

TRAIETTORIA 3. TECNOLOGIE di X-REALITY PER LA FRUIZIONE DEI BENI CULTURALI

GRUPPO DI ESPERTI

Esperti:	Enti:
Prof.ssa Maura Mengoni (coordinatore)	Università Politecnica delle Marche
Prof.ssa Raffaella Brumana	Politecnico di Milano
Prof. Fabio Bruno	Cultura e Innovazione S.c.ar.l.
Prof.ssa Rita Cucchiara	Università degli Studi di Modena-Reggio Emilia
Dr. Marcello Cucurachi	Maticmind S.p.A
Prof. Alberto Del Bimbo	Università degli Studi di Firenze
Dr. Ramiro Dell'Erba	ENEA
Arch. Marco Falzetti	Tecno Art S.r.l.
Ing. Luigi Gallo	Distretto ad Alta Tecnologia per i Beni Culturali S.c.ar.l.
Prof.ssa Maura Medri	Università degli Studi "Roma 3"
Prof. Roberto Montanari	Università degli Studi "Suor Orsola Benincasa" di Napoli

Le attività legate alle tecnologie di X-reality sono di grande rilevanza nell'ambito del Cluster TICHE. Il valore di queste tecnologie nel contesto del patrimonio culturale è direttamente connesso alla loro possibilità di aumentare l'esperienza del soggetto umano rispetto a quella ottenibile in virtù della realtà fisica del contesto e delle capacità fisiche e intellettuali del soggetto.

Nell'ambito Cultural Heritage, le tecnologie di X-reality sono impiegabili in contesti applicativi diversi sia in contesti indoor che outdoor, e trasversali a buona parte delle traiettorie del Cluster (diagnostica, monitoraggio, valorizzazione).

A titolo di esempio significative applicazioni riguardano:

- l'esperienza del soggetto visitatore in siti o musei (personalizzazione dell'esperienza del visitatore; accessibilità al patrimonio per soggetti disabili; esperienza collettiva attraverso la connettività di soggetti remoti; **cfr. traiettoria 2**);
- la didattica e fruizione di contenuti culturali ai diversi livelli; gioco ed esperienze ludiche (integrazione ed adattamento dei contenuti, integrazione multimediale e presentazione multimodale; realtà tecnologiche; **cfr. traiettoria 2**);

- nuove creazioni artistiche (performance teatrali e artistiche assistite da tecnologia; creazione di manufatti artistici e opere d'arte);
- la valorizzazione del patrimonio culturale (accesso al patrimonio culturale nascosto o remoto; ricostruzione del patrimonio culturale non più disponibile);
- la manutenzione del patrimonio esistente (monitoraggio, misurazione, analisi delle condizioni ambientali; **cfr. traiettoria 7**).

Considerata la diversità degli ambiti di applicazione, è pertanto sembrato opportuno classificare le tecnologie di X-reality in tre macro-classi differenziate dal fatto che la possibilità di aumentare l'esperienza del soggetto umano rispetto a quella ottenibile in virtù della realtà fisica del contesto e delle capacità fisiche e intellettuali del soggetto sia ottenuta attraverso l'espansione delle capacità del soggetto, l'espansione degli oggetti fisici, o il potenziamento dell'esperienza interattiva.

Più precisamente intendiamo:

- espansione delle capacità di azione e fruizione dell'utente come il potenziamento delle possibilità di accedere e comprendere i contenuti culturali, approfondirli ed eventualmente memorizzarli;
- potenziamento dell'esperienza interattiva come la messa a disposizione di modalità di interazione aggiuntive rispetto a quelle fisiche o rielaborazioni tecnologiche della realtà o paradigmi di accesso alternativi all'esperienza fisica;
- espansione degli oggetti fisici come l'aggiunta di dispositivi digitali che ne aumentino alcune caratteristiche o presentino dati e informazioni aggiuntivi a quelli percepibili.

DEFINIZIONE SOTTO-TRAIETTORIE

3.1. Tecnologie per aumentare le abilità fisiche e cognitive dell'utente

3.2. Tecnologie per potenziare la relazione tra l'utente e la realtà

3.3. Tecnologie per aumentare gli oggetti fisici

3.1. TECNOLOGIE PER AUMENTARE LE ABILITÀ FISICHE E COGNITIVE DELL'UTENTE

In questa classe sono inclusi tutti quegli strumenti abilitanti che facilitano l'utente nell'accesso "aumentato" ai beni culturali. Sono comprese:

- Tecnologie per l'accesso facilitato (natural language processing, visual question and answering);
- Tecnologie per la ricerca e il suggerimento di informazioni utili (smart search, semantic search, search by similarity, speech understanding);
- Tecnologie di augmented Intelligence (come ad esempio il visual understanding) ;
- Tecnologie mobile e wearable con funzioni di intelligenza artificiale (smart dresses, edge computing for microcameras., deep networks for mobile);
- Tecnologie per la comprensione degli stati emotivi del soggetto (body monitoring and emotional status understanding);
- Tecnologie robotiche per l'accompagnamento (interazione con robot mobili, vision and language navigation).

L'attività di ricerca e sviluppo in questo ambito ha come obiettivo nuove tecniche e strumenti capaci di arricchire le abilità fisiche e cognitive dell'utente così da permettergli di interagire e fruire in modo "aumentato" dei beni culturali (sia fisici sia digitali) così da aumentare il suo livello di consapevolezza cognitiva e situazionale (cognitive and situational awareness).

Il potenziamento delle capacità umane può essere realizzato quando si ha una conoscenza completa dell'utente, ossia del suo stato psico-fisico, delle sue abilità fisiche e cognitive e dei comportamenti manifesti, e del contesto e di quali trigger attivare e come farlo per aumentare le abilità rendendo l'apprendimento e l'azione più facile, motivante e coinvolgente. Le tecnologie mirano a migliorare l'esperienza fornita veicolando informazioni che si adattano in tempo reale al comportamento dell'utente, al suo profilo e al contesto in cui egli/ella opera o imparando e adattandosi all'utente che le usa. Nella sotto-traiettorie sono quindi incluse sia tecnologie per il monitoraggio dell'utente, indossabili o embedded in altri dispositivi, sia tecnologie integrate in interfacce uomo-macchina utili per estendere le capacità cognitive e fisiche.

Le tecniche di Intelligenza Artificiale sono centrali ad entrambe le sottocategorie:

- nel primo caso possono essere impiegati algoritmi di Deep Learning per elaborare i dati dell'utente (le emozioni provate, i comportamenti eseguiti o previsti, i gesti attuati) e riconoscere l'ambiente (presenza di oggetti o vincoli) attraverso il processamento di dati multimediali (audio, video, immagini) provenienti da sensori;
- nel secondo caso tecniche di AI possono essere utilizzate per adattare le interfacce uomo-macchina all'individuo, assisterlo nell'eventuale interazione con un robot, nella ricerca di contenuti appropriati, nell'interpretazione di immagini, etc.

I settori industriali interessati da queste tecnologie sono principalmente tre:

- Information Technology,
- Elettronica / sensoristica avanzata,
- Robotica (più marginalmente).

Molte delle aziende capaci di realizzare soluzioni in questo ambito sono startup di medio-piccole dimensioni con competenze specifiche di Intelligenza Artificiale, Visione Artificiale, Natural Language Processing e comunque in grado di realizzare soluzioni personalizzate a specifici problemi. In questa sotto-traiettorie operano anche i big player dell'IT come Apple, Google e Amazon, che propongono tecnologie di uso generale, quali ad esempio speech recognition, computer vision, text classification, con servizi di tipo commodities.

Secondo il libro bianco per l'AI della AgID (Agenzia per l'Italia Digitale www.ia.italia.it), "Stando ai dati riportati nell'ultimo Rapporto dell'Organizzazione per la cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) sulla Digital Transformation, il nostro Paese si colloca al 5° posto mondiale per quanto riguarda la produzione di documenti scientifici maggiormente citati sul machine learning dopo gli Stati Uniti, la Cina, l'India e Gran Bretagna (sezione scienza, innovazione e rivoluzione digitale).", il che mostra la grande potenzialità di crescita di questo settore. Di contro "Come evidenzia il Digital Economy and Society Index - DESI 2017, l'Italia cresce, ma si riscontra ancora un divario tra l'offerta di servizi digitali e il loro effettivo utilizzo. Il nostro Paese ha comunque fatto progressi sulla connettività, condizione di base per permettere lo sviluppo di un ecosistema digitale, grazie anche al Piano Banda Ultra Larga". Si direbbe quindi che c'è una generale difficoltà a "scaricare a terra" la potenza accumulata nell'ambito del mondo della ricerca.

Sembrerebbe che uno dei principali ostacoli allo sviluppo dell'economia digitale in Italia sia dovuto alla domanda più che all'offerta, sempre l'AgID: "Anche l'Eurostat conferma in parte questo dato: nonostante la maggioranza degli italiani esprima l'esigenza di una relazione più snella con la Pubblica Amministrazione, quando ciò viene reso possibile, gli strumenti messi a disposizione vengono fruiti solo dal 13% dei cittadini rispetto ad una media europea del 30%." La mappa dell'Ecosistema IA in Italia, che l'AgID ha realizzato per raccogliere informazioni generali sui produttori e gli utilizzatori di soluzioni di IA (startup, imprese, organismi di ricerca, PA, EPR, etc) italiani, aggiornata a maggio 2018, censisce 194 realtà, di cui soltanto 2 dichiarano i Beni Culturali tra i settori di applicazione della tecnologia. La distribuzione territoriale mostra il 51% al settentrione, il 27% al centro ed il 21% al meridione.

<i>Tecnologie</i>	<i>Settori Industriali principali che sviluppano tecnologia</i>	<i>Stakeholder (a chi si rivolgono)</i>	<i>Fabbisogni del settore o degli stakeholder</i>
- <i>Augmented Intelligence</i>	- Industria dell'informazion	- Enti di ricerca/Universit	- Automatizzare e velocizzare i

<p>come ad esempio <i>Visual Understanding</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Embedded Intelligence</i> e <i>Sensor Fusion</i> per monitoraggio utente - <i>Natural Language Processing</i> e Tecnologie per l'accesso facilitato - Tecnologie per il <i>semantic search</i> e <i>visual question-answering</i> - Tecnologie mobile e <i>wearable</i> con <i>AI</i> - Robotica Cognitiva 	<p>e, dei contenuti di entertainment e dei beni culturali, sicurezza.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Industria dei contenuti sia per entertainment che per il contesto dei beni culturali - Tecnologie di accesso facilitato ai contenuti - Miglioramento attività di ricerca nel campo dell'analisi del contenuto (es. semantica automatica dei costrutti visuali e testuali) - Imprese di Software Engineering e Framework multiplatforma , - sviluppatori di mobile app - Aziende che si occupano a vario titolo di robotica mobile. - Imprese di Software Engineering e Framework multiplatforma , sviluppatori di mobile app - Aziende che si occupano a vario titolo di robotica mobile. 	<p>à, Partner industriali, Musei, Gestori dei siti archeologici, Imprese produttrici di sensoristica avanzata, di sistemi ICT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utenti dei BB.CC. e operatori (es. personale dei musei, direttori creativi e museali, etc.) - Utenti dei BB.CC., anche diversamente abili e operatori (es. personale dei musei, direttori creativi e museali, etc.) - Ricerca Scientifica - Gestori musei, istituzioni pubbliche (soprintendenza, comuni, associazioni) - Università ed Enti di Ricerca, Musei, Gestori di Siti Archeologici 	<p>servizi di comprensione e rilevamento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maggiori informazioni fruibili nel contesto in modo profilato e adattativo. - <i>Analytics</i> per musei e spettacoli per migliorare le <i>performance</i> e gli allestimenti - Maggiori informazioni fruibili nel contesto in modo profilato e adattativo - Capacità di interpretare automaticamente e catalogare archivi digitali; - Capacità di interconnettere informazioni eterogenee e generare nuova informazione - Ottenere dati oggettivi sui fruitori e sugli allestimenti museali, <i>Museum Analytics</i> - Sviluppo di algoritmi che rendono capace il robot di interagire con l'ambiente virtuale
--	--	--	--

			- Sviluppo di piattaforme per la simulazione robotica che rendono il passaggio dall'ambiente virtuale a quello reale il meno oneroso possibile.
--	--	--	---

ANALISI DEI PRINCIPALI STAKEHOLDER

UNIVERSITÀ, EPR, IR, DISTRETTI

Università, Istituti di ricerca leader globali	
Istituti di ricerca leader globali:	Electrical Engineering and Computer Science, University of Berkeley, Stanford Computer Vision Laboratory (http://vision.stanford.edu); Max Planck Institute for Intelligent System - Perceiving System (https://ps.is.tuebingen.mpg.de); Facebook AI Research (https://research.fb.com/category/facebook-ai-research); NUS school of Computing, Singapore, Columbia University, School of Engineering and Applied Science, Georgia Institute of Technology , University of Amsterdam, TU Delft Intelligent Systems Department
Istituti di ricerca leader nazionali:	Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Università Trento, AlmageLab (http://imagelab.ing.unimore.it/imagelab); Media Integration and Communication Center (MICC) Università di Firenze (http://www.micc.unifi.it); Multimedia and Human Understanding Group (MUGH) Università di Trento (http://mhug.disi.unitn.it); Università degli Studi di Catania, l'Università degli studi di Palermo, Università di Padova
Progetti di ricerca di riferimento (benchmark), prodotti/servizi realizzati	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il progetto Artificial Intelligence for Digital Humanities (AI4DH), finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena (FCRMO). Tale progetto riguarda vari aspetti dell'AI applicata alle Digital Humanities, dalla ricerca visuale per similarità di opere d'arte, al riconoscimento della scrittura in corpus digitali e molto altro. Uno delle attività di ricerca riguarda la realizzazione di robot capaci di interagire in ambienti museali con fini di controllo (esempio, il robot controlla se le porte sono state chiuse) e ausilio ai turisti. 2. Le ricerche condotte dall'AlmageLab di Modena nell'utilizzo dei sensing floor (di cui un brevetto sviluppato) ossia sul monitoraggio degli utenti di un'area tramite il rilevamento di pressione sul pavimento. Tali

