

INTERATTIVITÀ SPAZIALI

Sensorialità e progetto del dato digitale nello spazio

SPATIAL INTERACTIVITY

Sensoriality and design of digital data in the space

Giorgio Dall'Osso, Martina D'Alessandro, Valeria Melappioni

ABSTRACT

Il contributo indaga la tesi secondo cui la relazione tra spazio urbano, dato digitale e utente sia di natura biunivoca e abbia un ruolo strategico nella definizione di una nuova traiettoria di sviluppo del modo di abitare e trasformare la città da parte degli utenti. Ora che il digitale è invisibilmente integrato nelle attività che quotidianamente svolgiamo, le reti si estendono allo spazio reale, dimostrando come la tecnologia non elimini il bisogno umano di presenza fisica. L'architettura deve confrontarsi con una realtà non tettonica, domandandosi non come utilizzare il digitale per gestire apparati di dati attraverso cui generare forme architettoniche dinamiche ma come rendere l'informazione motore per spazi capaci di rispondere dinamicamente alle esigenze degli occupanti che lo abitano.

This paper explores the thesis according to which the relationship between urban space, digital data and the user is biunivocal in nature and plays a strategic role in defining a new trajectory of development of the way users inhabit and transform the city. As digital is now invisibly integrated into the activities we perform daily, networks are extending into the real space, demonstrating how technology does not eliminate the human need for physical presence. Architecture must grapple with a non-tectonic reality, and ask itself not how to use the digital to manage data apparatuses to generate dynamic architectural forms, but rather how to turn information into an engine for spaces that can dynamically respond to the needs of the inhabitants.

KEYWORDS

spazio interattivo, dati, percezione, interazione uomo-macchina, spazio vuoto

interactive space, data, perception, human-machine interaction, 'empty' space

Giorgio Dall'Osso, Designer and PhD, is a Researcher in Design at the Department of Economics, Science and Law, University of San Marino. He carries out research in the field of product design and interaction, with a particular focus on the dialogue between the human body and space. Mob. +39 338/81.08.297 | E-mail: giorgio.dalosso@unirms.sm

Martina D'Alessandro, Architect and PhD, is an Adjunct Professor in Architectural Composition at the Department of Architecture, University of Bologna (Italy). In 2014, she founded her atelier Martina D'Alessandro Architettura. She carries out research and project activities on the theme of the form of living in relation to the shape of the city and the landscape. Mob. +39 340/36.02.309 | E-mail: martina.dalessandro2@unibo.it

Valeria Melappioni, Architect and PhD, authored a Doctoral Thesis entitled 'Sense activating private and social spaces: perspectives and potential of the interaction-based space project' at the SAAD of the University of Camerino (Italy). Her research focuses particularly on the relationship between spatial layout and user behaviour within the field of Human Building Interaction. Mob. +39 347/265.44.63 | E-mail: valeria.melappioni@unicam.it



La città è la 'cosa' umana per eccellenza, costruita dall'uomo per l'uomo, costituita da una osatura materica, fisicamente presente nello spazio e che ne modella la forma, e dallo spazio libero in cui le 'cose', custodite negli edifici o all'ombra di essi, possono accadere. La città può essere letta come una sintesi di pieni e vuoti posti in sequenza e in continua trasformazione. Il vuoto non esisterebbe senza il pieno e viceversa: anzi è proprio grazie al vuoto che è possibile avere percezione ed esperienza del pieno. Il nostro modo di percepire il mondo passa inevitabilmente tramite il suo attraversamento, quindi attraverso lo spazio vuoto (Chatwin, 1988). Il vuoto è lo spazio del possibile, che consente la presenza delle cose, il movimento delle persone e l'espressione dei comportamenti degli individui (Careri, 2006). Secondo Espuelas (2004), lo spazio vuoto è lo spazio della penetrabilità in cui la vita si svolge e il tempo contingente si manifesta, è lo scenario che accoglie l'azione esaltandone il significato. Ungers (1998) al proposito dice che i corpi si dispongono nello spazio come nell'allestimento di un palcoscenico per le diverse attività umane, per i ruoli degli attori, per la vita che vi si svolge.

L'ipotesi di partenza del contributo attribuisce al 'vuoto' il ruolo di campo di sperimentazione, con una duplice accezione. Da un lato il vuoto ha un significato ontologico: ha a che fare con il modo di abitare lo spazio da parte dell'uomo, è il luogo di virtuale modificazione nel momento in cui svela un nuovo modo di vedere e percepire la realtà costruita (Poëte, 1958); percorrendo le strade e le piazze delle nostre città ci rendiamo conto che non ci troviamo solo in uno spazio vuoto ma in un luogo, in virtù del rapporto reciproco tra vuoto e sistema di edifici che lo definisce (Rossi, 1966). Secondo le parole di Heidegger (1976), il vuoto 'contiene' in due sensi prendendo e tenendo, esiste cioè un rapporto di simbiosi semantica tra il contenuto e ciò che esso contiene. Dall'altro il vuoto è un contenitore di informazioni e dati invisibili: gli spazi urbani che le persone attraversano e vivono quotidianamente sono caratterizzati in modo sempre più consistente dai dati digitali che gli stessi producono e che rimangono a essi referenziati; questi dati formano con la città quella che potrebbe essere definita Agorà Overground (Zannoni, 2018) e concorrono a definire l'identità e la memoria stessa dei luoghi (Formia and Zannoni, 2018).

Se, come sostiene Don Norman (2013), l'uomo è capace di interazioni più efficaci con sistemi che, appartenendo al mondo reale, risultano ad esso maggiormente prossimi, la relazione tra utente e intelligenze computazionali preannuncia prospettive opposte: da un lato un abitante fornitore di dati subordinato al sistema regolato dalla rete e dai suoi dispositivi, dall'altro ipotizzabili talenti complementari di uomini e agenti digitali nello spazio che occupa. Come per le forze della natura l'era digitale non può essere rifiutata o fermata, purtuttavia l'uomo non può sottrarsi al bisogno di fisicità e materialità connaturata alle trasformazioni del mondo naturale (Negroponte, 1995) in cui si è evoluto. Gli studi sulle Natural User Interface dimostrano l'efficacia dell'esperienza corporea umana come strumento per le progettualità legate alle interfacce uomo-macchina a elevata comprensibilità (Shi, 2018). Le ricerche legate alla prossimità tra persone (Hall, 1966) sono l'esempio di co-

me la lettura dei corpi in relazione possa essere utilizzata per la costruzione di interfacce ambientali efficaci (Vogel and Balakrishnan, 2004).

Se è vero che l'umanità non potrà mai abitare un'informazione e che i bits anche nel futuro non sostituiranno gli atomi (De Fusco, 1967), è pur vero che Internet e i suoi dati hanno assunto sempre più una collocazione spaziale, ricercando una fusione tra tangibile e immateriale. Secondo Floridi (2017, p. 111), «[...] siamo testimoni di una migrazione epocale dell'umanità dallo spazio fisico newtoniano al nuovo ambiente della 'infosfera'. La presenza della dimensione tecnologica sta trasformando i nostri spazi in maniera sempre più tangibile non attraverso qualche trasformazione biotecnologica nel nostro corpo, ma, più seriamente e realisticamente, attraverso la radicale trasformazione del nostro ambiente e degli agenti che vi operano».

L'obiettivo del contributo è indagare le metodologie alla base della progettazione di una nuova visione di spazio, digitalmente caratterizzato, in cui uomo-spazio-dato possano trovare un dinamico e inedito equilibrio. Poiché la presenza diffusa dell'informazione nei contesti fisici che ci circondano genera modalità di cognizione e di interpretazione fino a pochi anni fa sconosciute, risulta utile comprendere quale ruolo può attivare la consapevolezza che ogni uomo ha delle possibilità legate alla dinamica del proprio corpo, sapendo che le qualità spaziali percepite entrano in un collegamento indissolubile tra esperienza corporea e processi di pensiero e linguaggio (Campisi, 2018). La traduzione sensoriale dei dati, non solo come elemento trasformativo dei comportamenti percettivo/motori dei gruppi e delle singole persone ma anche dello spazio, diventa un'istanza fondamentale della ricerca. La cognizione spaziale riguarda l'acquisizione, l'organizzazione e l'utilizzo della conoscenza degli ambienti e coinvolge l'insieme dei processi mentali alla base dei comportamenti e del pensiero spaziali.

A tal riguardo l'elaborazione di proprietà quali ad esempio luogo/posizione, dimensione/forma, direzione/ordine, estensione/continuità, relazioni/configurazioni, connettività/sequenza e gerarchia/dimensionalità – sostengono Postma e Koenlerin (2017) – diventa componente dirimente per poter supportare informazioni o comportamenti etichettabili come spaziali; alcuni parametri spaziali influenzano l'elaborazione di una conseguenza comportamentale da parte degli occupanti. Maurice Merleau-Ponty (2005) descrive la percezione come un processo di ri-creazione e ri-costituzione del mondo nel quale il corpo umano si trova immerso in ogni momento e l'uomo entra in comunione profonda con lo spazio: il sensibile si propone all'uomo come significato motorio, come modo di essere al mondo e quindi come proposta che il corpo, se capace, riprende e assume.

