

## LA PRESENZA DELLE TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE NELLA RICERCA SUI BENI CULTURALI: RISULTATI DI UNA INDAGINE

### 1. PREMESSA INTRODUTTIVA

La svariata tipologia di Beni di interesse culturale richiede una vasta ed eterogenea documentazione che spazia dalle informazioni relative ai siti fisici dei giacimenti, alle tipologie degli stessi, al loro stato di conservazione, alle modalità di documentazione e di intervento, sino a chiudere l'intero processo conoscitivo con la fruizione. Le tecniche di analisi, di intervento e di documentazione risultano, quindi, fondamentali sia al fine di progettare e, poi, attuare soluzioni innovative per il restauro e la conservazione dei Beni stessi, sia per predisporre un'ampia e completa fruizione nel rispetto e nella sicurezza del patrimonio rappresentato.

Pertanto, l'introduzione delle metodologie e delle Tecnologie dell'Informazione ha consentito di aprire nuovi campi applicativi e di ampliare le frontiere della conoscenza in un settore quale quello dei Beni Culturali che costituisce il patrimonio storico della civiltà e dell'umanità a cui noi apparteniamo e che per la nostra nazione rappresenta una quota molto significativa rispetto all'intero pianeta.

Ora, entrando più nel merito specifico dell'argomento, si può ritenere che l'Information Technology (IT) applicata ai Beni Culturali possa operare su più livelli a partire dalle funzionalità di livello più basso, tipiche dell'assistenza del calcolatore in operazioni di archiviazione e di accesso ad insiemi di dati, sino ad arrivare ai livelli più alti in cui si colloca un ampio spettro di funzionalità. Quest'ultimo concetto introduce una riflessione di carattere generale, della quale si reputa necessario tenere conto nella individuazione finale di possibili linee di ricerca sulle quali orientare la conclusione propositiva del presente documento.

L'introduzione dell'IT nel settore dei Beni Culturali, infatti, rappresenta sicuramente la possibilità di avvalersi di strumenti, potenti ed innovativi, per la rappresentazione e la visualizzazione dei dati; ma si ritiene ancora di più che tali strumenti vanno utilizzati per conseguire un "valore aggiunto" nella configurazione di momenti conoscitivi ed interpretativi, mediante il raggiungimento di nuove informazioni che dall'elaborazione di quegli stessi dati è possibile ottenere.

Ad esempio, al fine di costituire una conoscenza approfondita dello stato di conservazione di un manufatto storico, l'informazione acquisita deve essere pre-elaborata, usando procedure di calcolo dedicate; e, prima di

essere inclusa in una base di dati nella quale appropriate “fusioni” di alcuni dati possono fornire aggregazioni concettuali molto significative, vanno individuati modelli matematici e vanno realizzate opportune simulazioni.

Un altro aspetto delle Tecnologie dell'Informazione particolarmente rilevante riguarda l'attuale sempre maggiore integrazione dei sistemi di elaborazione con i sistemi di telecomunicazione, aspetto anche fortemente connesso agli sviluppi nel campo delle tecnologie della interazione individuo-elaboratore che hanno mostrato, in particolare con i sistemi di Realtà Virtuale, la possibilità di semplificare e, al limite, “nascondere” l'interfaccia con il computer. Nell'ambito del paradigma della comunicazione per immagini, di grande importanza si sta dimostrando lo sviluppo di tecniche e dispositivi di interazione con scenari tridimensionali, per i quali sarà necessario superare approcci tradizionali alla interazione grafica, portando in primo piano la gestione del “significato” delle entità raffigurate pittoricamente in funzione della simulazione fisico-chimica-strutturale del comportamento dinamico. Altrettanto rilevante sarà la spinta per realizzare sistemi di interazione in grado di condurre una comunicazione più orientata agli aspetti pragmatici del linguaggio e, quindi, basata su sistemi capaci di interpretare le “intenzioni” dell'utilizzatore umano.

Ad esempio, nuove metodologie quali l'interazione e i linguaggi di programmazione orientati agli oggetti consentono, oggi, di affrontare da punti di vista originali i classici problemi dell'analisi e della sintesi delle immagini, dalla modellazione al riconoscimento e alla percezione, dalla rappresentazione alla visualizzazione e alla codifica orientata alla gestione di grandi banche di immagini e alla loro teletrasmissione.

