigazione e interrogazione del Fra' Mauro's World Map

alcune carte che per lungo tempo erano state considerate rappresentazioni prive di significato e veridicità cartografica. Gli studi svolti hanno riguardato innanzitutto l'individuazione di strumenti analitici che permettessero la riscoperta del contenuto geo-metrico delle carte storiche (a tal proposito si ricorda lo studio svolto sulla veduta prospettica di Venezia del de Barbari). Le particolari caratteristiche del mappamondo di Fra' Mauro, che contiene non soltanto elementi geografici e topologici ma anche un gran numero di elementi descrittivi (toponimi, didascalie e commenti), hanno suggerito di realizzare di uno strumento informatico che

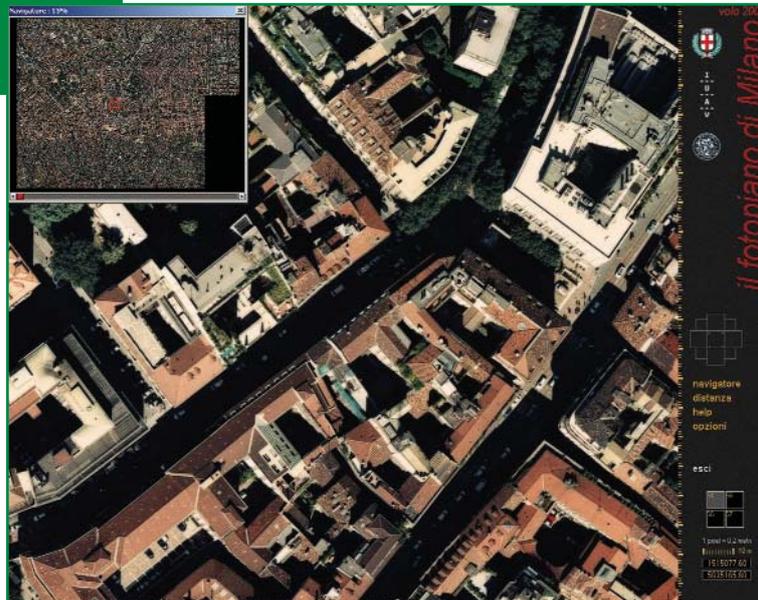


Figura 6
Il fotopiano digitale di Milano
realizzato in collaborazione con il DIAR del Politecnico di Milano.

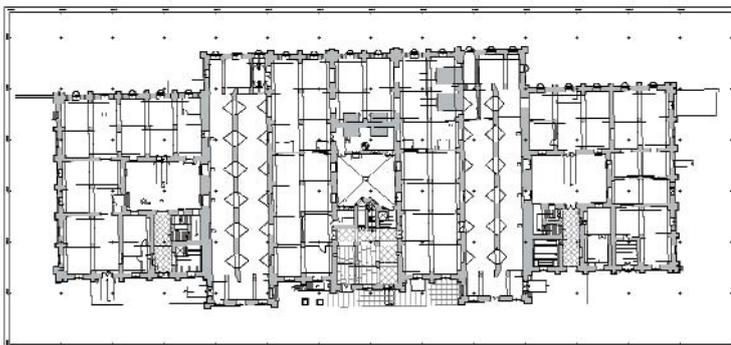


Figura 7 - Rilievo della caserma S.Marta a Verona: pianta e alzati.

ad una riproduzione in formato digitale arricchita da tools di navigazione e interrogazione che offrono agli studiosi (ed in generale agli appassionati di cartografia) la possibilità di esaminare in ogni minimo particolare quello che è generalmente considerato uno dei più importanti documenti della cartografia medievale.

Autori

PROF. FRANCESCO GUERRA
Responsabile scientifico del Laboratorio
guerra2@iuav.it
tel. 041 257 15 06

DOTT. LUCA PILOT
Responsabile tecnico del Laboratorio
pilot@iuav.it
tel. 041 257 15 06

PROF. CATERINA BALLETTI
balletti@iuav.it
tel. 041 257 15 09

sito web del Laboratorio:
<http://circe.iuav.it/labfot/index.htm>