

Studi e Ricerche



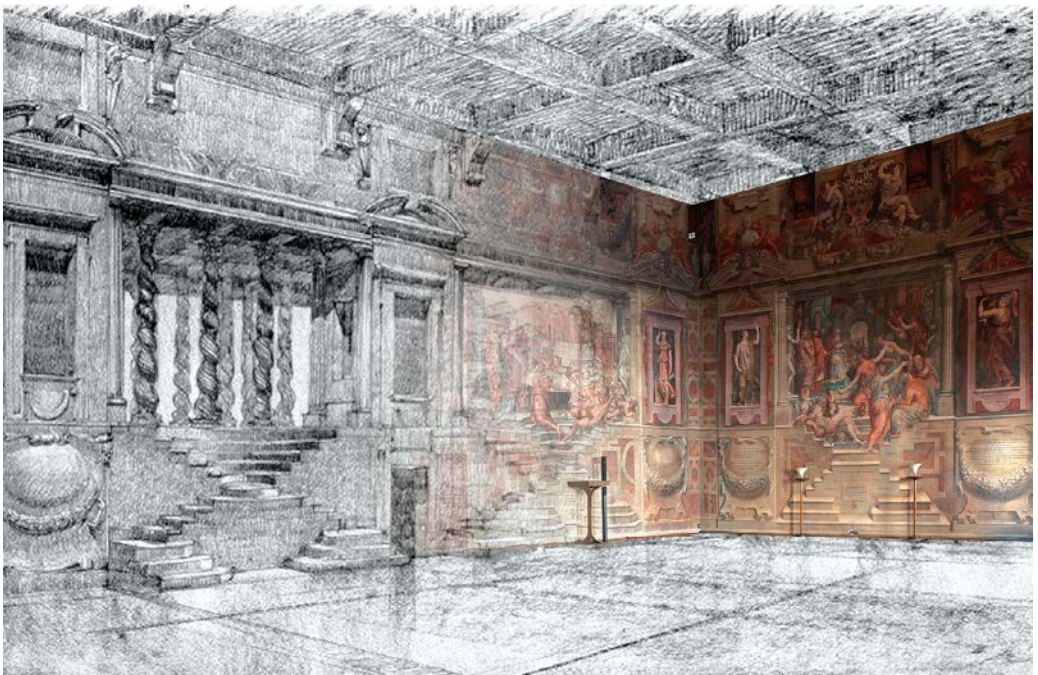
Scienze e Tecnologie

Prospettive architettoniche

conservazione digitale, divulgazione e studio

VOLUME I

a cura di
Graziano Mario Valenti



SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

Collana Studi e Ricerche 26

SCIENZE E TECNOLOGIE

Prospettive architettoniche

conservazione digitale, divulgazione e studio

VOLUME I

a cura di
Graziano Mario Valenti



SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

2014

Copyright © 2014

Sapienza Università Editrice

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it

editrice.sapienza@uniroma1.it

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

ISBN 978-88-98533-45-9

DOI 10.13133/ 978-88-98533-45-9



Quest'opera è distribuita con licenza Creative Commons 3.0
diffusa in modalità *open access*.

Distribuita su piattaforma digitale da:

digilab

Centro interdipartimentale di ricerca e servizi
Settore Publishing Digitale

In copertina: Matteo Flavio Mancini, Sala dei Cento Giorni, Palazzo della Cancelleria, Roma. Sovrapposizione del disegno di Vincenzo Fasolo con fotografia della sala.

*A Vincenzo Fasolo,
professore di disegno e di storia
dell'architettura, fondatore della
Facoltà di Architettura e della Scuola
di perfezionamento per il restauro dei
monumenti, presidente dell'Accademia
Nazionale di San Luca e architetto della
Fabbrica di San Pietro, che, con il suo
saggio sulla Sala dei Cento giorni, ha
aperto la via a questi nostri studi sulle
prospettive architettoniche.*

Unità di ricerca

Esiti della ricerca triennale condotta in collaborazione tra le Unità operative degli Atenei di Cosenza, Firenze, Genova, Milano, Roma La Sapienza, Salerno, Torino, Udine, Venezia, con la partecipazione di ricercatori degli Atenei di Bari, della Basilicata, di Bologna, Brescia, Ferrara, Napoli 'Federico II' Palermo, della Seconda università di Napoli e di Trieste.

Partner internazionali

Bartlett School of Architecture, London: Mario Carpo

Technischen Universität Kaiserslautern: Cornelia Leopold

Universidade do Porto: João Pedro Xavier

Johannes Gutenberg University Mainz: Sören Fischer

Unità operativa di Cosenza

Coordinatore: Aldo De Sanctis

Ricercatori: Giuseppe Fortunato, Antonio Lio

Università di Palermo: Francesco Di Paola, Laura Inzerillo,

Mario Manganaro

Collaboratori. Cettina Santagati

Unità operativa di Firenze

Coordinatore: Maria Teresa Bartoli

Ricercatori: Giovanni Anzani, Carlo Biagini, Giuseppe Conti,

Fauzia Farneti, Stefano Giannetti, Alessandro Merlo

Università di Bologna: Roberto Mingucci

Università di Ferrara: Manuela Incerti

Collaboratori: Giovanni Bacci, Carlo Battini, Vincenzo Donato, Erika Ganghereti, Simone Garagnani, Gaia Lavoratti, Monica Lusoli, Anna Maria Manfredini, Nevena Radojevic, Nicola Velluzzi

Unità operativa di Genova

Coordinatore: Maura Boffito

Ricercatori: Cristina Candito, Luisa Chiara Cogorno, Maria Linda Falcidieno, Michela Mazzucchelli, Maria Elisabetta Ruggiero

Unità operativa di Milano

Coordinatore: Michela Rossi

Ricercatori: Giuseppe Amoruso, Gabriele Pierluisi, Roberto de Paolis, Pietro Marani, Pompeiana Iarossi, Dario Sigona

Università di Brescia: Ivana Passamani

Università e-Campus: Giampiero Mele

Università di Trieste: Alberto Sdegno

Collaboratori: Erika Alberti, Donatella Bontempi, Giorgio Buratti, Nadia Campadelli, Rita Capurro, Paola Cochelli, Laura Galloni, Silvia Masserano, Matteo Pontoglio Emili