La consapevolezza del fatto che, in quanto esseri umani, siamo soggetti a sviluppare stati di adattamento continuo in ragione delle condizioni spaziali in cui ci troviamo, posiziona l'essere umano al centro delle riflessioni, con le sue esperienze emotive, esposizioni multisensoriali e corporeità (Canepa, 2019), ancor più se abitante di spazi digitalmente addizionati capaci di raccogliere, restituire e scambiare dinamicamente serie di dati. Comprendere i modi in cui i dati digitali possano

trovare rappresentazione percettiva nello spazio è un fronte di ricerca transdisciplinare a cui le molteplici discipline del progetto sono chiamate a fornire delle risposte.

Lo spazio addizionato e i dati georeferenziati come elemento di progetto

Le espressioni progettuali che approfondiscono la relazione tra dato digitale, spazio e comportamento utente mostrano una limitata varietà di metodologie e casi studio. Lo stato dell'arte, di cui la Tabella 1 restituisce alcuni casi studio, riporta un'ampia proposta di sperimentazioni e progetti focalizzati prevalentemente sul concetto di 'spazio addizionato', inteso come spazio fisico esistente a cui si sovrappone una nuova dimensione virtuale attraverso il dato. Questo processo di 'stratificazione' di molteplici modi di abitare lo spazio non è recente ma appartiene alla storia dell'uomo e, quindi, della città. Da sempre la struttura ossea e fisica dell'architettura rappresenta un dato fisso, permanente e immutabile capace di accogliere attività, usi, esperienze e dati mutabili, generando una spazialità stratificata.

La traduzione sensoriale dei dati referenziati in tempo reale a uno spazio è una pratica progettuale non ancora consolidata ma ugualmente diffusa nell'ambito del progetto. I dati formano un substrato dello spazio reale (Zannoni, 2018) e sono elemento di progetto dello e nello spazio. Appartengono a questo insieme molteplici tipologie di dati (parametri ambientali, testi digitali scritti dagli utenti, dati riguardanti i comportamenti motori o espressivi umani, ecc.) mentre quelli che descrivono le qualità fisico/chimiche dello spazio sono innumerevoli (temperatura, umidità, particolato, ecc.) e sono raccolti attraverso sistemi territoriali gestiti da Enti pubblici (ad esempio da centraline che monitorano la qualità dell'aria) o attraverso iniziative di 'rilevamento' in cui ogni cittadino diventa fornitore di dati localizzati (De Greve et alii, 2022).

La traduzione di questi grandi agglomerati di dati converge principalmente su sistemi di 'visualizzazione di dati' attraverso display digitali. Raramente gli stessi dati diventano elemento di progetto su cui basare il comportamento del sistema degli oggetti capace di attivare lo spazio fisico e condiviso delle comunità; esempi di questa progettualità si trovano inseriti sia in contesti indoor che outdoor come i progetti U-DATInos¹ e Smog Shades². Il primo progetto, a firma di Persico e laconesi, traduce i dati dell'inquinamento del fiume Oreto (Palermo) in una scultura animata che, modulando suoni e luci, esprime in tempo reale la qualità dell'acqua rilevata da una rete di sensori interconnessi (Fig. 1); similmente nell'installazione Smog Shades, Huachen Xin propone un riferimento urbano che, attraverso la modifica della propria trasparenza, esprime il dato generale di qualità dell'aria della città (Figg. 2, 3).

Una seconda tipologia di dati è quella relativa ai testi dei post sui social network. Attraverso una 'continuous semantics and real-time data extraction' (Nagarajan, Sheth and Velmurugan, 2011) i testi sono destrutturati in categorie semantiche specifiche e successivamente tradotti in qualità sensoriali. Esempi sono i progetti Datagrove³ e Whithervanes⁴. Nel primo progetto i dati rielaborati e trasformati in categorie diventano caratterizzazioni sensoriali di un elemento di arredo urbano posto al centro di una piccola piazza (Figg.

Name	Author	Year	Environmental Data	Text-Processed Data	Data Motion or Emotional Behaviors	Data Spatial Analysis	Sensory Data Translation	Figure
U-DATInos	Iaconesi & Persico	2020	Real-time Water Quality	-	-	no	Sounds, Light, Moving Elements	1
Smog Shades	Huachen Xin	2020	Real-time Air Quality	-	-	no	Change Surface Transparency	2, 3
Datagrove	Futureform	2012	-	Real-time Post Social Network	-	no	Sounds, Light, Display	4, 5
Whithervanes	Rooftwo	2016	-	Real-time Texts Blog Information	-	no	Sounds, Light	6, 7
Bubbles	FoxLin et alii	2015	-	-	Real-time Interaction between body and devices	no	Object Volume Transformation	8, 9
Le Maison sensible	Scenocosme et alii	2015	-	-	Real-time Body movements	no	Change Interactive Experience	10
Ideascape, Porth Teigr	Calvium	2017	-	Real-time Interactions with apps	-	Multimedia Archive	Interactive Objects	11
London Smart Wayfinding	Maynard	2020	-	-	Real-time User's GPS	Human Spatial Movement	Direction Signals	-
Nature Trail	Jason Bruges	2012	-	-	Real-time Interactions with wall	Light Intensity	Interactive Animated Patterns of Light	12, 13

Tab. 1 | Case studies analysis (credit: the Authors, 2022).

4, 5). Nel secondo progetto un galletto segnamento è collocato in posizione di visibilità rispetto alle strade delle città (Miami e Folkestone) e assume un comportamento specifico in base alla tipologia di notizie che, in tempo reale, sono riferite al luogo (Figg. 6, 7): quando la tipologia di informazione racconta categorie di paura e conflitto, il galletto segnamento si tinge di rosso e comincia a girare mentre quando accresce la densità di notizie positive il galletto rimane fermo e assume colorazioni più fredde.

Un'ulteriore categoria di dati georeferenziati è quella relativa al comportamento degli utenti nello spazio, siano essi legati alle dinamiche spaziali dei gruppi (flussi, punti di aggregazione, punti di riposo, ecc.) che delle singole persone. Esempio è il progetto Bubbles⁵ che sfrutta sensori per rilevare il numero di interazioni con se stessa in tempo reale (Figg. 8, 9) generando una trasformazione dello spazio attraverso grandi pneumi gonfiabili che aumentano e diminuiscono di volume in modo proporzionalmente inverso al numero di interazioni: il risultato è una piazza che offre una diversa misura di spazio in relazione al numero di persone presenti.

Tecnologie più capillari rispetto alla sfera personale sono quelle che permettono l'estrazione di dati legati all'emozione delle persone presenti nello spazio. L'affective computing, ad esempio,

grazie alle intelligenze artificiali riesce a riconoscere le emozioni primarie umane: le tecniche utilizzate, basate su algoritmi di machine learning e intelligenza artificiale (Karyotis et alii, 2017), utilizzano i dati delle immagini delle videocamere per il tracciamento facciale o l'analisi della postura del corpo. Esempio è il progetto Le Maison Sensible⁶ in cui i progettisti hanno definito una serie di proiezioni e suoni che, presenti in pareti, pavimento e mobili, reagiscono empaticamente alla tipologia di comportamento che i corpi generano nello spazio (Fig. 10): quando vengono rilevati movimenti bruschi i sistemi interattivi rispondono limitando i livelli di interazione, diversamente quando il comportamento degli utenti è composto e lento la stanza si attiva con output sonori e visivi armoniosi.

Gli esempi citati mostrano come le attuali tecnologie digitali abbiano una buona capacità di adattarsi alle casistiche che gli ambienti umani propongono. Tuttavia questa potenzialità non si traduce sempre in spazi capaci di rispondere alle esigenze delle persone che li vivono; si rileva piuttosto una tendenza dei progetti a rendere manifesti dati georeferenziati ma a non valorizzare le caratteristiche spaziali del luogo di inserimento con la conseguente mancata integrazione tra utenti, dati e spazio. La pervasività e la velocità di sviluppo delle tecnologie abilitanti ed emergenti

agenti negli spazi non deve esimersi il progettista dal confrontarsi con le esigenze degli abitanti in un approccio sistemico al progetto, non delegando ma coordinando tavoli di progetti multi-disciplinari orientati a scelte che tengano al centro l'utente e garanti di tutte le funzionalità necessarie per la costruzione di relazioni ecologiche e naturali tra uomo e ambiente (Brischetto, 2016).