Il problema della integrazione di metodi e tecniche non si limita al campo strettamente proprio delle immagini e della grafica, dei sistemi informativi e dei sistemi di comunicazione, ma si estende allo studio delle proprietà e dei comportamenti degli oggetti, delle forme e dei fenomeni, coinvolgendo quindi molto più ampiamente aspetti della modellistica matematica e del calcolo. La simulazione dinamica in campo robotico indica il senso di questa problematica, come anche il campo della visualizzazione nel calcolo scientifico: la soluzione dei modelli fisico-matematici sottostanti produce le raffigurazioni, mentre la capacità di interagire in modo naturale con tali raffigurazioni, cambiando parametri e proprietà, consente di controllare le simulazioni. Sia lo studio di aspetti di degrado di materiali sia le simulazioni di ulteriori eventi di restauro richiedono massicciamente l'individuazione e l'impiego di modelli matematici e statistici.

A fronte di un quadro così sinteticamente delineato, si ritiene utile distinguere le diverse modalità mediante le quali vengono utilizzate le Tecnologie dell'Informazione all'interno del *corpus* complessivo delle ricerche che, a

vario titolo (in diversi contesti operativi) e su diversi campi disciplinari, si occupano, centralmente o tangenzialmente, di Beni Culturali.

Infatti, è possibile individuare due precisi e diversificati gruppi di attività, i quali possono essere così classificati:

1. Ricerche sui Beni Culturali mediante l'impiego di strumenti della IT.
2. Ricerche sulla IT finalizzate all'impiego sui Beni Culturali.

Nel primo caso, si tratta di specifiche attività di ricerca, condotte nei diversi domini disciplinari (archeologia, archeometria, architettura, ma anche chimica e fisica), nello sviluppo delle quali ci si avvale di metodi e strumenti di tipo informatico, già esistenti, universalmente collaudati e dunque "commerciali", così come di procedure di calcolo numerico, entrambi intesi come "mezzi" mediante i quali risolvere svariati problemi di raccolta, elaborazione, organizzazione e gestione delle informazioni, in modo "economico" nel senso delle risorse e dei tempi necessari all'ottenimento dei risultati prefissati, in un'ottica di ottimizzazione dei rapporti costi/benefici e tempi/risultati.

Nel secondo caso, viceversa, si tratta di un complesso di attività specifiche della IT e/o del Calcolo, ma fortemente interdisciplinari, orientate alla definizione di modalità, strumenti e procedure altamente innovativi, in grado di costituire un bagaglio di "risposte", operative e strutturate, a specifici "quesiti" che vengono posti dal settore dei Beni Culturali, per risolvere e migliorare specifici momenti di analisi, diagnosi, rappresentazione ed utilizzazione della conoscenza delle diversificate tipologie di beni da tutelare.

È evidente che, sotto questo profilo, possano e debbano rientrare nel secondo caso anche tutte le utilizzazioni di metodi e strumenti di tipo informatico, prima definiti "commerciali", e/o di procedure di calcolo, laddove questi vengano impiegati secondo modi innovativi che, al di là delle routine proprie di ciascun metodo o strumento o procedura, sperimentino su di loro diverse integrazioni e sviluppi, in grado, cioè, di configurare nuovi scenari e produrre quel "valore aggiunto" del quale si diceva precedentemente.

In sintesi, si può dire che i due casi distinti, anche se apparentemente divisi da un limite assai poco definito, sono orientati su finalità assolutamente distinguibili:

1. Soluzione di problemi puntuali interni alla disciplina della tutela e della valorizzazione (a volte fortemente particolari perché caratterizzati dai singoli casi di studio), avvalendosi dello strumento informatico e/o del calcolo numerico (alla stessa stregua di come tali strumenti sono oggi universalmente impiegati in tutte le attività di ricerca scientifica).
2. Soluzione di problemi puntuali interni alle discipline della IT e del Calcolo (quindi più specificatamente di tipo generale perché non direttamente riferiti

a singoli casi di studio, bensì ad individuate problematiche), che possano configurare risposte a precisi quesiti ed esigenze del settore dei Beni Culturali (il caso di studio, quindi, non rappresenta il fine primario ma serve come momento applicativo di validazione delle metodologie e delle tecnologie approntate).