Unità operativa di Roma

Coordinatore: Riccardo Migliari (coordinatore nazionale)

Ricercatori: Leonardo Baglioni, Flavia Cantatore, Laura Carlevaris, Andrea Casale, Anna Rosa Cerutti, Laura De Carlo, Tommaso Empler, Marco Fasolo, Marzia Mirandola, Leonardo Paris, Nicola Santopuoli, Graziano Mario Valenti, Andrea Vitaletti, Paola Zampa

Politecnico di Bari: Valentina Castagnolo, Vincenzo De Simone, Domenico Pastore, Gabriele Rossi

Università di Palermo: Francesco Maggio

Collaboratori: Michele Calvano, Matteo Flavio Mancini, Jessica Romor, Marta Salvatore, Williams Trojano, Wissam Wahbeh

Unità operativa di Salerno

Coordinatore: Vito Cardone

Ricercatori: Salvatore Barba, Barbara Messina, Alessandro Naddeo

Università della Basilicata: Antonio Bixio, Antonio Conte

Università di Napoli 'Federico II': Pierpaolo D'Agostino, Lia Maria Papa, Maria Ines Pascariello

Seconda università di Napoli: Luigi Guerriero, Adriana Rossi

Collaboratori: Davide Barbato, Maria Rosaria Cundari,
Saverio D'Auria, Fausta Fiorillo

Unità operativa di Torino

Coordinatore: Anna Marotta

Ricercatori: Serena Abello, Rita Binaghi, Laura Blotto, Ornella Bucolo,
Chiara Cannavici, Pia Davico, Mauro Luca De Bernardi,
Gaetano De Simone, Daniela Miron, Rossana Netti, Ursula Zich

Collaboratori: Ugo Comollo, Laura Facchin, Federico Manino,
Roberto Mattea

Unità operativa di Udine

Coordinatore: Roberto Ranon

Ricercatori: Marc Christie, William Bares, Christophe Lino, Denis Pitzalis

Unità operativa di Venezia

Coordinatore: Agostino De Rosa

Ricercatori: Malvina Borgherini, Massimiliano Ciammaichella, Giuseppe
D'Acunto, Emanuele Garbin, Fabrizio Gay, Camillo Trevisan

Collaboratori: Matteo Ballarin, Francesco Bergamo, Alessio Bortot,
Cristian Boscaro, Antonio Calandriello, Stefania Catinella,
Umberto Ferro, Alessandro Forlin, Ilaria Forti, Isabella Friso,
Francesca Gasperuzzo, Andrea Gion, Gabriella Liva,
Cosimo Monteleone, Paola Placentino, Maurizio Tarlà, Elena Trevisan,
Stefano Zoerle

Istituzioni nazionali e internazionali che hanno patrocinato il progetto

Ambasciata di Francia presso la Santa Sede, Roma

Archivio di Stato di Torino del Ministero per i Beni e le Attività Culturali

Archivio Generale dei Minimi, Roma

Associazione Trinità dei Monti, Roma

Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France con Sede al Louvre a Parigi (Francia)

Curia Arcivescovile di Venezia

Departamento de Historia del Arte y Música della Universidad de Granada (Spagna)

Departamento de Urbanismo y Representación de la Arquitectura de la Universidad de Valladolid (Spagna)

Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara

Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale 'Fausto Sacerdote' dell'Università degli Studi di Firenze

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Ingegneria Informatica Automatica e Gestionale 'Antonio Ruberti', della Sapienza Università di Roma

Dipartimento di Progettazione Urbana e Urbanistica dell'Università degli Studi di Napoli Federico II'

Doutorado Interinstitucional em Urbanismo (Brasile)

EGRAFIA - Asociación de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Áreas Afines (Argentina)

Escuela Politécnica Superior della Universidad CEU San Pablo di Madrid (Spagna)

Escuela Tècnica Superior de Arquitectura dell'Univèrsitat Politecnica de València (Spagna)

Facoltà di Lettere dell'Università telematica e-Campus di Novedrate

Faculdade de Arquitectura di Porto (Portogallo)

Facultad de Geografia e Historia della Universitas Complutensis di Madrid (Spagna)

Laboratoire MAP-ARIA UMR CNRS-MCC 3495 Applications et Recherches en Informatique pour l'Architecture presso l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon (Francia)

Les Pieux Etablissements de la France à Rome et à Lorette (Francia)

Pontificia Università Gregoriana di Roma

Pontificio Comitato di Scienze Storiche, Città del Vaticano

Scuola internazionale di Dottorato di Ricerca 'Architecture and Urban Phenomenology' dell'Università della Basilicata con Sede a Matera

Technischen Universität Kaiserslautern (Germania)

Ufficio Beni Culturali della Diocesi di Arezzo-Cortona-Sansepolcro

Universidad de Belgrano a Buenos Aires (Argentina)

Universidade Federal De Minas Gerais Faculdade De Filosofia E Ciências Humanas di Belo Horizonte (Brasile)

Universidade Federal da Bahia / Universidade Federal da Paraíba, Programa Dinter -

Università degli Studi di Brescia

Indice

| | |
|---|---|
| Le prospettive architettoniche: un ponte tra arte e scienza | 1 |
| <i>Riccardo Migliari</i> | |

PARTE I. LE PROSPETTIVE ARCHITETTONICHE E LA LORO INTERPRETAZIONE EUROPA

| | |
|---|---|
| Albrecht Dürer's contributions to the European Perspective Research project in the Renaissance | 9 |
| <i>Cornelie Leopold</i> | |

| | |
|--|----|
| Vincenzo Bacherelli fra Firenze e Portogallo: la diffusione della quadratura alla corte di Giovanni V. L'uso della prospettiva e la sua diffusione teorica in seno alla cultura matematica dei Gesuiti nella prima metà del Settecento | 23 |
| <i>Magno Moraes Mello</i> | |

| | |
|---|----|
| Prospettiva de' pittori e architetti come <i>Liber Veritatis</i> di Andrea Pozzo | 35 |
| <i>Sara Fuentes Lázaro</i> | |