	<p>pavimenti sensorizzati sono una valida alternativa a sistemi wearable o basati su videocamere sia per l'alta accuratezza che per l'assoluta non invasività.</p> <p>3. Il progetto IDEHA (Innovation for Data Elaboration in Heritage Areas) sostenuto da un ampio partenariato che va da industrie all'Università di Palermo, Modena e Reggio Emilia, Firenze e Bologna, a Centri di Ricerca quali il CRS4 ed il CNR dove i focus principali sono appunto lo sviluppo di middleware per fruizioni immersive, le tecnologie per Smart Assisted Visit tramite visual question answering, le tecnologie di Computer Vision e Intelligenza Artificiale per il monitoraggio video dei luoghi di interesse culturale (es. monitoraggio del comportamento dei visitatori).</p> <p>4. Il Progetto SMST Social Museum and Smart Tourism realizzato da Università di Firenze e Università La Sapienza per la realizzazione di Intelligent audio guides su dispositivi mobili.</p> <p>5. Il progetto TINTAE in corso di realizzazione da Università di Firenze per la realizzazione di dispositivi intelligenti indossabili per nuove performance teatrali</p> <p>6. Il progetto VEDI - Vision Exploitation for Data Interpretation implementato dall'Università di Catania e Xenia che ha sviluppato un sistema di visione e intelligenza artificiale che supportato da smart glasses è in grado di comprendere cosa il visitatore sta osservando e quindi proporre informazioni e servizi personalizzati per aumentare l'esperienza di visita dell'utente.</p> <p>7. Il progetto CiceRobot dell'Università di Palermo che realizza robot per facilitare l'accesso e la fruizione di siti di interesse artistico e culturale con sperimentazioni presso il Museo Archeologico di Agrigento e l'Orto Botanico dell'Università di Palermo.</p> <p>8. Il progetto ARTEBIOCUL sviluppato congiuntamente da Università di Cagliari e l'Università di Salerno per la creazione di una piattaforma in cui, tramite sensoristica ambientale e indossabile, si raccolgono informazioni biometriche di tipo demografico e comportamentale del fruitore, allo scopo di offrire percorsi culturali personalizzati e informazioni adeguate.</p> <p>5. Il progetto RE4CH di Fondazione Bruno Kessler di Trento In RE4CH dove sono sviluppati algoritmi basati su Visione 3D e Intelligenza Artificiale eseguibili su dispositivi smartphone per analizzare il comportamento del visitatore all'interno di un museo e creare quindi un'esperienza in Realtà Mista dove il visitatore è guidato da figure "virtuali" con un percorso di narrazione.</p>
--	--

IMPRESE

Grandi imprese internazionali, nazionali, PMI	
Leader globali e leader nazionali:	- FitBit, Amazon, Google, SoftBank Robotics, Nuance, Wikimedia Foundation, NVIDIA, NEMES http://www.gesto.biz/ , Engineering, Ett Solutions https://ettsolutions.com/ , COMAU https://www.comau.com/it
Start-up di nuova costituzione	- Musixmatch per NLP, Cinny e EMOJ, Altilia
Progetti di ricerca, benchmark, prodotti/servizi già realizzati e sul mercato:	- Gibson Environment for Real-World Perception Learning (http://gibsonenv.stanford.edu/platform), Facebook Habitat, Never Labs, Segway Loomo, Al Nao, Pepper, algoritmi di Google e Alexa)

I principali portatori di interesse sono le aziende che vogliono sviluppare innovativi prodotti e servizi principalmente per nuove modalità di fruizione dei Beni Culturali e degli spazi museali. Altre possibilità sono l'analisi, l'ottimizzazione ed in generale il miglioramento delle visite culturali a musei o luoghi di interesse culturale, ad esempio attirando l'interesse del pubblico con nuove forme di comunicazione interattiva all'interno di un museo. Altri soggetti che possono risultare interessati allo sviluppo di tali linee tecnologiche sono i Musei, le Soprintendenze, gli Enti Pubblici legati alla Conservazione ed al Restauro, le Soprintendenze, gli organizzatori di eventi espositivi di tipo culturale.

Lo stato della ricerca nelle imprese del settore appare essere ad un livello relativamente modesto. Se da un lato sembra esserci consapevolezza di conoscenze avanzate e innovazione è prevalente il ricorso a rapporti di collaborazione con istituzioni di ricerca qualificate a cui commissionare la realizzazione di moduli software o realizzazioni complesse.

ISTITUZIONI PUBBLICHE

Attori principali delle istituzioni pubbliche

Centri, laboratori di Università e Istituti di Ricerca che si occupano di Intelligenza Artificiale, *Computer Vision*, e più in generale per l'analisi e la comprensione dell'informazione visiva, per l'IoT, per l'analisi di dati proveniente da sensoristica eterogenea. A titolo di esempio si citano:

- Istituto Italiano di Tecnologia (IIT),
- Università di Bologna,
- Politecnico di Torino,
- Politecnico di Milano,
- Università di Firenze,
- Università di Modena e Reggio Emilia,
- Università di Trento,
- Università di Padova,
- Università di Catania,
- Università di Napoli Parthenope,
- Università di Palermo.

SETTORI COLLEGATI E DI SUPPORTO (AREE DI RICERCA E TECNOLOGIE UTILIZZATE)

Le aree di ricerca a supporto delle linee tecnologiche di questa traiettoria sono relative ai settori dell'Intelligenza Artificiale, della Computer Vision con particolare riferimento alla Pattern Recognition e al Visual Information Retrieval, della Computer Grafica, con particolare riferimento alla simulazione di ambiente virtuali, della Robotica, della Internet-of-Things (IoT), dell'Elettronica, delle Neuroscienze, e della Psicologia Cognitiva.

PRINCIPALI STRUMENTI DI FINANZIAMENTO

Per quanto riguarda le linee tecnologiche trattate i principali strumenti di finanziamento risultano abbastanza diversificati. Giusto per fare un esempio emblematico l'analisi del linguaggio naturale è già ampiamente utilizzata ed il suo sviluppo è quindi appannaggio non solo di gruppi di ricerca ma principalmente di grandi e piccole aziende informatiche che investono per migliorare i propri prodotti e servizi. Diverso è il discorso per la robotica cognitiva, poiché molto rimane da fare sul fronte della ricerca nello sviluppo di piattaforme di simulazione che consentono un passaggio rapido dalla fase di R&D alla fase di utilizzo nel mondo reale, e

nell'interazione del robot con l'ambiente circostante e con le persone.

PROCESSO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Il processo di trasferimento tecnologico dipende anche dalla particolare linea tecnologica. Mentre attività legate alla robotica cognitiva possono richiedere anche anni di ricerca per avere risultati pronti ad essere trasferiti in nuove tecnologie, altre tecnologie come l'elaborazione del linguaggio naturale o alcune soluzioni di visione artificiale hanno già oggi un grado di maturità che le rende immediatamente trasferibili ad aziende informatiche. Nel campo dei dispositivi wearable l'ingegnerizzazione di nuovi dispositivi può richiedere tempi di ingegnerizzazione abbastanza lunghi. Ovviamente questo non vale per lo sviluppo di innovativi prodotti e servizi basati su dispositivi di acquisizione dati già disponibili.

L'espansione delle capacità fisiche e cognitive dell'utente attraverso la realizzazione di dispositivi indossabili e intelligenti e robot cooperativi ha prospettive estremamente promettenti alla luce degli sviluppi attesi in ambito IoT, delle opportunità di connessione (5G) e soprattutto alla luce degli sviluppi delle tecnologie di Visione artificiale, *natural language Processing* e più in generale della Intelligenza artificiale.

Lo sviluppo ed il trasferimento tecnologico delle linee qui descritte saranno di sicuro impatto economico per la nascita di nuove aziende di sviluppo di prodotti e servizi nel campo delle esperienze immersive, non soltanto nell'ambito dei Beni Culturali ma in generale nell'ambito del settore culturale e creativo. Tali servizi e applicazioni sono attesi da molti potenziali fruitori, in particolare nel breve termine. Un piano di sviluppo efficace a supporto delle linee tecnologiche qui descritte deve quindi tenere conto che i tempi in gioco sono su un arco temporale relativamente breve (2-3 anni).

ANALISI SWOT (*STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES, THREATS*) DELL'AMBITO DI RICERCA E APPLICAZIONE IN ITALIA

Punti di forza	<ul style="list-style-type: none"> - Numerosi qualificati istituti di ricerca - Eventi di disseminazione e pubblicizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> - Numerosi progetti in essere in grado di fornire prove di concetto e visibilità di soluzioni
Punti di debolezza	<ul style="list-style-type: none"> - Ridotta domanda di soluzioni innovative - Assenza di piano nazionale per l'innovazione in ambito BBCC 	<ul style="list-style-type: none"> - Ridotta competenza tecnologica e sensibilità all'innovazione nel personale delle istituzioni pubbliche - Industria nazionale non ancora non orientata a soluzioni innovative

Opportunità	- Progetti di interesse nazionale	- Finanziamento di istituzioni museali finalizzati all'innovazione tecnologica
Minacce	- Tempi di realizzazione delle soluzioni innovative	- Obsolescenza tecnologica

Nell'ambito delle applicazioni immersive l'interazione naturale riveste particolare rilievo. Pertanto, tutto quello che va nella direzione di rendere più semplice tale interazione è di fondamentale importanza per aumentarne la diffusione. In questo ambito le tecnologie di *Natural Language Processing* e di *visual similarity search* possono giocare un ruolo importante per rendere l'interazione con l'ambiente virtuale immersivo semplice ed efficace. L'utente può impartire comandi vocali all'ambiente virtuale oppure ricevere suggerimenti da questo sulla base dell'analisi visiva. C'è poi l'analisi del comportamento dell'utente, tramite tecniche di *Machine Learning* e *Computer Vision* o tramite dispositivi *wearable* che permettono per l'appunto di riconoscere la posizione e le azioni dell'utente e semplificare ulteriormente l'interazione. Le tecnologie sin qui menzionate non solo rivestono un ruolo importante nella semplificazione dell'interazione ma anche nel potenziamento delle possibilità che un'applicazione immersiva mette a disposizione. Si pensi ad esempio ad un ambiente virtuale che si modifica sulla base delle azioni dell'utente stesso. Lo sviluppo delle linee tecnologiche qui menzionate risulta quindi di particolare importanza per rendere le applicazioni *X-Reality* più semplici e versatili, e quindi sono propedeutiche a moltiplicarne il relativo potenziale.

3.2. TECNOLOGIE PER POTENZIARE LA RELAZIONE TRA L'UTENTE E LA REALTÀ

Il potenziamento percettivo dell'utente in relazione alla realtà, che sia completamente virtuale ed immersiva o tangibile perché conservata o ricostruita, avviene attraverso la combinazione di una serie di stimoli, uditivi, visivi e tattili, che sollecitano una o più azioni attuate dall'individuo per mezzo di altrettante interfacce uomo-macchina, simulando modalità di interazione naturali ed intuitive. A prescindere dalle numerose classificazioni della letteratura sui dispositivi di Input/Output, Software/Hardware che popolano il Milgram's Continuum, la sottocategoria prende in considerazione tutte quelle tecnologie che mirano ad amplificare gli stimoli ricevuti dall'utente mentre interagisce con i beni culturali così da amplificarne le sensazioni ricevute, migliorare l'apprendimento e la conoscenza, incrementare il coinvolgimento e in generale l'esperienza sensibile ed in ultimo suscitare una connessione emozionale ed empatica, veicolo importante della memoria e dell'affezione. La relazione tra l'utente e il bene culturale viene creata

attraverso la realizzazione di un'esperienza multisensoriale, capace di suscitare processi neurocognitivi che permettono all'individuo di sentirsi al centro della costruzione della realtà e quindi di aumentarne poi la conoscenza. Grazie alla stimolazione multisensoriale l'utente è in grado di creare dei modelli di rappresentazione mentali in accordo con le sue prospettive, aspettative e conoscenze, basati sulla modalità di relazione fra sé e la realtà. Le tecnologie sono i media comunicativi con cui l'utente interagisce attivamente con l'ambiente e con cui ne fa continua esperienza (conoscenza-rappresentazione-valutazione-decisione).

La sotto-traiettorie include:

- componenti software, che hanno il compito di modellare, riprodurre e simulare la realtà, gestire basi di dati e fornire le informazioni opportune per ogni interfaccia, controllare e sincronizzare diversi dispositivi Hw di cui si compone l'intero sistema;
- componenti hardware, che spaziano dagli strumenti per permettono di conoscere la posizione e i movimenti dell'utente in riferimento alla realtà a quelli che consentono di interagire con gli oggetti e altri elementi presenti nell'ambiente (ricevono input), fino a quelli che forniscono un feedback (trasmettono output multisensoriali) tattili, sonori, visivi e olfattivi, ed infine provvedono al calcolo computazionale necessario per rendere il sistema operativo.

Si riconoscono all'interno di questa sotto-traiettorie le seguenti tecnologie:

- Tecnologie immersive (Virtual Reality) che isolano i canali percettivi del soggetto immergendolo in toto, a livello sensoriale, nell'esperienza virtuale che si accinge a compiere;
- Tecnologie basate su tecniche di Augmented Reality che comprendono AR su smartphone, tablet, etc. e AR su video-based e see-through display, Tangible e Spatial Augmented Reality;
- Tecnologie di Augmented Virtuality che aggiungono all'esperienza degli stimoli multisensoriali così da accrescere le sensazioni percepite dall'utente;
- Tecnologie di "Museo Remoto", espansione del concetto di Museo Virtuale (cfr. traiettorie 2), per l'interazione dell'utente con siti di interesse ma poco accessibili (Es. siti archeologici sottomarini);
- Tecnologie interattive di telepresenza miste Remote/On site per il cantiere, la manutenzione a distanza dei beni culturali (Conservazione Programmata) e la fruizione: gestione integrata di modelli informativi arricchiti (modelli e informazioni) da XR;
- Tecnologie di accesso remoto interattivo da cloud e piattaforme intelligenti per la fruizione e la programmazione di itinerari da device comuni (smartphone, tablet). Integrazione e aiuto in sito con il supporto della

- programmazione e l'integrazione con AR. Sperimentazione 5G e altri protocolli, quali il LORA, per regioni non coperte dalla rete cellulare;
- Interfacce per l'accesso al bene per soggetti diversamente abili (cfr. traiettoria 2) quali intelligent interfaces che utilizzino eye gaze detection, text to speech processing, speech understanding;
 - Tecnologie per il supporto di nuove modalità di interazione quali interazione tattile, gesture based, motion-based technologies;
 - Tecnologie che abilitino in xR l'apprendimento e l'acquisizione delle informazioni da parte dell'utente secondo gli approcci del learning by doing, interactive storytelling e serious gaming;
 - Tecnologie per lo sviluppo dei contenuti 2D e 3D che impiegano tecniche di:
 - o prototipazione virtuale, ossia tecnologie software, CAD-based per la gestione integrata di tutti gli attributi di un manufatto a partire dal modello geometrico che lo rappresenta;
 - o computer animation;
 - o computer grafica;
 - o Game design e studi sul gameplay.

