

Interaction features



Bidimensional



Tridimensional



Simmety



Asimmetry



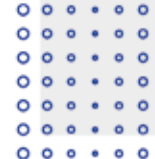
Teaching



Learning



Analogic



Digital



Standard



Custom



Ipermedia



Sensitivity

Spazi metamorfici

Ambienti in mutazione dall'arte programmata alla *mixed reality*

testo di/text by Annarita Bianco

18

19

Morphing spaces: mutating environments from programmed art to mixed reality.

Interactivity: an introduction

Over the last sixty years, there has been a proliferation of theories and experiments in the critical-theoretical and design spheres that investigate and mediate the concept of interactivity. Interactivity concerns the transfer of information between human and non-human systems constituted by the encounter between man and an artefact, be it machine, object or space. This contribution traces the theoretical and design evolution of the concept of interactivity. A path that begins even before Norbert Wiener's cybernetics includes the communicative theories of Shannon and Weaver, the information aesthetics of Abraham Moles and Max Bense, and semiotics. The latter considers interaction as a dialogical exchange, and from this point of view, interactivity is understood as the territory of the encounter between subject and object, a field of intersection within which the two entities in play become self-aware and can exchange their roles (Semprini, 1996). In the third and fourth paragraphs, we will see how, from artistic reflections, we move on to the design of artefacts in which the focus shifts from compositional problems to the definition of a network woven between the various subjects, objects and the context, be it natural or artificial, physical or virtual (Bourriaud & Giacomelli, 2020). The interactive object makes the relational network and the participatory phenomenon

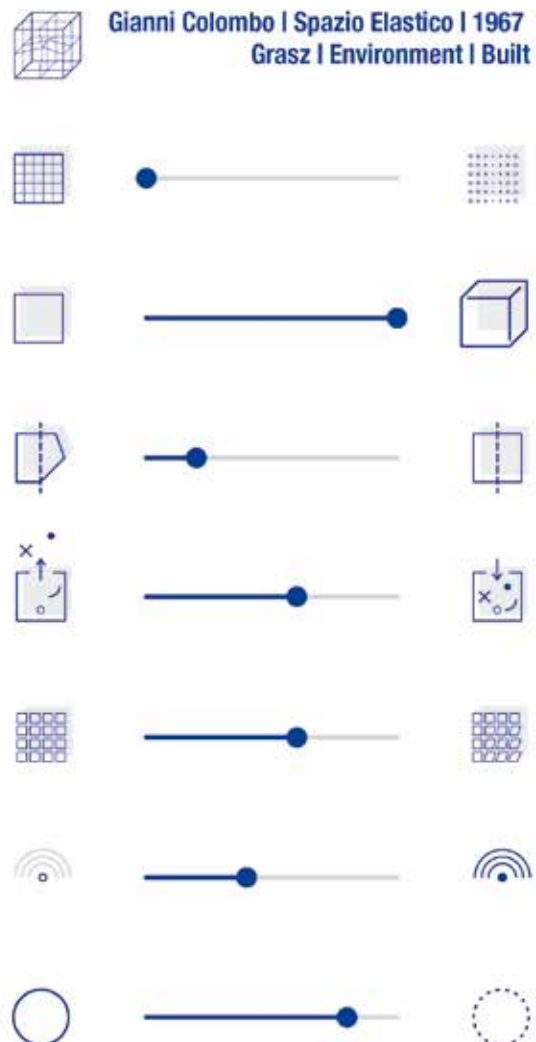
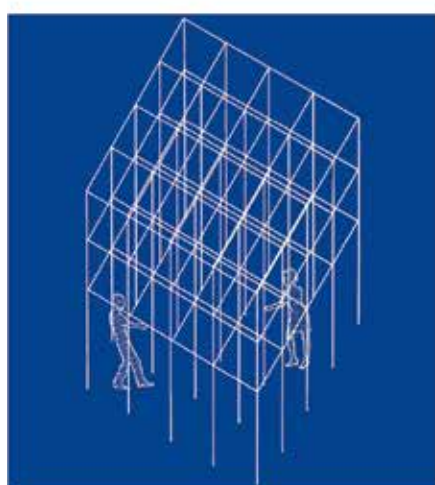
Interazione: un'introduzione

Nel corso degli ultimi sessant'anni si è assistito in ambito critico-teorico e progettuale alla proliferazione di teorie e sperimentazioni che indagano il concetto di interattività. L'interattività riguarda il trasferimento di informazioni tra sistemi umani e non-umani costituiti dall'incontro tra l'uomo e un artefatto, sia esso macchina, oggetto o spazio. Il presente contributo ripercorre l'evoluzione teorico-progettuale del concetto di interattività. Un percorso che ha inizio ancor prima della cibernetica di Norbert Wiener, include le teorie comunicative di Shannon e Weaver, l'estetica dell'informazione di Abraham Moles e Max Bense e la semiotica. Quest'ultima considera l'interazione come scambio dialogico e in quest'ottica l'interattività è intesa come il territorio di incontro tra soggetto e oggetto, un campo di intersezione all'interno del quale le due entità in gioco prendono coscienza di sé e possono eventualmente scambiare il proprio ruolo (Semprini, 1996). Nel terzo e quarto paragrafo vedremo come, dalle riflessioni artistiche si passi alla progettazione di artefatti nei quali l'attenzione si sposta dai problemi compositivi alla definizione di una rete intessuta tra i vari soggetti, gli oggetti e il contesto, sia esso naturale o artificiale, fisico o virtuale (Bourriaud & Giacomelli, 2020). L'oggetto interattivo rende palese la rete relazionale e il fenomeno partecipativo: fruitore e progettista costruiscono insieme un contenuto in continua evoluzione, il luogo nel quale avviene lo scambio è l'interfaccia; sia esso un oggetto, un allestimento o un'architettura.

