

ARTICLE INFO

Received 10 September 2024
Revised 10 October 2024
Accepted 12 October 2024
Published 30 December 2024

CORPI, MENTI E DESIGN

Un approccio integrato per
l'innovazione museale

BODIES, MINDS, AND DESIGN

An integrated approach to
museum innovation

Antonella Rosmino

ABSTRACT

Il contributo esplora l'impatto delle tecnologie emergenti, con un focus particolare alle interfacce cervello-computer (BCI), nell'esperienza museale. Analizzando diversi casi studio si evidenziano le potenzialità delle BCI per il design della comunicazione visiva utili a personalizzare l'interazione tra visitatore e opera d'arte, rendendo le esperienze più coinvolgenti e significative. Per superare le limitazioni degli approcci attuali si propone una riflessione per un modello integrato che combina neuroscienze, design e scienze umane, centrato sull'individuo e sulla sua interazione con l'ambiente. Questo incontro interdisciplinare che, nell'ambito della Comunicazione Visiva per i Beni culturali non ha tradizioni di progettazione consolidate da cui partire, mira a offrire nuove prospettive di ricerca per la valorizzazione delle percezioni individuali durante le esperienze di fruizione multisensoriale del Patrimonio culturale.

This paper explores the impact of emerging technologies, with a particular focus on Brain-Computer Interfaces (BCI), within the museum experience. Analysing various case studies highlights the potential of BCIs in visual communication design to personalise the interaction between the visitor and artwork, making experiences more engaging and meaningful. To overcome the limitations of current approaches, the paper proposes a reflection on an integrated model that combines neuroscience, design, and the humanities, centred on the individual and their interaction with the environment. This interdisciplinary approach, which lacks established design traditions in Visual Communication for Cultural Heritage, aims to offer new research perspectives to enhance individual perceptions during multisensory experiences of cultural heritage.

KEYWORDS

interazioni complesse, museo inclusivo, visual design interattivo, rappresentazioni mentali personalizzate, interfacce cervello-computer

complex interactions, inclusive museum, interactive visual design, personalised mental representations, brain-computer interfaces



Antonella Rosmino holds a degree in Design for Innovation from the 'Luigi Vanvitelli' University of Campania (Italy). She conducts research within the 'National PhD Programme in Design for Made in Italy – Identity, Innovation, and Sustainability', focusing on accessibility and the development of communication strategies for cultural heritage. Mob. +39 389/01.46.148 | E-mail: antonella.rosmino@unicampania.it

La sempre più stretta interconnessione tra uomo e tecnologia, che definisce l'attuale condizione post-digitale della contemporaneità, ha accelerato il processo di riflessione critica verso tutti i paradigmi 'oggettivanti' della modernità, promuovendo collaborazioni interdisciplinari e una maggiore consapevolezza delle complesse relazioni tra individuo, società e ambiente (Dal Falco, 2019). Come parte integrante di un 'ecosistema relazionale' in continua evoluzione, oggi l'uomo interagisce con entità naturali e artificiali dotate di intelligenza propria, con le quali co-evolve e comunica attraverso nuove modalità (Parisi, 2019; Iaconesi and Persico, 2021).

Le tecnologie digitali, inizialmente concepite come strumenti a servizio dell'uomo, si sono evolute fino a diventare estensioni delle capacità cognitive e fisiche. L'interazione uomo-macchina, un tempo unidirezionale, è diventata sempre più complessa e multidirezionale, con macchine che non solo rispondono ai comandi ma anticipano le esigenze e si adattano ai comportamenti degli utenti (Suchman, 2006; Zannoni, Sicklinger and Pezzi, 2021). Questi 'mediatori esperienziali' modellano attivamente il modo in cui le persone interagiscono tra loro e il mondo circostante, ridefinendo comportamenti, abitudini e persino l'identità personale (Neff, Jordan and McVeigh-Schultz, 2012; Barone and Barbanti, 2020; Dall'Oso, D'Alessandro and Melappioni, 2022).

Alla luce di queste premesse si propone una lettura critica delle tecnologie digitali nel complesso ecosistema dei Beni culturali, evidenziando la necessità di ripensare al Design della Comunicazione Visiva nel suo ruolo di mediatore e costruttore di un terreno di dialogo comune. Sebbene le Istituzioni culturali riconoscano la centralità del visitatore resta da valutare in che misura le tecnologie possano realmente influenzare la 'costruzione di significato'; il contributo quindi esplora diversi approcci all'uso della tecnologia nel contesto museale come strumento inclusivo.

Il primo paragrafo ne discute il suo essere uno strumento abilitante, in grado di promuovere una partecipazione attiva del pubblico e di sviluppare buone pratiche che favoriscano un'interazione dinamica con il Patrimonio culturale. Il secondo paragrafo evidenzia come l'evoluzione degli strumenti, fino alle Brain-Computer Interfaces (BCI), abbia spesso condotto a un uso riduttivo e passivo della tecnologia, in cui l'enfasi è posta prevalentemente sull'acquisizione di dati quantitativi piuttosto che qualitativi dell'interazione. Il terzo paragrafo esplora l'approccio creativo alle BCI come strumenti capaci di innescare relazioni dialogiche tra l'utente, gli oggetti e l'ambiente circostante attraverso l'esempio del lavoro di Suzanne Dikker. Il quarto paragrafo esamina criticamente le ricerche presentate in precedenza proponendo, nelle conclusioni, un percorso possibile per affrontare le criticità individuate, facendo riferimento al quadro teorico dell'Embedded Embodiment Cognition che definisce la cognizione come il risultato dell'interazione tra mente, corpo e ambiente e riconosce nei limiti fisici del corpo i fattori chiave che influenzano il modo in cui percepiamo e interpretiamo il mondo esterno (Noë, 2006; Erioli, 2013).

Pratiche per il coinvolgimento del visitatore e per la rimediazione dei Beni culturali | Le nuove direttive dell'International Council of Museums (ICOM,

2022) hanno incoraggiato i musei a ridefinire il proprio ruolo come agenti attivi sul territorio, impegnandosi a comprendere le esigenze delle comunità e a promuovere pratiche volte alla rimozione di ogni tipo di barriera (fisica, cognitiva o psicosensoriale) per garantire l'accessibilità a tutti, riconoscendo e valorizzando l'identità di ogni individuo, compresi coloro che non rientrano nel profilo del visitatore tradizionale (Ramadori, 2023).

A partire dalla fine del secolo scorso, la 'comunicazione' e la 'mediazione' hanno acquisito un ruolo centrale nella gestione museale, favorendo ricerche sulla personalizzazione delle esperienze (Hooper-Greenhill, 2000; Desvallées and Mairesse, 2010; Ardissono, Kuflik and Petrelli, 2012). Questo cambiamento ha portato a una nuova prospettiva in cui il visitatore è elevato al pari dell'opera d'arte e l'esperienza museale fluisce in un dialogo inclusivo e partecipativo per stimolare riflessioni, azioni e cambiamenti concreti (Simon, 2010; Bonacini, 2024).

Lo stato di emergenza pandemica ha favorito lo sviluppo di strumenti come cataloghi online, forum di discussione e profili sui social network (YouTube, Instagram, Facebook) per facilitare le interazioni dirette tra musei e visitatori, ampliando le pratiche partecipative e attivando la 'rimediazione' dei contenuti da parte degli utenti. La condivisione online ha contribuito all'arricchimento continuo della memoria collettiva e alla costruzione di una narrazione storica che integra il punto di vista scientifico con quello personale del 'comune cittadino', co-autore nel processo di ri-significazione del Patrimonio culturale (Brusaporci and Maiezza, 2018).

L'avvento delle tecnologie digitali e l'adozione di strumenti multimediali avanzati come la realtà virtuale e aumentata, l'Internet of Things, le riproduzioni 3D e i touchscreen interattivi hanno trasformato le logiche espositive e comunicative dei musei, migliorando l'accessibilità e valorizzando la narrazione degli oggetti nel loro contesto originario (Luigini and Panciroli, 2018; Bilotto, 2019; Gargano, 2020; Lo Turco, Giovannini and Tomalini, 2021; Figg. 1-3). Queste innovazioni promuovono nuove forme di fruizione ed educazione in cui il visitatore è protagonista attivo della propria esperienza formativa (Di Benedetto, 2021; Dal Falco and Bonomi, 2021).

Le installazioni immersive e interattive – che talvolta si sovrappongono o sostituiscono i tradizionali strumenti museali – rievocano eventi passati e favoriscono il coinvolgimento fisico del visitatore, chiamato a interagire con gli oggetti in maniera naturale (Figg. 4, 5): come attore delle vicende messe in scena, il visitatore influisce sulle opere esposte e sulla linearità della narrazione, promuovendo la creazione di significato e un maggiore coinvolgimento emotivo. Nella complessità di queste relazioni, l'unione tra tangibile e intangibile, tra passato e presente, dà vita a esperienze culturali ricche e personalizzate, dove la co-creazione e partecipazione sono elementi primari (Lupo, 2021; Bolini and Borsotti, 2023).

Il delicato equilibrio tra il design degli spazi espositivi e le risposte emotive del fruitore | La ricerca del benessere nel contesto museale ha incentivato il coinvolgimento continuativo delle persone, nella creazione e nella co-creazione delle esperienze e dei contenuti, all'interno di un ambiente progettato e intenzionale. Soprattutto negli ultimi anni la progettazione museale è sempre più supportata

da team multidisciplinari e da metodologie neurocognitive, che mirano ad allineare l'ambiente costruito ai processi cognitivi e alle emozioni dei visitatori (Figg. 6, 7).

In questa prospettiva è stato verificato che l'attività neurale genera campi elettrici e magnetici che possono essere misurati per identificare le regioni cerebrali coinvolte in determinate funzioni cognitive e motorie (O'Connor, Rees and Joffe, 2012). Le diverse aree del cervello, responsabili di funzioni distinte, forniscono dati preziosi su quali funzioni siano attivate volontariamente o involontariamente. Ad esempio, compiti come prendere decisioni, fare calcoli o decidere un movimento sono attività cerebrali evocate volontariamente, mentre stimoli multisensoriali, il sentimento o la memorizzazione, possono attivare regioni cerebrali in modo involontario influenzando stati come fatica, frustrazione o eccitazione.