<i>Tecnologie</i>	<i>Settori Industriali principali che sviluppano tecnologia</i>	<i>Stakeholder (a chi si rivolgono)</i>	<i>Fabbisogni del settore o degli stakeholder</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologie VR Immersive - Tecnologie AR - Tecnologie Augmented Virtuality - Tecnologie Museo Remoto - Tecnologie Interattive di telepresenza miste Remote/On site per il cantiere - Tecnologie di accesso remoto cloud-based - Interfacce per utenti con 	<ul style="list-style-type: none"> - Sviluppo di sistemi di visualizzazione protettiva, es. ologrammi e display on the Air. - Sviluppo di sistemi tattili - Mid-air per esperienze immersive multisensoriali. - Potenziamento visioni 3d senza ausili - Potenziamento visioni 3d senza ausili - Laboratori che sviluppano sistemi dedicati 	<ul style="list-style-type: none"> - Utenti per migliorare il contesto immersivo durante la fruizione di un BB.CC - Istituzioni pubbliche e private (musei, pinacotech e, siti archeologici , comuni) - Laboratori di ricerca - Istituzioni pubbliche e private (Musei, centri di 	<ul style="list-style-type: none"> - Per il settore, potenziamento della ricerca per prodotti più efficaci in termini di esperienza a miglior prezzo. - Standardizzazione Piattaforme condivise e generiche per la produzione di contenuti. - Visori indossabili di fascia intermedia a costi accessibili. - Standardizzazione Applicazioni dedicate ai beni culturali, settore ancora poco diffuso - Sviluppo sistemi economici e ricerca

<p>accesso limitato (tactile/tangibile e interfaces, gaze detection, speech processing, ecc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interfacce gesture e body-based - Tecnologie per il serious gaming, learning by doing - Tecnologie software per la creazione e animazione di modelli 2D e 3D 	<p>di telepresenza e avatar 3D</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnologie di robotica per telepresenza - Tecnologie di robotica per telepresenza. - Tecnologie AI per l'automazione della sicurezza in cantiere - Infrastrutture multiplatforma, cloud computing - Tecnologie di speech processing, gaze detection, haptic e tactile display - Enti di ricerca/Università, Industria del gaming, Industria della <i>computer animation</i> - Grandi <i>player</i> internazionali che sviluppano tecnologie CAD-based, PMI che si occupano di integrare soluzioni dedicate in configuratori CAD e modellatori CAD. - Tecnologie physically-based e particelle-based e che adottano metodi di modellazione specifica per 	<p>ricerca), Enti locali, industrie di robotica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operatori e staff di cantiere, clienti (associazioni e fondazioni, istituzioni pubblico-private) - Istituzioni pubbliche e private, industrie culturali e creative, web developers - Istituzioni pubbliche e private, laboratori di ricerca, musei tattili e sperimentali - Produttori di soluzioni ICT per BB.CC., per migliorare le modalità di accesso e fruizione dei contenuti - Imprese culturali e creative, istituzioni pubbliche e private (es. 	<p>per integrarli con i sistemi a disposizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sviluppo sistemi economici e ricerca per integrarli con i sistemi a disposizione. - Integrazione con siti web di musei, siti archeologici - Sviluppo di applicazioni dedicate ad utenti con abilità fisiche limitate per il settore dei beni culturali; mancanza di strumenti/applicazioni capaci di far interagire in modo usabile e pratico gli utenti (ancora limitato alla ricerca) - Approcci di <i>sensor fusion</i> per abilitare interazioni a granularità differente. - Standardizzazione di metafore e tecniche di interazione spaziale - Installazioni isolate nei percorsi culturali e limitate spesso all'arte contemporanea - Semplicità, usabilità e intuitività dei software, integrazione tra diversi software e problematiche di scambio dati
--	---	--	--

	tecnologie VR (voxel-based)	Scuole e Università - Imprese culturali e creative, software engineering, industrie che si occupano di computer animation	
--	-----------------------------	--	--

ANALISI DEI PRINCIPALI STAKEHOLDER

UNIVERSITÀ, EPR, IR, DISTRETTI

Università, Istituti di ricerca leader globali	
Istituti di ricerca leader globali e leader nazionali:	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologie per il “museo remoto” e navigazione 3D: Consorzio ISME che riunisce nove grandi università, AVR Lab (Università del Salento), CVRC del CETMA, - Tecnologie haptic, tattili, gesture e body-based (robotica avanzata): Scuola Superiore S.Anna (Laboratorio PERCRO e Istituto TeCIP di Tecnologie della Comunicazione, dell’Informazione e della Percezione), il RoboticsLab dell’Università di Palermo, etc.), Enti di ricerca (CNR-INM, ENEA, INGV, IIT) o governativi (CMRE) - Natural user interface, sistemi di tracciamento in ambienti simulati: CIRA (Centro Italiano Ricerca Aerospaziali), LAB VR dell’Università di Siena - Game-based learning, gamification, serious gaming: 3D Lab Factory presso il Campus Universitario di Savona - Applicazioni software per la valorizzazione e fruizione del BBCC: Databenc (Distretto ad Alta Tecnologia per i Beni culturali)
Progetti di ricerca di riferimento (benchmark), prodotti/servizi realizzati	<p>Gli EPR e le Università, collegati ai Distretti tecnologici regionali, vantano una continuità nella partecipazione a progetti europei nel corso degli ultimi programmi quadro che ha portato alla guida da parte italiana (CNR e ISME) del Topic Group Marine Robotics di euRobotics aisbl, la PPP europea sulla robotica. Inoltre, sia il CNR sia le università presentano dei progetti aggregativi al loro interno, (Istituto di Ingegneria del mare del CNR e il Centro Interuniversitario di Sistemi Integrati per l’Ambiente Marino (ISME)), volti a concentrare la massa critica di risorse umane, strumentali, infrastrutturali e finanziarie.</p> <p>Tra i progetti finanziati nel VII Programma Quadro si evidenzia Etruscanning 3D per aver realizzato un prodotto trasferibile ad altre</p>

	<p>realtà museali. Nell'ambito di tale progetto, è stata realizzata la ricostruzione virtuale della tomba di Regolini Galassi, a Cerveteri, per ricontestualizzare i suoi preziosi corredi funerari, oggi conservati nei Musei Vaticani, nel loro antico spazio, rappresentati digitalmente in 3D. Il valore più innovativo dell'applicazione VR è il paradigma dell'interazione basata su interfacce naturali. L'utente si muove all'interno dello spazio 3D attraverso i movimenti del suo corpo. Il pubblico esplora la tomba virtuale, si avvicina agli artefatti e ascolta i contenuti narrativi direttamente dalle voci dei prestigiosi personaggi etruschi sepolti al suo interno, la principessa e il guerriero. L'applicazione è costruita in Unity 3D e utilizza il sensore Kinect per il motion capture. Il sistema è stato derivato dalla nuova generazione di giochi, ma per la prima volta è stato applicato agli ambienti VR dedicati al CH.</p>
--	---

IMPRESE

Grandi imprese internazionali, nazionali, PMI	
Leader globali e leader nazionali:	<ul style="list-style-type: none"> - Ambito robotica e telepresenza: numerose piccole e medie imprese (ad es. GraalTech, Gaymarine, Arena SUB, etc) e anche grandi imprese come Comau. - Ambito tecnologie VR e HMI: Lab Network, Archeometra, Carraro Lab, ETT, Lifetronic - A livello internazionale operano numerose imprese di medie e grandi dimensioni che sviluppano tecnologie di interazione con le riproduzioni digitali e offrono infrastrutture tecnologiche avanzate quali CISCO, Reply, Haptex, NVIDIA, ecc.
Start-up di nuova costituzione	<p>Start-up Italiane:</p> <ul style="list-style-type: none"> - VR Media - Behaviour Lab - Arte Amica - LD Multimedia - Artiness (olografia e AR per healthcare) - 3D Research <p>Start-up straniere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmedics - Echopixel - TrueVision - BioFlightVR - SentiAR

<p>Progetti di ricerca, benchmark, prodotti/servizi già realizzati e sul mercato:</p>	<p>Progetto SCHEMA per le Gallerie dell'Accademia di Venezia sviluppato dal MIBAC in collaborazione con Venetian Heritage, Samsung e ETT basato su game playing e AR</p> <p>GoogleGlass4Lis è la prima applicazione dei google glass per i musei (Museo Egizio) nata dalla collaborazione tra il Politecnico di Torino, l'Ente Nazionale Sordi, la Rokivo Incorporation e la Vidiemme Consulting</p> <p>Progetto di allestimento del Museo Nazionale Romano delle Terme di Diocleziano in cui grazie ai sensori Kinect il fruitore può navigare attraverso il percorso di visita virtuale</p> <p>Museo Virtuale Regium-Lepidi presso i Musei Civici di Reggio Emilia è il primo in Europa progettato secondo un approccio interattivo in cui i visitatori conoscono le opere tramite un processo cinestetico di reciproca interazione ed utilizza ologrammi 3D prodotti da Lifetronic di Pisa</p> <p>Mostra Van Gogh Alive dove le opere si animano grazie ad un complesso sistema di videoproiettori che garantiscono immersività e presenza nell'ambiente</p> <p>Il Museo "La Macchina del Tempo" di Bologna offre ai visitatori 3 ambientazioni storiche interattive, fruibili mediante Visore Windows mixed reality</p> <p>Il museo M9 di Mestre, con le sue oltre 60 installazioni multimediali interattive basate sulle più innovative tecnologie X-reality (Visori, touch-wall, schermi curvi, proiezioni olografiche, Kinect, leap motion, Magic mirror, video 4k, video 360°, ecc.) è sicuramente il museo più high-tech d'Italia.</p> <p>Uffizi Touch® è la prima applicazione mobile al mondo che, all'interno di un "quadro" digitale interattivo, contiene l'intero patrimonio artistico della Galleria degli Uffizi con immagini ad altissima risoluzione (1150 opere e 662 artisti,)</p> <p>POMPEI TOUCH è un <i>app offline</i> sull'antica POMPEI che può essere utilizzata sia durante la visita agli scavi sia in qualsiasi altro luogo o momento come strumento didattico. Offre una mappa geolocalizzata su cui è possibile distinguere gli edifici pubblici, le domus, le terme, gli edifici commerciali. Mostra, tramite le ricostruzioni 3D, un raffronto fra "com'è e il come era" l'antica città prima dell'eruzione del Vesuvio del 79 d.C.</p> <p>Il "Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci", in partnership con Sony Interactive Entertainment Italia, ogni</p>
--	---

weekend propone un ricco calendario di attività in realtà virtuale (VR): Inoltre ha reso disponibile gratuitamente, per iOS e Android, un'applicazione VR Google Cardboard, che consente di effettuare un'esperienza VR nel sottomarino TOTI.

Il "Museo dell'Ara Pacis", grazie al progetto "L'ARA COM'ERA" propone una innovativa esperienza di Augmented Reality dove elementi virtuali ed elementi reali si fondono direttamente nel campo visivo dei visitatori. La particolare applicazione AR riconosce la tridimensionalità dei bassorilievi e delle sculture, effettuando un tracking in tempo reale. I contenuti virtuali appaiono al visitatore come "ancorati" agli oggetti reali, contribuendo all'efficacia, all'immersività e al senso di magia dell'intera esperienza.

Il "Museo del Teatro alla Scala" offre l'opportunità di provare un'esperienza virtuale con Samsung Gear VR, permettendo di esplorare l'intero Teatro e le sue parti più inaccessibili.

Museo del Paesaggio del Lago di Como (aperto al pubblico da maggio 2019). Offre uno spazio multi-touch e proiettivo dedicato alla navigazione virtuale storica e attuale (2D-3D) attraverso le cartografie storiche digitali, e la scelta di itinerari tra i borghi storici di Tremezzo. Sistema Cardboard per la visita immersiva nei passaggi voltati dei borghi (Provincia di Como, Politecnico di Milano) pronto per il lancio.

Basilica di Sant'Ambrogio, XR da Informative Model (SCANtoHBIMtoXR), visita accompagnata da Avatar nella Basilica 3D (Politecnico di Milano Basilica di Sant'Ambrogio), XR (AR/VR), fruibile da differenti devices (VR headset, smartphone, etc.): sistema pronto da inaugurare (Festività S. Ambrogio, 8 Dicembre).

Ricomposizione del contesto della Tomba Regolini Galassi, una delle più ricche mai rinvenute in Etruria, i cui reperti sono divisi tra il Museo di Villa Giulia e I Musei Vaticani. L'ITABC ha curato l'installazione per la fruizione del contesto riunito (luogo e oggetti) per I Musei Vaticani.

Itinerari interattivi 3D fruibili attraverso dei visori della Domus Aurea e delle Terme di Caracalla, dove il percorso è popolato di ricostruzioni digitali dei principali monumenti.

Tour virtuali interattivi delle Case Romane di Palazzo Valentini, curate nei testi e nella scenografia da Piero Angela e Paco Lanciano, e del complesso del Foro di Cesare e del Foro di Augusto.