Esperienze estetiche programmate

La ridefinizione del rapporto tra oggetto e soggetto, il suo ruolo attivo e interattivo nei confronti dello spazio sono tematiche esplorate in primo luogo in campo estetico dalle avanguardie artistiche di inizio Novecento: El Lissitzky, Gabo e Pevsner, Archipenko, László Moholy-Nagy e Kémy studiano la relazione tra oggetto e spazio ricercando l'attivazione attraverso la partecipazione del fruitore, esplorano i risvolti psicologici del movimento, la deformazione topologica, la percezione gestaltica. Ma è sul finire degli anni '60 che le sperimentazioni dell'arte cinetica e programmata travalicano i limiti dell'oggetto estendendo i confini del supporto artistico all'intero spazio. Un passaggio che è accompagnato dalla crisi di definizione della materia, accelerata dalle prime fasi della rivoluzione elettronica prima e digitale poi: lo spazio e gli oggetti si fluidificano perdono le caratteristiche classiche di identificazione e ciascun artefatto diviene un link, un nodo nella rete di connessioni, che intesse un rapporto tra lo spazio reale e quello virtuale (La Rocca, 2017, pp. 61-63). Una rivoluzione che, come vedremo nel successivo paragrafo, investirà tanto l'arte quanto le discipline del progetto. Autori come Lucio Fontana, Agam, i collettivi Gruppo T, Gruppo Zero di Dusseldorf, Gruppo N di Padova, le Nove Tendencije slovene

Scheda di analisi dell'opera Spazio Elastico, Gianni Colombo, 1967. Elastici fluorescenti, motori elettrici, lampada di Wood. Elaborazione grafica dell'autore, 2024 / Analysis of artwork Spazio Elastico, Gianni Colombo, 1967. Fluorescent elastics, electric motors, Wood's lamp. Image by the author, 2024



evident: user and designer construct a constantly evolving content, where the exchange takes place in the interface, be it an object, an exhibition or an architecture.

Planned aesthetic experiences

The redefinition of the relationship between object and subject and its active and interactive role in space are themes first explored in the field of aesthetics by the artistic avant-gardes of the early 20th century: El Lissitzky, Gabo and Pevsner, Archipenko, László Moholy-Nagy and Kemey study the relationship between object and space, seeking activation through the participation of the user, exploring the psychological implications of movement, topological deformation, gestalt perception. However, at the end of the 1960s, the kinetic and programmed art experiments went beyond the object's limits, extending the boundaries of the artistic support to the entire space. A passage that is accompanied by the crisis of definition of matter

e i francesi GRAV - *Groupe de Recherche d'Art Visuelle* - hanno efficacemente stigmatizzato come la progettazione degli ambienti o environment non fosse una questione limitata al fattore dimensionale: non si tratta di realizzare opere su una scala più ampia, ma di fissare rapporti definitivi tra le opere, il movimento, le azioni e le reazioni, proponendo un ritorno alla corporeità (Baccaria, 2009, p. 68). La cornice, barriera artificiale, si dilegua e con essa il confine tra lo spazio dell'opera e quello occupato dallo spettatore, instaurando un gioco tra la componente illusoria e lo spazio reale. Gli "operatori estetici" (Meneguzzo, 1962) manipolano movimento, luce, colore per stimolare le facoltà psico-percettive: la valorizzazione quanto la negazione delle facoltà visive, gli effetti stereoscopici, le impressioni cromatiche che nascono dalla sovrapposizione di fasci luminosi colorati, la trasformazione di fenomeni acustici in impulsi ottici sono resi possibili dall'osmosi tra arte, scienza, architettura e design. Alcuni esempi sono l'Ambiente spaziale (1964) di Lucio Fontana e Nanda Vigo, l'Ambiente stroboscopico n.4 (1964) di Davide Boriani, l'Ambiente per un test di estetica sperimentale (1965) di Anceschi e Boriani, l'Ambiente-Strutturazione a parametri virtuali (1968) di Gabriele De Vecchi e lo Spazio Elastico (1967-1976) di Gianni Colombo. Quest'ultimo è un ambiente buio strutturato attraverso una griglia tridimensionale di fili elastici dipinti con vernice fosforescente, sollecitati a un movimento di estensione e contrazione che altera l'ortogonalità e la cartesianità dello schema. La luce di Wood rende percepibili nell'oscurità solo i fili, producendo uno sbandamento delle certezze percettive e prospettive dello spettatore, incapace di ancorarsi visivamente a un punto saldo. L'azione di erosione della soglia tra intuizione artistica ed esattezza scientifica passa per l'inclusione di fattori aleatori, probabilistici, combinatori e subisce il fascino della nascente disciplina cibernetica (Rossi, 2016, p. 14). La programmazione trasforma l'opera nel risultato di un processo al confine tra razionalità e sperimentazione per-