Richiamando Ratti e Claudel (2017, pp. 16, 50), «[...] la tecnologia è tornata sui suoi passi, nello spazio fisico, [che non può più considerarsi assoluto e disgiunto dalla sua dimensione digitale, dalle reti virtuali che lo attraversano.] Lo spazio dei flussi ha a che vedere con la fusione tra reti virtuali e spazio materiale: configurazioni digitali e fisiche che si influenzano attivamente a vicenda. Ma in che modo?». Che effetti riserva tale fusione all'uomo che abita lo spazio, all'esperienza che fa di esso, alla relazione topologica e a quella prossemica in esso? La ricerca pone come interrogativo di fondo una questione essenziale sulle implicazioni che la tecnologia può comportare: può il digitale affiancare l'uomo attraverso un coinvolgimento percettivo e relazionale?

J. Seely Brown e Mark Weiser (1997) sottolineano che il catalizzatore di progettazione per gli spazi costruiti non dovrebbe essere il computer, piuttosto la dinamicità dell'esperienza umana dipendente da aspetti sociali interpersonali e stati

d'animo dei singoli, aspetti solamente in parte estraibili e generalizzabili attraverso le tecniche di elaborazione dati in uso. Ciò che ancora non si considera è che i bisogni delle persone spesso dipendono dallo stato d'animo e l'ambiente non dispone di indizi correlati a tal riguardo. Nel panorama della cultura del progetto emergono numerosi contributi teorici (Pallasmaa, 2014; Mallgrave, 2018; Gallese and Gattara, 2021) e sperimentali (Lehman, 2016; Ruzzon, 2021) che arrivano a prefigurare la necessità di progettare spazi capaci di assecondare le necessità continuamente diversificate dell'abitante, a partire dall'indagine sulla relazione complessa e diretta tra i caratteri spaziali e i processi percettivi del corpo (in quanto strumento di navigazione nel mondo che, attraverso i sensi e le capacità di movimento, permette di interagire con l'ambiente fisico).

Richard Neutra (1954) ha indicato una prospettiva secondo cui la conoscenza della materia e della funzione cerebrale non è meno importante per il progetto di quanto lo sia la conoscenza dei materiali. Ben poche informazioni di questo tipo costruiscono la cultura dell'architetto e del designer; se abbiamo iniziato a considerare l'ambiente come somma totale di tutti gli stimoli a cui è esposto un sistema nervoso, si chiarisce bene come gli sviluppi futuri della fisiologia cerebrale verranno in aiuto alla progettazione di un ambiente costruito, suffragandola con conoscenze specifiche.

Le interattività spaziali | La città contemporanea, sollecitata dai profondi cambiamenti culturali, tecnologici, economici, sociali e politici, sta ridefinendo la geografia dei propri confini, intesi come fisici e virtuali. Se l'architettura è l'arte il cui mezzo è lo spazio e se la nostra comprensione dello spazio sta mutando, non dovrebbe mutare anche l'architettura? La risposta di Marcos Novak è la 'transarchitettura', ovvero «[...] una trasformazione o una trasmutazione dell'architettura verso la rottura dell'opposizione di fisico e virtuale e la proposta di un continuum che conduca da un'architettura fisica a un'architettura tecnologicamente potenziata, a un'architettura del cyberspazio».⁷

Alla luce di queste ricerche si propone l'elaborazione del paradigma della 'interattività spaziale', o meglio della 'inter-spazialità' tra il mondo fisico e digitale dell'architettura: invece degli usi convenzionali della tecnologia digitale, come la creazione di mondi immaginari o astratti completamente immersivi, per il miglioramento funzionale della realtà che abitiamo emerge un nuovo tipo di spazialità che, grazie all'integrazione di variabili categorie di dati georiferenziati, instaura un dialogo continuo con l'abitante che lo occupa, influenzando sul processo di costruzione dello spazio fisico. Lavorare sui requisiti che permettano di rafforzare la relazione tra persone, tecnologie digitali e spazi è la prerogativa del paradigma della 'inter-spazialità', che tenta di offrire un punto di partenza per lo sviluppo di principi progettuali incentrati sul mutuo rapporto tra utente, dato e spazio (Perriccioli, 2021).

Grazie alle forme di tecnologia digitale incorporate nello spazio (che percepisce, registra, reagisce alle persone) e allo spazio stesso, l'inter-spazialità sposta l'enfasi della ricerca 'sull'esperienza' dell'abitante, piuttosto che sull'adozione di nuove tecnologie per creare ambienti più intelligenti. Come prospettiva quindi la nozione di 'interattività spaziale' vuole evidenziare la dimensio-

ne di reciprocità che gli ambienti costruiti possono acquisire e il modo in cui si relazionano alle persone che li occupano. I dati che si manifestano nello spazio attraverso traduzioni sensoriali acquisiscono dunque qualità che contribuiscono a definire l'identità dello spazio.

Attraverso le qualità assunte i dati entrano a far parte del campo percettivo, situandosi in comunione con la presenza umana nello spazio. Se la caratteristica sensoriale che lo spazio assume è trasformativa, la sua identità non sarà fissa ma mutabile. Il mutabile, la variazione, è la caratteristica su cui la maggioranza dei sensi agisce: se da un lato si assiste a un utilizzo dei dati come strumento di conoscenza della realtà attraverso l'analisi degli stessi, dall'altro è da comprendere come questi dati, presi singolarmente con periodicità o nel loro fluire, possano divenire parte dello spazio stesso. La trasduzione quali comportamenti può attivare? Con quale efficacia? Con quale consapevolezza?

Il dibattito scientifico e progettuale su temi simili alla ricerca proposta offre molteplici casi studio che esprimono la potenzialità di uno spazio integrato con i dati da esso e in esso generati. Categorie di progetto che esplicitamente fanno riferimento a questa metodologia sono il 'digital placemaking', il 'digital wayfinding' e il 'digital sensemaking'. Un caso studio rappresentativo del primo è il progetto Ideascape – Porth Teigr realizzato dallo studio Calvium⁸ nel 2017. L'area su cui i progettisti si sono concentrati era in fase di riqualificazione con un Piano di aumento significativo degli edifici abitativi, commerciali e di comunità. Il progetto, nato dall'esigenza di qualificare i luoghi della comunità con proposte di 'placemaking' che utilizzassero una preesistenza di informazioni dello spazio, utilizza dati legati all'uso dei luoghi pubblici affittabili, ma scarsamente richiesti, dati multimediali legati alla storia (Fig. 11) e agli oggetti archiviati del luogo e dati di promozione delle attività commerciali.

A questi si intrecciano le esigenze emerse dalla lettura del luogo, come la divisione orografica della comunità in due aree distinte o la mancanza di uno spazio di progettualità cittadina. Viene quindi sfruttata la lettura della realtà emersa dall'analisi dei dati del territorio e gli stessi vengono utilizzati come contenuto variabile di progettualità fisse. I dati rilevati sono utilizzati sia per leggere le caratteristiche del luogo sia come elemento di progetto dello spazio. Lo studio, infatti, propone periscopi in realtà aumentata capaci di sovrapporre passato e futuro alle immagini della realtà attraverso un'applicazione capace di gestire le prenotazioni degli spazi comuni del quartiere, una sorta di oggetto parlante che suggerisce le offerte commerciali delle attività attigue all'installazione.

Il team Maynard propone⁹ un progetto di 'digital wayfinding' per il distretto del Queen Elizabeth Olympic Park a Londra. In seguito al rilievo dell'Amministrazione di criticità legate alla navigazione e all'orientamento, i progettisti hanno proposto un sistema di wayfinding in cui le informazioni sono date in tempo reale ai singoli utenti sfruttando piccoli display e-ink inseriti su elementi di arredo urbano a basso consumo energetico. Il progetto di 'digital sensemaking' proposto da Bruges nasce dall'osservazione del corridoio che conduce alle sale operatorie nel Great Ormond Street Hospital di Londra¹⁰, un ospedale pedia-

trico. Da un'analisi pre-progettuale è emerso come il bagliore delle luci fosse particolarmente intenso, il rapporto tra larghezza e altezza del corridoio sbilanciato, la lunghezza da percorrere rilevante e le superfici verticali e orizzontali anonime. Il progetto ha previsto la realizzazione di un percorso capace di catturare l'attenzione, in cui i piccoli pazienti, mentre lo attraversano, possono interagire con 72 mila luci LED ed effetti sonori che, reagendo alla presenza, al movimento o al tocco delle mani, fanno nascere sagome di animali e vegetali (Figg. 12, 13), trasformando l'esperienza di attraversamento in un'avventura attraverso una natura magica.