Al fine di approfondire la conoscenza della consistenza del settore di ricerca che coniuga Tecnologie dell'Informazione a Beni Culturali, si è provveduto ad esaminare il panorama nazionale evidenziando, in particolare, aspetti delle Tecnologie dell'Informazione presenti nell'ambito delle attività condotte nel Progetto Finalizzato "Beni Culturali". Di tali attività si è proposta una classificazione con riferimento al Computing Reviews Classification Scheme edito dall'Association for Computing Machinery (ACM) nel 1998 ([www.acm.org](http://www.acm.org)). Si è, poi, estesa l'indagine a livello europeo, con l'obiettivo di individuare i Programmi finanziati dalla Comunità Europea e i relativi Progetti nei quali sono presenti tali aspetti. Sulla base di quanto emerso, in conclusione, si è delineata una panoramica di possibili linee di ricerca da sviluppare.

## 2. UN AMBITO PRESO AD ESEMPIO NEL PANORAMA NAZIONALE: IL PROGETTO FINALIZZATO "BENI CULTURALI"

Un esame delle ricerche attualmente condotte a livello nazionale nell'ambito di interesse sopraddetto può iniziare tenendo conto di diverse realtà esterne ed interne al CNR. Tra le prime vanno considerate iniziative quali quelle promosse dall'ENEA, dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, dal Ministero per l'Università e la Ricerca Scientifica e quelle a livello regionale e comunale. Tra le seconde sono indicative quelle che hanno fatto riferimento in varie forme (Progetti Finalizzati, Speciali, Strategici, Coordinati) ai Comitati Nazionali di Consulenza del CNR.

In particolare, si ritiene utile dedicare ampio spazio alla sottolineatura della presenza di aspetti delle IT nelle ricerche condotte nel Progetto Finalizzato "Beni Culturali", in quanto tale Progetto, in larga misura, raccoglie in modo significativo l'intera comunità nazionale operante nel settore, essendo esso stato, a sua volta, una derivazione del precedente Progetto Strategico "Beni Culturali" ed essendo in esso confluita una parte rappresentativa delle ricerche condotte nel Progetto Strategico "Conoscenza per Immagini: un'applicazione ai Beni Culturali". In tal senso esso costituisce sia dal punto di vista metodologico che da quello applicativo uno degli osservatori più interessanti e completi a livello nazionale.

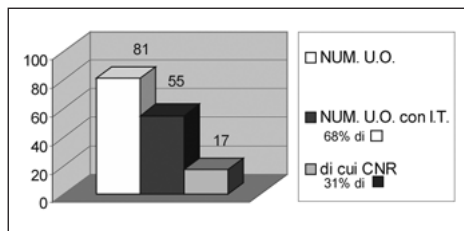
Dall'analisi dello stato di avanzamento delle attività di ciascun Sottoprogetto e con riferimento al numero di Unità Operative, sono emersi i se-

guenti dati relativi sia alla percentuale indicante il numero di Unità Operative nelle cui attività risultano aspetti di Tecnologie dell'Informazione, sia, con riferimento ad essa, la percentuale indicante il numero di Unità Operative residenti presso organi CNR:

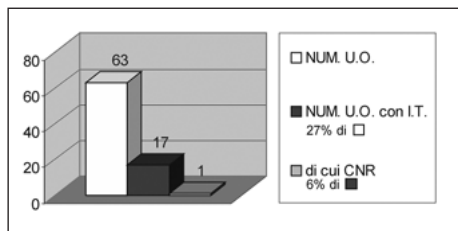
- **Sottoprogetto 1:** su 81 Unità Operative il 68% tratta aspetti di IT e tra queste il 31% è presso organi CNR (Schema 1);
- **Sottoprogetto 2:** su 91 Unità Operative il 38% tratta aspetti di IT e tra queste il 26% è presso organi CNR (Schema 2);
- **Sottoprogetto 3:** su 18 Unità Operative il 28% tratta aspetti di IT e tra queste il 80% è presso organi CNR (Schema 3);
- **Sottoprogetto 4:** su 63 Unità Operative il 27% tratta aspetti di IT e tra queste il 6% è presso organi CNR (Schema 4);
- **Sottoprogetto 5:** su 98 Unità Operative il 75% tratta aspetti di IT e tra queste il 27% è presso organi CNR (Schema 5).