accelerated by the first phases of the electronic revolution first and then the digital revolution: space and objects become fluidised, losing their classical characteristics of identification, and each artefact becomes a link, a node in the network of connections, weaving a relationship between real and virtual space (La Rocca, 2017, pp. 61-63). A revolution that, as we will see in the following section, will invest both art and design disciplines. Authors such as Lucio Fontana, Agam, the collectives Gruppo T, Group Zero from Dusseldorf, Group N from Padua, the Slovenian Nove Tendencije and the French GRAV - Groupe de Recherche d'Art Visuelle - effectively stigmatised how the design of environments or settings was not a matter limited to the dimensional factor: it was not a matter of creating works on a larger scale, but of establishing definitive relationships between works, movement, actions and reactions, proposing a return to corporeity (Baccaria, 2009, p. 68). The frame, an artificial barrier, dissolves and, with it, the boundary between the space of the work and that occupied by the viewer, establishing a play between the illusory component and the real space. The 'aesthetic operators' (Meneguzzo, 1962) manipulate movement, light, and colour to stimulate the psycho-perceptive faculties: the enhancement as well as the negation of the visual faculties, the stereoscopic effects, the chromatic impressions arising from the superimposition of coloured light beams, the transformation of acoustic phenomena into optical impulses are made possible by the osmosis between art, science, architecture and design. Examples include Lucio Fontana and Nanda Vigo's Ambiente spaziale (1964), Davide Boriani's Ambiente stroboscopico n.4 (1964), Anceschi and Boriani's Ambiente per un test di estetica sperimentale (1965), Gabriele De Vecchi's Ambiente-Strutturazione a parametri virtuali (1968) and Gianni Colombo's Spazio Elastico (1967-1976). The latter is a dark environment structured through a three-dimensional grid of elastic threads painted with phosphorescent paint, urged into a movement of extension and contraction that alters the orthogonality and Cartesianity of the pattern. Wood's light makes only the threads perceptible in the darkness, disorienting the spectator's perceptive and perspective certainties, unable to visually anchor himself to a solid point. The action of eroding the threshold between artistic intuition and scientific exactitude passes through the inclusion of random, probabilistic, combinatorial factors and undergoes the fascination of the emerging cybernetic discipline (Rossi, 2016, p. 14). Programming transforms the work into the result of a process on the borderline between rationality and perceptual experimentation, to be controlled and communicated. In the works above, the characteristics of interaction and immersive,

cettiva, da controllare e comunicare. Nelle opere citate si rintracciano le caratteristiche di interazione e immersività, basilari nella progettazione di interfacce e artefatti: queste rappresentano i principi cardine anche delle attuali installazioni nelle quali è compreso "un certo grado di indeterminazione" e la cui "struttura narrativa (o meglio evenemenziale) non è chiusa ma aperta" (Anceschi, 1999, p. 28). Come descritto l'inclusione della variazione polverizza l'idea della forma come segno chiuso, stabile e privilegia, nella relazione dialettica tra programmazione e caso, una struttura in continuo mutamento, un'opera aperta, che definisce "un campo di probabilità, una 'ambiguità' di situazione, tale da stimolare scelte operative o interpretative volta a volta diverse" (Eco, 1977, p. 95). Un atteggiamento che si colloca nel processo di rottura del razionalismo Cartesiano e testimonia la tensione verso le tecnologie emergenti dei calcolatori elettronici, segnando la marcata attitudine all'ibridazione nonché lo slittamento verso le pratiche progettuali tipiche del design. Un processo che non tarderà a investire i vari campi del progetto a scale differenti, grazie a figure poliedriche e transdisciplinari come quella di Bruno Munari, che lavora a stretto contatto con il Gruppo T, Enzo Mari, Ugo La Pietra, Ettore Sottsass. In particolare, Mari già nel 1957 elabora degli ambienti, da lui definiti Strutture; modelli tridimensionali di dimensioni variabili, realizzati con materiali per lo più a basso costo che permettono gesti programmati per la conquista spaziale (Mari, 1974). Nel mescolare pensiero creativo e progetto logico, Mari definisce le basi per la definizione di una disciplina artistica e progettuale che mutui dal design i suoi principi fondanti: progettualità, comunicabilità, complessità, scambio o *feed-back* (Pedio, 1980, p. 31). Il designer insistendo sul concetto di *feed-back*, cardine dei processi di interazione, progetta "Fili elastici neri", prova di deformazione spaziale (1958): qui il soggetto, interagendo con la fitta trama di fili, configura lo spazio alterandolo; nella deformazione si attua il continuo dialogo tra ambiente e fruitore. Come si vedrà nel successivo paragrafo l'introduzione delle tecnologie informatiche e computazionali fornisce ad artisti, designer e progettisti gli strumenti necessari per il raggiungimento di un grado maggiore di interattività e la piena messa in pratica di alcuni intenti progettuali.