Nei casi studio citati la mutua relazione tra utente, dato e spazio si compie dopo che il processo di progettazione ha messo in evidenza le criticità dei luoghi. Al fine di generare un'efficacia interattività tra intervento e spazio addizionato, l'analisi dello stato di fatto del luogo è compiuto tramite tecniche qualitative e quantitative capaci di sfruttare la preesistenza del luogo sia fisica che digitale (Fig. 14). In questo secondo gruppo di casi studio si intravede la possibilità di sviluppo di uno spazio da una dimensione tradizionalmente immutabile a una dinamica, aperta e malleabile capace di seguire i cambiamenti richiesti dai bisogni individuali nelle varie scale temporali e spaziali, suggerendo preliminarmente una condizione e successivamente modificandola in una relazione dialettica e dinamica (con l'abitante stesso) basata sull'abilitare la capacità umana e non sull'automatizzazione delle funzioni.

Riconoscere che la spazialità del mondo visto è una spazialità catturata non da misurazioni geometriche ma da risposte comportamentali implica riconoscere l'evidenza di risposte emotive e corporee che persistono ad ogni 'incontro' architettonico. Di conseguenza, un approccio alla progettazione e alla comprensione delle possibilità offerte da uno spazio costruito puramente gene-

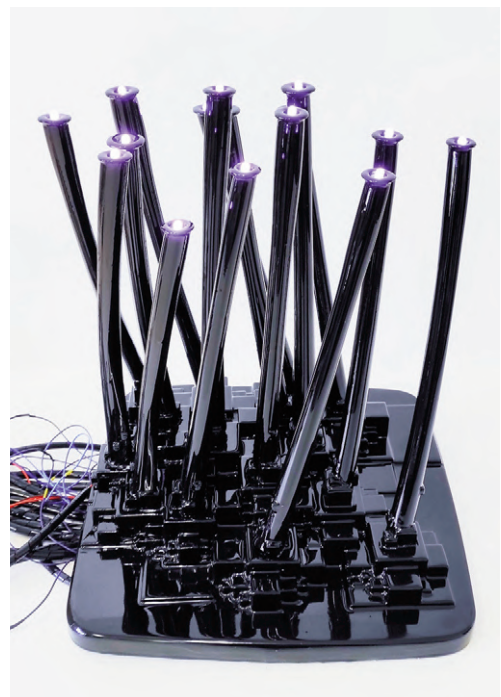


Fig. 1 | U-DATInos, designed by Iaconesi and Persico, 2020 (credit: S. Iaconesi and O. Persico, courtesy of HER – She Loves Data).



Figg. 2, 3 | Smog Shades, designed by Huachen Xin, 2020 (credits: H. Xin; courtesy of Huachen Xin).

ralizzato e 'disincarnato' è chiaramente limitante, in quanto esclude la risposta all'esperienza (che è sempre interazione bidirezionale) e cioè come lo spazio viene percepito, differendo ampiamente dalle informazioni provenienti da progetti spaziali oggettivamente costruiti.

Conclusioni e sviluppi futuri | Affrontare l'insieme complesso delle criticità esposte costituisce l'ambizione di questo contributo, che punta a mettere in rilievo contraddizioni e incertezze quali possibili condizioni di una nuova progettualità. Secondo le istanze presentate, non si intende individuare soluzioni definitive e dimostrative, errore di metodo non proponibile considerando la complessità e vastità del tema affrontato. Si intende piuttosto offrire uno spaccato della realtà dinamicamente mutevole in cui viviamo, tracciando nuove direzioni di possibili ricerche progettuali future. La complessità del tema rende necessaria una struttura transdisciplinare della ricerca attraverso il contributo di diverse sensibilità del progetto, come la composizione architettonica e urbana, la tecnologia dell'architettura e il design del prodotto, capaci di interagire con campi di ricerca afferenti agli studi del comportamento dell'uomo.

La nuova chiave di lettura del rapporto uomo-spazio-dato attraverso il concetto di interattività spaziale (inter-spazialità) ha lo scopo di rimarcare le implicazioni del digitale applicato agli spazi. L'implementazione digitale si è consolidata in diverse applicazioni che vanno dalla sorveglianza all'intrattenimento, dalla riabilitazione medica alla progettazione di mostre museali e al commercio. Tuttavia rispetto alle nuove traiettorie delineate dal paradigma dell'interattività spaziale, l'integrazione simultanea di informazioni digitali e spazio costruito necessita di una struttura concettuale su cui ancorare le sperimentazioni future, rifuggendo da approcci progettuali che utilizzano la tecnologia come elemento 'decorativo' dello spazio. In quest'ottica il presente studio ha l'ambizione di stimolare un nuovo approccio progettuale che si avvalga di competenze transdisciplinari per mettere a sistema la fisicità dello spazio con layer digitali capaci di descrivere l'esperienza umana su temporalità differenti.

I casi studio citati fanno emergere cluster tematici e progettuali di interesse che possono essere utilizzati come guida per ulteriori sviluppi sul tema; tra questi la manifestazione nello spazio di tracce digitali appartenenti a categorie di utenti meno visibili o a temporalmente asincrone, la gui-

da degli utenti in percorsi urbani che grazie ai dati mutano in tempo reale, l'invito, il supporto o perfino l'attivazione di comportamenti multiutente all'interno degli spazi condivisi dalle comunità. Ampliando poi il raggio di azione è possibile prendere in esame tutti gli elementi che influiscono sulla forma dello spazio fisico outdoor e indoor per verificare le contaminazioni tra le permanenze formali dello spazio fisico architettonico e la definizione di spazialità 'altre', virtuali, meno codificate, più fluide e dinamiche.

A tal riguardo si rendono necessarie nuove e inedite azioni sperimentali e applicative – da affiancare all'apparato teorico – sulla relazione tra progetto degli spazi digitalmente addizionati e comportamento dell'utente, azioni attuabili solo attraverso un network di sensibilità e competenze disciplinari differenti. Considerare lo spazio come partecipante al pari dell'utente nella costruzione di un'esperienza percettiva implica l'implementazione di strumenti di comprensione, più intima e raffinata, della percezione da parte degli abitanti dello spazio, ancor prima di utilizzarlo. Se da una parte i sensi e le percezioni sono la base di come le persone vivono lo spazio e dall'altra le emozioni, la memoria e la materialità che collegano il comfort con la storia e la cultura personale sono fattori rilevanti quando un abitante incontra uno spazio da abitare (Robinson, 2014), occorre gettare lo sguardo verso orizzonti disciplinari finora lontani rispetto alla cultura del progetto poiché, oltre al 'come', è necessario individuare anche 'cosa' condizioni l'occupante nel suo abitare lo spazio.

L'uso del paradigma della interattività spaziale proposto nell'orizzonte contemporaneo del progetto presenta una vasta applicabilità a situazioni molteplici e dinamiche, siano esse urbane, paesaggistiche o architettoniche, pubbliche o private. La capillare diffusione di questo nuovo approccio metodologico al progetto implica, allo stesso tempo, il superamento di molteplici criticità e problematiche di natura generale e puntuale. Innanzitutto l'interattività spaziale richiede una implementazione, e una conseguente articolazione, delle fasi organizzative e di processo per costruire un flusso progettuale con risorse adeguate alle complesse e lunghe fasi di analisi quantitativa e percettiva dello spazio; poi la necessaria presenza di svariate professionalità e competenze, difficilmente strutturabili sin dalle fasi iniziali del processo di ideazione del di progetto; infine la disponibilità economica per l'implementazione tecnologica dello spazio, tanto nella fase realizzativa quanto nelle suc-

cessive fasi di gestione, per l'elaborazione dei dati e per la manutenzione delle attrezzature.

L'implementazione spaziale legata all'interattività è un campo di ricerca attuale, capace di attivare dialoghi efficaci tra comunità e decisori politici (Gaspari et alii, 2022). L'accesso agli strumenti finanziari previsti dalla comunità europea non è l'unica opportunità con cui il paradigma proposto può essere adottato, ma rappresenta sicuramente una delle risorse più rilevanti per il prossimo futuro. Sono molteplici infatti i finanziamenti strategici messi in campo per rispondere alla sfida di un futuro digitale, forniti da una rete di programmi europei integrati, come il Programma Europa Digitale, il Programma Horizon Europe per la Ricerca e l'Innovazione e i fondi per collegare l'Europa tramite le infrastrutture digitali, per la ripresa e la resilienza e quelli strutturali, per citarne alcuni.

Lo sviluppo delle fasi analitiche attraverso l'utilizzo di strumenti digitali si iscrive nella continua ridefinizione del processo progettuale che affianca il progettista con nuovi strumenti e professionalità legate all'analisi dei dati. Se a una prima lettura l'aumento dei costi potrebbe risultare una criticità limitativa allo sviluppo e all'applicazione di questo paradigma, l'auspicio è che una migliore comprensione della realtà esistente, urbana e fisica così come immateriale e virtuale, potrà portare a una precisa risposta alle esigenze della comunità che vive lo spazio.