ITALIA MERIDIONALE

| | |
|---|----|
| Un approccio innovativo allo studio delle prospettive architettoniche di Campania e Basilicata | 49 |
| <i>Vito Cardone</i> | |

| | |
|---|----|
| Il paliotto polimaterico dell'altare maggiore nella chiesa della SS. Annunziata a Ficarra (ME) | 61 |
| <i>Mario Manganaro</i> | |

Lo spazio architettonico nelle rappresentazioni parietali ipogee del materano e negli affreschi dei luoghi di culto dell'entroterra lucano 69

Antonio Conte, Antonio Bixio

Metodologie di indagine applicate alla prospettiva solida nell'architettura in Sicilia.
Un caso di studio: l'Oratorio di San Lorenzo a Palermo 81

Francesco Di Paola

Dall'immagine al modello: le architetture virtuali del patrimonio archeologico campano 95

Barbara Messina

Lo spazio prospettico dell'Annunciazione di Antonello da Messina 107

Francesco Galletta, Francesco Sondrio

Prospettiva solida: il caso della Cattedrale di Palermo 115

Laura Inzerillo, Cettina Santagati

Capua antica. Pitture parietali del IV e III secolo. a.C. 135

Adriana Rossi

Per un repertorio delle prospettive architettoniche in Calabria tra Quattrocento e Ottocento 163

Antonio Agostino Zappani

ITALIA CENTRALE

Le prospettive dipinte di Vignola nel Palazzo Farnese di Caprarola 183

Dora Catalano, Adele Trani

Brunelleschi e l'invenzione della prospettiva 201

Maria Teresa Bartoli

I luoghi dell'illusione. Le pitture 'proiettive' dei Padri Emmanuel Maignan e Jean François Nicéron a Trinità dei Monti (Roma) 223

Agostino De Rosa

| | |
|---|-----|
| Per una catalogazione del quadraturismo e della pittura di architettura nel Granducato di Toscana | 243 |
| <i>Fauzia Farneti</i> | |
| Le tarsie prospettiche nella Sacrestia delle Messe del Duomo di Firenze. Prime considerazioni sulle indagini in corso | 257 |
| <i>Carlo Biagini, Vincenzo Donato</i> | |
| Illusione e realtà. Galleria Spada: esperimento di un inganno | 279 |
| <i>Andrea Casale, Marco Fasolo</i> | |
| La Sala del Mappamondo a Palazzo Venezia | 283 |
| <i>Laura De Carlo, Matteo Flavio Mancini, Nicola Santopuoli</i> | |
| Il progetto originario sul quadraturismo: la Sala dei Cento Giorni nel Palazzo della Cancelleria | 311 |
| <i>Marco Fasolo, Matteo Flavio Mancini</i> | |
| Jacopo Chiavistelli e Santa Maria Maddalena dei Pazzi a Firenze | 333 |
| <i>Elena Fossi</i> | |
| Il disegno dell'atrio di Palazzo Spinelli: costruzione prospettica e inganno visivo. | 345 |
| <i>Erica Ganghereti</i> | |
| Modellazione parametrica e semantica BIM Ricostruzione visuale della prospettiva in affresco nella Sala Urbana del Palazzo Comunale a Bologna | 357 |
| <i>Simone Garagnani</i> | |
| La veduta della <i>Città ideale</i> di Urbino La pavimentazione come griglia regolatrice dello spazio | 371 |
| <i>Gaia Lavoratti</i> | |
| Lo sfondato prospettico della Sala Urbana del Palazzo Comunale a Bologna. Appunti per una ipotesi interpretativa | 379 |
| <i>Anna Maria Manferdini</i> | |
| Sperimentazioni di architettura parametrica sulla Galleria Spada | 393 |
| <i>Riccardo Migliari, Andrea Casale, Michele Calvano</i> | |

La *Trinità* di Masaccio: dai primi studi all'animazione
computerizzata 399

Nicola Velluzzi

ITALIA SETTENTRIONALE

Decorazione prospettica a Genova tra il XVI ed il XVIII secolo 409

Maura Boffito

Il rilievo della chiesa di San Francesco in Rocca a Sassuolo. 417

Giuseppe Fortunato, Antonio Lio

Per una mappatura del quadraturismo in Piemonte.
Una riflessione: luce, colore e materia. 439

Anna Marotta

Due esempi di "architettura picta" nel cuneese:
Palazzo Muratori Cravetta e Villa Maresco.
Studio di due facciate affrescate delle corti interne 457

Laura Blotto, Ornella Bucolo, Daniela Miron

Spazi statici e spazi dinamici
a Palazzo Brignole-Rosso a Genova 467

Cristina Cándito

Prospettive architettoniche tardoseicentesche fra spazio sacro
e luoghi domestici. Chiesa di San Pantalon a Venezia
e ville venete della Riviera del Brenta 491

Massimiliano Ciammaichella, Stefania Catinella, Paola Placentino

Il paesaggio nelle prospettive architettoniche a Genova 503

Luisa Cogorno

Protagonisti, famiglie, 'scuole' tra Sei e Settecento.
Il Piemonte sabauda 511

Laura Facchin

L'approccio teorico-metodologico della lettura critica
dell'esistente attraverso la rappresentazione:
il caso di Genova 529

Maria Linda Falcidieno

- Le storie di Antonio e Cleopatra* di Giovanni Battista Tiepolo
e Girolamo Mengozzi Colonna in Palazzo Labia a Venezia:
il rilievo e l'esplorazione di una scena 'totale' 541
Emanuele Garbin, Malvina Borgherini
- Tra reliquia e teorema: l'oggetto prospettico all'epoca
di Giovanni Bellini 547
Fabrizio Gay
- Per un registro delle prospettive architettoniche a Genova 591
Michela Mazzucchelli
- Prospettive architettoniche ed evoluzione
del costruito storico genovese 605
Maria Elisabetta Ruggiero
- Per un censimento del quadraturismo in Piemonte.
Approccio metodologico ai Sacri Monti 617
Ursula Zich, Federico Manino