Spazi metamorfici cibernetici

Gli spazi architettonici declinano il concetto di interattività secondo una varietà semantica piuttosto ampia: *intelligent environments* o *soft spaces* (Negroponte, 1975), le *soft architecture* (Brodey, 1967), i *responsive environments* o le *kinetic architecture* (Zuk & Clark, 1970), le *smart architecture* (Yiannoudes, 2016), solo per citarne alcune; sono espressioni utilizzate per definire le architetture con un certo grado di interattività a partire dagli anni '70. Un primo approccio teorico è quello proposto da William Zuk e Roger H. Clark in *Kinetic Architecture* (1970) nel quale gli autori sistematizzano alcuni aspetti delle architetture cinetico-responsive, discernendo i tratti di flessibilità, adattabilità, responsività. Avvalendosi di numerosi precedenti storici, gli autori anticipano i sistemi intelligenti sviluppati solo recentemente dalla convergenza tra ingegneria meccanica, robotica, computazione e architettura. Una sistematizzazione più puntuale è quella proposta da Negroponte che in *Soft Architecture Machines* (1975) distingue tra architetture flessibili, manipolative e responsive. Secondo l'autore la flessibilità segue l'etica di discendenza miesiana del *less is more* che fa coabitare nel medesimo spazio funzioni affini, lasciando al fruitore la libertà d'uso. Tuttavia, questo tipo di flessibilità *hard* (Finn, 2008), si concretizza in un sistema chiuso, predeterminato, meccanicistico, passivo rispetto all'utente: una tipologia che discende dalle celebri sperimentazioni moderniste di Bruno Taut, dall'iconica *Schröderhuis* (1924) di Gerrit Thomas Rietveld, dall'*Unitè* di Marsiglia e da *La Maison Loucheur* di Le Corbusier. Se in un primo momento l'esigenza di abitazioni flessibili risponde alle richieste abitative post-belliche, le pressioni sociologico-politiche, nonché la nuova capacità tecnologica raggiunta negli anni Settanta, favorisce la ridefinizione del rapporto progettista-fruitore. Sono numerosi gli esperimenti dello stesso decennio in cui gli spazi dell'abitazione non sono totalmente definiti dai progettisti. Tra questi gli alloggi evolutivi di Daniel Chenu, il sistema G.U.P. ideato Yoshitaka Utida, la metodologia elaborata da N. John Habraken e dal S.A.R. - *Stichting Architect Research* - i kit costruttivi intercambiabili di Ron Herron con il collettivo Archigram; i prototipi *Microenvironment*, *Element for Landscape Home* (1972) di Ettore Sottsass; tutti esempi che fanno dell'architettura uno strumento espressivo del singolo, piuttosto che una macchina per abitare. Si tratta di una flessibilità *open-ended* o adattiva, che implica una percentuale di indeterminazione legata all'azione del soggetto, ma che tuttavia non permette una effettiva responsività.

Dall'interazione macchinica all'interazione organica

Lo slittamento dalla flessibilità all'adattabilità emerge specialmente nelle architetture visionarie dei gruppi Radical e può essere considerato come l'inizio dei *end-user driven systems*, sistemi dotati di un grado maggiore di interattività, nei quali il confine tra fruizione e generazione di contenuti diviene

which are basic in the design of interfaces and artefacts, can be traced: these also represent the cardinal principles of current installations in which 'a certain degree of indeterminacy' is included and whose 'narrative (or rather event mental) structure is not closed but open' (Anceschi, 1999, p. 28). As described, the inclusion of variation pulverises the idea of the form as a closed, stable sign and privileges, in the dialectical relationship between programming and chance, a structure in continuous change, an open work, which defines 'a field of probability, an "ambiguity" of situation, such as to stimulate operative or interpretative choices that are different from time to time' (Eco, 1977, p. 95). This attitude is part of the process of breaking away from Cartesian rationalism. It bears witness to the tension towards the emerging technologies of electronic computers, marking the marked aptitude for hybridisation and the shift towards design practices typical of design. A process that was not slow to invest the various fields of design at different scales, thanks to multifaceted and transdisciplinary figures such as Bruno Munari, who worked closely with Gruppo T, Enzo Mari, Ugo La Pietra and Ettore Sottsass. In particular, Mari already 1957 developed environments, which he called Structures; three-dimensional models of varying dimensions, made of mostly low-cost materials that allow for programmed gestures for spatial conquest (Mari, 1974). In mixing creative thought and logical design, Mari lays the foundations for defining an artistic and design discipline that borrows its founding principles from design: projectuality, communicability, complexity, exchange or feedback (Pedio, 1980, p. 31). The designer, insisting on the concept of feedback, the pivot of interaction processes, designed 'Black Elastic Threads', a test of spatial deformation (1958): here, the subject, interacting with the dense weave of threads, configures space by altering it; in the deformation, the continuous dialogue between environment and user is implemented. As will be seen in the following section, the introduction of computer and computational technologies provides artists, designers and planners with the necessary tools to achieve greater interactivity and fully implement certain design intentions.

Cybernetic metamorphic spaces

Architectural spaces declined the concept of interactivity according to a relatively wide semantic variety: intelligent environments or soft spaces (Negroponte, 1975), soft architectures (Brodey, 1967), responsive environments or kinetic architectures (Zuk & Clark, 1970), intelligent architectures (Yianouides, 2016), to name a few; these are expressions used to define architectures with a certain degree of interactivity since the 1970s. William Zuk and Roger H. Clark propose an initial theoretical ap-

Gordon Pask | Colloxy of mobiles | 1968
London | Installation | Built

Cedric Price | Fun Palace | 1967
London | Architecture | Unbuilt

Toyo Ito | Tower of winds | 1998
Tokyo | Architecture | Built

a sinistra, dall'alto in basso/on the left, from top to bottom: Scheda di analisi dell'installazione responsiva Colloquy of Mobiles, Gordon Pask, 1968; Scheda di analisi del progetto non realizzato Fun Palace, Cedric

Price, 1967; Scheda di analisi dell'architettura responsiva Tower of winds, Toyo Ito, 1998. Yokohama, Giappone (Immagini dell'autore, 2024) / Table of analysis of the responsive installation Colloquy of Mobiles,