Queste conoscenze vengono integrate nella progettazione degli spazi espositivi per cercare di regolare e migliorare lo stato emotivo e cognitivo dei visitatori in relazione alla forma e alle caratteristiche degli oggetti esposti, all'organizzazione e disposizione degli spazi espositivi e alle modalità di interazione delle persone con gli spazi e gli oggetti stessi.

La ricerca sulle emozioni si è largamente diffusa poiché esse svolgono un ruolo cruciale nel connettere i visitatori al Patrimonio culturale: anche in assenza di una comprensione approfondita un oggetto museale può suscitare risposte emotive immediate (Fig. 8), facilitando la memoria, l'apprendimento e l'esplorazione di emozioni nascoste (Fernandes et alii, 2019; Jagošová, 2020; Banzi, 2022; Yang and Huang, 2024). Tuttavia è essenziale non generare emozioni artificiali ma esaltare, con la tecnologia, quelle autentiche evocate dalla relazione con l'oggetto. A questo proposito – per delineare anche l'avanzamento della ricerca nel contesto italiano – sono presentati tre approcci delle BCI al contesto museale che analizzano empiricamente e sfruttano dati neuroscientifici per migliorare l'esperienza dei visitatori, comprendere le loro emozioni e personalizzare la fruizione delle opere d'arte.

Il progetto ASBA (Anxiety, Stress, Brain-friendly Museum Approach) propone di implementare nei musei d'arte e scientifici, metodologie come la Mindfulness, l'Art Therapy, VTS, Art Up e Green Art per valorizzare le collezioni e migliorare il benessere dei visitatori. Insieme allo State Anxiety Inventory (SAI), l'uso di BCI serve a monitorare e analizzare il profilo elettrocorticale dei partecipanti per valutare l'impatto di queste tecniche terapeutiche sul benessere percepito.

Il progetto è stato attuato dal 2022 alla Galleria d'Arte Moderna e al Museo di Storia Naturale di Milano e persegue altri macro obiettivi quali: la validazione dell'ambiente museale come spazio socio-cognitivo per il benessere e la valorizzazione delle collezioni museali; l'adattamento e la standardizzazione delle suddette metodologie all'interno del contesto museale; l'analisi e il riscontro con i partecipanti dell'effetto delle tecniche sul benessere percepito; l'ampliamento del pubblico dei musei; il progetto mira a creare anche un database per migliorare le attività museali esistenti e progettare di nuove, favorendo la sostenibilità a lungo termine delle iniziative proposte (Lucchiaro et alii, 2024).

Sebbene le metodologie terapeutiche possano contribuire al benessere generale dei visitatori, è necessario valutare se queste pratiche siano in linea con la missione principale dei musei, che è quel-

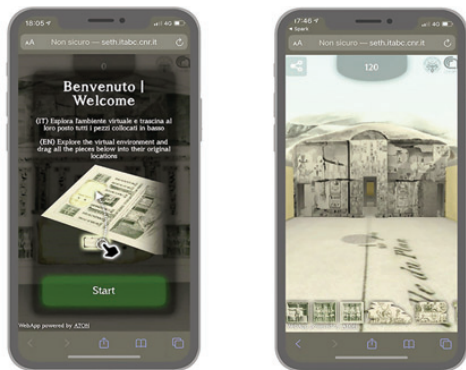


Fig. 1 | The app's homepage and mobile interface (credit: E. Picchio, 2020).

la di connettere il pubblico alla memoria culturale e storica, promuovere l'educazione e garantire l'accessibilità al Patrimonio. Tre aspetti critici, che emergono da questo approccio, riguardano l'impatto di tali metodologie sul tempo di permanenza dei visitatori, il rischio di deviare l'attenzione dal valore educativo e culturale delle collezioni verso un approccio focalizzato sul benessere personale e l'effettiva adattabilità e accessibilità a tutti.

Nel 2018 Intesa Sanpaolo Innovation Center e Intesa Sanpaolo Gallerie d'Italia (Piazza Scala) hanno condotto con la società TSW uno studio su quattro opere d'arte presenti in Gallerie d'Italia nell'ambito della mostra dal titolo L'Ultimo Caravaggio – Eredi e Nuovi Maestri con l'obiettivo di valutarne l'impatto emotivo su un campione di 30 volontari. A supporto dello studio sono stati integrati alla BCI, un 'eye tracking' per l'analisi delle fissazioni oculari e uno 'stress bracelet' per monitorare i cambiamenti della conduttanza cutanea: dall'analisi dei dati provenienti dai tre metodi, lo studio suggerisce che per favorire il flusso esperienziale di fruizione artistica e facilitare i processi di memorizzazione è opportuno privilegiare l'uso di opere ad alto impatto emotivo, con elevato 'engagement' e 'motivation' nella parte iniziale (effetto primacy) e finale (effetto recency) del percorso.

L'osservazione del comportamento oculare potrebbe ispirare la creazione di contenuti ad hoc che mettano in risalto aspetti dell'opera non immediatamente evidenti; infine suggerisce un'analisi dei contenuti aggiuntivi come i video, per capirne il contributo nel miglioramento dell'esperienza complessiva dell'opera (Caldato et alii, 2018; Pietrini et alii, 2018).

La proposta di distribuire le opere all'interno delle sale espositive basandosi esclusivamente sull'impatto emotivo rischia di ridurre l'esperienza museale a una semplice successione di stimoli emozionali, a scapito del valore educativo delle opere. È fondamentale quindi valutare l'influenza del contesto espositivo sui dati raccolti e chiarire le implicazioni pratiche della selezione o esclusione delle opere. Sebbene un percorso espositivo attentamente progettato possa migliorare l'esperienza dei visitatori, non vi è garanzia che questo approccio raggiunga gli obiettivi educativi del museo o promuova una maggiore accessibilità per un pubblico più ampio. Per quanto riguarda le opere meno apprezzate, potrebbe essere favorevole esplorare nuovi approcci narrativi che ne valorizzino la comprensione, piuttosto che basare le scelte curatoriali unicamente sui dati raccolti.

Il progetto BrainArt (2018), condotto presso il Dipartimento di Informatica dell'Università di Bari, ha avuto l'obiettivo di analizzare tramite una BCI il coinvolgimento visivo di 24 utenti in relazione a diverse opere d'arte durante visite museali sia virtuali che reali. Per lo studio sono state selezionate 20 opere, tra sculture e pitture, tratte da wikiart.org, rappresentative di cinque periodi storici definiti da WikiArt: Arte medievale, Arte rinascimentale, Arte post-rinascimentale, Arte moderna e Arte contemporanea.

I dati raccolti suggeriscono la possibilità di sviluppare un sistema di raccomandazione e personalizzazione delle visite museali: l'idea è che, per ridurre il carico cognitivo e migliorare l'esperienza del visitatore, si possano utilizzare indicatori di 'coinvolgimento' e 'interesse' per offrire suggerimenti che adattino la visita agli interessi e alle preferenze individuali. Inoltre si è ipotizzato che l'interpretazione dello stato mentale dell'utente possa essere utilizzata come strumento di controllo per l'adattamento automatico del sistema di profilazione degli utenti (Abbattista, Carofiglio and De Carolis, 2019).

L'utilizzo della BCI per il monitoraggio del coinvolgimento e dell'interesse dei visitatori rischia di rimanere ancorato a metodologie del passato, evidenziando l'obsolescenza degli strumenti utilizzati. L'idea di sviluppare un sistema di raccomandazione che copra un ampio spettro di stili artistici ha sicuramente aspetti positivi sulla riduzione del carico cognitivo; tuttavia resta da valutare se questo possa effettivamente migliorare l'esperienza del visitatore senza introdurre pregiudizi tecnologici all'esperienza estetica e ridurre la spontaneità della fruizione. In sintesi, i limiti e criticità principali degli approcci menzionati risiedono nella necessità di integrare queste metodologie nella missione museale senza deviare dall'aspetto educativo, garantire che le tecnologie siano adattabili e accessibili a tutti, evitare l'obsolescenza degli strumenti utilizzati e assicurare la sostenibilità a lungo termine delle iniziative proposte.

Le BCI attraverso lo sguardo artistico | Gli artisti che lavoravano con le BCI, d'altra parte, hanno avuto la capacità di andare oltre la valutazione quantitativa di queste tecnologie esplorandone l'impatto epistemologico, emotivo ed educativo: hanno democratizzato questi strumenti trasformandoli in mezzi per interessare reti di comunicazione tra singoli individui o una moltitudine (Sobell, 2019).

Il rilevamento dell'attività cerebrale e la sua traduzione in performance artistiche multisensoriali sono stati oggetto di sperimentazione sin dalla fine degli anni Sessanta e l'inizio degli anni Settanta del secolo scorso. All'epoca le possibilità per acquisire, processare, manipolare e trasformare l'attività cerebrale erano limitate dalla potenza di calcolo dei computer, dall'impossibilità di riconoscere schemi e dall'assenza di interfacce user-friendly. I risultati delle ricerche venivano generalmente presentati in forma visiva su un oscilloscopio o in forma uditiva tramite altoparlanti. Utilizzare le onde cerebrali in performance e installazioni interattive, quindi, era un compito estremamente impegnativo (Nijholt, 2019).

Anche in questo contesto ai processi rigorosi era necessario affiancare la collaborazione tra artisti e ricercatori in informatica, l'interazione uomo-computer e le neuroscienze per superare confini autoimposti e promuovere la riflessione e la comprensione profonda che emergono dagli scambi tra le persone e l'ambiente circostante.

La collaborazione tra la neuroscienziata cognitiva S. Dikker e l'artista tecnologico Matthias Oostrik si è fondata sulla messa in discussione delle coppie dicotomiche soggettivo / oggettivo e mente / corpo cercando nella danza la sincronizzazione delle onde cerebrali. Nella performance sperimentale Harmonic Dissonance – Synchron(icity) (2018) due ballerini si sono esibiti in un 'doppio duetto': al movimento corporeo si aggiungeva una animazione FlowTools delle onde cerebrali proiettate alle loro spalle (Figg. 9, 10). Seguendo il flusso della performance i ballerini potevano avvicinarsi e fondersi man mano che aumentava la sincronizzazione delle onde cerebrali, oppure allontanarsi l'uno dall'altro quando le onde cerebrali diventano più dissonanti; inoltre potevano scegliere di agire in modo indipendente oppure restare immobili; in questo modo, in assenza dell'attività fisica, la sincronia poteva manifestarsi nella proiezione del loro mondo mentale.