Sempre dall'analisi dello stato di avanzamento delle ricerche e mediante aggregazioni delle stesse, risultano presenti le seguenti voci della classificazione ACM:

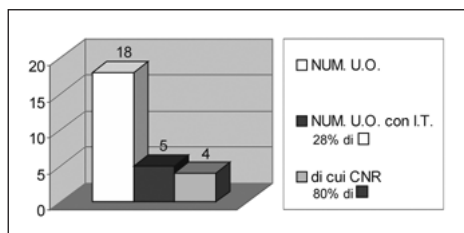
- **l'organizzazione dei sistemi di calcolo**, nella quale sono inclusi i sistemi speciali e dedicati all'applicazione (quali sistemi a microprocessori, in tempo reale, per il controllo dei processi, per l'elaborazione di segnali);
- **il software**, voce nella quale sono incluse tematiche relative a tecniche di programmazione, ingegneria del software, linguaggi di programmazione, tutte aventi evidenti ricadute di interesse a partire da aspetti connessi con la verifica, il testing e la riusabilità dei programmi, fino all'adozione di linguaggi data-flow e tecniche object-oriented;
- **i dati**, voce nella quale sono inclusi, tra gli altri, aspetti di compressione, struttura e protezione dei dati e struttura dei file sia per fini di archiviazione, sia per quelli di trasmissione;
- **i sistemi informativi**, nei quali sono inclusi aspetti collegati allo sviluppo di applicazioni specifiche, di gestione di basi di dati eterogenei (dati alfanumerici, segnali, immagini), distribuiti e accessibili in rete e di sviluppo di interfacce per l'interazione e la presentazione di informazioni multimediali e di ipertesti;
- **la matematica del calcolo**, nella quale sono inclusi aspetti che utilizzano tecniche dell'analisi numerica, della probabilità e della statistica e di sviluppo di software matematico (anche su architetture parallele);
- **le metodologie del calcolo**, voce nella quale sono inclusi aspetti diversificati che comprendono tecniche di informatica grafica (quali rappresentazioni statiche e dinamiche anche ad alto grado di realismo di dati multidimensionali e realtà virtuale), intelligenza artificiale, elaborazione di immagini e visione, riconoscimento di forme, modellazione e simulazione.



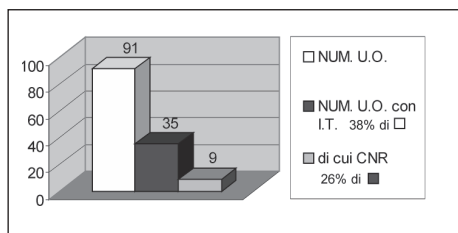
Schema 1 – Sottoprogetto 1



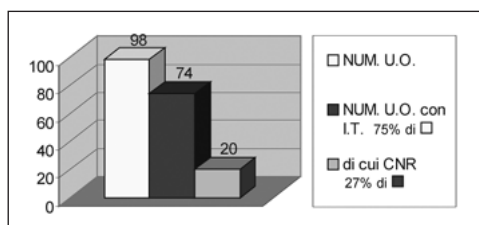
Schema 2 – Sottoprogetto 2



Schema 3 – Sottoprogetto 3



Schema 4 – Sottoprogetto 4



Schema 5 – Sottoprogetto 5

### 3. PROGRAMMI EUROPEI

Interrogando il sito della Comunità Europea ([www.cordis.lu](http://www.cordis.lu)) con le parole chiave “Cultural Heritage” e selezionando il database “Programs” si è ottenuto un insieme di informazioni, analizzando le quali si è ricavato lo schema in Fig. 1; in esso compaiono l’acronimo, la tipologia e l’allocazione temporale dei Programmi nei quali vi sono progetti che includono aspetti delle IT.