Gordon Pask, 1968; Table of analysis of unrealised Fun Palace project, Cedric Price, 1967; Table of analysis of responsive architecture Tower of Winds, Toyo Ito, 1998. Yokohama, Japan (Images by the author, 2024)

proach in Kinetic Architecture (1970). The authors systematise certain aspects of kinetic-responsive architectures, discerning the traits of flexibility, adaptability, and responsiveness. Drawing on numerous historical precedents, the authors anticipate that intelligent systems have only recently developed due to the convergence of mechanical engineering, robotics, computation, and architecture. A more precise systematisation is proposed by Negroponte, who, in *Soft Architecture Machines* (1975), distinguishes between flexible, manipulative and responsive architectures. According to the author, flexibility follows the Miesian ethic of less is more, making related functions cohabit in the same space, leaving users free to use them. However, this type of hard flexibility (Finn, 2008) takes the form of a closed, predetermined, mechanistic, passive system concerning the user: a typology that descends from Bruno Taut's famous modernist experiments, Gerrit Thomas Rietveld's iconic Schröderhuis (1924), Marseilles' Unité and Le Corbusier's La Maison Loucheur. If, at first, the need for flexible dwellings responded to post-war housing demands, sociological-political pressures, and the new technological capacity achieved in the 1970s, it favoured the redefinition of the designer-user relationship. There are numerous experiments from the same decade in which the designers do not define dwelling spaces. These include Daniel Chenut's evolutionary living quarters, the G.U.P. system devised by Yoshitaka Utida, the methodology developed by N. John Habraken and the S.A.R. - Stichting Architect Research - the interchangeable construction kits by Ron Herron with the Archigram collective; Ettore Sottsass's Microenvironment, Element for Landscape Home prototypes (1972); all examples that make architecture an expressive instrument of the individual, rather than a machine for living. This is an open-ended or adaptive flexibility, which implies a percentage of indeterminacy linked to the subject's action but does not allow effective responsiveness.

From machinic to organic interaction

The shift from flexibility to adaptability emerges especially in the visionary architectures of the Radical groups and can be seen as the beginning of end-user-driven systems, systems endowed with a higher degree of interactivity, in which the boundary between fruition and content generation becomes blurred and the result, not foreseen a priori, is open to indeterminacy; generative, inclusive and participatory. Responsive, reactive or adaptable environments presuppose an active role of space, a type of system that uniquely links input and output according to a determined pattern (Yiannoudes, 2016). The earliest studies in this regard are linked to Andrew Rabeneck, who proposed the use of cy-