Sebbene Harmonic Dissonance – Synchron(icity) non sia stata concepita come un'installazione interattiva, ma come una performance da eseguire di fronte a un pubblico, l'intento di Dikker e Oostrik è stato quello di dimostrare come il coinvolgimento corporeo e l'attenzione alla coordinazione, riflessione, unisono, anticipazione, risonanza, gioco, ecc. potessero generare anche un senso di unità e sincronizzazione mentale. Nel 2018 tale effetto è stato ricercato attraverso un esperimento pilota al Ballet National de Marseille, dove l'opera è stata eseguita come parte di un progetto di ricerca sulla performance con elettroencefalogramma (EEG) che ha raccolto dati dai ballerini e dal pubblico.

Con un grado di complessità maggiore, determinata dalle condizioni imposte dal collettivo, potremmo considerare NeuroTango (2014; Fig. 11), l'altro progetto dedicato alla sincronizzazione mentale. Durante una serata dedicata alla discussione sulla connessione emotiva nella danza, in particolare nel tango, è stata utilizzata una BCI come strumento di gara: due coppie di ballerini di tango danzavano per ottenere il punteggio di sincronizzazione più alto in diverse 'condizioni', come ballare con partner familiari, cambiare partner, ballare con musica, ballare senza musica, ascoltare musica senza ballare e nel silenzio totale. Anche se i dati non sono stati utilizzati per scopi scientifici, l'ambiente di neurofeedback / performance / esperimento ha funzionato come esempio concreto per sviluppare l'analisi EEG durante l'esecuzione di movimenti rapidi, la sincronizzazione durante azioni collettive e gli effetti emotivi della connessione nella danza (Dikker, Montgomery and Tunca, 2019).

Entrambe le sperimentazioni artistiche dimostrano il potenziale delle BCI nel favorire connessioni profonde tra individui, esplorando dimensioni estetiche, emotive e cognitive che vanno oltre un approccio meramente utilitaristico alla tecnologia. Attraverso l'espressione multisensoriale dei dati queste esperienze ampliano le possibilità di comunicazione al di là dei confini del linguaggio verbale e corporeo tradizionale, promuovendo un'interconnessione più profonda tra mente, corpo e ambiente circostante.

Tuttavia la selezione, seppur non esaustiva, delle esperienze progettuali legate alla dimensione esperienziale del dato evidenzia criticità significative nella possibilità di generalizzare o persino raccogliere i dati in modo sistematico. Questi progetti infatti non si configurano come veri e propri studi di ricerca scientifica, ma piuttosto come performance

artistiche finalizzate a valorizzare le emozioni e l'interconnessione tra mente, corpo e ambiente. I limiti tecnologici, la complessità delle BCI e l'attenzione alla dimensione emotiva rendono difficile trasformare queste esperienze in dati generalizzabili, confermando che l'obiettivo principale non è la raccolta rigorosa di informazioni, ma la creazione di nuove modalità di espressione e di comunicazione multisensoriale.

Strategie multidisciplinari innovative per l'accessibilità alle opere d'arte | Il Design ha accompagnato l'evoluzione del museo riuscendo a guidare il progetto della valorizzazione, custodia e comunicazione grazie ai nuovi strumenti e linguaggi, mediando la relazione con il pubblico e talvolta coinvolgendolo nel processo di ideazione dell'esperienza; bisogna tuttavia valutare se i risultati raggiunti non si limitano solo a questioni formali che non riescono a contribuire a una reale consapevolezza e interiorizzazione del passato. Pertanto nel contesto attuale e alla luce della crescente sensibilità verso le minoranze, come sottolineato da Casiddu et alii (2022), anche i processi necessitano di un aggiornamento.

L'uso di modelli predefiniti come le 'personas' e l'applicazione delle BCI come strumenti di raccomandazione, oltre alle criticità già discusse, conferma diversi limiti: essi rischiano di semplificare eccessivamente la complessità degli utenti, di non coglierne le reali emozioni (Mowla et alii, 2020) confermando così l'obsolescenza degli strumenti (Pavlidis, 2018; Alarcão and Fonseca, 2019; Nikolaou, 2024). L'impiego di algoritmi di profilazione può portare alla creazione di stereotipi basati su sesso ed età (Altieri, Ceccacci and Giraldi, 2021), genere o cultura, contraddicendo i principi del Design for All che promuovono soluzioni orientate ai bisogni, alle aspirazioni e alle abilità individuali.

Si potrebbe innovare combinando le conoscenze esistenti con le capacità tecnologiche avanzate ma sovvertendone la modalità d'uso (Ramoglu, 2019) per creare contenuti che favoriscano una costruzione di senso e rispecchiamento per i singoli fruitori assunti come partecipanti attivi (Sanders and

Stappers, 2016) nel processo di valorizzazione. Le pratiche artistiche con le BCI (Figg. 12, 13) propongono un modello prezioso per il Design della Comunicazione Visiva applicato ai Beni culturali: integrando un approccio critico e creativo (Dunne and Raby, 2013) il Design può adottare simili strategie per stimolare interazioni più profonde e personali con il pubblico, trasformando la tecnologia da semplice strumento di supporto a catalizzatore di esperienze culturali trasformative che riflettono e valorizzano la soggettività e capacità sensoriale (Merleau-Ponty, 1945; Spence, 2011; Deroy and Spence, 2013) individuale, favorendo il dialogo tra l'opera e il fruitore.

Le BCI, un tempo confinate ai laboratori di ricerca, grazie a numerosi sforzi (Schmorrow and Kruse, 2002; Shelly, 2020) sono oggi disponibili per un uso diversificato, permettendo di controllare ambienti domestici, vivere esperienze di gioco innovative e persino esprimere creatività attraverso il controllo volontario dell'attività cerebrale. Questa evoluzione tecnologica ha portato alla nascita di 'agenti intelligenti' (Floridi, 2014) con un certo grado di autonomia e reattività agli stimoli esterni (Dal Falco, Veneziano and Carlomagno, 2022; Figg. 14, 15) possono simulare processi creativi, permettendo di gestire elementi visivi come linee, colori e movimenti attraverso i livelli di attenzione (Zitong et alii, 2021; Figg. 16, 17); inoltre possono modulare l'aspetto degli oggetti in relazione allo stato emotivo, favorendo una maggiore consapevolezza di sé e offrendo strumenti interattivi per esplorare e comprendere le proprie emozioni come nelle diverse interpretazioni del Design Speculativo (Figg. 18, 19).

Conclusioni | Per garantire un'esperienza museale inclusiva e accessibile, a prescindere dalle capacità sensoriali o culturali, si propone un approccio che integra competenze interdisciplinari provenienti dall'informatica, dalle neuroscienze, dall'ingegneria, dalla psicologia della percezione e dal design visivo. Tale approccio si ispira al concetto di Embedded Body Cognition che – con riferimento al tema qui trattato – sottolinea l'importanza di considerare come le diverse modalità di fruizione,

influenzate dal contesto ambientale e dalle specifiche capacità sensoriali degli individui, contribuiscono a modellare la percezione dell'opera d'arte. La percezione, come processo attivo e costruttivo in cui il corpo e l'ambiente sono in costante dialogo (Cecchi, 2018), si riorganizza continuamente tra la memoria passata e la proiezione verso obiettivi futuri (Marconi, 2021) e quindi influenza il significato che il Bene culturale può assumere nel tempo (Luo, Doucè and Nys, 2023; Diamantopoulou, Christidou and Blunden, 2024).

Con l'uso dell'EEG è possibile esplorare questi processi, permettendo di monitorare variazioni specifiche del segnale bioelettrico che derivano dalla stimolazione di una o più vie sensoriali (Hu and Shepley, 2022). Poiché la ricerca consente già di ri-laborare immagini (Chen et alii, 2022) e parole (Tang et alii, 2023) a partire dai tracciati neurali, i designer possono immaginare di ricostruire le opere d'arte esprimendone la percezione del singolo individuo. In particolare, lo studio dei Potenziali Evento-Correlati, che emergono quando un soggetto attribuisce significato a uno stimolo a cui presta attenzione, può fornire indicazioni preziose sulle preferenze esperienziali del fruitore. Assumendo il digitale come un regno aperto, conversazionale ed eterogeneo (Marenko and van Allen, 2016) questi dati possono guidare il designer nella selezione dei contenuti da valorizzare, modellandoli con il supporto di software generativi.

Esistono numerosi limiti che questo approccio deve affrontare e verificare sul campo, a partire dallo sviluppo di competenze specialistiche, come quelle richieste per il dialogo tra le figure coinvolte nel progetto, fino agli aspetti economici legati al finanziamento e al sostegno della ricerca. La privacy e la protezione dei visitatori sono altri temi cruciali, specie considerando la raccolta di dati, la cui difficoltà di rilevamento e affidabilità sono ben documentate (Spence, 2019; Kansra et alii, 2022). Tuttavia l'integrazione dei dati con la IA potrebbe consentire il superamento delle categorizzazioni tradizionali basate su genere, età o background culturale, offrendo un nuovo paradigma utile a comprendere e personalizzare l'esperienza culturale.



Figg. 2, 3 | Comparison between digital modelling for reconstruction and the actual exhibition set-up; Significant frames from the video created for the new exhibition at the Museum of the Passion (credits: E. Picchio, 2020; E. Giovanni, 2021).



Fig. 4, 5 | Poison – Munch Museum (credits: Kilian Munch, Munchmuseet, 2021).

Next page

Fig. 6 | Mindfulness in the Museum for Well-being (credit: S. Jahan, 2022).

Fig. 7 | Art therapy in the Museum for Well-being (credit: The Montreal Museum of Fine Arts, 2018).