The city is the ultimate human 'thing', built by people for people, composed of a material framework, physically present in the space and thus shaping its form, and of the free space in which 'things', housed in buildings or their shadows, can happen. The city can be read as a synthesis of full and empty placed in sequence and continuous transformation. Emptiness would not exist without fullness and vice versa: indeed, it is through emptiness that it is possible to have a perception and experience of fullness. Our way of perceiving the world is inevitably processed through its crossing, thus through the 'empty' space (Chatwin, 1988). Emptiness is the space of possibility, which allows for the presence of things, the movement of people and the expression of the behaviour of individuals (Careri, 2006). According to Espuelas (2004), empty space is the space of penetrability in which life takes place and contingent time manifests itself; it is the setting that embraces action by enhancing its meaning. Ungers (1998), in this regard, states that bodies are arranged in space as in the setting of a stage for different human activities, for the roles of actors, and for the life that unfolds there.

The original hypothesis for this contribution assigns to 'emptiness' the role of an experimental field, with dual meaning. On the one hand, emptiness has an ontological meaning: it has to do with human's way of inhabiting space, and is the site of virtual modification as it unveils a new way of seeing and perceiving constructed reality (Poëte, 1958); walking through the streets and squares of our cities, we realize that we are not only in an 'empty' space but in a place, under the reciprocal relationship between emptiness and the system of buildings that defines it (Rossi, 1966). In the words of Heidegger (1976), emptiness 'contains'

in two ways, by both taking and holding, thus creating a relationship of semantic symbiosis between the content and that which it contains. On the other hand, emptiness is a container of information and invisible data: the urban spaces that people pass through and experience daily are increasingly characterized by the digital data they produce and that remain referenced to them; these data form, together with the city, what could be defined as an Overground Agorà (Zannoni, 2018) and contribute to defining the identity and memory of places (Fornia and Zannoni, 2018).

If, as Don Norman (2013) argues, humans are capable of more effective interactions with systems that, belonging to the real world, are more proximate to it, the relationship between the user and computational intelligences foreshadows opposite perspectives: on the one hand, a data-providing inhabitant subject to the system regulated by the network and its devices, and on the other hand, conceivable complementary talents of humans and digital agents in the space they occupy. Similarly to the forces of nature, the digital age cannot be rejected or stopped, yet human cannot escape the need for physicality and materiality inherent in the transformations of the natural world (Negroponte, 1995) in which it evolved. Studies on Natural User Interfaces demonstrate the effectiveness of the human body experience as a tool for projects related to human-machine interfaces with high comprehensibility (Shi, 2018). Research related to proxemics between people (Hall, 1966) exemplifies how the interpretation of interrelated bodies can be used to construct effective environmental interfaces (Vogel and Balakrishnan, 2004).

If it is true that humanity shall never be able to inhabit information and that bits, even in the future, will not replace atoms (De Fusco, 1967), it is also true that the Internet and its data have increasingly acquired a spatial location, seeking a fusion between tangible and intangible. According to Floridi (2017), we are witnessing an epochal migration of humanity from Newtonian physical space to the new environment of the 'infosphere'. The presence of the technological dimension is transforming our spaces in increasingly tangible ways, not through some biotechnological transformation in our bodies, but, more seriously and realistically, through the radical transformation of our environment and the agents that operate in it.

This paper aims to investigate the methodologies behind designing a new vision of space, digitally characterized, in which human-space-data can find a dynamic and unprecedented balance. As the widespread presence of information in the physical contexts around us generates modes of cognition and interpretation that were unknown until a few years ago, it is useful to understand what role can activate each individual's awareness of the possibilities related to their body dynamics, knowing that perceived spatial qualities enter into an inextricable link between bodily experience and thought and language processes (Campisi, 2018). The sensory translation of data, as a transformative element not only of perceptual/motor behaviours of groups and individuals but also of space, becomes a fundamental research concern. Spatial cognition concerns the acquisition, organization and use of knowledge of environments and involves the set of mental processes underlying spatial behaviours and thinking.

In this regard, Postma and Koenderin (2017) argue that the processing of properties such as place/location, size/shape, direction/order, extension/continuity, relationships/configurations, connectivity/sequence, and hierarchy/dimensionality becomes a decisive component to support information or behaviours that can be labelled as spatial; certain spatial parameters influence the occupants' processing of a behavioural consequence. Maurice Merleau-Ponty (2005) describes perception as a process of re-creation and re-constitution of the world in which the human body is immersed in every moment and the human enters into deep communion with space: the sensitive is proposed to man as a motor meaning, as a way of existing and thus as a proposition that the body, if capable, takes up and assumes.

The awareness of the fact that, as human beings, we are subject to developing states of continuous adaptation due to the spatial conditions in which we find ourselves, positions the human being at the centre of reflections, with its emotional experiences, multisensory exposures and corporeality (Canepa, 2019), even more so when inhabiting digitally augmented spaces capable of dynamically collecting, returning and exchanging data sets. Understanding how digital data can find perceptual representation in space is a transdisciplinary research front to which multiple design disciplines are called upon to provide answers.

Added space and georeferenced data as a design element | Design expressions that explore the relationship between digital data, space and user behaviour display a limited variety of methodologies and case studies. The state of the art reports a wide range of experiments and projects focused mainly on the concept of 'added space', understood as existing physical space superimposed on a new virtual dimension through data; Table 1 shows some case studies. This process of 'stratification' of multiple ways of inhabiting space is not recent but belongs to the history of man and, therefore, of the city. Architecture's backbone and physical structure has always been a fixed, permanent and immutable fact, capable of accommodating activities, uses, experiences and mutable data, generating a stratified spatiality.

The sensory translation of referenced data in real-time to a space is a design practice which is not yet consolidated but equally widespread within the project. The data forms a substrate of the real space (Zannoni, 2018) and represents a design element of and in space. Many types of data belong to this set (environmental parameters, digital texts written by users, data concerning human motor or expressive behaviours, etc.), whereas those that describe the physical/chemical qualities of space are countless (temperature, humidity, particulate matter, etc.) and are collected through territorial systems managed by public bodies (for example by control units that monitor air quality) or through 'detection' initiatives in which every citizen becomes a supplier of localized data (De Greve et alii, 2022).

The translation of these big data agglomerations converges mainly on 'data visualisation' systems through digital displays. Rarely does the same data become a design element on which to base the behaviour of the object system capable

of activating the physical and shared space of communities; examples of such a design can be found embedded in both indoor and outdoor contexts such as the U-DATInos¹ and Smog Shades² projects. The first project, by Persico and Iaconesi, translates the pollution data of the Oreto river (Palermo) into an animated sculpture that, by modulating sounds and lights, conveys the water quality detected by a network of interconnected sensors in real-time (Fig. 1); similarly, in the installation Smog Shades, Huachen Xin proposes an urban reference that, by altering its transparency, expresses the general data relating to the air quality of the city (Fig. 2, 3).

The second type of data relates to the texts of social media posts. Through continuous semantics and real-time data extraction (Nagarajan, Sheth and Velmurugan, 2011) texts are deconstructed into specific semantic categories and subsequently translated into sensory qualities. The Datagrove³ and Whithervanes⁴ projects are examples of this. In the first project, the data is reworked and transformed into categories to become sensory characterization of an element of urban furniture placed in the centre of a small

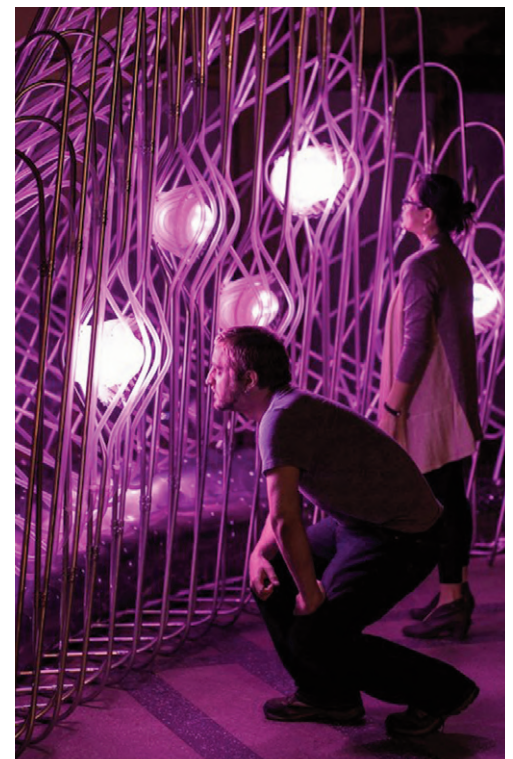


Fig. 4, 5 | Datagrove, designed by Futureforms, 2012 (credits: J. K. Johnson and N. Gattegno; courtesy of Futureforms).



Figg. 6, 7 | Whithervanes, designed by Rotooftwo, 2016 (credits: J. Marshall and C. Charles; courtesy of Rotooftwo).