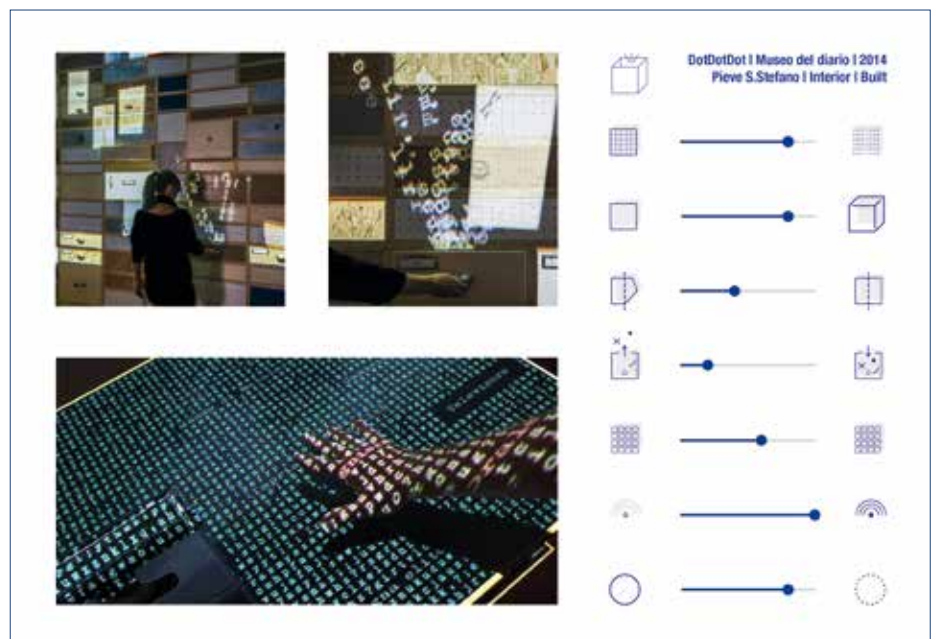
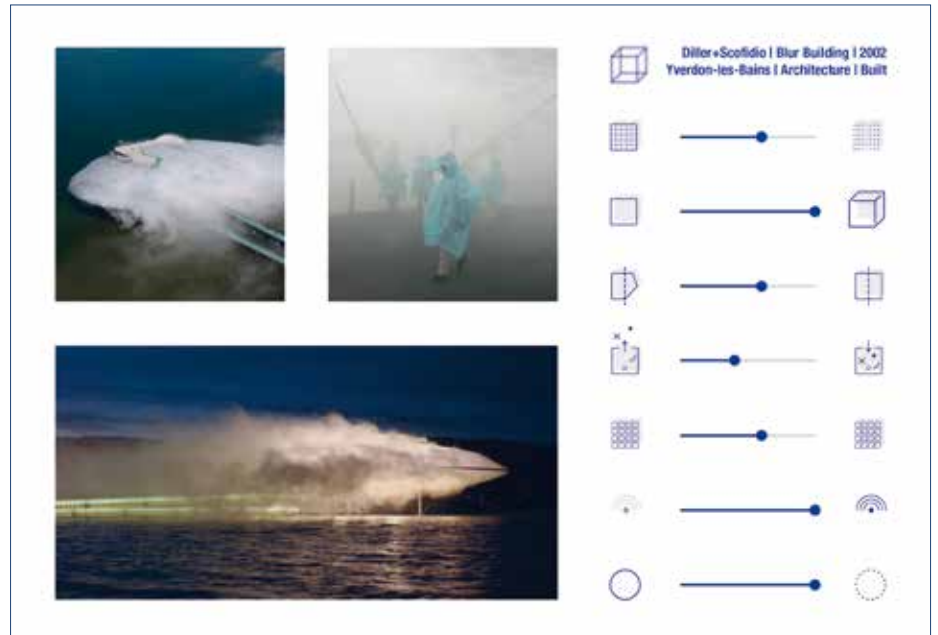
labile e il risultato, non previsto a priori, è aperto all'indeterminazione; generativo, inclusivo e partecipativo. I responsive, reactive o adaptable environment, presuppongono infatti un ruolo attivo dello spazio; un tipo di sistema che lega in maniera univoca input e output, secondo uno schema determinato (Yiannoudes, 2016). I primi studi a riguardo si legano a Andrew Rabeneck che propone l'uso delle tecnologie cibernetiche (Rabeneck, 1969) per ottenere spazi adattabili e a Warren M. Brodey, che nell'articolo intitolato Biotopologie (1972) descrive un futuro in cui gli ambienti, ormai resi intelligenti dall'uso della computazione, siano in grado di auto-organizzarsi. Mutuando dalla cibernetica il concetto di organismo propone un *Soft Environment* inteso come un sistema artificiale, nel quale i flussi di informazione ne regolano la stabilizzazione e il mantenimento. Questi spazi sono in grado di monitorare e modificare i diversi parametri ambientali; dal flusso d'aria, all'illuminazione, alla temperatura in base ai segnali biologici dell'individuo che occupa lo spazio. Una linea perseguita anche dal gruppo Archigram che in *Archigram 8: Popular Park edition*, accostano a parole chiave come metamorfosi, nomade, indeterminazione, emancipazione, i dualismi *Hard-Soft* e *Exchange-Response*. Una dualità che non traccia un'opposizione, ma intende segnare il legame tra aspetti materici e intangibili, stimolo ambientale e risposta: sottolineando l'importanza di gestire attraverso relazioni invisibili il posizionamento e il funzionamento degli elementi tangibili, connettono il mondo materiale a quello immateriale (Cook, 1999, pp. 74-80). Il completo rifiuto di una distinzione tra organico e inorganico, mutuato dalla techno-scienza cibernetica, porta alla progettazione di ambienti in mutamento che sintetizzano elementi tecnologici e biologici, estendendo le caratteristiche degli organismi viventi allo spazio costruito. Nonostante Brodey incoraggiasse il raggiungimento di ambienti in grado di evolversi, il sistema uomo-macchina descritto è di tipo lineare e adotta un modello di comportamento prestabilito che esclude la possibilità di ulteriori implementazioni (Negroponte, 1975). Un limite che Gordon Pask, padre della seconda cibernetica, prova a colmare nel testo *Architectural relevance of cybernetic* (1969), rimarcando la connessione tra la sua scienza e l'architettura. Questa disciplina segna l'inizio di una rivoluzione culturale, espandendo il dominio di interesse dei concetti di feedback, auto-regolazione e adattabilità ad un gran numero di applicazioni progettuali. Il paradigma conversazionale formulato da Pask offre una particolarizzazione del termine interazione: possiamo considerare interattivi i sistemi di tipo circolare, multi-loop, nei quali si instaura un rapporto orizzontale che prevede il continuo scambio di informazioni tra le parti, la reciproca mutazione e adattamento. L'installazione *Colloquy of mobiles* (1968) inaugura una stagione di collaborazione con vari progettisti, tra cui il gruppo Archigram e l'architetto Cedric Price. In particolare, con quest'ultimo dirige la progettazione del *Fun Palace*, un'opera transdisciplinare che coinvolge un gruppo eterogeneo di ventotto rinomati esperti. Il *Fun Palace* accoglie molte delle istanze del tempo: dalla cibernetica, all'*Information Technology*, dalla teoria dei giochi al situazionismo. Non si tratta di un edificio nel senso convenzionale del termine, ma una macchina sociale interattiva (Mathews, 2005), una struttura che abbraccia la complessità, l'indeterminatezza. Gestito da un computer in grado di imparare, fare previsioni e adattarsi, il *Fun Palace* è progettato per essere un'entità senziente (Mathews, 2005) anticipando le attuali reti neurali. Tuttavia, i lunghi tempi di progettazione, i limiti tecnologici e la diffidenza nei confronti di idee visionarie, segneranno la fine del progetto. Solo dall'inizio degli anni Novanta, l'aumento delle capacità computazionali, la miniaturizzazione della componentistica, la pervasività dei processori, la connettività alla rete, hanno consentito la riemersione di queste tematiche, la concretizzazione di molte delle intuizioni del passato e l'apertura di nuovi percorsi d'indagine. In particolare, gli studi sul tema dell'*Ubiquitous Computing*, formalizzato nei primi anni Novanta da Mark Weiser e Terry Winograd, e i successivi avanzamenti nel campo dell'*Internet of Things* prima e *Internet of Everything* poi, hanno fornito la spinta teorica e tecnologica per una nuova visione legata all'interattività. Sensori e processori per l'elaborazione dei segnali, permettono il dialogo tra lo spazio, ambiente e uomo: la permeabilità di artefatti e ambienti li trasforma in membrane osmotiche, nelle quali la ricezione di informazioni dall'esterno risulta essenziale. Sono un esempio le architetture *Egg of Winds* (1990) e *Tower of Winds* (1998), ZKM a Karlsruhe (1997), *Blur pavilion* (2002) di Diller+Scofidio, l'*Ars Electronica Center* (2009) a Linz. Oggetti caleidoscopici e responsivi nei quali un processore registra i vari parametri, li rielabora sfumando i confini tra materia e flusso di dati. Meno diafani ma ugualmente responsivi la serie di progetti *Protospace* (2007) condotti da Kas Oosterhuis, presso la TeU di Delft e i lavori del *Kinetic Design Group* (1998-2022), dell'MIT, tracciano la convergenza tra ingegnerizzazione dei cinematismi, adattabilità e sistemi di intelligenza artificiale (Fox, 2016). Tra gli allestimenti e le installazioni citiamo *Wind* (2006), *Flow* (2007), *Touch* (2021) di Daan Roosegaarde, *Reconfigurable House* (2007) e *Assemblance* (2014) di Usman Haque, *Epiphyte Chamber* (2014) di Philip Beesley. Alla scala del prodotto, il *Tangible Computing* ha unito design fisico e calcolo immateriale con lo scopo di estendere l'interazione oltre gli schermi dei dispositivi e permettere la manipolazione diretta dei dati. Oggetti e spazi diventano *Tangible User Interfaces*