Fig. 8 | Video frames from the project by The Mill in collaboration with artist Steph Li for ArtFund (credit: The Mill, 2023).



communicate through new modes (Parisi, 2019; Iaconesi and Persico, 2021).

Digital technologies, initially conceived as tools at the service of humans, have evolved into extensions of cognitive and physical capacities. The once one-directional human-machine interaction has become increasingly complex and multi-directional, with machines not only responding to commands but also anticipating needs and adapting to user behaviour (Suchman, 2006; Zannoni, Sicklinger and Pezzi, 2021). These 'experiential mediators' actively shape how people interact with each other and the world around them, redefining behaviours, habits, and even personal identity (Neff, Jordan and McVeigh-Schultz, 2012; Barone and Barbanti, 2020; Dall'Osso, D'Alessandro and Melappioni, 2022).

In light of these premises, a critical examination of digital technologies is proposed within the complex ecosystem of Cultural Heritage, emphasising the need to rethink Visual Communication Design as a mediator and builder of common ground for dialogue. Although cultural institutions recognise the centrality of the visitor, it remains to be assessed how much these technologies can truly influence the 'construction of meaning'. The paper explores various approaches to the use of technology in the museum context as an inclusive tool.

The first section discusses its role as an enabling tool, capable of promoting active public participation and developing best practices that encourage dynamic interaction with Cultural Heritage. The second section highlights how the evolution of tools, up to Brain-Computer Interfaces (BCIs), has often led to a reductive and passive use of technology, where the focus is mainly on collecting quantitative rather than qualitative interaction data. The third section explores the creative approach to BCIs as tools capable of triggering dialogic relationships between the user, objects, and the surrounding environment, exemplified by the Suzanne Dikker's work. The fourth section critically examines the previous research, proposing, in the conclusions, a possible path to address the identified challenges, referring to the

Attraverso l'osservazione diretta e sul campo i dati possono fornire indicazioni preziose per progettare soluzioni contestuali e inclusive, favorendo la creazione di un processo adattabile e trasferibile; ciò permetterebbe ai diversi stakeholder di definire e valutare parametri specifici con l'obiettivo di promuovere il benessere dell'individuo all'interno di esperienze culturali più personalizzate. In questo contesto e con questo approccio, il Design diventa un atto di mediazione tra il contenuto 'autorevole' dell'opera e la rappresentazione mentale dell'utente: l'interfaccia funziona come un ponte tra la realtà tangibile delle opere e la loro interpretazione soggettiva, promuovendo non solo la 'consapevolezza' (Valenti et alii, 2024), ma anche un processo di rispecchiamento e riconoscimento perso-

nale che eleva l'interazione museale a un livello più profondo di connessione e significato.

The increasing interconnectedness between humans and technology, which defines the current post-digital condition of contemporary times, has accelerated the critical reflection on all 'objectifying' paradigms of modernity, promoting interdisciplinary collaborations and greater awareness of the complex relationships between individuals, society, and the environment (Dal Falco, 2019). As an integral part of an evolving 'relational ecosystem', humans today interact with natural and artificial entities equipped with their intelligence, with which they co-evolve and



theoretical framework of Embedded Embodiment Cognition, which defines cognition as the result of the interaction between mind, body, and environment and recognises the physical limitations of the body as key factors that influence how we perceive and interpret the outside world (Noë, 2006; Erioli, 2013).

Visitor engagement practices and Remediation of Cultural Heritage | The new guidelines from the International Council of Museums (ICOM, 2022) have encouraged museums to redefine their role as active agents in their regions, focusing on understanding the needs of communities and promoting practices aimed at removing all types of barriers (physical, cognitive, or psycho-sensory) to ensure accessibility for everyone. This includes recognising and valuing the identity of every individual, even those who do not fit the profile of the traditional museum-goer (Ramadori, 2023).

Since the end of the last century, communication and mediation have gained a central role in museum management, fostering research on personalising experiences (Hooper-Greenhill, 2000; Desvallées and Mairesse, 2010; Ardissono, Kuflik and Petrelli, 2012). This shift has led to a new perspective where the visitor is elevated to the same level as the artwork, and the museum experience flows into an inclusive, participatory dialogue aimed at inspiring reflections, actions, and concrete changes (Simon, 2010; Bonacini, 2024).

The pandemic emergency accelerated the development of tools like online catalogues, discussion forums, and profiles on social networks (YouTube, Instagram, Facebook). These tools facilitate direct interactions between museums and visitors, expand participatory practices, and enable users to remediate content. Online sharing has contributed to the ongoing enrichment of collective memory and the construction of a historical narrative that integrates the scientific perspective with the personal viewpoint of the common citizen, who becomes a co-author in the reinterpretation of cultural heritage (Brusapor-

ci and Maiezza, 2018). The advent of digital technologies and the adoption of advanced multimedia tools such as virtual and augmented reality, the Internet of Things, 3D reproductions, and interactive touchscreens have transformed the exhibition and communication strategies of museums. These innovations improve accessibility and enhance the storytelling of objects within their original contexts (Luigini and Pancioli, 2018; Bilotto, 2019; Gargano, 2020; Lo Turco, Giovannini and Tomalini, 2021; Figg. 1-3). They promote new forms of education and engagement, where the visitor becomes an active protagonist of their learning experience (Di Benedetto, 2021; Dal Falco and Bonomi, 2021).

Immersive and interactive installations – sometimes overlapping or replacing traditional museum tools – recreate past events and encourage the visitor's physical involvement, calling on them to interact with objects naturally (Figg. 4, 5). In these setups, the visitor, as an actor in the staged narratives, influences the exhibited works and the linearity of the storyline, promoting the creation of meaning and greater emotional engagement. In the complexity of these relationships, the union of the tangible and intangible, of past and present, gives rise to rich and personalised cultural experiences where co-creation and participation are primary elements (Lupo, 2021; Bollini and Borsotti, 2023).

The delicate balance between exhibition design and visitor emotional responses | The quest for well-being in the museum context has fostered ongoing involvement in the creation and co-creation of experiences and content within a purposefully designed environment. In recent years, museum design has increasingly been supported by multidisciplinary teams and neuro-cognitive methodologies, which aim to align the built environment with visitors' cognitive processes and emotions (Figg. 6, 7).

From this perspective, neural activity has been shown to generate electrical and magnetic fields that can be measured to identify brain regions involved in certain cognitive and motor functions (O'-

Connor, Rees and Joffe, 2012). Different areas of the brain responsible for distinct functions provide valuable data on which functions are activated voluntarily or involuntarily. For example, tasks such as decision-making, performing calculations, or planning movement are voluntarily evoked brain activities. In contrast, multisensory stimuli, emotions, or memory can involuntarily activate brain regions, influencing states like fatigue, frustration, or excitement.

These insights are integrated into the design of exhibition spaces to regulate and enhance visitors' emotional and cognitive states about the form and features of the exhibited objects, the organisation and layout of the spaces, and the ways people interact with the spaces and objects themselves.

Research into emotions has spread widely as they play a crucial role in connecting visitors to cultural heritage. Even without a deep understanding, a museum object can evoke immediate emotional responses (Fig. 8), facilitating memory, learning, and the exploration of hidden emotions (Fernandes et alii, 2019; Jagošová, 2020; Banzi, 2022; Yang and Huang, 2024). It is essential, however, not to generate artificial emotions but to enhance, with technology, the authentic ones elicited by the relationship with the object. To advance research in this area in Italy, three approaches to Brain-Computer Interfaces (BCI) in the museum context are presented. These approaches empirically analyse and leverage neuroscientific data to improve visitors' experiences, understand their emotions, and personalise their interaction with artworks.

The ASBA (Anxiety, Stress, Brain-friendly Museum Approach) project proposes implementing Mindfulness, Art Therapy, VTS, Art Up, and Green Art in art and science museums to enhance collections and improve visitors' well-being. Together with the State Anxiety Inventory (SAI), BCIs are used to monitor and analyse participants' electrocortical profiles to assess the impact of these therapeutic techniques on perceived well-being.

This project was implemented in 2022 at the Galleria d'Arte Moderna and the Natural History Museum in Milan. It aims to validate the museum environment as a socio-cognitive space for well-being, enhance museum collections, standardise these methodologies within museums, analyse participants' feedback on well-being, and broaden the museum audience. Additionally, the project aims to create a database to improve existing museum activities and design new ones, fostering the long-term sustainability of the proposed initiatives (Lucchiari et alii, 2024).

Although therapeutic methodologies can contribute to visitors' overall well-being, it is necessary to assess whether these practices align with museums' primary mission: to connect the public with cultural and historical memory, promote education, and ensure accessibility to heritage. Three critical aspects of this approach involve the impact on visitors' length of stay, the risk of diverting attention from the educational and cultural value of the collections toward a focus on personal well-being, and the actual adaptability and accessibility of these practices for all.

In 2018, the Intesa Sanpaolo Innovation Center and Intesa Sanpaolo Gallerie d'Italia (Piazza Scala) conducted a study with the company TSW on four artworks featured in the Gallerie d'Italia as part of the exhibition titled *L'Ultimo Caravaggio – Eredi e Nuovi Maestri* (lit. *The Last Caravaggio – Heirs and*



Fig. 9 | Harmonic Dissonance – Synchron(icity) (credit: S. Dikker and M. Oostrik, 2018).