Si evidenziano inoltre alcune installazioni di tecnologie di

	<p>interazione multisensoriale presenti in Europa quali:</p> <p>L' "Atelier Des Lumières" offre uno spazio dedicato alla creazione digitale con una proiezione monumentale che mira ad offrire una visione alternativa della cultura e dell'esperienza del visitatore, mediante un'immersione totale in uno spettacolo di proiezioni su diversi oggetti, architetture. Grazie a tecniche avanzate di computer graphics e video mapping, con 140 videoproiettori e un sistema audio spaziale, questa attrezzatura multimediale unica nel suo genere copre 3.300 m2 di superficie da pavimento a soffitto con pareti alte fino a 10 metri e permette di immergere letteralmente il visitatore nello spirito dell'arte di Van Gogh, di Klimt e dell'arte figurativa giapponese.</p> <p>Il "British Museum", in collaborazione con Oculus, ha lanciato un tour virtuale che rende il Museo visitabile da qualsiasi parte del mondo. L'applicazione è basata su immagini 360° ad alta risoluzione combinate con contenuti aggiuntivi, quali commenti audio dei curatori e modelli 3D interattivi degli oggetti più importanti. Il tour fornisce agli utenti un'esperienza digitale di elevatissima qualità utilizzando qualsiasi computer o dispositivo mobile, o immergendosi completamente tramite un visore VR.</p> <p>L'esposizione permanente completamente nuova nel museo "In Flanders Fiandre Fields Museum" è basata su numerose tecnologie, quali: touch screen, braccialetti interattivi, proiezioni su superfici curve a 170°, audio 3D, ecc. per immergere il visitatore nell'esperienza del tempo animata da personaggi realistici e installazioni interattive</p> <p>Museo "Rijksmuseum Boerhaave" è stato ricostruito un "Theatrum Anatomicum", con proiezioni a 360°, che trasporta il visitatore in un emozionante viaggio attraverso 500 anni di scienza europea. Le pareti, il soffitto e il corpo umano al centro del teatro fungono da palcoscenico per una performance coinvolgente. Inoltre, grazie a tecniche di video projection il visitatore può osservare un'operazione chirurgica condotta sul suo braccio.</p>
--	--

Italia:

Imprese ICT che operano dal gaming, allo storytelling basato su AR/VR, fino allo sviluppo di scenari interattivi per BBCC: Augmenta, CADLAND, Carraro Lab, Ikon, CINECA, MATRIX Italia, Uqido, SimarLab, Visualpro 360, Viromedia, Orange Media Lab, Archeometra, iXCAD,

Integratori di sistemi per applicazioni AR/VR immersive: Realmore, Lab Network (Padova),

Startup e spin-off negli ambiti:

Robotica e tecnologie dedicate alla VR: SNR (Udine), LD Multimedia (Torino), Arte Amica (Lecce), Widerum, VR Media (spinoff della Sant'Anna di Pisa), Behaviour Labs (Catania), Lifetronic

Comunicazione e contenuti per applicazioni AR/VR: Oniride (Roma), inVrsion (Milano), Ximula, Digital Mosaik (Trentino)

Consorzi: Arte'm net, Cineca, CETMA, Cultura & Innovazione

Estero:

Imprese culturali che sviluppano applicazioni AR/VR: Brandon Box, Oculustory,

Imprese ICT e robotica che realizzano:

Visori (Oculus RIFT, Samsung Gear VR, HTC Vive, Google Glass, Hololens): Samsung, Sony, Google, Microsoft

Strumenti haptic: Haption (France), HaptX

Piattaforme interattive e system integration: Reply, VironIT, AvatarVR, Movie power (7D simulation)

Software per la produzione di contenuti AR/VR: Autodesk, Altair, Dessault and Unity 3D, NextNow, HQSoftware, Lenovo, Unigine,

Sensori ottici e sistemi di tracciamento: Vicon, Optitrack, Teslasuit, Nintendo

Hardware: Intell, NVIDIA

Dalla ricerca emerge in modo evidente un gap dell'industria italiana dove mancano imprese nell'ambito della robotica capaci di sviluppare tecnologie di interazione (soprattutto HW) che possono competere con startup e imprese straniere. Il panorama risulta frammentato e molto focalizzato sulla realizzazione di applicazioni software di AR/VR/MR, su integrazione di sistemi commerciali con declinazioni nell'ambito del edutainment, del gaming e dello storytelling 360, ecc.

ISTITUZIONI PUBBLICHE

Nel rapporto Federculture 2018 vengono riportati i dati dell'ultimo Censimento ISTAT nel quale emerge che: è possibile constatare come appena il 30% dei quasi cinquemila musei presenti in Italia offra almeno un servizio digitale in loco (comprendendo tra questi app, QR code, wifi, ma anche le più tradizionali audioguide) e almeno uno online (sito web, account social, biglietteria online). La percentuale si riduce all'11% se consideriamo i musei che ne offrono almeno due. Nonostante la bassa penetrazione tecnologica e la lentezza nell'aggiornamento delle infrastrutture degli enti deputati alla conservazione e valorizzazione dei beni culturali (musei, biblioteche), il settore delle imprese culturali e creative cresce. L'importanza e la centralità assunta dalla cultura è confermata dai numeri. Basti pensare come, nel 2017, il SPCC (comprensivo della componente Core e di quella Creative Driven) abbia

prodotto un valore aggiunto superiore ai 92 miliardi di euro, in crescita del +2,0% (a prezzi correnti) rispetto all'anno precedente. Incoraggianti anche i dati sul numero degli occupati: più di 1,5 milioni, in crescita dell'1,6% rispetto al 2016. Questi risultati sono stati raggiunti grazie al contributo di tutte quelle organizzazioni che gravitano intorno alla cultura, dal mondo privato alle istituzioni pubbliche (centrali nelle attività di valorizzazione e conservazione del patrimonio storico e artistico), fino ad arrivare al mondo del no profit (particolarmente presente nelle performing arts).

Il mercato globale delle applicazioni AR e VR, ed in generale delle applicazioni immersive, è in fortissima crescita specie negli ultimi 2-3 anni. In particolare, tra il 2018 ed il 2022 si attende una crescita addirittura del 77%. (fonte: Statista, Greenlight Insights). Se si tiene inoltre conto delle stime di vendita dei dispositivi immersivi per il 2019, che ha raggiunto circa 14 milioni di pezzi (fonte: CCS insight), del forte incremento di videogiocatori che utilizzano dispositivi VR o AR, e del numero di startup nel settore in costante crescita (dalle 1800 monitorate nel maggio 2018 da AngelList alle 2052 di inizio 2019) si comprende come i tempi siano maturi per una diffusione sempre maggiore di tali tecnologie. Gli utilizzatori di VR attuali si contano in 171 milioni (fonte: Statista), principalmente videogiocatori ma non solo. Ulteriori indagini dimostrano inoltre che molti consumatori, specie i giovani, si attendono un utilizzo di VR e AR in sempre più contesti ed esperienze sempre più immersive, allo scopo di ottenere nuove forme di comunicazione e poter vivere esperienze oggi non possibili. Si pensi al turismo virtuale di un Bene Culturale non accessibile. Esperimenti sviluppati da brand o da associazioni umanitarie come Amnesty International, che hanno utilizzato la realtà virtuale per far vivere le condizioni di popolazioni in scenari di guerra, hanno generato feedback estremamente positivo tra i fruitori, o un consistente incremento di donazione nel caso di Amnesty International.

Il 77% di utenti gradirebbe inoltre che le applicazioni immersive fossero rese più social, in modo da poter essere fruite da gruppi di persone e non da singoli individui (fonte: Greenlight Ventures). Questo ovviamente pone ulteriori sfide, in generale a tutte le linee tecnologiche relative all'X-Reality descritte in questo documento.

Altri enti:

- Comitati internazionali (es. ICOM) per l'accREDITamento dei musei che adottano tecnologie di x-Reality
- P.F Innovazione e Ricerca delle Regioni e Cultura
- MIBAC e Sovrintendenza

ALTRI PORTATORI DI INTERESSE

- Operatori del turismo, Associazioni di categoria, Industria: militare, aeronautica, manifattura 4.0, ICT (Big Data e AI).
- Enti pubblici e privati, tra cui anche le fondazioni e le organizzazioni culturali, che si occupano della gestione del patrimonio culturale che necessitano di

ampliare l'utenza e incrementare i ricavi derivanti da eventi, allestimenti ed azioni per la valorizzazione e promozione del patrimonio che gestiscono;

- Laboratori ed organismi di ricerca pubblici e privati che hanno interesse ad essere integrati nelle reti del sistema produttivo culturale e creativo per ideare, sviluppare ed applicare soluzioni innovative all'interno di programmi di ricerca finanziati (MIUR, H2020, PON, ecc.) per ampliare le opportunità di finanziamento delle aree umanistiche ed estendere le capacità tecnologiche di quelle più tecnico-scientifiche
- Imprese del sistema produttivo culturale e creativo che includono imprese creative-driven: industrie culturali (cinema, radio, videogame e software, editoria, musica, ecc.), creative che sviluppano servizi per altre filiere e veicolano contenuti e innovazione nel resto dell'economia – dal turismo all'enogastronomia alla manifattura (comunicazione, architettura, design).

SETTORI COLLEGATI E DI SUPPORTO (AREE DI RICERCA E TECNOLOGIE UTILIZZATE)

Robotica mobile, smart cities, IoT, Computer Science

PRINCIPALI STRUMENTI DI FINANZIAMENTO

L'Europa ha destinando risorse extra a vantaggio di progetti legati alla sua conservazione e promozione (6 miliardi di euro tramite il Fondo di Coesione 2014-2020, 100 milioni di euro nel quadro del programma Horizon 2020 e un aumento delle risorse del bando Support for European Cooperation Projects). Inoltre, la previsione di budget per Europa Creativa (2021-2027) sale a 1 miliardo 850 milioni di euro, con un incremento proposto dalla Commissione del 20% circa.

Sono da considerarsi anche strumenti di finanziamento azioni di fundraising e crowdfunding attuate da privati verso start-up e piccole imprese ad alto valore tecnologico che sviluppano prodotti e erogano servizi per la valorizzazione attraverso il potenziamento dell'interazione tra utente e bene culturale.

PROCESSO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Distretti Culturali Evoluti a cui partecipano enti pubblici (comuni, associazioni e fondazioni), università ed organismi di ricerca e imprese private grazie al sostegno di finanziamenti Regionali. Organizzazione di percorsi di formazione presso centri di eccellenza per favorire lo sviluppo di competenze specifiche nell'ambito dei beni culturali;

Dottorati di ricerca di innovazione promossi da imprese facenti parte delle fondazioni

Cluster Tecnologici, finanziati o cofinanziati dalle Regioni e dalle Università

Supporto da parte di incubatori di imprese, fondazioni pubblico-private e università nella creazione di spin-off accademici e start-up innovative che propongono soluzioni tecnologiche per i BBCC. Sostegno alla creazione, deposito e valorizzazione di brevetti

Costituzione di *Hub* Regionali come consorzi e reti di imprese, aggregatori pubblico-privati, per il trasferimento tecnologico nell'ambito della valorizzazione dei beni culturali.

Imprese del settore:

- Imprese ICT che sviluppano piattaforme cloud-based e applicazioni CAD-based per la creazione e gestione dei contenuti
- Imprese del sistema produttivo culturale e creativo che adottano le tecnologie per la stimolazione multisensoriale per migliorare le applicazioni offerte
- Imprese che operano nel settore della robotica sono per lo più o micro e piccole imprese o grandi gruppi come COMAU, ENI e SAIPEM che però sviluppano applicazioni non dedicate ai BBCC

Musei:

- Bassa conoscenza delle opportunità connesse all'applicazione delle nuove tecnologie
- Lentezza nell'aggiornamento delle infrastrutture tecnologiche e bassa penetrazione delle tecnologie
- Mancanza di modelli per la valorizzazione economica dei percorsi esperienziali

Fondazioni, Organizzazioni culturali:

- Necessità di adozione delle tecnologie da parte delle organizzazioni culturali per essere più competitive nello scenario futuro e di applicazione di nuovi modelli di business capaci di gestire in modo più efficace ed efficiente il patrimonio culturale.
- Bisogno di un cambiamento del modello di business e dell'organizzazione delle filiere

Biblioteche:

- Basso livello di penetrazione delle tecnologie

ANALISI SWOT (*STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES, THREATS*)
DELL'AMBITO DI RICERCA E APPLICAZIONE IN ITALIA

Punti di forza	<ul style="list-style-type: none"> - Qualità della produzione scientifica - Presenza di Distretti ad Alta tecnologia e Aggregazioni Pubblico-Private 	<ul style="list-style-type: none"> - Dotazione e attrattività del territorio - Digitalizzazione di numerosi siti di interesse culturale, storico, artistico ed architettonico
Punti di debolezza	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza di grandi player dell'innovazione tecnologica su xR - Difficoltà di attivare organizzazioni a rete per soddisfare tutta la filiera di sviluppo ed applicazione delle tecnologie: nuovi modelli organizzativi e di business - Scarsa integrazione tra enti pubblici che si occupano di cultura e imprese di management/consulting che guardano ad aspetti economici: gestione economica 	<ul style="list-style-type: none"> - Carezza di normative sui diritti di utilizzo di componenti e contenuti - Mancanza di laboratori del patrimonio su larga scala che si rivolgono non solo ai <i>policy maker</i> ma anche alle aziende: no modello di business associato che ne può garantire la sostenibilità economica - Gap di eSkill da parte del personale dedicato alla conservazione e valorizzazione del patrimonio
Opportunità	<ul style="list-style-type: none"> - Integrare i progressi della ricerca scientifica in nuovi prodotti e servizi - Patrimonio italiano vasto e ricco con siti già digitalizzati (l'Italia abbia come prima risorsa i beni culturali, primi al mondo per siti dichiarati Patrimonio dell'Umanità dall'Unesco: 51 su 1.031, davanti a Cina (48), Spagna (44), Francia e Germania (41). 	<ul style="list-style-type: none"> - Investimenti della Comunità Europea (H2020) su ricerca e sviluppo nell'ambito dei beni culturali - Il centro sud Italia attrattivo per imprese che si occupano di tecnologie di x-Reality e ICT grazie ai finanziamenti per la valorizzazione del patrimonio. Fondazione di numerose startup e -
Minacce	<ul style="list-style-type: none"> - Forte spinta di innovazione da parte dei centri di ricerca internazionali (Francia, Olanda, USA) dove esistono 	<ul style="list-style-type: none"> - Innovazione vs. occupazione - Bassa conoscenza delle tecnologie da parte degli

	aziende in grado di sviluppare tecnologie all'avanguardia - Duplicazione o sovrapposizione degli interventi - Basso livello di penetrazione delle tecnologie e lentezza delle amministrazioni pubbliche	operatori culturali (enti, organizzazioni, musei, ecc.) e delle ricadute economiche derivanti dalle applicazioni (ampliamento dell'utenza)
--	---	--

3.3. TECNOLOGIE PER ARRICCHIRE LA REALTÀ FISICA E LE CAPACITÀ CREATIVE ED ESPRESSIVE DEGLI UTENTI

Arti multimediali e visive (fotografia, cinema, teatro, opera e musica), *new media art*, *web art* e *hacking art*, arti performative (*body-art*, *happening*, *video* e *land art*) sono solo alcune delle espressioni artistiche contemporanee che si avvalgono di numerose tecnologie, da quelle informatiche a quelle basate su sistemi robotici, da reti di sensori e attuatori, all'integrazione di complessi sistemi illuminotecnici e sonori, per creare esperienze immersive e sinestetiche, spettacoli suggestivi e spiazzanti, nuova spazialità scenica che attrae e coinvolge lo spettatore/attore.