PARTE II. TEORIE E TECNICHE PER LO STUDIO, LA DOCUMENTAZIONE
E LA DIVULGAZIONE DELLE PROSPETTIVE ARCHITETTONICHE

- La 'prospettiva' dell'architetto. Nuovi approfondimenti
del rapporto tra arte e scienza 645
Rita Binaghi
- La prospettiva e gli studi sulla rappresentazione
architettonica. XVII e XVIII secolo 657
Aldo De Sanctis
- Riflessioni sull'illuminazione artificiale di superfici
con quadrature 679
Leonardo Baglioni, Marco Fasolo
- Proposta di uno standard di acquisizione per il rilievo
delle quadrature su superfici piane 687
*Leonardo Baglioni, Matteo Flavio Mancini,
Jessica Romor, Marta Salvatore*
- Panoramiche per immagini HD: dall'acquisizione
alla rappresentazione dei dati: il caso della *Trinità* 712
Carlo Battini

| | |
|--|-----|
| Una tecnologia per la rappresentazione interattiva: il <i>Dense Matching</i> | 729 |
| <i>Mauro Luca De Bernardi</i> | |
| La restituzione prospettica: teoria e applicazioni | 745 |
| <i>Laura Inzerillo</i> | |
| Il rilievo delle quadrature su superfici voltate: riflessioni intorno ad uno standard di acquisizione | 793 |
| <i>Matteo Flavio Mancini, Marta Salvatore</i> | |
| Calcolo della risoluzione delle riprese panoramiche delle quadrature piane | 809 |
| <i>Leonardo Baglioni, Riccardo Migliari, Marta Salvatore</i> | |
| Le prospettive architettoniche: paradigmi di un percorso di ricerca in Campania | 817 |
| <i>Lia Maria Papa, Maria Ines Pascariello, Pierpaolo D'Agostino</i> | |
| Prospettive solide. La Galleria di Palazzo Spada | 829 |
| <i>Leonardo Paris</i> | |
| Modelli interattivi per lo studio delle prospettive architettoniche | 849 |
| <i>Graziano Mario Valenti, Jessica Romor</i> | |
| La scheda per la catalogazione della pittura di architettura e del quadraturismo | 861 |
| <i>Monica Lusoli</i> | |
| TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (ICT) | |
| Tecniche di <i>image editing</i> : un possibile ' <i>work flow</i> ' per le architetture prospettiche | 871 |
| <i>Salvatore Barba, Fausta Fiorillo, Alessandro Naddeo, Davide Barbato</i> | |
| Tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) nella divulgazione dei Beni Culturali. | |
| La Galleria prospettica di Palazzo Spada | 887 |
| <i>Tommaso Empler, con la collaborazione di Alessio Appolloni</i> | |

Modelli interattivi per lo studio delle prospettive architettoniche

Graziano Mario Valenti, Jessica Romor

StereoPan è un prototipo di software, sviluppato in seno alla ricerca, motivato dalla necessità di risolvere diverse problematiche operative. Non è facile ricordarsi l'esatta sequenza del pensiero ispiratore ma, sicuramente, uno degli obiettivi principali è stato quello di sperimentare la possibilità di realizzare, in proprio e a nostro vantaggio, un'applicazione digitale utile allo studio sia delle prospettive parietali, sia dei luoghi in cui queste sono rappresentate.

Il tipo di dato fondamentale raccolto nell'ambito di questa ricerca è il panorama digitale, realizzato con immagini ad alta definizione (gigapixel). Fin dai primi istanti di studio e sperimentazione ci siamo accorti della necessità di dover condividere questo genere di dato e di poterlo indagare con semplicità. L'esigenza di potere accedere in modo rigoroso, semplice e geograficamente distribuito, ai dati prodotti nel corso della ricerca, senza necessariamente essere dotati di potenti stazioni di lavoro o costosi software, si è resa ancora più manifesta considerando la fase divulgativa dei risultati, che prevede avvenga a ricerca conclusa. È iniziata così una prima fase di ricognizione, nella quale sono stati individuati e sperimentati diversi software presenti sul mercato. Questi sono apparsi talvolta troppo semplici e altre volte troppo complessi e naturalmente mai configurabili su misura. Così abbiamo cominciato a fare delle sperimentazioni campione, sviluppando direttamente delle piccole procedure software, per capire le problematiche in gioco e valutare la possibilità di realizzare un'applicazione propria dedicata allo scopo.

Questa fase, che con oggi possiamo considerare conclusa, ha visto la soluzione delle problematiche e il conseguente sviluppo e integrazione delle funzionalità considerate di base per l'applicazione.

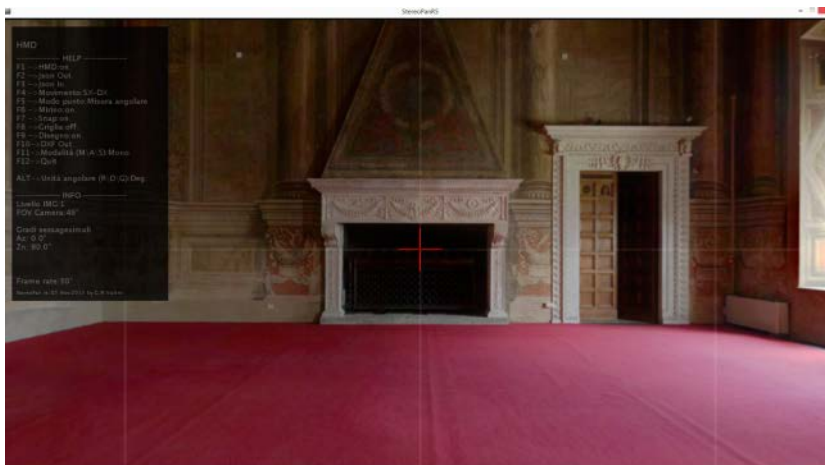


Fig. 1. Panorama della Sala del Mappamondo di Palazzo Venezia (Roma), visualizzato per mezzo del software progettato per la ricerca.