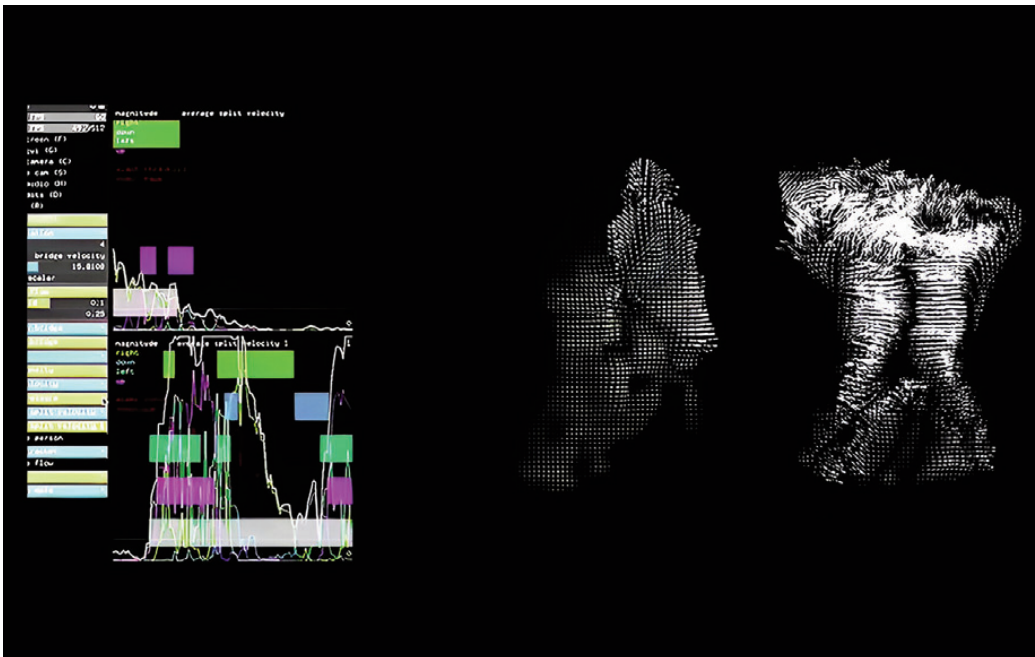


Fig. 10 | Harmonic Dissonance – Synchron(icity) – FlowTools animation (credit: S. Dikker and M. Oostrik, 2018).



Fig. 11 | Neurotango (credit: S. Dikker and M. Oostrik, 2014).

Next page

Figgs. 12, 13 | Video frames from Floor Space EEG test. Video frames from Electroencephalogram 3D Sculpture Geo version (credits: N. Cheung, 2023).

New Masters), to evaluate their emotional impact on a sample of 30 volunteers. To support the study, BCI was integrated with eye-tracking for analysing ocular fixations and a 'stress bracelet' to monitor changes in skin conductance. From the data collected from the three methods, the study suggests that to enhance the experiential flow of artistic appreciation and facilitate memory processes, works with high emotional impact ('engagement' and 'motivation') should be prioritised at the beginning (primacy effect) and end (recency effect) of the path.

Observing ocular behaviour could inspire the creation of content highlighting aspects of the artwork not immediately evident. Finally, the study suggests analysing additional content, such as videos, to understand their contribution to improving the overall experience of the artwork (Caldata et alii, 2018; Pietrini et alii, 2018).

The proposal to distribute works within the exhibition rooms solely based on their emotional impact risks reducing the museum experience to a mere succession of emotional stimuli, at the expense of the educational value of the works. Therefore, it is crucial to evaluate the influence of the exhibition context on the collected data and clarify the practical implications of selecting or excluding works. While a carefully designed exhibition path may enhance visitors' experiences, there is no guarantee that this approach will achieve the museum's educational objectives or promote greater accessibility to a broader audience. For lesser-appreciated works, it might be beneficial to explore new narrative approaches that enhance their understanding rather than base curatorial choices solely on collected data.

The BrainArt project (2018), conducted at the Department of Computer Science at the University of Bari, aimed to analyse, through BCI, the visual engagement of 24 users with different artworks during both virtual and real museum visits. Twenty works, including sculptures and paintings, representing five historical periods defined by WikiArt (Medieval Art, Renaissance Art, Post-Renaissance Art, Modern Art, and Contemporary Art), were selected for the study. The collected data suggest the possibility of developing a recommendation and

personalisation system for museum visits. The idea is to reduce cognitive load and improve the visitor experience, engagement, and interest using indicators to offer suggestions that tailor the visit to individual interests and preferences. It was also hypothesised that interpreting the user's mental state could serve as a control tool for the automatic adaptation of the user profiling system (Abbattista, Carofiglio and De Carolis, 2019).

The use of BCI for monitoring visitor engagement and interest risks remains tied to outdated methodologies, highlighting the obsolescence of the tools employed. Developing a recommendation system that covers a wide range of artistic styles certainly has positive aspects in reducing cognitive load; however, it remains to be seen whether this can enhance the visitor experience without introducing technological biases or reducing the spontaneity of aesthetic appreciation. In summary, the main limitations and challenges of the mentioned approaches lie in the need to integrate these methodologies into the museum's mission without deviating from its educational purpose, ensuring that technologies are adaptable and accessible to all, avoiding the obsolescence of the tools used, and ensuring the long-term sustainability of the proposed initiatives.

BCI through the artistic lens | Artists working with BCI, on the other hand, have been able to move beyond the quantitative evaluation of these technologies by exploring their epistemological, emotional, and educational impact: they have democratised these tools, transforming them into means for weaving communication networks between individuals or even crowds (Sobell, 2019).

Since the late 1960s and early 1970s, brain activity detection and its translation into multisensory artistic performances have been areas of experimentation. At that time, the ability to acquire, process, manipulate, and transform brain activity was limited by the computing power of computers, the inability to recognise patterns, and the absence of user-friendly interfaces. The research results were generally presented visually on an oscilloscope or audibly through speakers. Using brainwaves in performances and interactive installations was, therefore, a highly chal-

lenging task (Nijholt, 2019). In this context, rigorous processes had to be accompanied by collaboration between artists and researchers in computer science, human-computer interaction, and neuroscience to transcend self-imposed boundaries and promote reflection and deep understanding that arise from exchanges between people and their environment.

The collaboration between cognitive neuroscientist S. Dikker and technological artist M. Oostrik was based on questioning dichotomies like subjective / objective and mind / body, seeking brainwave synchronisation in dance. In the experimental performance *Harmonic Dissonance – Synchron(icity)* (2018), two dancers performed a 'double duet': in addition to physical movement, their brainwaves, animated by FlowTools, were projected behind them (Figg. 9, 10). As the performance unfolded, the dancers could move closer and merge as their brainwaves synchronised, or move apart when their brainwaves became more dissonant; they could also choose to act independently or remain still. In this way, in the absence of physical activity, the synchrony could manifest in the projection of their mental worlds.

Although *Harmonic Dissonance – Synchron(icity)* was not designed as an interactive installation but as a performance to be executed before an audience, Dikker and Oostrik aimed to demonstrate how bodily involvement and attention to coordination, reflection, unison, anticipation, resonance, and play could also lead to a sense of unity and mental synchronisation. In 2018, this effect was pursued through a pilot experiment at the Ballet National de Marseille, where the work was performed as part of research on EEG-based performance, gathering data from both dancers and the audience.

With a higher degree of complexity imposed by the collective's conditions, *NeuroTango* (2014; Fig. 11) is another project aimed at mental synchronisation. During an event dedicated to discussing emotional connection in dance, especially tango, a BCI was used as a competition tool: two pairs of tango dancers competed for the highest synchronisation score under different 'conditions', such as dancing with familiar partners, switching partners, dancing with music, dancing without music, listening to

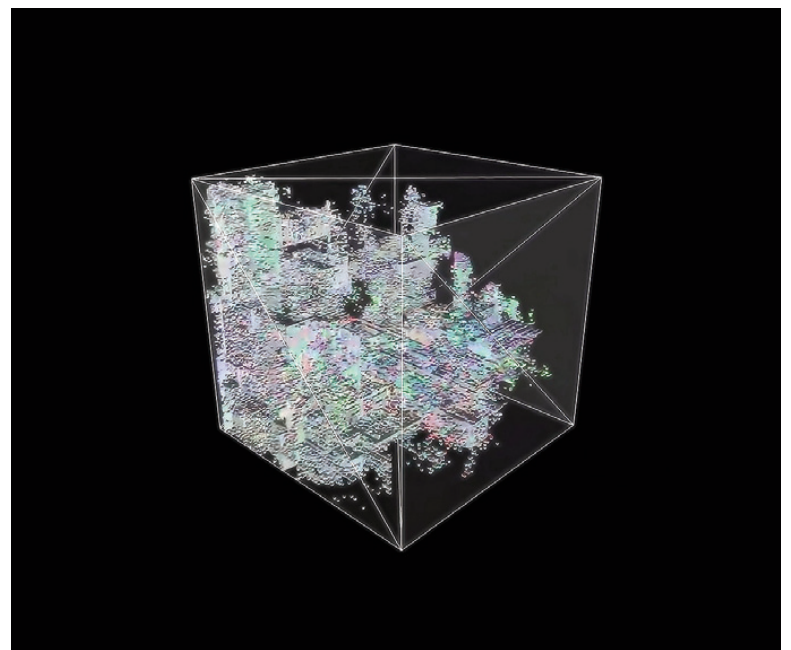
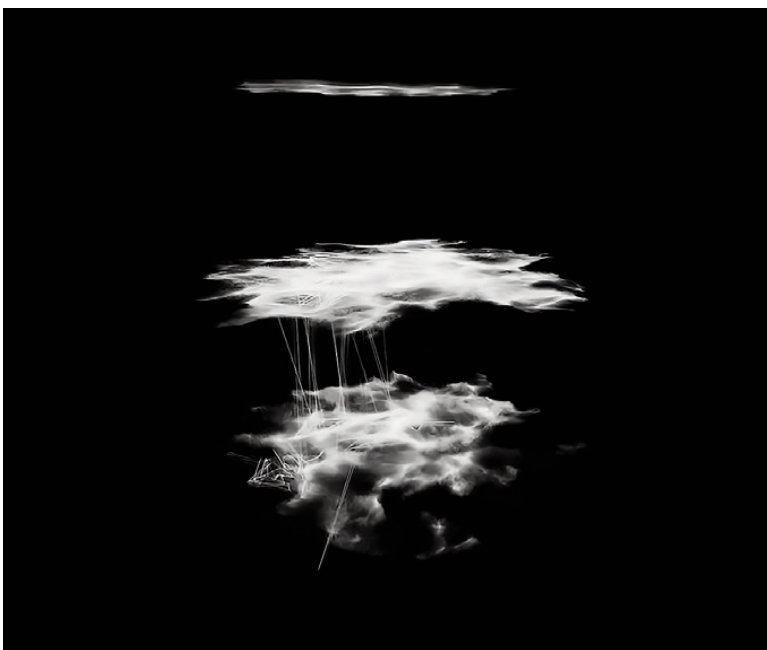




Fig. 14 | Electroencephalogram for autistic children by Anouk Wipprecht (credit: M. Dijkema, 2020).