Figg. 8, 9 | Bubbles, designed by FoxLin, NONDesigns and Brand Name Label, Axel Kilian, and Darius Miller, 2015 (credits: R. Kassabian; courtesy of FoxLin).

square (Figg. 4, 5). In the second project, a weathervane cockerel is placed in a visible position with respect to the city streets (Miami and Folkestone), assuming a specific behaviour based on the type of news that, in real-time, is referred to the location (Figg. 6, 7): when the type of information chronicles categories of fear and conflict, the weathervane cockerel turns red and begins to spin, while when there is an increase of positive news, the cockerel remains stationary and takes on cooler colouring.

A further category of georeferenced data is that relating to the behaviour of users in space, whether they are related to the spatial dynamics of groups (flows, aggregation points, rest points, etc.) or of individual people. An example is the Bubbles project⁵ which employs sensors to detect the number of interactions with itself in real-time (Figg. 8, 9) generating a transformation of the space through large inflatable structures that increase and decrease in volume in a proportionally inverse way to the number of interactions: the result is a square that offers a different measure of the space in relation to the number of people present.

Technologies that are more pervasive in comparison to the personal sphere are those that al-

low the extraction of data related to the emotions of people in the space. Affective computing, for example, is able to recognize primary human emotions through artificial intelligence: the techniques used, based on machine learning and artificial intelligence algorithms (Karyotis et alii, 2017), use camera image data for facial tracking or body posture analysis. An example is the Le Maison Sensible project⁶, in which the designers have defined a series of projections and sounds that, embedded in walls, floors and furniture, react empathetically to the type of behaviour that bodies generate in the space (Fig. 10): the interactive systems respond by limiting the levels of interaction when sudden movements are detected, whereas the room is activated with harmonious sound and visual outputs when the user behaviour is composed and slow.

The aforementioned examples show how current digital technologies are generally able to adapt to the contingencies proposed by human environments. However, this potential does not always translate into spaces capable of responding to the needs of the people who live there; rather, there is a tendency for projects to manifest georeferenced data but not to enhance the spatial

characteristics of the place of inclusion, resulting in a lack of integration between users, data and space. The pervasiveness and speed of development of enabling and emerging technologies acting in spaces must not exempt the designer from addressing the needs of the inhabitants in a systemic approach to design, not delegating but coordinating multi-disciplinary project tables oriented towards choices that maintain the user at the centre and guarantee all the necessary functionalities for the construction of ecological and natural relationships between humans and the environment (Brischetto, 2016).

To cite Ratti and Claudel (2017), technology has retraced its steps in the physical space, which can no longer be considered absolute and disconnected from its digital dimension, from the virtual networks that flow through it. The space of flows is concerned with the merging of virtual networks and material space: digital and physical configurations that actively influence each other. But in what way? What effects does such a merger reserve for humans inhabiting the space, their experience of it, and the topological and proxemic relationship in it? The research raises an essential question about the implications of technology:

can the digital stand alongside humans through perceptual and relational involvement?

J. Seely Brown and Mark Weiser (1997) emphasize that the design catalyst for built spaces should not be the computer, but rather the dynamism of human experience dependent on interpersonal social aspects and moods of individuals, aspects only partly extractable and generalizable through current data processing techniques. What is not yet considered is that people's needs often depend on their state of mind, and the environment has no correlated indicators in this regard. Several theoretical (Pallasmaa, 2014; Mallgrave, 2018; Gallese and Gattara, 2021) and experimental (Lehman, 2016; Ruzzon, 2021) contributions emerge in the design culture landscape and foreshadow the need to design spaces capable of accommodating the continuously diversifying demands of the inhabitant, starting with the investigation of the complex and direct relationship between spatial features and the perceptual processes of the body (as a means of navigating a world that, through the senses and movement capabilities, enables interaction with the physical environment).

Richard Neutra (1954) suggested a perspective according to which knowledge of subject matter and brain function is no less important for the project than knowledge of materials. Very little information of this kind builds the culture of the architect and the designer; if we have begun to consider the environment as the total sum of all the stimuli to which a nervous system is exposed, it becomes very clear how future developments in brain physiology will aid in the design of a built environment, supporting it with specific knowledge.

Spatial interactivity | The contemporary city, prompted by profound cultural, technological, economic, social and political changes, is redefining the geography of its borders, intended as both physical and virtual. If architecture is the art whose medium is space, and if our understanding of space is changing, shouldn't architecture also change? Marcos Novak's answer is 'transarchitecture', that is «[...] a transformation or transmutation of architecture intended to break down physical and virtual opposition, proposing a continuum ranging from physical architecture to architecture energized by technological augmentation to the architecture of cyberspace».⁷

In view of these studies, the elaboration of the paradigm of 'spatial interactivity', or rather 'inter-spatiality' between the physical and digital worlds of architecture is proposed: instead of the conventional uses of digital technology, such as the creation of fully immersive imaginary or abstract worlds for the functional improvement of the reality we inhabit, a new kind of spatiality emerges, establishing a continuous dialogue with the inhabitant who occupies it, influencing the process of construction of the physical space, thanks to the integration of variable categories of georeferenced data. The prerogative of the 'inter-spatiality' paradigm is to work on the requirements to strengthen the relationship between people, digital technologies and spaces, in an attempt to offer a starting point for the development of design principles centred on the mutual relationship between user, data and space (Perriccioli, 2021).

As a result of the forms of digital technology

embedded in the space (which senses, records, and reacts to people) and the space itself, inter-spatiality shifts the emphasis of research 'on the experience' of the inhabitant, rather than on the adoption of new technologies to create smarter environments. In perspective then, the notion of 'spatial interactivity' is meant to highlight the dimension of reciprocity that built environments can acquire and how they relate to the people who occupy them. The data that manifest in the space through sensory translations thus acquire qualities that contribute to defining the identity of space.

Therefore, through the acquired qualities the data become part of the perceptual field, in communion with the human presence in the space. If the sensory characteristic that the space assumes is transformative, its identity will not be fixed but mutable. The changeable, the variation, is thus the feature on which the majority of the senses act: while, on the one hand, data is used as a tool for knowledge of reality through the analysis of the same, on the other hand, it must be understood how the data, taken individually with a periodicity or as a data flow, can become part of the space itself. What behaviours can transduction activate? With what effectiveness? With what awareness?

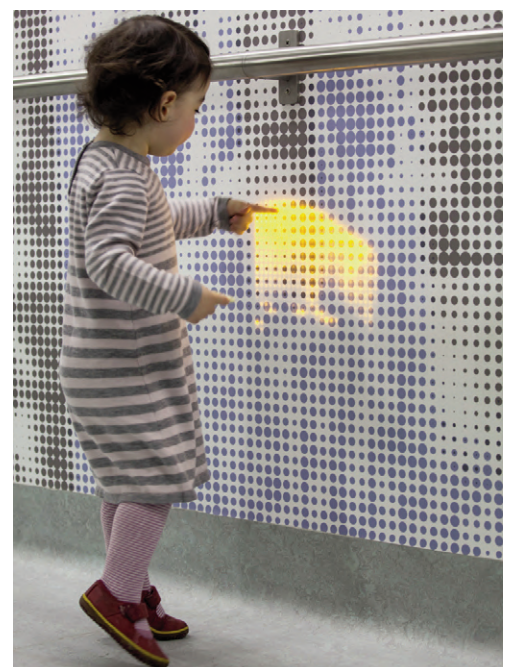
The scientific and design debate on topics similar to the proposed research offers multiple case studies that express the potential of a space integrated with the data generated by it and in it. Project categories that explicitly refer to this methodology are 'digital placemaking', 'digital wayfinding' and 'digital sensemaking'. A representative case study of the first is the Ideascap – Porth Teigr project carried out by the Calvium studio⁸ in 2017. The area on which the designers focused was being redeveloped with a plan to significantly increase housing, commercial and community buildings. The project, arising out of the need to qualify community places with 'placemaking' proposals using a pre-existence of spatial information, utilizes data related to the use of rentable but seldom requested public places, multimedia data related to history (Fig. 11) and to the stored objects of the place, as well as data regarding the promotion of commercial activities.

These are intertwined with the needs emerging from the reading of the place, such as the orographic division of the community into two distinct areas or the lack of a city planning space. Therefore, it is possible to leverage the reading of the reality that emerges from the analysis of territorial data, then used as the variable content of fixed planning. The data collected are used both to read the characteristics of the place and as a design element of the space. The study proposes periscopes in augmented reality capable of superimposing past and future on the images of reality through an application to manage the reservations of the neighbourhood common spaces, a sort of talking object that suggests the commercial offers of activities adjacent to the installation.

Fig. 10 | La Maison sensible, designed by Scenocosme in collaboration with Lola and Yukao Meet, 2015 (credit: G. Lasserre & A. met den Ancxt; courtesy of Scenocosme).

Fig. 11 | Ideascap: Porth Teigr, designed by Calvium, 2017 (credit: Calvium; courtesy of Calvium).

Figgs. 12, 13 | Nature Trail, designed by Jason Bruges, 2012 (credits: J. Bruges; courtesy of Jason Bruges Studio).