Allo stesso modo le capacità espressive e creative degli utenti, ad esempio il gesto manuale nella scrittura, l'atto di manipolazione di un materiale plastico, la progettazione di spazi tridimensionali, l'atto di scrittura o recitazione, costituiscono caratteristiche che le tecnologie digitali devono intercettare, favorire e renderizzare propriamente al fine di consentire al prodotto ottenuto qualità e unicità proprie dell'agire umano, anche nel campo digitale. Molte tecnologie in questo senso consentono di intercettare l'atto manuale del disegno e della pittura, il gesto di manipolazione di materiale malleabile come nell'atto scultoreo, etc.

Questa sotto-traiettoria si occupa di un vasto insieme di tecnologie che tendono a raggiungere una perfetta osmosi tra arte, scienza e comunicazione e che per tale motivo vengono chiamate Creative Technologies. Si tratta sia di tecnologie che favoriscono e promuovono le performances che sono l'esito di un progetto artistico ed espressivo, sia di tecnologie che intercettano e moltiplicano il potenziale di un gesto espressivo.

Tali tecnologie vanno dall'arte figurativa, alla creazione di spazi adatti per spettacoli immersivi e interattivi, per il montaggio di attrazioni, fino alla sfera della narrazione artistica, della comunicazione e della produzione di efficaci rappresentazioni creative e culturali per gli scopi disparati, che oggi rappresentano un importante settore di mercato.

Obiettivo comune è quello di arricchire la realtà, sia mediante prodotti dal fare artistico (opere espressive e pittoriche, opere di grafica, scultura digitale, etc.), sia contesti organizzati in cui il fare artistico produce ancora una differenza esiziale

(exhibit museale, opere di architettura, teatri, arene, spazi indoor e outdoor, fisici o digitali), e in ultima analisi di fornire nuovi contenuti e stimoli sensoriali capaci di produrre un'esperienza inedita e innovativa, in pratica favorire il processo di rilancio, circolazione, diffusione, provocazione, etc. del processo artistico, espressivo, creativo e comunicazionale.

Tali tecnologie comprendono:

- Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video (live video-mapping, video-arte, video-installazioni, live cinema) come ad esempio proiettori dinamici o olografici, display multitouch, touchless interfaces;
- Tecnologie per la gestione di performance legate al suono e al comparto audio;
- Tecnologie per le discipline artistiche multimediali quali computer-art, cyber-art, digital storytelling, etc.;
- Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive (e non) inclusi strumenti smart (ossia basati su intelligenza artificiale);
- Tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive, e.g. tool e hardware per il riconoscimento e la cattura in ambiente digitale del gesto manuale nel disegno, strumenti per la gestione digitale di elementi materici nella cultura digitale, etc.
- Tecnologie per la creazione di spazi sensorizzati e interattivi, in particolare supporto alla infrastrutturazione connettiva di detti spazi, sistemi di gestione della rete sensoriale e del loro controllo, sistema di controllo delle attuazioni, smart sensors per la rilevazione della posizione, degli atti e del profilo utente, etc.);
- Tecnologie telematica a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva, es. Tecnologie legate al 5G, tecnologie ad alta risoluzione e su ampie superfici (es. 4K e oltre), etc.

<i>Tecnologie</i>	<i>Settori Industriali principali che sviluppano tecnologia</i>	<i>Stakeholder (a chi si rivolgono)</i>	<i>Fabbisogni del settore o degli stakeholder</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video - Tecnologie per la gestione di performance legate al suono e al comparto audio - Tecnologie per le discipline artistiche multimediali quali computer-art, cyber-art, digital storytelling, etc.; - Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive (e non) inclusi strumenti smart; - Tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive - Tecnologie per la creazione di spazi sensorizzati e interattivi - Tecnologie telematica a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Produzione di proiettori e sistemi illuminotecnici. - Aziende che si occupano di digital signage - Aziende che producono sistemi immersivi, teatri virtuali, schermi ad ampia risoluzione e alta superficie in multitouch, etc. - Produzione di supporti sonori stereofonici, polifonici e con sonorizzazioni tridimensionali, sia in ambiente aperto e chiuso; - Aziende che si occupano di digital signage - Aziende che producono sistemi immersivi, teatri virtuali, schermi ad ampia risoluzione e alta superficie in multitouch, etc. - Aziende che operano nel campo della produzione artistica, nella comunicazione e nel design - Aziende che operano nel campo della produzione artistica, nella comunicazione e nel design - Aziende che si occupano della realizzazione di 	<ul style="list-style-type: none"> - Allestitori museali e exhibit in genere, incluse aziende private per dimostrazione e proposta di nuovi prodotti, servizi e contenuti; - Produttori cinematografici e scenografi; - Industrie per la produzione multimediale; - Imprese culturali e creative, oppure strutture dedite alla creatività in aziende di prodotti e servizi (es. Centri stile e creative centre). - Allestitori museali e exhibit in genere, incluse aziende private per dimostrazione e proposta di nuovi prodotti, servizi e contenuti; - Produttori cinematografici e scenografi; - Industrie per la produzione multimediale; - Imprese che operano nel campo dell'audio; - Musei, gallerie, strutture finalizzate all'erogazione di contenuti multimediali e digitali; - Enti pubblici e/o privati impegnati 	<ul style="list-style-type: none"> - Creazione di esperienze vive multimediali ad alta risoluzione e su superfici di varia ampiezza (comprese aree di grandi dimensioni). Integrazione della componente visiva con altri veicoli di trasmissione e rendering, es. audio, 3D, contenuti dinamici e cinemati (es. filmati, etc.). - Creazione di esperienze acustiche e sonore ad alta e integrata con il contenuto visuale. - Creazioni di prodotti di carattere artistico multimediali include cyber-computer e digital art inclusa arte creata da AI - Creazione di prototipi di rapida esecuzione, anche grazie al supporto di strumenti interattivi smart, capaci di recepire le istanze creative generative e di orientare correttamente le fasi di produzione del contenuto finale; - Ricerca e sviluppo di tecnologie che

	<p>applicazioni VR ed AR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aziende che operano nel campo della produzione artistica, nella comunicazione e nel design - Aziende che si occupano di creazione di spazi interattivi e sensorizzati, inclusi i system integrators - Aziende che si occupano di creazione di spazi interattivi e sensorizzati, inclusi i system integrators 	<p>nella fornitura di prodotti artistici e iniziative dove i contenuti artistici ed espressivi hanno una rilevanza (fornitori di iniziative teatrali, organizzatori di mostre, etc.);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strutture private che promuovono o colgono vantaggi strategici e competitivi dal promuovere iniziative artistiche e creative di carattere digitale - Funzioni interne delle strutture organizzative, aziende di produzione e servizi che richiedono soluzioni prototipali funzionali agli sviluppi di prodotto e/o servizio - Operatori nel settore delle industrie culturali e creative - Operatori nel settore delle industrie culturali e creative che possano migliorare le loro prestazioni creative - Allestitori museali e exhibit in genere, incluse aziende private per dimostrazione e proposta di nuovi prodotti, servizi e contenuti; 	<p>si integrino nel processo di realizzazione rapida di contenuti per esperienze immersive (VR o AR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potenziamento della ricerca per prodotti più efficaci in termini di esperienza a miglior prezzo. - Creazione di esperienze multimediali ad alta risoluzione e su ambienti topologicamente eterogenei - Nuove soluzioni di interazione basate su tecnologie di trasmissione ad alta velocità
--	---	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> - Industrie per la produzione multimediale; - Imprese culturali e creative, oppure strutture dedite alla creatività in aziende di prodotti e servizi (es. Centri stile e creative centre). - Allestitori museali e exhibit in genere, incluse aziende private per dimostrazione e proposta di nuovi prodotti, servizi e contenuti; - Industrie per la produzione multimediale; - Imprese culturali e creative, oppure strutture dedite alla creatività in aziende di prodotti e servizi (es. Centri stile e creative centre). 	
--	--	---	--

ANALISI DEI PRINCIPALI STAKEHOLDER

UNIVERSITÀ, EPR, IR, DISTRETTI

Università, Istituti di ricerca leader globali	
Istituti di ricerca leader globali e leader nazionali:	<p>Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video e audio, tecnologie per gli spazi sensorizzati e interattivi, tecnologie telematiche a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ubiquitous Interaction University of Helsinki (http://old.hiit.fi/ubiquitous-interaction), Hybridlab University of Montreal (http://hybridlab.umontreal.ca/team), - Tangible Media Lab (https://tangible.media.mit.edu/)

	<ul style="list-style-type: none"> - Madrid, Medialab Prado (https://www.medialab-prado.es/medialab) Parigi, The Lab (https://www.google.com/culturalinstitute/thelab/#welcome); - Palermo, Laboratorio Universitario Multimediale “Michele Mancini” (http://www.unipa.it/Laboratorio-Universitario-Multimediale-Michele-Mancini/); Istituto nazionale di Fisica Nucleare (http://home.infn.it/it/) <p>Tecnologie per le discipline artistiche multimediali quali computer-art, cyber-art, digital storytelling, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Royal College of Art (https://www.rca.ac.uk/research-innovation/); MIT Media Lab (https://www.media.mit.edu/), - Londra, Architectural Association Design Research Lab (http://drl.aaschool.ac.uk/) - Brescia, Laboratorio di Prototipazione Avanzata (https://www.unibs.it/laboratori-hw/laboratorio-di-prototipazione-avanzata); Milano, Lab Prototipi (http://www.dipartimentodesign.polimi.it/lab-prototipi); AlmageLab (http://imagelab.ing.unimore.it/imagelab); Media Integration and Communication Center (MICC) (http://www.micc.unifi.it); Multimedia and Human Understanding Group (MUGH) (http://mhug.disi.unitn.it); Laboratorio di Interaction Design - MindLab https://www.dispoc.unisi.it/it/ricerca/coworking-lab/laboratorio-di-interaction-design-mindlab <p>Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive (e non) inclusi strumenti smart; tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Istituti di ricerca leader globali e leader nazionali: - Stanford University Design Lab (https://dschool.stanford.edu/), MIT Design Lab (https://design.mit.edu/team), Copenhagen Institute of Interaction Design (http://ciid.dk/research/current-projects/), - Facoltà di Ingegneria di numerose università Italiane (es. Tor Vergata, Politecnico di Milano, Bologna, Ca' Foscari, IUAV, Modena, Firenze, ecc.), NABA, Accademie d'Arte e Cinema
--	---

IMPRESE

Grandi imprese internazionali, nazionali, PMI	
Leader globali e leader nazionali:	<p>Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video e audio, tecnologie per gli spazi sensorizzati e interattivi, tecnologie telematiche a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva:</p> <p>Imprese <i>leader</i> globali e <i>leader</i> nazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Barco (BE), Bose (US), HYpervision (UK), Hologruf (Ch), Cadland (IT), RCF (IT), Sonus Faber (IT), Realvision (IT), Gpem (IT), Kaos Produzioni (IT); <p>Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive (e non) inclusi strumenti smart; tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive:</p> <p>Imprese leader globali e leader nazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adobe (US), Apple (US), Axure (US), iRise (US), Balsamiq (IT-US), Sketch (US), Prezi (HU), The Foundry (UK), WACOM (JP); Google (US), Amazon (US), Tobii (SE), Microsoft (US), NVIDIA (US), Ultrahaptics (UK), Blender (EU), Realvision (IT), ETT (IT), iMotions (US), Protoio Inc. (US), Marvel Prototyping Ltd (US), Justinmind (US), Fluid Software (US) <p>Tecnologie per le discipline artistiche multimediali quali <i>computer-art</i>, <i>cyber-art</i>, <i>digital storytelling</i>, etc.</p> <p>Imprese <i>leader</i> globali e <i>leader</i> nazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adobe (US), Apple (US), Axure (US), iRise (US), Adobe (US), Balsamiq (IT-US), Sketch (US), Prezi (HU), The Foundry (UK), WACOM (JP), IDEO (US), Frog Design (DE), Autodesk (US), Maxon (DE), Pixar(US), Dreamworks (US), Digital Domain (US).
Start-up di nuova costituzione	<ul style="list-style-type: none"> - Hyve-3D (http://www.hyve3d.com/), - Pikkart (IT), Leap Motion (UK)
Progetti di ricerca, benchmark, prodotti/servizi già realizzati e su mercato:	<ul style="list-style-type: none"> - Design Thinking Design Sprint, (https://www.gv.com/sprint/); Plectica (https://www.plectica.com/); zBrush (https://www.zbrushcentral.com/); Nuke, Katana, CaraVR Mudbox (http://thefoundry.com) (https://www.autodesk.com/products/mudbox/overview); Meshmixer (http://www.meshmixer.com/); 3d Coat (https://3dcoat.com/home/); Blender (https://www.blender.org/);

	<p>Cinema 4d (https://www.maxon.net/it/prodotti/cinema-4d/cinema-4d/);</p> <p>Maya (https://www.autodesk.it/products/maya/overview);</p> <p>MODO (https://www.foundry.com/products/modo);</p> <p>SculptGL (https://stephaneinier.com/sculptgl/);</p> <p>Paint 3D (https://www.microsoft.com/it-it/p/paint-3d/9nblggh5fv99?activetab=pivot:overviewtab);</p> <p>3d Sugar Cad (http://3d.indire.it/index.php?act=SugarCAD);</p> <p>Paint.NET (https://www.getpaint.net/);</p> <p>InkScape (https://inkscape.org/it/);</p> <p>Krita (https://krita.org/en/);</p> <p>Adobe (https://www.adobe.com/it/);</p> <p>Autodesk Sketchbook (https://sketchbook.com/).</p> <p>- Proto.io (https://proto.io/),</p> <p>Marvelapp (https://marvelapp.com/),</p> <p>Invision (https://www.invisionapp.com/),</p> <p>Adobe UX (https://www.adobe.com/it/products/xd.html),</p> <p>Justinmind (https://www.justinmind.com/),</p> <p>Origami Studio (https://origami.design/),</p> <p>Axure (https://www.axure.com/),</p> <p>Fluid UI (https://www.fluidui.com/)</p>
--	--

ISTITUZIONI PUBBLICHE

Le Istituzioni pubbliche che principalmente si configurano come fornitori di ricerca si orientano in linea principale nella proposta di soluzioni tecnologiche non integrate, ad esempio piattaforme di costruzione di contenuti multimediali, sistemi di *rendering* ed elaborazione dei dati 3D, etc. Difficilmente, anche per un ragionevole limite operativo, le strutture eroganti riescono ad integrare la componente hardware (es. Sistemi di visualizzazione innovativa) e software (piattaforme).

