

**SIINDA: UN SISTEMA INTEGRATO DI CONOSCENZA PER IL SUPPORTO DELL'INDAGINE
SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DI UN MONUMENTO**

Laura Moltedo

CNR – Istituto per le Applicazioni del Calcolo “Mario Picone” (IAC)

Il Consorzio SIINDA e' stato operativo tra il 2000 e il 2005 per il coordinamento e la realizzazione del progetto di ricerca “Ricerche e sviluppi di Sistemi Innovativi di Indagine e Diagnosi Assistita” e del relativo progetto di formazione, finanziati dal MIUR nell'ambito del PNR PARNASO con un contributo complessivo superiore a 2 milioni di euro. Al Consorzio hanno partecipato, oltre al CNR con i suoi quattro Istituti (IAC, IEIIT, IMGIC, ITABC), la Regione Val d'Aosta, il Dipartimento di Elettronica e Informatica del Politecnico di Milano, l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris e tre aziende (FOART, CM Sistemi, Menci sw). Il sistema integrato di conoscenza, prodotto finale del progetto, si compone di specifiche componenti hardware e software interagenti al fine di supportare l'esperto nello studio di un fenomeno complesso, quale quello relativo all'analisi dello stato di conservazione di un monumento. Il problema e' affrontato a livello di sistema monumento-ambiente con modalita' di approccio di *conoscenza per immagini*. In tal senso, diverse tecniche di visualizzazione di dati fisico-chimici, caratterizzanti l'ambiente che circonda il monumento, permettono una rappresentazione contestuale dinamica di possibili *cause* di degrado (cfr. Fig.1), cosi' come a proprieta' colorimetriche di regioni dell'immagine, automaticamente estratte, vengono associate tipologie di degrado come possibili *effetti*, quali ossidazioni, depositi neri, fratture (cfr. Fig.2). La metafora di interazione con l'utente e' il modello tridimensionale del monumento in studio, in riferimento al quale vengono contestualizzate tutte le informazioni, e quindi in particolare sono localizzate le immagini da analizzare (cfr. Fig.3) e proiettati i contorni estratti come risultato della loro elaborazione. Tutti i dati acquisiti ed elaborati automaticamente dal Sistema vengono mantenuti secondo modelli relazionali, in modo da consentire, a conclusione dell'attivita' di analisi, una sintesi nella forma di una scheda di valutazione elettronica dello stato di conservazione (cfr. Fig.4).

In tale scheda, con riferimento a una campagna di indagine, a tipologie di degrado sulle quali l'esperto ha valutato utile indagare e a valori di soglia di parametri fisico-chimici, sono fornite indicazioni sullo stato di conservazione e sull'eventuale raggiungimento di condizioni di pericolosita' che viene segnalato all'utente da parte del sistema stesso.

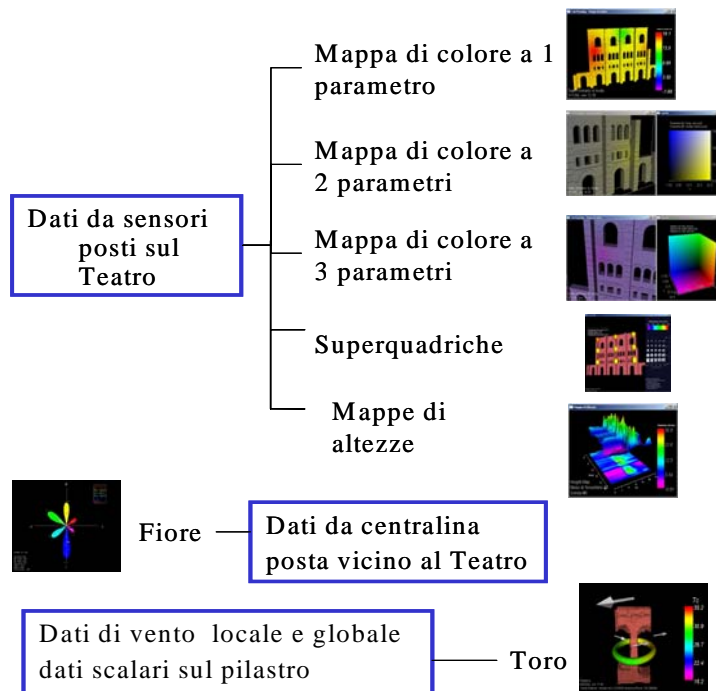


Fig.1: Tecniche di visualizzazione 2D e 3D di dati ambientali

Tra le altre scelte metodologiche caratterizzanti il progetto si citano: lo sviluppo di tecniche di elaborazione delle immagini e la definizione di protocolli di misura connessi alle elaborazioni stesse che consentano l'oggettivazione e il potenziamento delle procedure di diagnosi del degrado in vista anche di processi di monitoraggio, l'approccio multiscala e multidimensionale per il trattamento e la rappresentazione del dato geometrico e la realizzazione di software di assistenza per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati.