sotto/below: (sopra) Scheda di analisi del padiglione effimero e responsivo Blur Building, Diller+ Scofidio+ Renfo, 2002. Yverdon-les-Bains, Svizzera; (sotto) Scheda di analisi dell'allestimento museale interattivo e multimediale Piccolo Museo del Diario, DotDotDot, 2014. Pieve Santo Stefano, Italia (Immagini dell'autore, 2024) / (top) Table

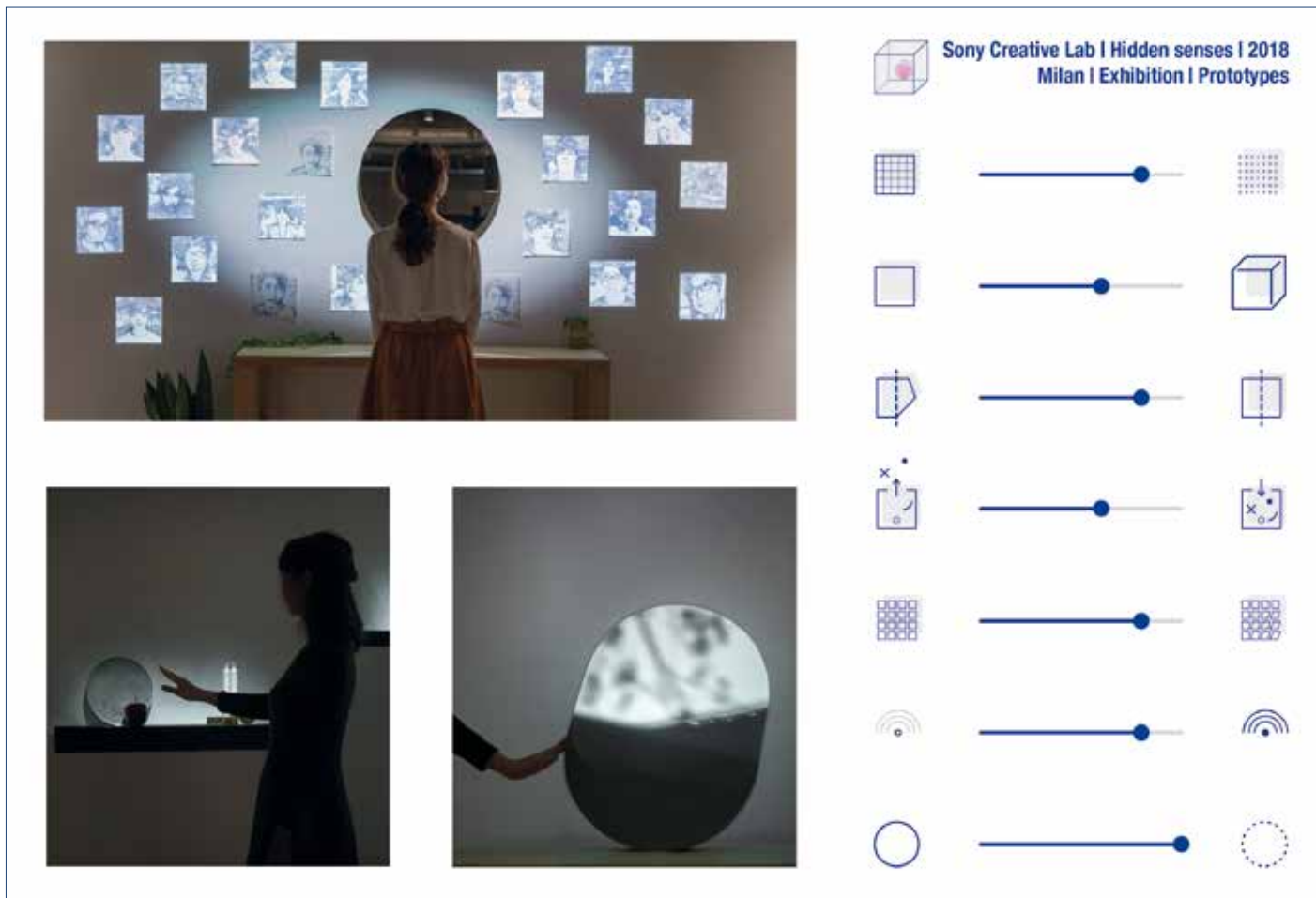
of analysis of the ephemeral and responsive pavilion Blur Building, Diller+ Scofidio+ Renfo, 2002. Yverdon-les-Bains, Switzerland; (bottom) Table of analysis on the interactive and multimedia museum set-up Piccolo Museo del Diario, DotDotDot, 2014. Pieve Santo Stefano, Italy (Images by the author, 2024)