L'ambiente di sviluppo fin qui utilizzato è stato Processing, che abbiamo considerato ed utilizzato come una sorta di taccuino per appunti, un blocco di schizzi per la progettazione; la seconda fase – iniziata nel febbraio 2014 – prevede invece la reingegnerizzazione delle procedure in un ambiente web più funzionale e versatile (Figura 1).

La prima problematica affrontata è stata la rappresentazione dei panorami sferici. Questa è generalmente risolta negli algoritmi dei software di visualizzazione più semplici con tecniche 2D che simulano la deformazione prospettica caratteristica dello spazio 3D. Se da un lato questa tecnica è molto efficace in termine di risparmio di risorse computazionali, pone diversi limiti allo sviluppo funzionale dell'applicazione. Si è pertanto realizzata un'applicazione capace di rappresentare uno spazio 3D. In esso è stata collocata una sfera – di raggio unitario – avente centro nell'origine e mappata con un *texture* corrispondente all'immagine equirettangolare del panorama. Nell'origine è stata collocata una camera con focale regolabile attraverso la rotella del mouse (zoom) e capace di orbitare lo sguardo attraverso lo spostamento del mouse.

Questo primo prototipo ha evidenziato subito le problematiche legate alla risoluzione dell'immagine: se la risoluzione è bassa e quindi l'immagine ha un numero limitato di pixel, questa si può gestire tridimensionalmente con facilità ma non è possibile osservarne il particolare; se viceversa l'immagine è molto definita, i tempi di trasferimento

dell'informazione dal server remoto e quelli necessari al *real-time rendering* diventano troppo lunghi e, di conseguenza, l'interazione con il panorama non produce un'esperienza di simulazione qualitativamente accettabile.

Immagini piramidali

Nel proseguo dello sviluppo ci siamo pertanto concentrati sulla possibilità di utilizzare delle *texture* piramidali. Dopo un'attenta analisi del problema si è individuata una strada che, anche se non perfettamente ottimizzata, è apparsa più attenta ad altri possibili sviluppi successivi. Le immagini piramidali sono insiemi di immagini organizzate in una struttura di *directory* ognuna delle quali contiene un diverso livello di dettaglio dell'immagine generale (Figura 2).



Fig. 2. Tasselli dell'immagine piramidale che ritraggono il medesimo soggetto a risoluzioni differenti. Ogni tassello ha una dimensione di 256 x 256 pixel.

Generalmente l'immagine digitale del panorama, prodotta in alta risoluzione, viene suddivisa fino a raggiungere tasselli di 256x256 pixel. Questo numero – caratteristico nella base binaria – si presta ad ottimizzare l'uso degli spazi di memoria e del flusso di trasferimento dati sia nella rete sia nell'hardware; non si creano dunque sprechi di risorse e conseguenti rallentamenti funzionali.

I software che gestiscono le immagini piramidali, da noi analizzati per comprenderne lo sviluppo, operano su immagini di qualsiasi dimensione e pertanto, dividole in tasselli di 256 pixel, finiscono per realizzarne alcuni di forma rettangolare, in corrispondenza dei bordi inferiore e destro dell'immagine originale. Questa singolarità è stata considerata per noi problematica, poiché avrebbe richiesto una tassellazione non omogenea della sfera sulla quale il panorama è proiettato. Detta singolarità, infatti, abbiamo ritenuto che potesse portare delle complicazioni nei successivi sviluppi dell'applicazione, in particolare



Fig. 3. Immagine gigapixel equirettangolare. Sala del Concilio di Palazzo Farnese a Caprarola.

quelli orientati alla misurazione. Abbiamo stabilito pertanto che le immagini panoramiche utilizzabili dall'applicazione debbano essere proporzionate in modo che l'altezza sia due volte la larghezza – qualità normale per le immagini equirettangolari – e che la loro dimensione sia un multiplo di 256, in particolare siano larghe 96x256 pixel e alte 48x256 pixel = 24576x12288 pixel, dove 96 e 48 rappresentano il numero rispettivamente di meridiani e paralleli in cui sono divise le facce del poliedro che discretizza la sfera (Figura 3). Volendo ottenere una risoluzione maggiore è possibile utilizzare tasselli da 512 pixel.

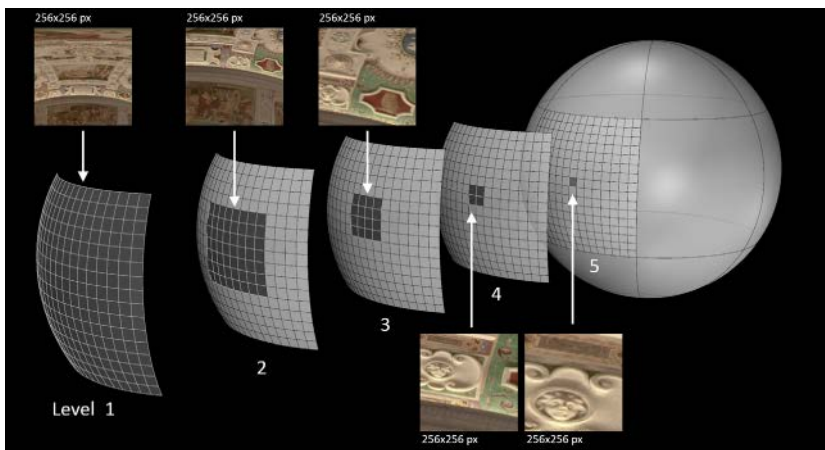


Fig. 4. Articolazione delle shapes e relativa mappatura dei livelli dell'immagine piramidale.