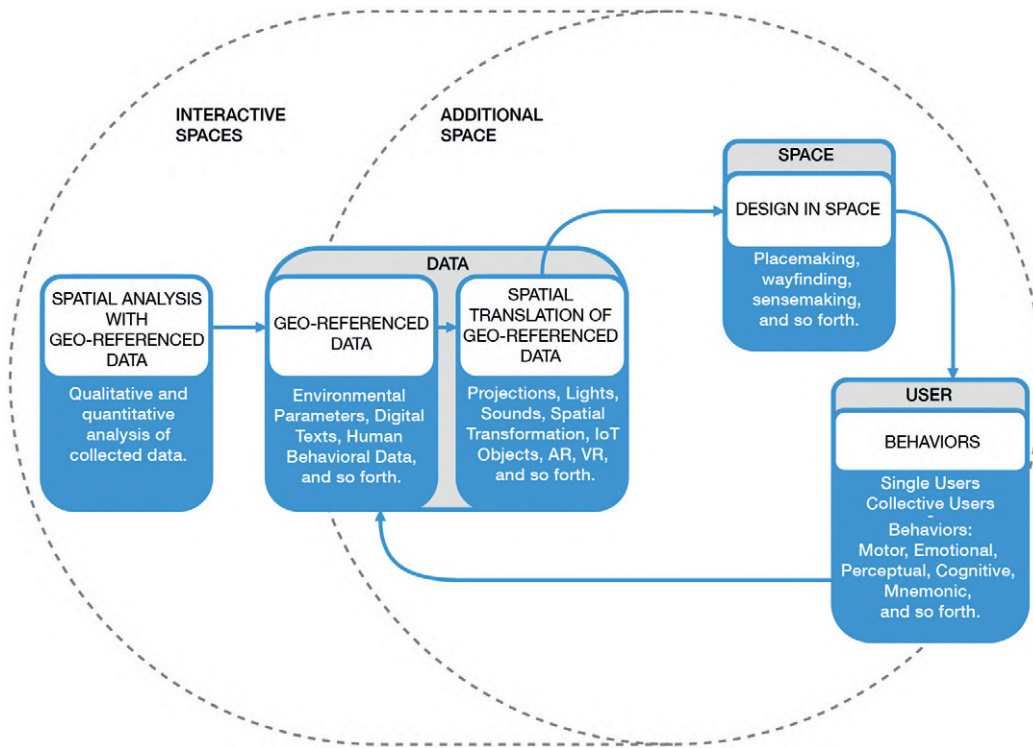


Fig. 14 | Spatial interactivity (credit: the Authors, 2022).

The Maynard team proposes⁹ a 'digital wayfinding' project for the Queen Elizabeth Olympic Park district in London. Following the administration's survey of critical issues related to navigation and orientation, designers proposed a wayfinding system in which information is given to individual users in real-time by taking advantage of small e-ink displays placed on low-energy street furniture elements. The 'digital sensemaking' project proposed by Bruges originates from the observation of the corridor leading to the operating rooms in the Great Ormond Street Hospital in London¹⁰, a children's hospital. A pre-design analysis revealed that the glow of the lights was particularly intense, the relationship between the width and height of the corridor was unbalanced, the length to travel was relevant and the vertical and horizontal surfaces were anonymous. The project involved the creation of an attention-captivating pathway in which young patients walk and interact with 72 thousand LED lights and sound effects that react to their presence, movement or touch of their hands, creating animal and plant silhouettes (Fig. 12, 13), transforming the crossing experience into an adventure of magical nature.

In the aforementioned case studies, the mutual relationship between user, data and space is accomplished after the design process has highlighted the criticalities of the places. To generate effective interactivity between intervention and added space, the analysis of the factual state of the place is carried out through qualitative and quantitative techniques capable of leveraging the digital and physical pre-existence of the place (Fig. 14). In this second group of cases studies, insights are gained into the possibility of developing a space from a traditionally unchanging dimension to a dynamic, open and malleable one. A space capable of tracking the changes required by individual needs in the various temporal and spatial scales, preliminarily suggesting a condition

and subsequently modifying it in a dialectical and dynamic relationship (with the same inhabitant) based on enabling human capacity and not on automating functions.

Recognizing that the spatiality of the lived world is a spatiality captured not by geometric measurements but by behavioural responses implies recognizing the evidence of emotional and bodily responses that persist at every architectural 'encounter'. Consequently, a purely generalized and 'disembodied' approach to designing and understanding the possibilities offered by built space is limiting, as it excludes the response to experience (which is always a two-way interaction) and that is how space is perceived, differing widely with information from objectively constructed spatial designs.

Conclusions and future developments | This contribution aspires to address the complex set of aforementioned critical issues, aiming to highlight contradictions and uncertainties as possible conditions for a new projectuality. Under the presented instances, there is no intention to identify definitive and demonstrative solutions, an inadmissible error of method considering the complexity and vastness of the topic addressed. Rather, the aim is to offer an insight into the dynamically changing reality in which we live, tracing new directions of possible future design research. The complexity of the topic requires a transdisciplinary research structure through the contribution of different design sensibilities, such as architectural and urban composition, architectural technology and product design, capable of interacting with research fields pertaining to human behaviour studies.

The new interpretation of the human-space-data relationship through the concept of spatial interactivity (inter-spatiality) aims to underline the implications of digital applied to the spaces. Digital implementation has consolidated into several ap-

plications ranging from surveillance to entertainment, from medical rehabilitation to museum exhibition design and commerce. However, compared to the new trajectories outlined by the paradigm of spatial interactivity, the simultaneous integration of digital information and built space requires a conceptual framework on which to anchor future experimentation, avoiding design approaches that utilize technology as a 'decorative' element of space. With this in mind, the present study aims to stimulate a new design approach using transdisciplinary expertise to systematize the physicality of space with digital layers capable of describing human experience on different temporalities.

The aforementioned case studies reveal thematic and design clusters of interest that can be used as a guide for further development on the topic; these include the manifestation in space of digital traces belonging to less visible or temporally asynchronous categories of users, the guidance of users in urban pathways that change in real-time thanks to data, and the invitation, support or even activation of multi-user behaviours within shared spaces by communities. By widening the scope, it is possible to examine all the elements that influence the form of outdoor and indoor physical space to ascertain the contaminations between the formal permanence of architectural physical space and the definition of 'other', virtual, less codified, more fluid and dynamic spatialities.

In this regard, there is a need for new and unprecedented experimental and applicative actions – to be placed side by side with the theoretical apparatus – on the relationship between the design of digitally added spaces and user behaviour, actions that can only be implemented through a network of different disciplinary sensitivities and expertise. Considering the space as an equal participant of the user in the construction of a perceptual experience implies the implementation of tools for a more intimate and refined understanding of perception by the inhabitants of the space, even before it is used. If, on the one hand, the senses and perceptions are the basis of how people experience space and, on the other hand, emotions, memory and materiality that connect comfort with history and personal culture are relevant factors when an inhabitant encounters a space to inhabit (Robinson, 2014), it is necessary to look at disciplinary horizons hitherto distant from the project culture since, in addition to 'how', it is also necessary to identify 'what' conditions the occupant in his inhabiting of the space.

The use of the paradigm of spatial interactivity proposed in the contemporary horizon of the project presents a wide applicability to multiple and dynamic situations, whether urban, landscape or architectural, public or private. The widespread dissemination of this new methodological approach to the project implies, at the same time, the overcoming of multiple critical issues and problems of a general and punctual nature. First of all, spatial interactivity requires implementation, and consequent articulation, of the organizational and process phases to build a design flow with adequate resources for the complex and long phases of quantitative and perceptive analysis of space; furthermore, a variety of professional skills and expertise are necessary but also difficult to structure from the initial stages of the design process; finally the economic availability for the tech-

nological implementation of space, both in the implementation phase and in the subsequent management phases, for data processing and equipment maintenance must be considered.

Spatial implementation linked to interactivity is a current field of research, capable of activating effective dialogues between communities and policymakers (Gaspari et alii, 2022). Access to the financial instruments provided by the European Community is not the only opportunity for the adoption of the proposed paradigm, but it certainly represents one of the most relevant resources for

the near future. In fact, there are many strategic funds put in place to meet the challenge of a digital future, provided by a network of integrated European programmes, such as the Digital Europe Programme, the Horizon Europe Programme for Research and Innovation and funds to connect Europe through digital infrastructures, for recovery and resilience, and structural ones, to name a few.

The development of the analytical phases through the use of digital tools is part of the continuous redefinition of the design process that supports the designer with new tools and profes-

sionalism related to data analysis. While on first reading the increase in cost might be a limiting criticality to the development and application of this paradigm, the hope is that a better understanding of the existing reality, urban and physical as well as immaterial and virtual, will result in a precise response to the needs of the community living the space.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the authors.