Fig. 15 | Pangolin Scales, part of Transformation Projects at Kepler's Garden of Ars Electronica at the JUK (credit: A. Wipprecht, 2020).

Fig. 16, 17 | Video frames from the project 'Paint with Your Mind: Designing EEG-based Interactive Installation for Traditional Chinese Artworks' (source: Zitong et alii, 2021).



music without dancing, and in complete silence. Although the data was not used for scientific purposes, the neurofeedback / performance / experiment environment served as a concrete example for developing EEG analysis during rapid movements, synchronisation during collective actions, and the emotional effects of connection in dance (Dikker, Montgomery and Tunca, 2019).

Both artistic experiments demonstrate the potential of BCIs in fostering deep connections between individuals, exploring aesthetic, emotional, and cognitive dimensions that go beyond a purely utilitarian approach to technology. Through the multisensory expression of data, these experiences expand communication possibilities beyond the boundaries of traditional verbal and bodily language, promoting a deeper interconnection between mind, body, and environment.

However, the selection of project experiences related to the experiential dimension of data, although not exhaustive, highlights significant challenges in generalising or even systematically collecting the data. These projects do not constitute proper scientific research studies but rather artistic performances aimed at enhancing emotions and the interconnectedness of mind, body, and environment. The technological limitations, complexity of BCIs, and focus on the emotional dimension make it challenging to transform these experiences into generalisable data, confirming that the primary goal is not the rigorous collection of information but the creation of new modes of expression and multisensory communication.

Innovative multidisciplinary strategies for accessibility to works of art | Design has accompanied the evolution of museums, successfully guiding the project of enhancing, preserving, and communicating artworks through new tools and languages, mediating the relationship with the public, and sometimes involving them in the process of creating the experience. It is essential to consider whether the results achieved are limited to formal aspects without contributing to real awareness and internalisation of the past. Moreover, in the current context and in light of growing sensitivity toward minorities, as emphasised by Casiddu et alii (2022),

Installation Design: Coloring

Higher Attention value will accelerate the coloring process

Concentrate to get higher Attention value

Installation Design: Movement Control

Animation Making

- 1) Cutout parts
- 2) Repair background and elements
- 3) Make simple motion in Adobe AE
- 4) Create complex motion using third-party plug-ins
- 5) Add other details

Fig. 18 | Participants in immersive installations during the experimentation of alpha signal amplitude and level of synchronicity (source: Shcattner et alii, 2023).

Fig. 19 | Design of Node Systems for Single and Combined NF in TouchDesigner and Frames from the Prototype Interface, illustrating the Transition between Single EEG Signals and Synchronicity (source: Shcattner et alii, 2023).



processes also need updating. The use of predefined models like 'personas' and applying BCI as recommendation tools, in addition to the already-discussed challenges, confirm several limitations: they risk oversimplifying the complexity of users and failing to capture their true emotions (Mowla et alii, 2020) confirming the obsolescence of the tools (Pavlidis, 2018; Alarcão and Fonseca, 2019; Nikolaou, 2024). The use of profiling algorithms can lead to the creation of stereotypes based on gender and age (Altieri, Ceccacci and Giraldi, 2021), gender or culture, contradicting the principles of Design for All, which promote solutions oriented to individual needs, aspirations, and abilities.

Innovation could be achieved by combining existing knowledge with advanced technological capabilities, subverting the usual methods (Ramoglu, 2019) to create content that fosters meaning-making and self-reflection for individual users, regarded as active participants (Sanders and Stappers, 2016) in the enhancement process. Artistic practices with BCI (Fig. 12, 13) offer a valuable model for visual communication design applied to cultural heritage: by integrating a critical and creative approach (Dunne and Raby, 2013), design can adopt similar strategies to stimulate deeper and more personal interactions with the public, transforming technology from a mere support tool into a catalyst for transformative cultural experiences that reflect and value individual subjectivity and sensory abilities (Merleau-Ponty, 1945; Spence, 2011; Derooy and Spence, 2013) fostering dialogue between the artwork and the viewer.

Once confined to research labs, BCI technologies, thanks to numerous efforts (Schmorrow and Kruse, 2002; Shelly, 2020), are now available for diverse use, enabling control of home environments, innovative gaming experiences, and even creative expression through voluntary control of brain activity. This technological evolution has led to the emergence of 'intelligent agents' (Floridi, 2014) with a certain degree of autonomy and responsiveness to external stimuli (Dal Falco, Veneziano and Carlomagno, 2022; Fig. 14, 15) capable of simulating creative processes and enabling users to manage visual elements such as lines, colours, and movements through attention levels (Zitong et alii, 2021;

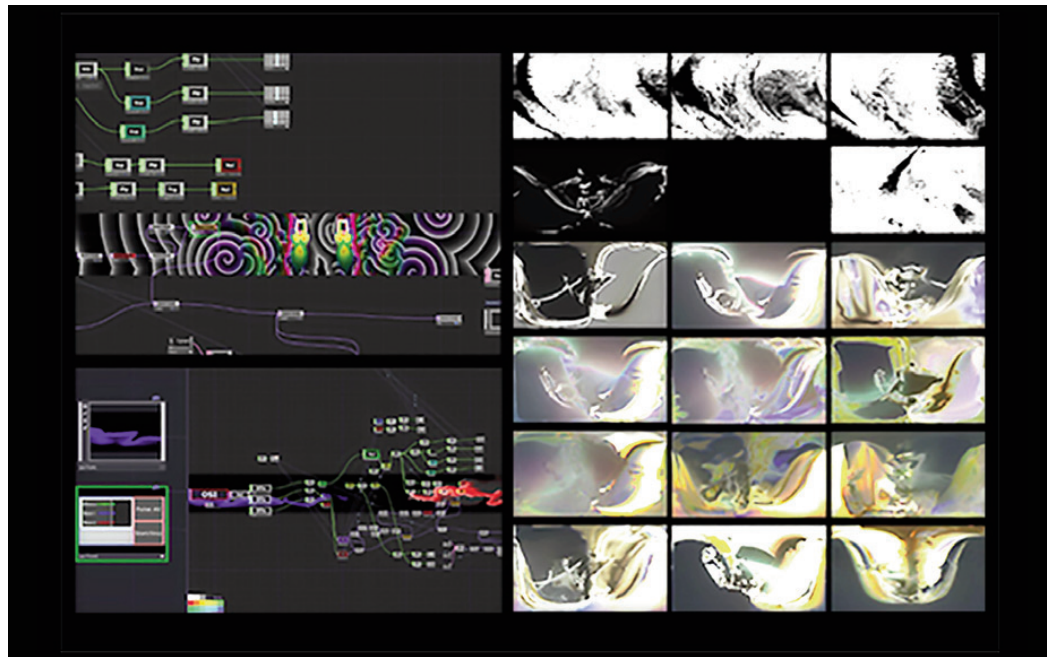


Fig. 16, 17). Additionally, they can modulate the appearance of objects about emotional states, promoting greater self-awareness and offering interactive tools to explore and understand emotions, as seen in various interpretations of Speculative Design (Fig. 18, 19).

Conclusions | To ensure an inclusive and accessible museum experience, regardless of sensory or cultural abilities, an approach is proposed to integrate interdisciplinary expertise from computer science, neuroscience, engineering, perception psychology, and visual design. This approach draws on Embedded Body Cognition, which, relevant to this topic, emphasises the importance of considering how different modes of engagement, influenced by environmental context and individuals' specific sensory abilities, shape the perception of artworks. Perception, as an active and constructive process in which the body and environment are in constant dialogue (Cecchi, 2018), continually reorganises between memory and future projection (Marconi, 2021), there-

by influencing the meaning that cultural heritage can assume over time (Luo, Doucè and Nys, 2023; Diamantopoulou, Christidou and Blunden, 2024).

Through EEG usage, these processes can be explored by monitoring specific changes in bioelectrical signals derived from the stimulation of one or more sensory pathways (Hu and Shepley, 2022). Since research already allows the reworking of images (Chen et alii, 2022) and words (Tang et alii, 2023) based on neural traces, designers could envision reconstructing artworks that express the individual's perception. In particular, studying Event-Related Potentials, which emerge when a subject assigns meaning to a stimulus they pay attention to, can provide valuable insights into users' experiential preferences. Assuming the digital realm as an open, conversational, and heterogeneous space (Marenko and van Allen, 2016), these data can guide designers in selecting content to highlight, shaping them with the support of generative software.

There are numerous challenges that this approach must face and validate in practice, starting

with the need to develop specialised skills, such as those required for dialogue between the different roles involved in the project, as well as the economic aspects related to funding and research support. Privacy and visitor protection are also crucial issues, especially considering the collection of data, whose difficulty in measurement and reliability are well-documented (Spence, 2019; Kansra et alii, 2022). However, the integration of data with artificial intelligence could help overcome traditional categorisations based on gender, age, or cultural background, offering a new paradigm for understanding and personalising cultural experiences.