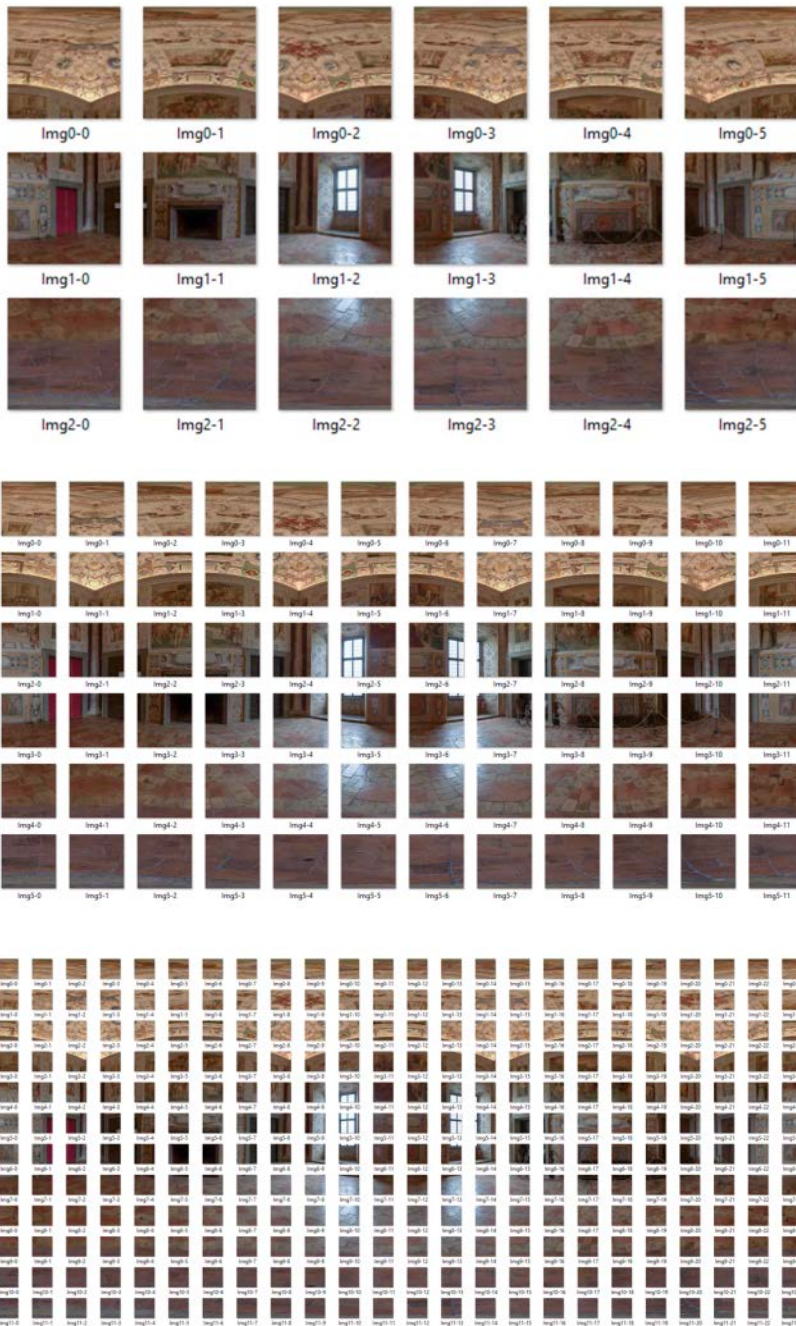


Fig. 5. Esempio di suddivisione dell'immagine gigapixel nella rappresentazione piramidale. Sono qui rappresentati tre diversi e successivi livelli di suddivisione dei tasselli: 3x6, 6x12, 12x24.

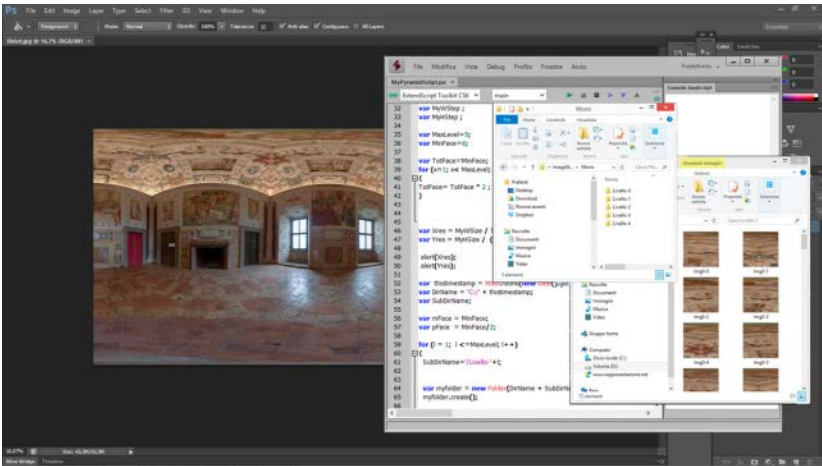


Fig. 6. La procedura sviluppata in ambiente Photoshop, necessaria a produrre l'immagine piramidale, calibrata sull'applicazione di visualizzazione realizzata.

Allo stato attuale, l'applicazione gestisce 5 livelli di profondità, ma per ragioni che illustreremo in seguito è probabile che sarà presto implementato un sesto livello. La sfera è rappresentata mediante un poliedro avente 96 elementi lungo i paralleli e 48 lungo i meridiani. Gli elementi sono strutturati in *shapes* che variano secondo il livello fruito.

Ogni *shapes* è mappata con una singola *texture*. Nel primo livello le *shapes* sono 6x3 ognuna composta da una matrice di 16x16 facce; nel secondo livello sono 12x6 con 8x8 facce; nel terzo livello sono 24x12 con 4x4 facce; nel quarto livello sono 48x24 con 2x2 facce; nel quinto livello, infine, sono 96x48 ognuna composta con una singola faccia (Figura 4).

Le immagini in cui è divisa la gigapixel originaria sono dunque 18 al primo livello 72 al secondo livello 288 al terzo livello 1152 al quarto e 4608 al quinto livello (Figura 5).

La suddivisione dell'immagine gigapixel è condotta all'interno di Photoshop (Figura 6) attraverso uno *script* appositamente realizzato, che provvede al ritaglio e al ridimensionamento necessario a generare tutte le immagini da 256 pixel, nonché al loro salvataggio strutturato nelle cartelle dei livelli.

Quando la focale è molto ampia il software visualizza la sfera nella configurazione di 6x3 *shapes*. Anche se la rappresentazione riuscisse a visualizzarne metà, solo 9 immagini sarebbero interessate dalle problematiche computazionali.