Il modello probabilmente più efficiente, in risposta al “come”, appare dunque un collegamento pubblico-privato che integri portatori di tecnologie abilitanti innovative, piattaforme di gestione dei contenuti, sistemi di rendering multimediale e multisensoriale, e la presenza di integratori di sistema (system integrator) e curatori del processo di fornitura. Vista la presenza di molte tecnologie abilitanti di profilo e provenienza internazionale, va considerata con attenzione la possibilità di una partnership che si estenda oltre i confini nazionali.

ALTRI PORTATORI DI INTERESSE

Vista la pluralità di temi e competenze espresse in questa traiettoria tecnologica, i potenziali coinvolgimenti potrebbero orientarsi sulle altre traiettorie, in particolare su temi di integrazione multisensoriale delle tecnologie in oggetto, e sugli aspetti di potenziamento delle caratteristiche di AI e ML, ad esempio nel rendere più efficiente la cattura del gesto, supportare la creatività, rendere più semplice la creazione di contenuti 2D e 3D complessi, e potenziare la renderizzazione dell’informazione.

Parimenti potrebbe essere molto utile l’integrazione con il mondo dei produttori di tecnologie di base per la qualità del video, dell’audio e le rappresentazioni 3d, specie

in ambiente olografico. Ad esempio, produttori di display e sistemi di visualizzazione avanzata quali LG, Samsung, etc.

Nel mondo della ricerca invece l'interessato maggiore potrebbe essere (ed essere rivolto) a chi si occupa di display visuali di nuova generazione, sia in termini di potenziamento delle caratteristiche espressive che in quelle di manipolabilità (display pieghevoli, etc.), soluzioni audio spazializzate e profilate, etc.

SETTORI COLLEGATI E DI SUPPORTO (AREE DI RICERCA E TECNOLOGIE UTILIZZATE)

- Tecnologie di base per la rappresentazione visuale e acustica, sia 2D che 3D;
- Piattaforme di gestione multimediale di contenuti e sistemi ipermediali;
- AI e ML per analisi e previsione di completamento e per il miglioramento dei processi di rendering informativo, per il supporto alla creatività e per rendere più semplice la creazione di contenuti 2D e 3D complessi;
- Processori e High processing computing per il potenziamento delle capacità di processamento dell'informazione multimediale e real time;
- TLC 5G e oltre per l'utilizzo e la veicolazione di contenuti a banda sempre più larga.

PRINCIPALI STRUMENTI DI FINANZIAMENTO

Dall'analisi emerge che la formula più diffusa consiste nel finanziamento di matrice pubblica finalizzato al progetto di ricerca.

Il bisogno che si intravede è quello di una maggiore propositività di offerte di fornitura per esperienze e proposte ipermediali, ad alto contenuto di tecnologie digitali, finalizzate alla valorizzazione di una o più esperienze creative, o alla valorizzazione di un patrimonio culturale preesistente. Questa dinamica non si dovrebbe connotare in forma stringente come un progetto di ricerca o di trasferimento, ma come un progetto di fornitura con elevati elementi di innovazione nel corso dell'allestimento.

PROCESSO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Il processo di trasferimento tecnologico sia sul piano nazionale che su quello internazionale (area UE) avviene in misura maggiore attraverso progetti finanziati sia nel quadro delle iniziative europee (principalmente Horizon 2020), sia in quelle nazionali (PON) e regionali (POR). Per quanto attiene paesi extra-UE, in primis gli Stati Uniti, si coglie un maggiore orientamento ai progetti finanziati da imprese private e/o organizzazioni. In particolare, le grandi aziende informatiche dispongono di laboratori di R&D all'avanguardia. Le iniziative di carattere non pubblico e/o fuori dai progetti di ricerca si coglie come trend emergente anche nel contesto europeo.

MERCATO DI RIFERIMENTO

Dal Sistema Produttivo Culturale e Creativo deriva il 6,0% della ricchezza e il 6,1% dell'occupazione complessivamente prodotti in Italia. Le attività che rappresentano il Core cultura incidono per il 3,8% del valore aggiunto e per il 3,7% dell'occupazione prodotti in Italia. Più nello specifico, le industrie culturali producono 33,6 miliardi di euro di valore aggiunto (il 2,2% del complessivo nazionale), grazie all'impiego di 488 mila addetti (l'1,9% degli addetti totali). A seguire, troviamo le performance delle industrie creative, in grado di generare 13,4 miliardi di valore aggiunto e quasi 261 mila posti di lavoro; se rapportati al totale nazionale, un'incidenza pari, rispettivamente, allo 0,9% e all'1,0%. Rilevante anche il ruolo delle performing arts, capaci di produrre quasi 7,9 miliardi di euro di ricchezza, impiegando poco meno di 141 mila addetti; le attività di conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale (2,8 miliardi di euro di valore aggiunto e 51 mila posti di lavoro), infine, pur mostrando un contributo limitato alla produzione di ricchezza ed occupazione, rappresentano comunque una importante funzione di rinnovamento dei contenuti culturali, agendo come infrastruttura per gli altri settori della filiera e svolgendo un ruolo centrale nell'attrazione dei flussi turistici.

Accanto alle attività Core, devono essere considerate le attività Creative Driven, ovvero tutte quelle attività che non operano direttamente nei comparti della filiera ma usufruiscono di competenze e contenuti culturali e creativi per competere sui mercati. Queste attività generano una ricchezza pari a circa 34,5 miliardi di euro (il 2,2% del complessivo nazionale) e assorbono più di 579 mila addetti (il 2,3% del totale nazionale).

Approfondendo l'analisi, è interessante individuare le varie componenti che contribuiscono alla produzione di ricchezza in ciascun settore culturale. All'interno delle industrie creative, per esempio, si individuano due anime distinte: da un lato, il sottosettore dell'architettura e design che produce 8,6 miliardi di euro di valore aggiunto (lo 0,6% del valore complessivo); dall'altro, la comunicazione (4,8 miliardi di euro, lo 0,3%).

Imprese del settore:

Il principale fabbisogno nelle imprese di settore sembra essere quello di un continuo processo di innovazione nelle tecnologie abilitanti hardware e software, ossia la possibilità di aggiornare le proposte tecnologiche con le soluzioni on-the edge, a meno che queste non siano create direttamente dalle imprese (esperienza abbastanza comune nelle imprese leader non italiane, meno diffusa in quelle nazionali, principalmente orientate all'integrazione).

Questo processo può avvenire mediante una maggiore catena di interazione con le realtà di ricerca di riferimento, su progetti strategici che potrebbero nascere anche da accordi diretti. Altra strategia potrebbe essere quella di potenziare la catena di relazione, specie per gli integratori, con i principali player di dominio, cercando anche una forma attiva e propositiva di relazione (ad esempio contribuendo con le proposte e i progetti di integrazione, a promuovere l'R&D delle grandi aziende di fornitura per modificare e arricchire la qualità e la natura innovativa dei prodotti HW e SW.

Musei, fondazioni, biblioteche, gestori/ e /o owners patrimoni:

In questo caso il bisogno è simile per tutti i soggetti sopra-indicati. Ciò che emerge è il bisogno di dare ai progetti di valorizzazione o alle iniziative di carattere artistico digitale un perimetro innovativo mediante il dialogo con i principali operatori del settore, dando a tali progetti una giusta sinergia tra: elementi creativi, elementi esperienziali ed elementi tecnologici. Senza i primi il progetto non ha la sua peculiarità e il suo connotato innovativo, condizione necessaria a fornire nuove formule di innovazione; condizione però non sufficiente se non si integra con i secondi aspetti, quelli esperienziali, che si legano al bisogno di rivolgere le tecnologie e le soluzioni all'utente e alle sue condizioni di fruizione. Il terzo degli aspetti considerati riguarda il fatto che i primi due possono essere assicurati solo dalle tecnologie più avanzate, il cui monitoraggio e benchmark continuo

ANALISI SWOT (STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES, THREATS) DELL'AMBITO DI RICERCA E APPLICAZIONE IN ITALIA

Punti di forza	- Capacità di integrare con efficacia soluzioni multimediali e multisensoriali	- Capacità di produrre e promuovere idee ad alto contenuto creativo, e capaci di valorizzare in forma autentica e gratificante l'esperienza dei fruitori
Punti di debolezza	- Integrare le proposte progettuali con le tecnologie abilitanti più avanzate e dunque portatrici degli aspetti esperienziali più intensi e autentici	- Necessità di ricorrere principalmente a fornitori di tecnologie abilitanti (audio, video, sensoristica, SW per AI, etc.) a contesti non nazionali creando una forma di dipendenza con tali soluzioni tecnologiche
Opportunità	- Creazione di un circuito virtuoso che coniughi la capacità di immaginazione progettuale e le soluzioni tecnologiche più avanzate al fine di prefigurare progetti ad elevato contenuto creativo in un contesto tecnologico dal massimo portato innovativo	
Minacce	- Rischio di dipendere da indirizzi e roadmap tecnologiche eterodirette	- Tutela delle idee e dei connotati creativi prodotti

ROADMAPPING

3.1.

Definizione dell'ambito della ricerca: Le tecnologie indagate

Le tecnologie indagate sono:

- Tecnologie di Augmented Intelligence quali il visual understanding;
- Tecnologie di Embedded Intelligence basate quindi su tecniche AI per il monitoraggio e la conoscenza dell'utente nell'ambiente (rich sensor fusion, IoT);
- Tecnologie per l'accesso facilitato quali natural language processing;
- Tecnologie per la facilitazione della ricerca di informazioni ed il suggerimento di informazioni utili quali semantic search, visual question-answering;
- Tecnologie mobile e wearable con capacità di calcolo adeguate a supportare funzioni di intelligenza artificiale per il monitoraggio dell'utente e dell'ambiente;
- Tecnologie per la Robotica Cognitiva quali vision-and language navigation per l'interazione naturale con robot mobili.

Trend di sviluppo della tecnologia in ottica di medio-lungo termine (tendenza, sfide, fabbisogno di innovazione, fattori critici di successo, opportunità di mercato, modelli di business)

Nel medio periodo, per quanto riguarda le tecnologie capaci di ampliare le abilità cognitive dell'utente, ci si attende un fortissimo impatto sulle applicazioni. Molti aspetti legati alla ricerca sono maturi per dare vita ad applicazioni innovative, si pensi ad esempio ai già disponibili risultati della ricerca visuale per similarità, alla capacità dei dispositivi mobili di fungere da assistenti personali, alla disponibilità di sensoristica a basso costo ed alla possibilità di integrare ed analizzare i dati tramite tecniche di machine learning che permettono lo sviluppo di ambienti intelligenti. Inoltre, tenendo conto che la ricerca in AI legata all'integrazione di informazione cross-modale, ossia ad esempio la capacità di integrare informazioni provenienti da documenti, immagini, video, e sensoristica di varia natura, alla capacità di comprensione del linguaggio, alla pattern recognition, alla percezione visiva per la robotica mobile, si sta muovendo molto velocemente, il trend nel medio termine è sicuramente teso all'espansione delle potenzialità e alla possibilità di nuovi brevetti ed applicazioni con ricadute industriali considerevoli, in particolare per quanto riguarda l'industria 4.0.

Nell'ambito della robotica cognitiva una delle maggiori sfide della ricerca attuale è fornire ai robot capacità intelligenti, prima fra tutti quella di poter navigare o interagire con ambienti sconosciuti, senza l'ausilio di particolari informazioni a priori (ad esempio la mappa di un luogo) e con le persone. È evidente come, nell'ambito

della robotica cognitiva, lo sviluppo della ricerca in questo settore sia fondamentale non solo per le applicazioni legate ai Beni Culturali (ad esempio un robot potrebbe svolgere funzioni di intrattenimento e utilità con i turisti di un museo) ma più in generale per tutta l'industria 4.0.

Nell'ambito strettamente legato al settore dei Beni Culturali, alcune delle principali operazioni saranno legate a poter offrire nuove esperienze immersive, nuovi strumenti di comunicazione, e informazione, e nuove modalità di interazione ai fruitori dell'offerta culturale, dal Museo, all'esposizione temporanea, all'evento culturale.

Obiettivi per lo sviluppo dell'area (quantitativi e qualitativi)

Gli obiettivi nel breve-medio termine sono l'impiego delle tecnologie abilitanti qui descritte per sviluppare applicazioni di valore aggiunto nell'ambito del settore dei Beni Culturali. Tali applicazioni vanno dal supporto al miglioramento e all'ottimizzazione dell'esperienza del fruitore dei Beni Culturali, all'incremento dei visitatori nei musei e nei luoghi di interesse, alla creazione di nuove modalità di comunicazione dei contenuti culturali, al controllo del patrimonio museale e culturale, ed in generale allo sviluppo di nuovi prodotti e servizi in tale ambito. Gli obiettivi di ricerca nel medio-lungo periodo sono quelli di migliorare il funzionamento e la flessibilità delle tecnologie abilitanti, in modo da rendere queste tecnologie mature per una gamma più vasta di applicazioni. In tale ambito, anche la ricerca di base riveste un ruolo importante vista la complessità dei problemi in gioco.

Attività necessarie al raggiungimento degli obiettivi (misure e strumenti di supporto)

Uno degli aspetti strategici per lo sviluppo dell'area è il sostegno a progetti interdisciplinari che dimostrino il potenziale applicativo nelle linee tecnologie descritte dell'intelligenza artificiale, della *pattern recognition*, della robotica, e dell'integrazione di informazioni proveniente da sensori eterogenei

Portatori di interesse da coinvolgere (stakeholder)

I principali stakeholder da coinvolgere per una corretta analisi dei bisogni, e potenzialmente interessati ad essere coinvolti in progetti interdisciplinari che possono avere un impatto significativo sono i Musei, le Fondazioni, gli Enti Pubblici legati alla Conservazione ed al Restauro, le Soprintendenze, i Centri di Ricerca legati principalmente al settore dell'informatica o delle applicazioni dell'informatica ai Beni Culturali o alle Digital Humanities, le Università tramite i relativi Dipartimenti di Ingegneria Informatica, Informatica, Scienze Matematiche Fisiche e Naturali ed i Dipartimenti di area umanistica (per l'archeologia e la linguistica).