In particolare, sono stati presi in considerazione, tra gli altri, programmi quali:

– ACTS, ESPRIT 3-4, IMPACT2 (NARCISSE), INFO2000, TELEMATICS2 (AQUARELLE), RACE1 (EMN)-RACE 2 (RAMA), MUSA, DELTA, MULTIWORKS, CITED, IMPRIMATUR;

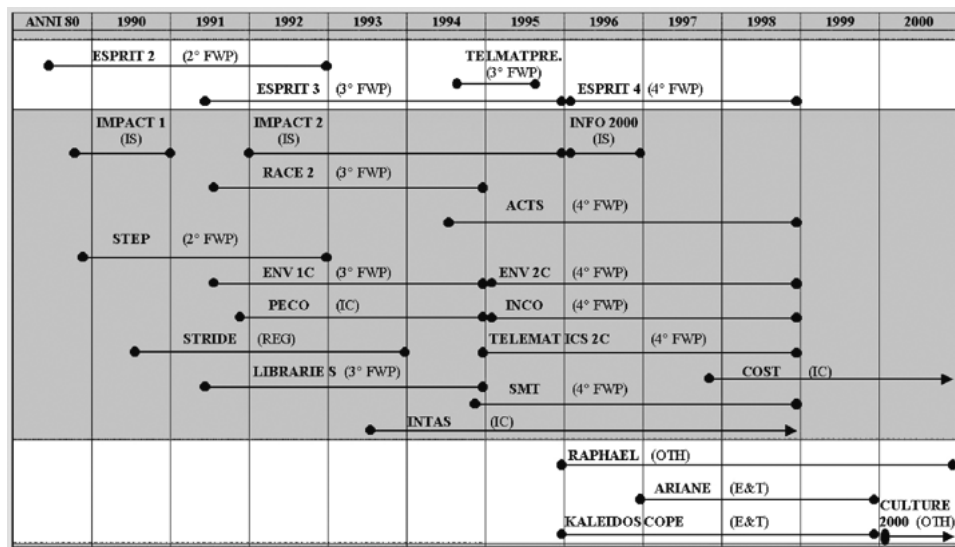


Fig. 1 Schema Programmi europei

2° FWP=2<sup>nd</sup> Frame Work Prog., 3° FWP=3<sup>rd</sup> Frame Work Prog., 4° FWP=4<sup>th</sup> Frame Work Prog., IC= International Cooperation, IS= Information Society, E&T= Education and Training, OTH=Other Related Programs, REG= Regional

Fig. 1 – Schema Programmi Europei.

- il programma RAPHAEL;
- il programma ESPRIT.

Esaminando poi, all'interno di ciascun Programma, le caratteristiche e le finalità di tali Progetti si è ricavata l'informazione contenuta in Tav. XIII, a dove, per ogni Programma, è indicato il numero di tali Progetti.

La Tav. XIII, b, infine, dimensiona la partecipazione italiana a tali Progetti.

#### 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE: UN PRIMO NUCLEO DI LINEE DI RICERCA DA SVILUPPARE

Ad estensione, anche se ovviamente non a totale completamento, di quanto sopra precedentemente riportato, è bene ricordare alcune altre iniziative a livello nazionale del presente e del prossimo futuro. Tra queste, nel corso dell'intervento, si è segnalato il Progetto MURST 5% - Settore Multimediale - Programma: Rete Multimediale nell'evoluzione verso UMTS, Linea di ricerca: Applicazioni ai Beni Culturali, operativo dal novembre 1998 e tuttora in corso. Obiettivo di tale Linea è il progetto e la realizzazione di basi

di dati multimediali in ambiente distribuito gestibile in rete a supporto di funzioni di diagnosi, monitoraggio e simulazione visuale dello stato di conservazione di Beni Culturali. A tal fine vengono sviluppate tematiche di IT relative alla realizzazione di metodi avanzati e integrati di acquisizione e metodi innovativi di elaborazione e restituzione dell'informazione.

Inoltre, si è conclusa, da parte del MURST, la valutazione delle proposte di progetti formulati nell'ambito del Piano Nazionale di Ricerca PARNASO lanciato nel corso del 1998 (quando questo intervento sarà pubblicato, i progetti ammessi al finanziamento saranno già stati avviati). Si ritiene che di quelli presentati circa 150, più del 30%, contengano aspetti delle IT applicate ai Beni Culturali.

A livello europeo, nel Quinto Programma Quadro, il Tema 4 è focalizzato su Ambiente e Sviluppo Sostenibile. In esso è presente un'azione chiave, la quarta, dedicata alla Città del Futuro e al Patrimonio Culturale.

Concludendo, il quadro complessivo dei progetti di ricerca più recenti e in corso, sia a livello nazionale che di Comunità Europea, offre quindi una panoramica generale dalla quale emerge, come dato costante ed evidente, il crescente coinvolgimento, anche se a diversi livelli di utilizzazione e/o di innovazione, delle Tecnologie dell'Informazione in applicazioni relative ai Beni Culturali.