Via via che la focale si stringe il modello della sfera utilizzato è costituito da un numero sempre maggiore di *shapes*, ma le parti visibili di esso sono sempre di meno, quindi le immagini da rappresentare sono sempre poche e rapidamente trasferibili e visualizzabili dal computer che accede al server remoto. Un semplice algoritmo di *clipping*, esclude le *shapes* non visibili, riducendo significativamente il trasferimento delle immagini.

Disegnare sul panorama

Una volta superate le problematiche di rappresentazione e consolidato il funzionamento del software come semplice visualizzatore dei panorami sferici, si è ragionato su come dotarlo di funzioni semplici di disegno (Figura 7). L'obiettivo non è stato tanto quello di realizzare un avanzato sistema di disegno digitale, quanto invece di dotare il software di un sistema di tracciamento di linee notevoli, da poter successivamente esportare verso un programma di modellazione, per eseguire operazioni di disegno più articolate e complesse.

Nell'individuare delle soluzioni a questa problematica, la sperimentazione ha seguito tre strade: il tracciamento di linee appoggiate alla sfera (corde); il tracciamento di linee su piani verticali appositamente individuati; il disegno nello spazio tridimensionale.

La prima soluzione è stata immediata e molto efficace sul piano percettivo ma poco utile sul piano operativo.

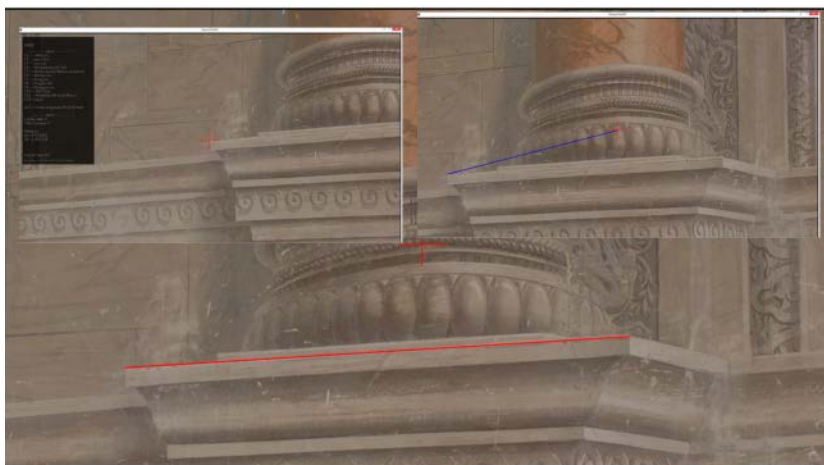


Fig. 7. Tracciamento di una linea durante la fruizione del panorama.



Fig. 8. Tracciamento di una linea durante la fruizione del panorama.

Sostanzialmente questa soluzione consente di evidenziare punti notevoli o linee e successivamente, in ambiente di modellazione, ri-proiettare queste entità secondo esigenza.

La seconda soluzione prevede invece di definire un piano verticale di proiezione, operando all'interno del panorama. Questa soluzione genera un modello piano piuttosto fedele ed utile per le successive operazioni di studio in ambiente di modellazione.

La terza soluzione è scaturita affrontando un secondo problema che l'applicazione voleva affrontare: la rappresentazione di panorami stereografici. Così, avendo a disposizione due panorami sferici dello stesso ambiente, la curiosità di usarli come due teodoliti virtuali ha avuto il sopravvento. Varie sperimentazione in questo senso sono state sviluppate da Gabriele Fangi¹.

Abbiamo deciso pertanto di implementare una semplice procedura di intersezione in avanti elaborata da Riccardo Migliari, ormai diverso tempo fa, e provare a collaudare il sistema per ricostruire punti nello spazio tridimensionale partendo da una coppia di panorami orientati (Figure 8, 9).

Utilizzando come base sperimentale un modello ideale, ossia una coppia di panorami di uno spazio virtuale, generati attraverso il rendering, la qualità della misura eseguita per mezzo di questa tecnica è apparsa molto confortante.

¹ Fangi 2004, Fangi 2006.

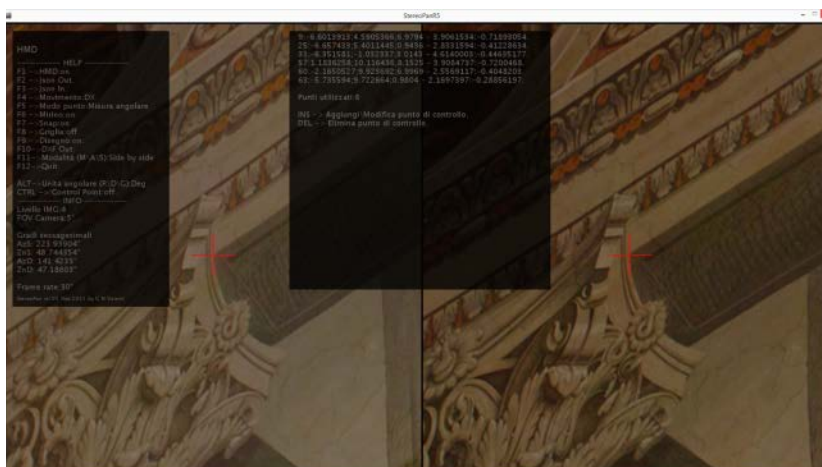


Fig. 9. Orientamento dei panorami sferici per mezzo di punti di controllo rilevati con stazione totale.

Ripetendo l'operazione sui panorami realizzati con le macchine fotografiche digitali, i risultati non sono stati altrettanto buoni, ma va detto che in fase di ripresa non erano state adottate particolari attenzioni necessarie a ridurre l'incertezza dell'orientamento. È noto, infatti, che le macchine fotografiche normalmente utilizzate per la ripresa non sono predisposte per essere facilmente orientate con precisione e risulta pertanto difficile ottenere una registrazione efficace del centro di stazione, pari a quella di un teodolite.

L'imprecisione nel posizionamento del centro ottico, così come quella della verticalità dell'asse Z fotografico, si traduce in un errore sulle collimazioni angolari e quindi, per conseguenza, sull'individuazione delle coordinate dei punti collimati.