Tempi, risultati attesi e indicatori

Risorse economiche necessarie. Come detto precedentemente, progetti di

finanziamento mirati all'interdisciplinarietà ed allo sviluppo di dimostratori tecnologici saranno un utile base per validare l'efficacia di soluzioni innovative e migliorarne conseguentemente lo sviluppo di prodotti e servizi derivati. In questo ambito si possono pensare 9-10 progetti per un totale di 10 milioni di euro. Anche la ricerca di base dovrà essere accompagnata da adeguati finanziamenti visto la velocità a cui si muove la ricerca legata alle linee tecnologiche individuate, in particolare quelle di robotica cognitiva, Embedded Intelligence e Sensor Fusion e visual question answering, che saranno di principale appannaggio delle Università e dei Centri di Ricerca interessati. Su questo fronte ci si aspetta interventi in tempi rapidi e si può prevedere un totale di altri 10 milioni di euro per progetti di taglia variabile.

3.2.

Definizione dell'ambito della ricerca (tecnologie indagate)

Le tecnologie indagate in questa sotto-traiettoria sono:

- Tecnologie immersive (Virtual Reality) che isolano i canali percettivi del soggetto immergendolo in toto, a livello sensoriale, nell'esperienza virtuale che si accinge a compiere;
- Tecnologie basate su tecniche di Augmented Reality che comprendono AR su smartphone, tablet, etc. e AR su video-based e see-through display, Tangible e Spatial Augmented Reality;
- Tecnologie di Augmented Virtuality che aggiungono all'esperienza degli stimoli multisensoriali così da accrescere le sensazioni percepite dall'utente;
- Tecnologie di "Museo Remoto", espansione del concetto di Museo Virtuale, per l'interazione dell'utente con siti di interesse ma poco accessibili (Es. siti archeologici sottomarini);
- Tecnologie interattive di telepresenza miste Remote/On site per il cantiere, la manutenzione a distanza dei beni culturali (Conservazione Programmata) e la fruizione: gestione integrata di modelli informativi arricchiti (modelli e informazioni) da XR;
- Tecnologie di accesso remoto interattivo da cloud e piattaforme intelligenti per la fruizione e la programmazione itinerari da device comuni (smartphone, tablet). Integrazione e aiuto in sito con il supporto della programmazione e l'integrazione con AR. Sperimentazione 5G e altri protocolli, quali il LORA, per regioni non coperte dalla rete cellulare;
- Interfacce per l'accesso al bene per soggetti diversamente abili quali interfacce tattili per ipovedenti e non vedenti, utilizzo della lingua dei segni e intelligent interfaces che utilizzino eye gaze detection, text to speech processing, speech understanding;
- Tecnologie per il supporto di nuove modalità di interazione quali interazione tattile, gesture based, motion-based technologies;

- Tecnologie che abilitino in xR l'apprendimento e l'acquisizione delle informazioni da parte dell'utente secondo gli approcci del learning by doing, interactive storytelling e serious gaming;
- Tecnologie per lo sviluppo dei contenuti 2D e 3D che impiegano tecniche di:
 - prototipazione virtuale, ossia tecnologie *software*, *CAD-based* per la gestione integrata di tutti gli attributi di un manufatto a partire dal modello geometrico che lo rappresenta;
 - *computer animation*;
 - *computer grafica*;
 - *game design* e studi sul *gameplay*.

Trend di sviluppo della tecnologia in ottica di medio-lungo termine (tendenza, sfide, fabbisogno di innovazione, fattori critici di successo, opportunità di mercato, modelli di business)

Lo sviluppo tecnologico sul medio e lungo termine è molto promettente considerando la rapida espansione del mercato delle tecnologie basate sui paradigmi della AR/VR/MR (72% CAGR 2017-22 secondo IDC) nei settori dei video games, dell'entertainment, del healthcare e dell'ingegneria e all'incremento delle capacità di calcolo delle infrastrutture hardware. I principali *trend* a livello mondiale sono:

- piattaforme *software open-source* scalabili ed integrabili con tecnologie CAD e cloud-based per la realizzazione delle più svariate applicazioni dall'edutainment, al gameplay, alle navigazioni a 360°;
- visori sempre più leggeri, portabili e soprattutto economici con integrati sensori e attuatori che rendono l'esperienza interattiva ed immersiva;
- soluzioni tecnologiche a basso costo con applicazioni scaricabili per un uso domestico;
- Interazione intuitiva e fluida con i video durante lo *user journey* grazie a sistemi di *motion capture* e *control*;
- qualità degli *output* e del *sensor fusion*.

Il trasferimento di questi *trend* tecnologici nel mondo della valorizzazione e fruizione dei BBCC fa emergere alcune importanti sfide per la ricerca e per l'industria, che se accolte dai diversi *stakeholder* potranno davvero innovare il settore:

- Accessibilità (basso costo e usabilità) e scalabilità delle tecnologie per un uso pervasivo in musei, biblioteche e siti di interesse con ricadute attese in termini di ampliamento dell'utenza e accettabilità da parte di tutti gli *stakeholder*;
- Assenza di barriere in termini di:

- utilizzo da parte di utenti con differenti abilità fisiche e cognitive,
 - fruibilità di spazi, monumenti ed opere inaccessibili per particolari condizioni del contesto in cui si trovano e/o di degrado/conservazione etc) disponibilità di tecnologie che non devono essere indossate per poter fornire esperienze immersive ed interattive;
- Fusione dei sensi per attivare una forte relazione con il visitatore/attore e creazione di un'esperienza emozionale;
 - Integrazione di soluzioni tecnologiche differenti in modo che l'esperienza che ne deriva risulti fluida, naturale, integrale. Le installazioni "virtuali" non sono più touchpoint nel percorso che permettono di conoscere meglio un'opera, ma parti integranti di esso che contribuiscono al processo di significazione;
 - Digital storytelling come approccio integrato al progetto dell'allestimento che sfrutta i nuovi paradigmi dell'interazione multisensoriale, del gameplaying e dell'edutainment per raggiungere un apprendimento attivo.
 - Trasparenza delle infrastrutture tecnologiche negli spazi ad alto valore artistico ed architettonico per garantire un basso impatto estetico e sulla conservazione dei luoghi (micromeccanica e robotica, fibre ottiche, microprocessori, sensori wireless, ecc.)

Una sfida altrettanto importante riguarda la trasformazione dei modelli di *business* che gli enti interessati all'introduzione delle tecnologie dovrebbero ideare ed attuare per poter raggiungere un più ampio pubblico con conseguenti effetti sull'organizzazione "aziendale" e sulla formazione del personale (eSkill).

Se le principali criticità tecnologiche potranno essere superate grazie alla veloce evoluzione delle soluzioni di robotica avanzata, AR/VR e *cloud computing*, prototipazione virtuale, ecc. quelle di tipo organizzativo e dei modelli di *business* richiedono in primis un forte commitment centrale che spinga gli enti pubblici e in generale tutti gli *stakeholder* a un business process re-engineering, che tocchi tutte le sfere dell'eco-sistema, dalla formazione del personale (team building, collaborazione, eskill), alla digitalizzazione, fino all'introduzione di nuovi approcci per l'efficientamento dei processi. Modelli basati sui servizi (es. organizzazione di *workshop* e *performance* artistiche, affitto di spazi per eventi, ecc.) piuttosto che sulla vendita dei biglietti di ingresso o su prodotti correlati all'esperienza (libri, gadget) potrebbero rappresentare opportunità di crescita del settore e di conseguenza di incremento di investimenti in tecnologia.

Obiettivi per lo sviluppo dell'area (quantitativi e qualitativi)

- Soluzioni tecnologiche dedicate alle applicazioni nell'ambito della valorizzazione dei BBCC (es. sviluppo sistemi robotici dedicati agli utenti con adeguati sensori, tecnologie "7D" interattive basate su ologrammi, sensori e

attuatori integrati negli allestimenti in modo da minimizzare il loro impatto estetico e strutturale nell'ambiente costruito).

- Riduzione dei costi delle tecnologie e della loro manutenzione/aggiornamento;
- Ampliamento delle competenze del personale dei musei/biblioteche/siti archeologici ed incremento degli *skill* digitali;
- Investimenti in progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale che prevedono il coinvolgimento dell'intera filiera con ricadute economiche sia sui fruitori delle tecnologie sia sulle aziende;
- Attuazione di approcci olistici, multidisciplinari e interfunzionali allo sviluppo dei progetti con il superamento delle tradizionali barriere tra umanesimo e tecnologia.

Attività necessarie al raggiungimento degli obiettivi (misure e strumenti di supporto)

Finanziamenti pubblici e privati, anche basati su schemi di *innovation public procurement* e/o *project financing*, anche con il contributo dei grandi *player* tecnologici internazionali.

Portatori di interesse da coinvolgere (stakeholder)

Aziende di riferimento indicate nella traiettoria tecnologica in oggetto e settori affini;
Associazioni no profit, associazioni professionali e di categoria;
Fondazioni culturali

Tempi, risultati attesi e indicatori

- Soluzioni tecnologiche innovative nell'ambito della robotica avanzata, della telepresenza, e degli ambiti tecnologici sopra riportati con il deposito di brevetti di invenzione o di applicazione europei (18-24 mesi)
- Prototipi operativi *high-fidelity* di installazioni multisensoriali, immersive ed interattive (24 mesi) con elevato grado di usabilità, presenza, accessibilità e integrabilità in differenti contesti di applicazione (24-36 mesi)
- *Roadmap* per la progettazione di allestimenti "integrali", ossia capaci di combinare reale-virtuale in un unicum, che sfrutti tecniche di *edutainment*, *digital storytelling* e paradigmi di interazione uomo-macchina basati su AR/VR/... secondo una *framework* tecnologica configurabile a seconda del contesto, dell'utenza *target*, degli obiettivi culturali e formativi, ecc. (12-18 mesi)
- Esperienze interattive e multisensoriali completamente integrate in contesti reali con costi sostenibili da parte degli enti (36-48 mesi)
- Nuovi modelli di *business* basati sull'erogazione di servizi (36-60 mesi) con ROI sull'acquisto di nuove tecnologie.

Risorse economiche necessarie

È ipotizzabile un progetto unico che integri le esigenze delle tre sotto-traiettorie e sfrutti i risultati ottenuti dagli altri ambiti tecnologici del cluster TICHE di importo tra 15-20 M€. Si prevedono 4 obiettivi realizzativi concentrati sulla ricerca, sviluppo ed integrazione di soluzioni tecnologiche evolute e 1 specifico sull'ideazione di una roadmap per l'attuazione di un approccio olistico al progetto dell'allestimento con la specifica del modello di business che si intende attuare per coprire i costi dell'investimento entro 3 anni.

3.3.

Definizione dell'ambito della ricerca (tecnologie indagate)

Le tecnologie esaminate in questa traiettoria tecnologica riguardano:

- Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video (live video-mapping, video-arte, video-installazioni, live cinema) come ad esempio proiettori dinamici o olografici, display multitouch, touchless interfaces;
- Tecnologie per la gestione di performance legate al suono e al comparto audio;
- Tecnologie per le discipline artistiche multimediali quali computer-art, cyber-art, digital storytelling, etc.;
- Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali interattive;
- Tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive, e.g. tool e hardware per il riconoscimento e la cattura in ambiente digitale del gesto manuale nel disegno, strumenti per la gestione digitale di elementi materici nella cultura digitale, etc.
- Tecnologie per la creazione di spazi sensorizzati e interattivi, in particolare supporto alla infrastrutturazione connettiva di detti spazi, sistemi di gestione della rete sensoriale e del loro controllo, sistema di controllo delle attuazioni, smart sensors per la rilevazione della posizione, degli atti e del profilo utente, etc.);
- Tecnologie telematica a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva, es. Tecnologie legate al 5G, tecnologie ad alta risoluzione e su ampie superfici (es. 4K e oltre), etc.

Trend di sviluppo della tecnologia in ottica di medio-lungo termine (tendenza, sfide, fabbisogno di innovazione, fattori critici di successo, opportunità di mercato, modelli di business)

Lo sviluppo tecnologico sul medio e lungo termine appare decisivo, specie se si considera il ruolo abilitante delle esperienze creative abilitate dalle tecnologie digitali

in molti contesti di fruizione pubblici (musei, biblioteche, luoghi di interesse, ma anche eventi ed iniziative temporanee); una stima preliminare della vastità e capillarità territoriale dei contesti considerati dimostra come si tratti di un fenomeno a significativa espansione.

Gli elementi sfidanti riguardano la necessità di combinare i tre fattori enucleati prima, quello creativo, quello esperienziale e quello tecnologico; i primi due sono presenti nel DNA operativo degli stakeholder pubblici e privati nazionali, il terzo lo è in parte, con qualche eccellenza; questo prefigura un grado di dipendenza da fornitori diversi, e una concentrazione sul lavoro di integrazione, che per alcuni versi appare centrale, per altri potrebbe determinare la difficoltà a produrre e mantenere soluzioni tecnologiche e creative basate su attori che non vengono gestiti direttamente.

Il fabbisogno di innovazione e i fattori critici di successo si muovono su due aree: creazione e potenziamento dei propri asset tecnologici; dialogo aperto con i fornitori di tecnologia in modo da avere soluzioni avanzate, innovative e sufficientemente adattabili ai bisogni dei progetti;

Per quanto riguarda i modelli di business, il bisogno che si intravede è quello di una maggiore propensione di offerte di fornitura per esperienze e proposte ipermediali, ad alto contenuto di tecnologie digitali, finalizzate alla valorizzazione di una o più esperienze creative, o alla valorizzazione di un patrimonio culturale preesistente. Questa dinamica non si dovrebbe connotare in forma stringente come un progetto di ricerca o di trasferimento, ma come un progetto di fornitura con elevati elementi di innovazione nel corso dell'allestimento.