Notes

- 1) For more information, see the webpage: he-r.it/project/udatinos/ [Accessed 30 September 2022].
- 2) For more information, see the webpage: huachenxin.com/smog-shade [Accessed 30 September 2022].
- 3) For more information, see the webpage: futureforms.us/datagrove [Accessed 30 September 2022].
- 4) For more information, see the webpage: rootoftwo.com/project/whithervanes/ [Accessed 30 September 2022].
- 5) For more information, see the webpage: foxlin.com/portfolio_item/bubbles/ [Accessed 30 September 2022].
- 6) For more information, see the webpage: scenocosme.com/maison_sensible_e.htm [Accessed 30 September 2022].
- 7) For more information, see the webpage: trax.it/marcos_novak.htm [Accessed 30 September 2022].
- 8) For more information, see the webpage: calvium.com/explaining-the-ideas-at-ideascape-porth-teigr/ [Accessed 30 September 2022].
- 9) For more information, see the webpage: maynard-design.com/insight/smart-london-digital-wayfinding/ [Accessed 30 September 2022].
- 10) For more information, see the webpage: jasonbruges.com/art#/nature-trail/ [Accessed 30 September 2022].

References

- Brischetto, A. (2016), "Abitare connesso", in Follesa, S. (ed.), *Sull'abitare*, FrancoAngeli, Milano, pp. 160-167.
- Brown, J. S. and Weiser, M. (1997), "The Coming Age of Calm Technology", in Denning, J. and Metcalfe, R. M. (eds), *Beyond Calculation – The Next Fifty Years of Computing*, Copernicus-Springer, New York. [Online] Available at: link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-0685-9_6 [Accessed 30 September 2022].
- Canepa, E. (2019), *Neurocosmi – La dimensione atmosferica tra architettura e neuroscienze*, Tesi di Dottorato XXX ciclo, Dipartimento Architettura e Design, Università degli Studi di Genova, Tutors Scelsi, V. and Fassio, A., a.a. 2018-2019. [Online] Available at: iris.unige.it/handle/11567/944826 [Accessed 30 September 2022].
- Campisi, E. (2018), *Che cos'è la gestualità*, Carocci editore, Roma.
- Carelli, F. (2006), *Walkscapes – Camminare come pratica estetica*, Einaudi, Torino.
- Chatwin, B. (1988), *Le vie dei canti*, Adelphi, Milano.
- De Fusco, R. (1967), *Architettura come mass medium – Note per una semiologia architettonica*, Dedalo, Bari.
- De Greve, T., Malliet, S., Hendriks, N. and Zaman, B. (2022), "The Air Quality Lens – Ambiguity as Opportunity to Reactivate Environmental Data", in Mueller, F. F., Greuter, S., Khot, R. A., Sweetser, P. and Obrist, M. (eds), *DIS '22 Designing Interactive Systems Conference*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 335-348. [Online]

Available at: doi.org/10.1145/3532106.3533530 [Accessed 30 September 2022].

Espuelas, F. (2004), *Il vuoto – Riflessioni sullo spazio in architettura*, Marinotti, Milano.

Floridi, L. (2017), *La quarta rivoluzione – Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Raffaello Cortina, Milano.

Formia, E. and Zannoni, M. (2018), "Geo-media e Data Digital Humanities – Il ruolo della memoria collettiva nel progetto del territorio", in *MD Journal*, vol. 5, pp. 116-129. [Online] Available at: materialdesign.it/media/formato2/allegati_6526.pdf [Accessed 30 September 2022].

Gallese, V. and Gattara A. (2021), "Simulazione incarnata, estetica e architettura – Un approccio estetico sperimentale", in Robinson, S., Pallasmaa, J. and Zambelli, M. (eds), *La mente in architettura – Neuroscienze, incarnazione e il futuro del design*, Firenze University Press, Firenze, pp. 161-175. [Online] Available at: doi.org/10.36253/978-88-5518-286-7.10 [Accessed 02 November 2022].

Gaspari, J., Antonini, E., Gianfrate, V. and Mehmeti, L. (2022), "Mappare la capacità di risposta ambientale di comunità per affrontare la transizione climatica | Mapping community environmental capacity to support climate responsive transition", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 23, pp. 117-126. [Online] Available at: oaj.fupress.net/index.php/techne/article/view/12135 [Accessed 02 November 2022].

Hall, E. T. (1966), *The hidden dimension*, Doubleday, New York.

Heidegger, M. (1976), "La cosa", in Heidegger, M., *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano, pp. 109-124. [Online] Available at: monoskop.org/images/6/63/Heidegger_Martin_1976_La_cosa.pdf [Accessed 18 October 2022].

Karyotis, C., Doctor, F., Iqbal, R., James, A. and Chang, V. (2017), "Affect Aware Ambient Intelligence – Current and Future Directions", in *State of the Art in AI Applied to Ambient Intelligence*, IOS Press, vol. 298, pp. 48-67. [Online] Available at: doi.org/10.3233/978-1-61499-804-4-48 [Accessed 30 September 2022].

Lehman, M. L. (2016), *Adaptive sensory environment – An introduction*, Routledge, New York.

Mallgrave, H. F. (2018), "From 'Object' to Experience", in Robinson, S., Gattara, A. and Ruzzon, D. (eds), *Intertwining – Unfolding Art and Science*, Mimesi Edizioni, Milano, vol. 1, pp. 59-78.

Merleau-Ponty, M. (2005), *Fenomenologia della percezione* [or. ed. *Phenomenologie de la perception*, 1945], Studi Bompiani, Milano.

Nagarajan, M., Sheth, A. and Velmurugan, S. (2011), "Citizen sensor data mining, social media analytics and development centric web applications", in Sadagopan, S., Ramamirtham, K., Kumar, A. and Ravindra, M. P. (eds), *WWW '11 Proceedings of the 20th International Conference Companion on World Wide Web*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 289-290. [Online] Available at: doi.org/10.1145/1963192.1963315 [Accessed 30 September 2022].

Negroponte, N. (1995), *Being Digital*, Hodder and Stoughton, London.

Neutra, R. J. (1954), *Survival Through Design*, Oxford University Press, New York.

Norman, D. (2013), *The design of everyday things*, Dou-

bleday, New York. [Online] Available at: sunyoungkim.org/class/old/hci_f18/pdf/The-Design-of-Everyday-Things-Revised-and-Expanded-Edition.pdf [Accessed 30 September 2022].

Pallasmaa, J. (2014), "Space, Place, and Atmosphere – Peripheral Perception in Existential Experience", in Borch, C. (ed.), *Architectural Atmospheres – On the Experience and Politics of Architecture*, Birkhäuser, Berlin, pp. 18-41.

Perriccioli, M., (2021), "L'alleanza tra ecologia e cibernetica per una nuova scienza del progetto | The alliance between ecology and cybernetics for a new design science", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 21, pp. 88-93. [Online] Available at: doi.org/10.36253/techne-9855 [Accessed 30 September 2022].

Poëte, M. (1958), *Introduzione all'urbanistica – La città antica*, Einaudi, Torino.

Postma, A. and Koenderink, J. J. (2017), "A Sense of Space in Spatial Functions of the Human Brain", in Postma, A. and van der Ham, I. J. M. (eds), *Neuropsychology of space – Spatial functions of the human brain*, Elsevier Academic Press, Cambridge, pp. 1-34. [Online] Available at: doi.org/10.1016/B978-0-12-801638-1.00001-X [Accessed 30 September 2022].

Ratti, C. and Claudel, M. (2017), *La città del domani – Come le reti stanno cambiando il futuro urbano*, Giulio Einaudi Editore, Torino.

Robinson, S. (2014), *Nesting – Fare il nido – Corpo, dimora, mente*, Safarà editore, Pordenone.

Rossi, A. (1966), *L'architettura della città*, Marsilio, Venezia.

Ruzzon, D. (2021), "Le neuroscienze applicate alla progettazione", in *The Plan*, 21/04/2021. [Online] Available at: the-plan.it/contract/002/neuroscienze-e-architettura-1-alveare-concept-funzionale-e-identitario [Accessed 02 November 2022].

Shi, Y. (2018), "Interpreting User Input Intention in Natural Human Computer Interaction", in Mitrovic, T. and Zhang, J. (eds), *UMAP '18 – Proceedings of the 26th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 277-278. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3209219.3209267 [Accessed 30 September 2022].

Ungers, O. M. (1998), "Pensieri sull'architettura", in Ungers, O. M. (ed.), *O. M. Ungers – Opera completa 1991-1998*, Electa, Milano, pp. 9-21.

Vogel, D. and Balakrishnan, R. (2004), "Interactive public ambient displays – Transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users", in Feiner, S. (ed.), *UIST '04 – Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 137-146. [Online] Available at: doi.org/10.1145/1029632.1029656 [Accessed 30 September 2022].

Zannoni, M. (2018), *Progetto e interazione – Il design degli ecosistemi interattivi*, Quodlibet, Macerata.