Sulle metodologie e sui prodotti sviluppati nel progetto di ricerca e' stato progettato e realizzato un piano di formazione rivolto a laureati con knowhow sia di tipo informatico che di scienze dell'architettura. I formandi nel corso del progetto hanno anche svolto ruoli di primi sperimentatori dei moduli del sistema integrato sul caso di studio Teatro romano di Aosta e, in tale occasione, hanno fornito spunti interessanti per migliorare anche l'interfaccia utente del sistema stesso.

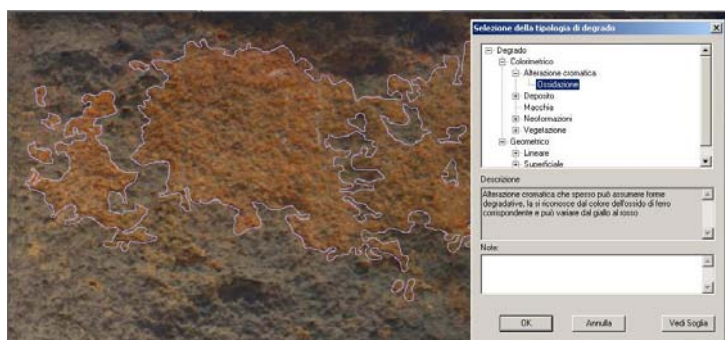
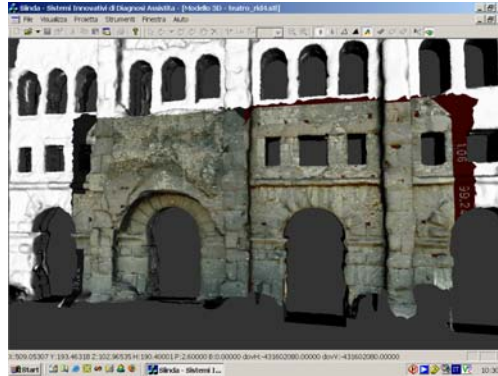


Fig.2: Risultato della segmentazione e associazione di una tipologia di degrado a caratteristiche colorimetriche della regione estratta automaticamente

Fig.3: Modello 3D di parte della facciata del Teatro romano di Aosta texturizzato con immagini acquisite ad alta risoluzione



unità di misura o numero occorrenze

indica l'incidenza % di quel particolare fenomeno nelle valutazioni del degrado e della variazione dello stesso

campagna t_0 *campagna t_1*

dato misurato *dato misurato x peso* *delta misure e % tra più campagne*

Fenomeno	Peso(%)	misura	2002/2003		2004		Delta mis.	Delta val.	Delta % mis	Delta % val.
			Misura	Valutazione	Misura	Valutazione				
deposito coerente	2	mq	1.43	0.03	3.04	0.06	1.61	0.03	112.64	112.64
fratture sotto i 10 cm	5	n	0	0.00	2	0.10	2	0.10	-	-
fratture sopra i 10 cm	10	n	3	0.30	2	0.20	-1	-0.10	-33.33	-33.33
alterazioni cromatiche	5	mq	0.05	0.00	0.00	0.00	-0.05	-0.00	-100.00	-100.00
deposito incoerente	2	mq	1.48	0.03	3.39	0.07	1.90	0.04	128.49	128.49
Sali	4	mq	1.83	0.07	5.86	0.23	4.03	0.16	220.47	220.47
Mancanze vegetazione	15	mq	0.16	0.02	0.00	0.00	-0.16	-0.02	-100.00	-100.00
Alghie	3	mq	4.31	0.04	14.28	0.14	9.96	0.10	231.01	231.01
Licheni	3	mq	0.76	0.02	5.63	0.17	4.86	0.15	637.13	637.13
Licheni	3	mq	2.31	0.07	1.57	0.05	-0.74	-0.02	-32.05	-32.05
tot. dati oggettivi	50.00			0.58		1.02		0.44		
pioggia valor medio	2	[mm]	0.10	0.00	0.07	0.00	-0.03	-0.00	-26.37	-26.37
Rugiada	1	n	0	0.00	0	0.00	0	0.00	-	-
SO ₂ > 10 µg/m ³	2	n	533	10.66	1296	25.92	763	15.26	143.15	143.15
Rugiada AND SO ₂ > 10 µg/m ³	10	n	0	0.00	0	0.00	0	0.00	-	-
particellato > 100 µg/m ³	2	n	42	0.84	68	1.36	26	0.52	61.90	61.90
part. > 100 µg/m ³ con UREL > 65%	2	n	22	0.44	34	0.68	12	0.24	54.55	54.55
TAMB < 0°C	4	n	187	7.48	430	17.20	243	9.72	129.95	129.95
TAMB < -7°C	10	n	0	0.00	3	0.30	3	0.30	-	-
vento da nord con UREL > 65%	10	n	40	4.00	125	12.50	85	8.50	212.50	212.50
tot. dati al contorno	43.00			23.42		57.96		34.54		
tot. generale	93.00			24.00		58.98		34.98		

fenomeno di degrado misurato oggettivamente tramite il Sistema di diagnosi assistita

dati ambientali di contorno del periodo

Fig.4: Esempio di scheda di valutazione dello stato di conservazione

Laura Moltedo

l.moltedo@iac.cnr.it

Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mario Picone" (IAC)

<http://www.iac.cnr.it>