Obiettivi per lo sviluppo dell'area

Maggior numero di progetti di fornitura per iniziative creative nell'allestimento di spazi per esperienze temporanee, per scopi di edutainment, o per la valorizzazione di spazi stabili sia in ambito pubblico che privato, sia nel contesto dei BB.CC che in quello della valorizzazione di un contenuto di tradizione o di futuro nel comparto privato dei prodotti/servizi

Attività necessarie al raggiungimento degli obiettivi (misure e strumenti di supporto)

Finanziamenti pubblici e privati, anche basati su schemi di innovation public procurement e/o project financing, anche con il contributo dei grandi player tecnologici internazionali

Portatori di interesse da coinvolgere (stakeholder)

Aziende di riferimento indicate nella traiettoria tecnologica in oggetto e settori affini, riportati sopra, i.e.:

Tecnologie di base per la rappresentazione visuale e acustica, sia 2D che 3D

Piattaforme di gestione multimediale di contenuti e sistemi ipermediali;

AI e ML per analisi e previsione di completamento e per il miglioramento dei processi di rendering informativo, per il supporto alla creatività e per rendere più semplice la creazione di contenuti 2D e 3D complessi;
Processori e High processing computing per il potenziamento delle capacità di processamento dell'informazione multimediale e real time;
TLC 5G e oltre per l'utilizzo e la veicolazione di contenuti a banda sempre più larga.

Tempi, risultati attesi e indicatori

Si tratta di iniziative da incoraggiare da subito, con risultati attesi basati su progetti su scala annuale o anche più ridotta.

Indicatori di carattere economico in relazione al progetto di valorizzazione attuato, es. ROI sull'iniziativa in termini di incremento visite, partecipazione, richiamo e visibilità sui mezzi di comunicazione, etc.; indicatori in termini di esperienze brevettuali sia sulle tecnologie abilitanti, sia sulle integrazioni (es. brevetti di utilità).

LETTERATURA SCIENTIFICA DI RIFERIMENTO:

Eugenia Politou, Efthimios Alepis, Constantinos Patsakis (2017) A survey on mobile affective computing, *Computer Science Review*, Volume 25, Pages 79-100, ISSN, <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2017.07.002>.

George Pavlidis, (2019) Recommender systems, cultural heritage applications, and the way forward, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 35, Pages 183-196, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.06.003>.

Spennemann, D.H.R., (2007) Of great apes and robots: considering the future(s) of cultural heritage, *Futures*, Volume 39 (7), pp. 861-877

Jongwook Lee, Junki Kim, Jaehong Ahn, Woontack Woo, (2019) Context-aware risk management for architectural heritage using historic building information modeling and virtual reality, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 38, Pages 242-252, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.12.010>.

Alletto, Stefano; Cornia, Marcella; Baraldi, Lorenzo; Serra, Giuseppe; Cucchiara, Rita, "Recognizing social relationships from an egocentric vision perspective", *Multimodal Behavior Analysis in the Wild*, pp. 199-224, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814601-9.00015-8>

Pini, Stefano; Ben Ahmed, Olfa; Cornia, Marcella; Baraldi, Lorenzo; Cucchiara, Rita; Huet, Benoit "Modeling Multimodal Cues in a Deep Learning-based Framework for Emotion Recognition in the Wild", *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Multimodal Interaction*, Glasgow, Scotland, pp. 536-543, November 13-17th, 2017, 2017. <https://doi.org/10.1145/3136755.3143006>.

Fabbri, Matteo; Lanzi, Fabio; Calderara, Simone; Palazzi, Andrea; Vezzani, Roberto; Cucchiara, Rita, "Learning to Detect and Track Visible and Occluded Body Joints in a Virtual World", *Proceedings of the 15th European Conference on Computer Vision (ECCV) 2018*, Munich (Germany), September, 8-14 2018, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01225-0_27

Balducci, Fabrizio; Grana, Costantino, "Affective Classification of Gaming Activities Coming From RPG Gaming Sessions", *E-Learning and Games*, vol. 10345, Bournemouth (UK), pp. 93-100, 26-28 June 2017, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65849-0_11

Borghi, Guido; Fabbri, Matteo; Vezzani, Roberto; Calderara, Simone; Cucchiara, Rita, "Face-from-Depth for Head Pose Estimation on Depth Images", *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, pp. 1-1, 2018. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2885472>

Vezzani, Roberto; Lombardi, Martino; Pieracci, Augusto; Santinelli, Paolo; Cucchiara, Rita, "A General-Purpose Sensing Floor Architecture for Human-Environment Interaction", *ACM TRANSACTIONS ON INTERACTIVE INTELLIGENT SYSTEMS*, vol. 5, pp. 1-26, 2015. <https://doi.org/10.1145/2751566>

Vezzani, Roberto; Lombardi, Martino; Cucchiara, Rita, "Automatic configuration and calibration of modular sensing floors", *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance*, Karlsruhe, Germany, pp. 1-6, 25-28 August 2015, 2015. <https://doi.org/10.1109/AVSS.2015.7301799>

Peter Anderson, Qi Wu, Damien Teney, Jake Bruce, Mark Johnson, Niko Sünderhauf, Ian D. Reid, Stephen Gould, Anton van den Hengel, "Vision-and-Language Navigation: Interpreting visually-grounded navigation instructions in real environments", CVPR 2018.

D. Fried, R. Hu, V. Cirik, A. Rohrbach, J. Andreas, L.-P. Morency, T. Berg-Kirkpatrick, K. Saenko, D. Klein, T. Darrell, "Speaker-Follower Models for Vision-and-Language Navigation", in NeurIPS, 2018.

Xin Wang, Qiuyuan Huang, Asli Çelikyilmaz, Jianfeng Gao, Dinghan Shen, Yuan-Fang Wang, William Yang Wang, Lei Zhang, "Reinforced Cross-Modal Matching and Self-Supervised Imitation Learning for Vision-Language Navigation", CVPR 2019.

Landi, Federico; Baraldi, Lorenzo; Corsini, Massimiliano; Cucchiara, Rita, "Embodied Vision-and-Language Navigation with Dynamic Convolutional Filters", Proceedings of 30th British Machine Vision Conference, Cardiff, UK, 9th-12th September 2019, 2019.

Dimitrios Kosmopoulos, Georgios Styliaras, (2018) A survey on developing personalized content services in museums, *Pervasive and Mobile Computing*, Volume 47, 2018, Pages 54-77, ISSN 1574-1192, <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2018.05.002>.

Michela Mortara, Chiara Eva Catalano, Francesco Bellotti, Giusy Fiucci, Minica Houry-Panchetti, Panagiotis Petridis, (2014) Learning cultural heritage by serious games, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 15, Issue 3, Pages 318-325, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.004>.

Sylaiou Styliani, Liarokapis Fotis, Kotsakis Kostas, Patias Petros, (2009) Virtual museums, a survey and some issues for consideration, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 10, Issue 4, Pages 520-528, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2009.03.003>.

Octavian M. Machidon, Mihai Duguleana, Marcello Carrozzino, (2018) Virtual humans in cultural heritage ICT applications: A review, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 33, Pages 249-260, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.01.007>.

Daniel Fitzgerald and Hiroshi Ishii. 2018. Mediate: A Spatial Tangible Interface for Mixed Reality. In *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '18)*. ACM, New York, NY, USA, Paper LBW625, 6 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3170427.3188472>

Yi-Ta Hsieh, Valeria Orso, Salvatore Andolina, Manuela Canaveras, Diogo Cabral, Anna Spagnolli, Luciano Gamberini, and Giulio Jacucci. 2018. Interweaving Visual and Audio-Haptic Augmented Reality for Urban Exploration. In *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference (DIS '18)*. ACM, New York, NY, USA, 215-226. DOI: <https://doi.org/10.1145/3196709.3196733>

Lucy Simmonds, Steven Bellman, Rachel Kennedy, Magda Nenycz-Thiel, Svetlana Bogomolova, Moderating effects of prior brand usage on visual attention to video advertising and recall: An eye-tracking investigation, *Journal of Business Research*, 2019, ISSN 0148-2963, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.062>

Tom Carter, Sue Ann Seah, Benjamin Long, Bruce Drinkwater, and Sriram Subramanian. 2013. UltraHaptics: multi-point mid-air haptic feedback for touch surfaces. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '13)*. ACM, New York, NY, USA, 505-514. DOI: <https://doi.org/10.1145/2501988.2502018>

Dimitrios Darzentas, Martin Flintham, and Steve Benford. 2018. Object-focused mixed reality

storytelling: technology-driven content creation and dissemination for engaging user experiences. In Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI '18), Karanikolas Nikitas and Mamalis Basilis (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 278-281. DOI: <https://doi.org/10.1145/3291533.3291588>

Buckstein, DS. ; Gharbharan, M.; Hogue, A. (2019) An Approach to Game Prototyping with a Tangible Interface. *Electronic Imaging, The Engineering Reality of Virtual Reality 2019*, pp. 182-1-182-8(8). <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2019.2.ERVR-182>

Pietroni, E., Natural interaction in VR environments for cultural heritage: the virtual reconstruction of the Regolini-Galassi tomb in Cerveteri (with an Appendix by M. Sannibale and D. Pletinckx), *Archeologia e Calcolatori n. XXIV - 2013*
http://www.archcalc.cnr.it/indice/PDF24/11_Pietroni.pdf

Pietroni E., Lucus Feroniae and Tiber Valley Virtual Museum: from Documentation and 3d Reconstruction, Up to a Novel Approach in Storytelling, Combining Virtual Reality, Theatrical and Cinematographic Rules, Gesture-based Interaction and Augmented Perception of the Archaeological Context, CAA 2015 Keep the revolution going : proceedings of the 43rd annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Oxford, Archaeopress, 2016: 67-78.

Aleksander Holynski, Johannes Kopf , "Fast Depth Densification for Occlusion-aware Augmented Reality", *SIGGRAPH Asia 2018*.

Lei Xiao, Anton S. Kaplanyan, Alexander Fix, Matthew Chapman, Douglas Lanman, "DeepFocus: Learned Image Synthesis for Computational Displays", *ACM SIGGRAPH Asia 2018*.

GA Koulieris, B Bui, MS Banks, G Drettakis, "Accommodation and comfort in head-mounted displays", *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 2017

Ofilia I. Psoadaki, Charalampos A. Dimoulas, George M. Kalliris, Gregory Paschalidis, (2019) Digital storytelling and audience engagement in cultural heritage management: A collaborative model based on the Digital City of Thessaloniki, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 36, Pages 12-22, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.07.016>.

Sven Ubik, Jiri Navratil, Jiri Melnikov, Boncheol Goo, Faridah Noor Mohd Noor, Alain Baumann, Jaroslav Hrb, Claudio Allocchio, Gerard Castillo, (2016) Cyber performances, technical and artistic collaboration across continents, *Future Generation Computer Systems*, Volume 54, Pages 306-312, ISSN 0167-739X, <https://doi.org/10.1016/j.future.2015.06.00>.

Tomas Dorta, Gokce Kinayoglu, and Michael Hoffmann. 2014. Hyve-3D: a new embodied interface for immersive collaborative 3D sketching. In *ACM SIGGRAPH 2014 Studio (SIGGRAPH '14)*. ACM, New York, NY, USA, Article 37, 1 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2619195.2656325>

Lapono, L., & Pingak, R. (2018). Design of Sound Level Meter Using Sound Sensor Based on Arduino Uno. *Jurnal ILMU DASAR*, 19(2), 111-116. doi:10.19184/jid.v19i2.7268

Sérgio Silva, Salviano Soares, M. J. C. S. Reis, Filipe Neves, Pedro A. Assuncao, "A dynamic programming algorithm to select optimal high-priority voice segments using Arduino", *Smart Technologies IEEE EUROCON 2017 -17th International Conference on*, pp. 271-276, 2017.

Liu, Bohong. (2019). Research of Digital Media Art based on Virtual Reality on Animation Design. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Economics and Management, Education*,

Humanities and Social Sciences (EMEHSS 2019), L. Liu, Q. Kang, Y.Y. Chen (Eds.). ASSEHR, 325, 2352-5398, 978-94-6252-742-3, DOI: <https://doi.org/10.2991/emehss-19.2019.68>

Hayden K., Novy D., Havasi C., Bove M., Alfaro S., Speer R. (2013) Narratarium: An Immersive Storytelling Environment. In: Stephanidis C. (eds) HCI International 2013 - Posters' Extended Abstracts. HCI 2013. Communications in Computer and Information Science, vol 374. Springer, Berlin, Heidelberg

Philippa Mothersill & V. Michael Bove Jr. (2017) Humans, Machines and the Design Process. Exploring the Role of Computation in the Early Phases of Creation, *The Design Journal*, 20:sup1, S3899-S3913, DOI: 10.1080/14606925.2017.1352892

Mucha, H. & Nebe, K. (2017). Human-centered Toolkit Design. In *HCI.Tools 2017: Strategies and Best Practices for Designing, Evaluating and Sharing Technical HCI Toolkits*. Workshop at CHI 2017, Denver, USA. ACM.

Chen CY., Chang TW., Hsiao CF., Huang HY. (2020) Developing an Interactive Fabrication Process of Maker Based on "Seeing-Moving-Seeing Model. In: Yuan P., Xie Y., Yao J., Yan C. (eds) *Proceedings of the 2019 DigitalFUTURES*. CDRF 2019. Springer, Singapore

Serguei A. Mokhov, Miao Song, Sudhir P. Mudur, and Peter Grogono. 2019. Hands-on: rapid interactive application prototyping for media arts and performing arts in illimitable space. In *ACM SIGGRAPH 2019 Studio (SIGGRAPH '19)*. ACM, New York, NY, USA, Article 8, 33 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3306306.3328008>

M. Resnick, B. Myers, K. Nakakoji, B. Shneiderman, R. Pausch, T. Selker, M. Eisenberg, *Design Principles for Tools to Support Creative Thinking*, <http://www.cs.umd.edu/hcil/CST/Papers/designprinciples.pdf>. October 30, 20

Stefanini, M.; Cornia, M.; Baraldi, L.; Corsini, M.; Cucchiara, R., "Artpedia: A New Visual-Semantic Dataset with Visual and Contextual Sentences in the Artistic Domain", *Proceedings of the 20th International Conference on Image Analysis and Processing*, Trento, Italy, 9-13 September, 2019, 2019

Tomei, M.; Baraldi, L.; Cornia, M.; Cucchiara, R., "What was Monet seeing while painting? Translating artworks to photo-realistic images", *European Conference on Computer Vision (ECCV) Workshops*, Munich, Germany, 8-14 September 2018, 2018.