References

- Abbattista, F., Carofiglio, V. and De Carolis, B. (2018), "BrainArt – A BCI-based Assessment of User's Interests in a Museum Visit", in De Carolis, B. N., Gena, C., Kuflik, T., Origlia, A. and Raptis, G. E. (eds), *Proceedings of the AVI-CH 2018 Workshop on Advanced Visual Interfaces for Cultural Heritage co-located with 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces*, Castiglione della Pescaia, Italy, May 29, 2018, vol. 2091, pp. 1-4. [Online] Available at: ceurws.org/Vol-2091/ [Accessed 9 September 2024].
- Alarcão, S. M. and Fonseca, M. J. (2019), "Emotions Recognition Using EEG Signals – A Survey", in *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 10, issue 3, pp. 374-393. [Online] Available at: doi.org/10.1109/TAFFC.2017.2714671 [Accessed 9 September 2024].
- Altieri, A., Ceccacci, S., Giraldi, L., Leopardi, A., Mengoni, M. and Talipu, A. (2021), "Affective Guide for Museum – A System to Suggest Museum Paths Based on Visitors' Emotions", in Antona, M. and Stephanidis, C. (eds), *Universal Access in Human-Computer Interaction – Design Methods and User Experience – 15th International Conference, UAHCI 2021, Held as Part of the 23rd HCI International Conference, HCII 2021, Virtual Event, July 24-29, 2021, Proceedings, Part I*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 12768, Springer, Cham, pp. 521-532. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-78092-0_35 [Accessed 9 September 2024].
- Ardissone, L., Kuflik, T. and Petrelli, D. (2012), "Personalization in cultural heritage – The road travelled and the one ahead", in *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 22, pp. 73-99. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s11257-011-9104-x [Accessed 9 September 2024].
- Banzi, A. (ed.) (2022), *The Brain-Friendly Museum – Using Psychology and Neuroscience to Improve the Visitor Experience*, Routledge, London. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9781003304531 [Accessed 9 September 2024].
- Barone, P. and Barbanti, C. V. (2020), "Nuovi media come dispositivi semiotecnici – Uno sguardo pedagogico", in *MeTis | Mondi Educativi – Temi, Indagini, Suggestioni*, vol. 10, issue 1, pp. 104-120. [Online] Available at: doi.org/10.30557/mt00114 [Accessed 9 September 2024].
- Bilotto, R. (2019), *Le nuove tecnologie multimediali nel settore culturale – Il loro impatto sulla fruizione e sull'esperienza dei visitatori*. [Online] Available at: archeomedia.net/wp-content/uploads/2019/11/Le-nuove-tecnologie-multimediali-nel-settore-culturale.pdf [Accessed 9 September 2024].
- Bollini, L. and Borsotti, M. (2023), "Exhibitions as Hybrid Environments – Exploring Situated and Embodied Interaction in Cultural Heritage", in *Diid | Disegno Industriale Industrial Design*, DSI 1, pp. 426-439. [Online] Available at: doi.org/10.30682/diidsi23t3d [Accessed 9 September 2024].
- Bonacini, E. (2023), "Dalla collezione alla connessione – Come si evolve empaticamente il museo del futuro", in Casalino, M. and Marinucci, C. (eds), *Cultura digitale relazione, empatia – Paradigmi della terza rivoluzione industriale*,
- Stamen, Roma, pp. 128-170. [Online] Available at: iris.unive.it/retrieve/2e62689c-5647-4e59-8cb1-fe02dfadfc11/collettivo_INTERNO.pdf [Accessed 9 September 2024].
- Brusaporci, S. and Maiezza, P. (2018), "Tra Storia e Memoria – Tecnologie avanzate per la (ri)definizione partecipativa del significato dei luoghi nella città storica", in Luigini, A. and Panciroli, C. (eds), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 51-63. [Online] Available at: series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/view/334/142/1578 [Accessed 9 September 2024].
- Caldato, C., Benedetto, S., Bazzan, E., Rodighiero, L. and Mauri, M. (2018), "Emotional Impact played by Art Experience Measured by Means of Neuroscientific Techniques and Traditional Interviews", in Grant, R., Allen, T., Spink, A. and Sullivan, M. (eds), *Measuring Behavior 2018 – Conference Proceedings – 11th International Conference on Methods and Techniques in Behavioral Research, Manchester (UK), 5-8 June 2018*, Manchester Metropolitan University, pp. 63-68. [Online] Available at: tsw.it/wp-content/uploads/Assessment_of_Storefront_Displays_with_a_Multidisciplinary_Approach_based_on_Neuromarketing_and_Antropological_Marketing-with-cover-page.pdf [Accessed 9 September 2024].
- Casiddu, N., Burlando, F., Nevoso, I., Porfirione, C. and Vacanti, A. (2022), "Beyond Personas – Il Machine Learning per personalizzare il progetto | Beyond Personas – Machine Learning to personalise the project", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 12, pp. 226-233. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/12202022 [Accessed 9 September 2024].
- Cecchi, D. (2018), "Percezione enattiva e operare artistico – Osservazioni a partire da Alva Noë", in *Lebenswelt*, vol. 12, pp. 65-72. [Online] Available at: doi.org/10.13130/2240-9599/10368 [Accessed 9 September 2024].
- Chen, Z., Qing, J., Xiang, T., Yue, L. W. and Zhou, J. H. (2022), "Seeing Beyond the Brain – Conditional Diffusion Model with Sparse Masked Modeling for Vision Decoding", in *Computer Science | Computer Vision and Pattern Recognition*. [Online] Available at: doi.org/10.48550/arXiv.2211.0695 [Accessed 5 October 2024].
- Dal Falco, F. (2018), "Corpi, design, post umano – Modernità, ancora?", in *Diid | Disegno Industriale Industrial Design*, vol. 64, pp. 134-141. [Online] Available at: researchgate.net/publication/333614279_N6418_Design_after_Modernity_Editorial [Accessed 9 September 2024].
- Dal Falco, F. and Bonomi, S. (2021), "Comunicare il museo tra analogico e digitale – Un'esperienza di progettazione multimediale interattiva | Communicating the Museum Between Analogue and Digital – Interactive Multimedia Design Experience", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 10, pp. 200-209. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/10182021 [Accessed 9 September 2024].
- Dal Falco, F., Veneziano, R. and Carlomagno, M. (2022), "Collaborazione tra natura e artificio – Processi simbiotici tra scienze, arti e design | Natural and Artificial Interaction – Symbiotic process between science, art and design", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 274-287. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11252022 [Accessed 9 September 2024].
- Dall'Osso, G., D'Alessandro, M. and Melappioni, V. (2022), "Interattività spaziali – Sensorialità e Progetto del dato digitale nello spazio | Spatial Interactivity – Sensoriality and design of digital data in the space", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 12, pp. 58-67. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1252022 [Accessed 9 September 2024].
- Deroy, O. and Spence, C. (2013), "Why we are not all synesthetes (not even weakly so)", in *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 20, issue 1, pp. 643-664. [Online] Available at: doi.org/10.3758/s13423-013-0387-2 [Accessed 5 October 2024].
- Desvallées, A. and Mairesse, M. (2010), *Concetti Chiave di Museologia*, Armand Colin, Parigi.
- Di Benedetto, G. (2021), "Nuove Frontiere Museografiche – Immaterialità e multimedialità del museo narrativo | New museographic frontiers – Immateriality and multimediality of the narrative museum", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 10, pp. 68-75. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1062021 [Accessed 9 September 2024].
- Diamantopoulou, S., Christidou, D. and Blunden, J. (2024), "Multimodality and museums – Innovative research methods and interpretive frameworks", in *Multimodality & Society*, vol. 4, issue 3, pp. 249-258. [Online] Available at: doi.org/10.1177/26349795241270436 [Accessed 5 October 2024].
- Dikker, S., Montgomery, S. and Tunca, S. (2019), "Using synchrony-based neurofeedback in search of human connectedness", in Nijholt, A. (ed.), *Brain Art – Brain-Computer Interfaces for Artistic Expression*, Springer, Charm, pp. 161-206. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-14323-7_6 [Accessed 9 September 2024].
- Dunne, A. and Raby, F. (2013), *Speculative Everything – Design, fiction and social dreaming*, The MIT Press, Cambridge-London.
- Erioli, A. (2013), *Design, controllo e creatività*, Doppiozero. [Online] Available at: doppiozero.com/design-controllo-e-creativita [Accessed 8 September 2024].
- Fernandes, J. V. M. R., de Alexandria, A. R., Marques, J. A. L., de Assis, D. F., Motta, P. C. and dos Santos Silva, B. R. (2024), "Emotion Detection from EEG Signals Using Machine Deep Learning Models", in *Bioengineering*, vol. 11, issue 8, pp. 1-30. [Online] Available at: doi.org/10.3390/bioengineering11080782 [Accessed 9 September 2024].
- Florida, L. (2014), *The Fourth Revolution – How the info-phere is reshaping human reality*, Oxford University Press, Oxford.
- Gargano, A. (2020), "Personalizzazione e accessibilità dei beni culturali grazie alla realtà aumentata | Personalization and Accessibility of Cultural Heritage Thanks to Aug-