A fronte di un quadro così configurato, si impongono due immediate considerazioni:

1. La distinzione, fatta nella Premessa nei punti 1 e 2, deve essere, in alcuni casi, superata e, di conseguenza,
2. Qualsiasi ricerca avanzata sui Beni Culturali (quindi non limitata alla configurazione di semplici database) richiede un approccio di tipo interdisciplinare.

Infatti, come le discipline della tutela e della valorizzazione traggono vantaggio dall'apporto delle scienze dell'informazione, consentendo in tal modo di strutturare risposte sempre più innovative alle problematiche poste, così le seconde vengono stimolate dal doversi misurare con esigenze precipe dell'altro settore applicativo e, dunque, indagano nuovi terreni sperimentali raggiungendo risultati, poi esportabili in altri campi.

Diviene, dunque, interessante e necessario individuare, anche attraverso la lettura dell'esistente, quali sono le "linee di ricerca" all'interno delle quali promuovere tale rapporto sinergico, al fine di tracciare un possibile quadro di azioni. A tale proposito, a puro e semplice scopo esemplificativo, si è ritenuto opportuno mettere in evidenza una serie di linee di ricerca da sviluppare che, per chiarezza espositiva, sono state così raggruppate:

– Acquisizione assistita da calcolatore ed elaborazione di dati.



- Studio e sperimentazione di sistemi di acquisizione di dati eterogenei (dati alfanumerici, segnali e immagini) aventi le caratteristiche di essere innovativi, integrati e basati su apprendimento.
- Individuazione di protocolli di acquisizione assistita da calcolatore.
- Sviluppo di metodi probabilistici e statistici di analisi dei dati.
- Studio e sperimentazione di metodi di rappresentazione grafica statica e dinamica.
- Sviluppo di metodi di analisi delle immagini per la caratterizzazione e classificazione di forme.
- Archiviazione, trasmissione e presentazione multimediale.
- Progettazione e sviluppo di basi di dati multimediali in ambiente distribuito e con diverse tipologie di accesso e di fruizione.
- Studio e sperimentazione di metodologie di codifica delle immagini.
- Sviluppo di metodi della realtà virtuale e per la realizzazione e la valutazione di usabilità di interfacce-utente.
- Modellizzazione e simulazione.
- Sviluppo di metodi per la modellizzazione matematica e geometrica.
- Sviluppo di modelli del calcolo visuale e di ambienti di simulazione.

LAURA MOLTEDO

Istituto per le Applicazioni del Calcolo - CNR, Roma

ROMUALDO PICCO

Istituto di Ricerca sull'Ingegneria  
delle Telecomunicazioni e dell'Informazione  
CNR - Politecnico, Torino

PAOLO SALONIA

Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali  
CNR - Area della Ricerca di Roma, Montelibretti

## APPENDICE

Questo lavoro è stato presentato dalla Dott.ssa Moltedo, il giorno 17 dicembre 1998, presso la sede del Consiglio Nazionale delle Ricerche, in occasione della giornata promossa dal Progetto Finalizzato Beni Culturali "I Beni Culturali: un valore per l'Europa". Una sintesi, inoltre, è apparsa nelle Newsletters del sito Web dello stesso Progetto Finalizzato. Per alcuni riferimenti bibliografici cfr. <http://www.acm.org/class/>; CNR Progetto Finalizzato Beni Culturali I Relazione Annuale; <http://www.cordis.lu>.

## ABSTRACT

The study of a wide variety of artefacts of cultural interest requires a vast and heterogeneous documentation that ranges from information concerning the physical sites, to the typologies, state of conservation, methodologies of documentation and intervention, until the whole cognitive process is brought to fruition. The techniques employed

for analysis, intervention and documentation are therefore fundamental both for the planning and the implementing of innovative solutions for the recovery and the conservation of the artefacts themselves, as well as for the protection and respect of the archaeological heritage involved.

This paper consists of an analysis of research projects in the field of cultural heritage which includes aspects of information and communication technologies, based on the ACM Classification Scheme. The topics dealt with are intended as a contribution to the understanding of the interdisciplinary approach which should be taken into consideration in proposing future research programs.