Non sembra invece essere un particolare problema, sulla corta distanza, la limitata precisione del movimento angolare di collimazione, che utilizzando immagini gigapixel della dimensione di quella descritta, è stata individuata da Fangi in 2 gon. Tuttavia, a maggior sicurezza, nel prototipo finale che sarà sviluppato nell'ambiente web più idoneo, si pensa di raddoppiare la dimensione dell'immagine portandola a 49.152 pixel di larghezza, consentendo pertanto una registrazione del movimento angolare pari a 1 gon.

L'applicazione ha attualmente tre modalità di rappresentazione: quella monoscopica (Figura 1) dove si può disegnare; quella *side by side*



Fig. 10. Rappresentazione stereoscopica della coppia di panorami sferici mediante anaglypho rosso e ciano.

(Figura 9) dove si può misurare e quella stereoscopica (Figura 10) utile solo per visualizzare.

Per il prototipo finale si prevede di implementare tutte le principali funzioni di disegno e misura nelle diverse rappresentazioni.

La rappresentazione stereoscopica *side by side* è pensata, oltre che per misurare, anche per essere utilizzata con i visori stereo indossabili, mentre quella ad anaglypho è ottimizzata per la visione su schermo.

Le prossime problematiche che saranno affrontate nel completamento dell'applicazione prototipale, riguarderanno: la stesura di una metodologia di ripresa che ottimizzi il prodotto acquisito, in particolare per le riprese stereoscopiche; la procedura di correzione di orientamento dei panorami; l'individuazione di eventuali problematiche di *mapping* delle immagini sulla superfici poliedrica che approssima la sfera sulla quale è proiettato il panorama.

Uno dei *focus* principali di questa sperimentazione è stato quello di poter proporre – ora a noi ricercatori operanti in questo PRIN, domani ad altri studiosi che attingeranno al nostro lavoro – un modello virtuale nella forma più primaria e inalterata possibile, sul quale poter studiare in modo analogo a quello reale. Sotto un certo punto di vista l'approccio di questa sperimentazione potrà sembrare in controtendenza rispetto alla direzione di sviluppo che hanno oggi le tecniche di rilievo, tutte orientate ad un approccio '*brute force*' capace di generare modelli tridimensionali complessi, ad elevata integrazione, acquisiti e

normalizzati per via automatica attraverso elaborazioni massive. Non è tuttavia così: con essa si vuole infatti rinnovare un contributo critico, ricordando quanto sia utile nel rilievo l'operazione interpretativa e quindi quanto sia importante il cosa, il perché e il chi, prima del come.

Bibliografia

- FANGI, G. Block bundle adjustment for theodolite stations in control networks - The case of the Guggenheim museum in Bilbao. *ISPRS Archives*, 2004, vol. XXXV part B5, pp. 372-376.
- FANGI, G. Investigation On The Suitability Of The Spherical Panoramas By Realviz Stitcher For Metric Purposes. *ISPRS Archives*, 2006, vol. XXXVI part 5.
- AGGRÉN, H., HYYPA, H., JOKINEN, O., KUKKO, A., NUIKKA, M., PITKANEN, T., PONTINEN, P., RONNHOLM R. Photogrammetric Application of Spherical Imaging. *ISPRS Archives*, 2004, vol. XXXIV, part 5/W16.
- LUHMANN T., TECKLENBURG W. 3-D Object Reconstruction from Multiple-Station Panorama Imagery. *ISPRS Archives*, 2004, vol. XXXIV, part 5/W16.
- POZZO, A. *Perspectiva pictorum et architectorum Andreae Putei*. Roma: J. J. Komarek, 1693.
- POZZO, A. *Perspectiva pictorum et architectorum Andreae Putei... pars prima[-pars secunda] in quâ docetur modus expeditissimus delineandi opticè omnia quæ pertinent ad architecturam*, Romæ: Ex typographia Antonii de Rubeis, 1700.
- SZELISKI, R., SHUM H. Creating full view panoramic image mosaics and environment maps. In *Proceedings of SIGGRAPH*, 1997, pp. 251-258.

T Le prospettive architettoniche sono un ponte che collega l'arte alla scienza, e la scienza all'arte; e questo ponte l'ha costruito la Storia.

Perché, poi, questo ponte lo abbia gettato la Storia, è presto detto: le prospettive di soggetti architettonici sono già ben presenti a Ercolano e Pompei, nonché a Roma, nelle case di Augusto e di Livia e possono dirci molto sulle conoscenze ottiche e geometriche degli antichi. E sono ancora presenti in tutto il Medioevo, fino al Rinascimento, quando artisti-scienziati come Filippo Brunelleschi, Leon Battista Alberti e Piero della Francesca, sperimentano e teorizzano le leggi della 'costruzione legittima'.

Da quel momento, Scienza e Prospettiva percorrono strade parallele, con un continuo scambio di conoscenze teoriche e sperimentali.

Le prospettive architettoniche sono diffuse in tutta Italia e in Europa. Quindi la trasversalità della Prospettiva comprende il territorio, oltre alla Storia e alla cultura artistica e scientifica, in generale.

Il primo obiettivo degli studi che questo volume presenta, è quello di costruire un repertorio delle prospettive architettoniche in Italia. Un secondo obiettivo è quello di dimostrare, quanto ricco e suggestivo sia il paesaggio del quale ci occupiamo. Un terzo obiettivo, è quello di documentare le prospettive con le tecniche più avanzate di rilevamento. Un quarto obiettivo è quello di svelare i segreti delle prospettive dal punto di vista della scienza della rappresentazione.

Graziano Mario Valenti, professore associato del settore disciplinare del Disegno, svolge attività di ricerca nell'ambito del rilievo architettonico, della rappresentazione - grafica e digitale - e della comunicazione visiva. Assieme a Riccardo Migliari ha sviluppato ampia attività di ricerca sul tema delle prospettive architettoniche, dedicandosi in particolare all'individuazione di soluzioni originali per il rilievo, lo studio e la consultazione delle opere prospettiche. Autore di contributi saggistici è anche relatore e revisore in congressi di carattere internazionale.

ISBN 978-88-98533-45-9



9 788898 533459