- mented Reality”, in *Formazione & Insegnamento | European Journal of Research on Education and Teaching*, vol. 18, issue 1, tome II, pp. 729-736. [Online] Available at: doi.org/10.7346/-fei-XVIII-01-20_64 [Accessed 9 September 2024].
- Hooper-Greenhill, E. (2000), *Museums and the Interpretation of Visual Culture*, Routledge, London. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9781003124450 [Accessed 9 September 2024].
- Hu, L. and Shepley, M. M. (2022), “Design Meets Neuroscience – A Preliminary Review of Design Research Using Neuroscience Tools”, in *Journal of Interior Design*, vol. 47, issue 1, pp. 31-50. [Online] Available at: doi.org/10.1111/joid.12213 [Accessed 4 October 2024].
- Iaconesi, S. and Persico, O. (2021), *Cosmologie – Antitesi / Wisteria Furibonda e i rituali del Nuovo Abitare – Poemetto Post-umano a due voci fra Scienza e Poesia*. [Online] Available at: he-ri.it/wp-content/uploads/2021/08/Cosmologie.pdf [Accessed 9 September 2024].
- ICOM – International Council of Museum (2022), *Approvata a Praga la nuova definizione di Museo di ICOM*. [Online] Available at: icom-italia.org/definizione-di-museo/ [Accessed 9 September 2024].
- Jagošová, L. (2020), “Emotions in museum education – Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage”, in *Museologica Brunensia*, vol. 9, issue 2, pp. 10-16. [Online] Available at: doi.org/10.5817/MuB2020-2-2 [Accessed 9 September 2024].
- Kansra, P., Oberoi, S., Lal Gupta, S. and Singh, N. (2022), “Factors limiting the application of consumer neuroscience – A systematic review”, in *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 23, issue 1, pp. 32-42. [Online] Available at: doi.org/10.1002/cb.2131 [Accessed 4 October 2024].
- Lo Turco, M., Giovannini, E. C. and Tomalini, A. (2021), “Fisico, Digitale, Virtuale, Immateriale – Esperienze di ricerca in ambito museale | Physical, Digital, Virtual, Intangible – Research Experiences in Museums”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 10, pp. 140-149. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/10122021 [Accessed 9 September 2024].
- Lucchiarri, C., Vanutelli, M. E., Ferrara, V., Folgieri, R. and Banzi, A. (2024), “Promoting Well-Being in the Museum – The ASBA Project Research Protocol”, in *The International Journal of Health, Wellness and Society*, vol. 14, issue 4, pp. 73-88. [Online] Available at: doi.org/10.18848/2156-8960/cgp/v14i04/73-88 [Accessed 9 September 2024].
- Luigini, A. and Pancirolli, C. (eds), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 17-34. [Online] Available at: series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/view/334/142/1578 [Accessed 9 September 2024].
- Luo, D., Doucè, L. and Nys, K. (2024), “Multisensory museum experience – An integrative view and future research directions”, in *Museum Management and Curatorship*, pp. 1-28. [Online] Available at: doi.org/10.1080/09647775.2024.2357071 [Accessed 5 October 2024].
- Lupo, E. (2021), “Design e Innovazione del Patrimonio Culturale – Connessioni phygital per un Patrimonio di prossimità | Design and Innovation for the Cultural Heritage – Phygital connections for a Heritage of proximity”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 10, pp. 186-199. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/10172021 [Accessed 9 September 2024].
- Marconi, A. (2021), “Menti in (en)azione – Il fenomeno della cognizione da un punto di vista evolutivo ed ecologico”, in *Nóema*, vol. 12, pp. 14-44. [Online] Available at: doi.org/10.13130/2239-5474/16597 [Accessed 9 September 2024].
- Marenko, B. and van Allen, P. (2016) “Animistic design – How to reimagine digital interaction between the human and the nonhuman”, in *Digital Creativity*, vol. 27, issue 1, pp. 52-70. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14626268.2016.1145127 [Accessed 4 October 2024].
- Merleau-Ponty, M. (1945), *Phenomenology of Perception*, Gallimard, Paris.
- Mowla, R., Cano, R. I., Dhuyvetter, K. J. and Thompson, D. E. (2020), “Affective brain-computer interfaces – Choosing a meaningful performance measuring metric”, in *Computers in Biology and Medicine*, vol. 126, pp. 1-18. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.104001 [Accessed 9 September 2024].
- Neff, G., Jordan, T. and McVeigh-Schultz, J. (2012), “Affordances, technical agency, and the politics of technologies of cultural production”, in *Culture Digitally*, 23/01/2012. [Online] Available at: culturedigitally.org/2012/01/affordances-technical-agency-and-the-politics-of-technologies-of-cultural-production-2/#sthash.ZezjCJ8.d.puf [Accessed 4 October 2024].
- Nijholt, A. (2019), *Brain Art – Brain-Computer Interfaces for Artistic Expression*, Springer, Cham. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-14323-7 [Accessed 9 September 2024].
- Nikolaou, P. (2024), “Museums and the Post-Digital – Revisiting Challenges in the Digital Transformation of Museums”, in *Heritage*, vol. 7, issue 3, pp. 1784-1800. [Online] Available at: doi.org/10.3390/heritage7030084 [Accessed 9 September 2024].
- Noë, A. (2006), *Action in Perception*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- O'Connor, C., Rees, G. and Joffe, H. (2012), “Neuroscience in the Public Sphere”, in *Neuroview*, vol. 74, issue 2, pp. 220-226. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.neuron.2012.04.004 [Accessed 4 October 2024].
- Pavlidis, G. (2018), “The Role of Recommender Systems in Cultural Heritage”, in Panagopoulos, M., Papadopoulou, M. and Giannakouloupolous, A. (eds), *DCAC 2018 – Digital Culture & Audiovisual Challenges – Interdisciplinary Creativity in Arts and Technology – Proceedings of the International Conference on Digital Culture & Audiovisual Challenges, Corfu, Greece, June 1-2, 2018*, vol. 2811, pp. 62-69. [Online] Available at: ceur-ws.org/Vol-2811/ [Accessed 9 September 2024].
- Parisi, L. (2019), “Critical Computation – Digital Automata and General Artificial Thinking”, in *Theory, Culture & Society*, vol. 36, issue 2, pp. 89-121. [Online] Available at: doi.org/10.1177/0263276418818889 [Accessed 4 October 2024].
- Pietrini, P., Lattanzi, N., Ricciardi, E., Patricelli Malizia, A., Bernardi, G. and Caldarelli, G. (2018), “Contributo Artech Gallerie d'Italia”, in Montagnese, M., Costantini, M., Colombo, M., D'Arcangelo, S., Borghi, D. and Milone, M. (eds), *Neuroscience Impact – Brain and Business*, Intesa San Paolo Innovation Center, pp. 212-219. [Online] Available at: group.intesasanpaolo.com/content/dam/portalgroup/repository-documenti/20181206_Neuroscience%20Impact%20ITA.pdf [Accessed 9 September 2024].
- Ramadori, M. (2023), “Accessibilità museale e disabilità – Dall'abbattimento delle barriere architettoniche (1971) al PNRR – Next Generation EU (2022-2026)”, in *BTA | Bollettino Telematico dell'Arte*, vol. 935, pp. 1-13. [Online] Available at: bta.it/txt/a/09/bta00935.html [Accessed 9 September 2024].
- Ramoğlu, M. (2019), “Cyborg – Computer Interaction – Designing New Senses”, in *The Design Journal*, vol. 22, issue suppl. 1, pp. 1215-1225. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2019.1594986 [Accessed 5 October 2024].
- Sanders, E. B.-N. and Stappers, P. J. (2016), *Convivial toolbox – Generative research for the front end of design*, BIS Publishers, Amsterdam.
- Schmorrow, D. D. and Kruse, A. A. (2002), “DARPA's Augmented Cognition Program – Tomorrow's human computer interaction from vision to reality – Building cognitively aware computational systems”, in Persensky, J. J., Hallbert, B. and Blackman H. S. (eds), *Proceedings of the 2002 IEEE 7th Conference on Human Factors and Power Plants, Scottsdale, Arizona, USA, September 15-17-19, 2002*, vol. 7, pp. 1-4. [Online] Available at: doi.org/10.1109/HFPP.2002.1042859 [Accessed 5 October 2024].
- Shattner, Y., Zamir, Y., Siron, N., Kimel, K., Zecharia, N. and Goldway, N. (2023), “Sync – Novel BCI design for neural synchrony, connectedness, and empathy”, in De Sainz Molestina, D., Galluzzo, L., Rizzo, F. and Spallazzo, D. (eds), *IASDR 2023 – Life-Changing Design, 9-13 October, Milan (Italy)*, pp. 1-14. [Online] Available at: doi.org/10.21606/iasdr.2023.820 [Accessed 9 September 2024].
- Shelly, F. (2020), “Decoding the Brain Goes Global with the International Brain Initiative”, in *Singularity Hub*, 28/01/2020. [Online] Available at: singularityhub.com/2020/01/28/decoding-the-brain-goes-global-with-the-international-brain-initiative/ [Accessed 5 October 2024].
- Simon, N. (2010), *The Participatory Museum*, Museum 2.0, Santa Cruz. [Online] Available at: participatorymuseum.org/read/ [Accessed 9 September 2024].
- Sobell, N. (2019), “Foreword”, in Nijholt, A. (ed.), *Brain Art – Brain-Computer Interfaces for Artistic Expression*, Springer, Cham, pp. V-VI. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-14323-7 [Accessed 9 September 2024].
- Spence, C. (2019), “Neuroscience-Inspired Design – From Academic Neuromarketing to Commercially Relevant Research”, in *Organizational Research Methods*, vol. 22, issue 1, pp. 275-298. [Online] Available at: doi.org/10.1177/1094428116672003 [Accessed 5 October 2024].
- Spence, C. (2011), “Crossmodal correspondences – A tutorial review”, in *Attention, Perception, and Psychophysics*, vol. 73, pp. 971-995. [Online] Available at: doi.org/10.3758/s13414-010-0073-7 [Accessed 5 October 2024].
- Suchman, L. (2006), *Human-Machine Reconfigurations – Plans and Situated Actions*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Tang, J., LeBel, A., Jain, S. and Huth, A. G. (2023), “Semantic reconstruction of continuous language from non-invasive brain recordings”, in *Nature Neuroscience*, vol. 26, pp. 858-866. [Online] Available at: doi.org/10.1038/s41593-023-01304-9 [Accessed 5 October 2024].
- Valenti, A., Scalisi, F., Sposito, C., Dellamotta, L. and Masserdotti, A. (2024), “Energia, Tecnologia emotiva e valore culturale dei dati – Creare consapevolezza nell'utente con lo storytelling | View of Energy, Emotional Technology and Cultural Value of Data – Creating user awareness through storytelling”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 70-83. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1552024 [Accessed 9 September 2024].
- Yang, L. and Huang, E. (2024), “Innovation in Marketing Strategies for Museum Cultural and Creative Products Under New Consumer Demand”, in *Journal of Humanities, Arts and Social Science*, vol. 8, issue 3, pp. 667-672. [Online] Available at: doi.org/10.26855/jhass.2024.03.019 [Accessed 9 September 2024].
- Zannoni, M., Sicklinger, A. and Pezzi, M. (2021), “Human Body Interaction from the Imaginary to Contemporaneity – Anticipation Design Processes”, in *Diid | Disegno Industriale Industrial Design*, vol. 74, pp. 10-19. [Online] Available at: doi.org/10.30682/diid7421a [Accessed 9 September 2024].
- Zitong, C., Jing, L., Jianqiao, C., Chuyi, Z., Fangbing, C., Yang, W. and Preben, H. (2021), “Paint with Your Mind – Designing EEG-based Interactive Installation for Traditional Chinese Artworks”, in Raphael, W. (ed.), *TEI '21 – Proceedings of the Fifteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, Salzburg, Austria, February 14-17, 2021*, New York, Association for Computing Machinery, New York, article 49, pp. 1-6. [online] Available at: doi.org/10.1145/3430524.3442455 [Accessed 9 September 2024].