a destra/on the right: Scheda di analisi degli oggetti multimediali e aumentati Hidden Senses, Sony creative laboratories, 2018. Milano Design Week 2018 (Immagine dell'autore, 2024) / Hidden Senses multimedia and augmented objects table of analysis, Sony Creative Laboratories, 2018. Milan Design Week 2018 (Image by the author, 2024)

bernetic technologies (Rabeneck, 1969) to achieve adaptable spaces, and Warren M. Brodey, who in his article entitled Biotopologie (1972) describes a future in which environments, now made intelligent by the use of computation, can self-organise. By borrowing the concept of organism from cybernetics, he proposes a Soft Environment understood as an artificial system in which information flows regulate its stabilisation and maintenance. These spaces can monitor and modify different environmental parameters, from airflow to lighting to temperature, based on the biological signals of the individual occupying the space. A line also pursued by the Archigram group who, in Archigram 8: Popular Park edition, juxtapose keywords such as metamorphosis, nomadic, indetermination, and emancipation with the dualisms Hard-Soft and Exchange-Response. A duality that does not draw opposition but intends to mark the link between material and intangible aspects, environmental stimulus and response: emphasising the importance of managing through invisible relationships the positioning and functioning of tangible elements, they connect the material world to the intangible world (Cook, 1999, pp. 74-80). The complete rejection of a distinction between organic and inorganic, borrowed from cybernetic techno-science, leads to the design of changing environments that synthesise technological and biological elements, extending the characteristics of living organisms to the built space. Although Brodey encouraged the achievement of environments capable of evolving, the human-machine system described is linear and adopts a predetermined behavioural model that excludes the possibility of further implementations (Negroponte, 1975). This is a limitation that Gordon Pask, father of the second cybernetics, tries to overcome in the text Architectural Relevance of Cybernetic (1969), emphasising the connection between his science and architecture. This discipline marks the beginning of a cultural revolution, expanding the domain of interest in the concepts of feedback, self-regulation, and adaptability to many design applications. The conversational paradigm formulated by Pask offers a specialisation of the term interaction: We can consider circular, multi-loop systems as interactive, in which a horizontal relationship is established in which there is a continuous exchange of information between the parties, mutual mutation and adaptation. The installation Colloquy of Mobiles (1968) inaugurated a season of collaboration with various designers, including the Archigram group and the architect Cedric Price. In particular, with the latter, he directed the design of the Fun Palace, a transdisciplinary work involving a heterogeneous group of twenty-eight renowned experts. The Fun Palace incorporates many of the demands of the time: from cybernetics to information



(T.U.I.) (Ishii, 2008) oggetti fisici aumentati che offrono all'utente un doppio feedback sensoriale e virtuale. Le interfacce fisiche fungono contemporaneamente da rappresentazione simbolica delle informazioni e da sistema di controllo fisico: in questo modo i bit sono manipolabili in maniera diretta, permettendo la transizione dall'azione al significato (Dourish, 2001). Tra le interfacce tangibili citiamo i dispositivi *Cilia* (2016), *Aeromorph* (2016) e *Venous Materials* (2021) progettati dal *Tangible Media Group* dell'MIT. La miniaturizzazione dei processori, la diffusione dei dispositivi mobili e lo sviluppo di hardware e software per l'*extended reality* (XR) ha inoltre permesso la compresenza del layer fisico e quello digitale: l'*augmented reality*, la *virtual reality* e la *mixed reality* ampliano le possibilità narrative, espandono i livelli di realtà e modificano, seppur in maniera effimera oggetti e ambienti. Tra i progetti più recenti citiamo il *Botanical Garden Museum* (2023), il Piccolo museo del Diario (2014) allestiti responsivi dello studio DotDotDot, i prototipi *Sony Hidden Senses* (2017), la *AR Wunderkammern* (2020) di Olafur Eliasson, le sperimentazioni *Hyperspace AR* (2023) e il *Center for Impossible Media* (2020) di *Universal Everything*, gli oggetti sensoriali in realtà mista *The Liminal Eatery* (2023) di Wang e Söderström.



technology, from game theory to situationism. In the conventional sense of the term, it is not a building but an interactive social machine (Mathews, 2005), a structure that embraces complexity and indeterminacy. Managed by a computer capable of learning, making predictions and adapting, the Fun Palace is designed to be a sentient entity (Mathews, 2005) anticipating current neural networks. However, long design times, technological limitations and mistrust of visionary ideas marked the end of the project. It is only since the beginning of the 1990s that the increase in computational capacity, the miniaturisation of components, the pervasiveness of processors, and network connectivity have allowed these issues to re-emerge, many of the intuitions of the past to materialise, and new avenues of investigation to open up. In particular, studies on the subject of Ubiquitous Computing, formalised in the early 1990s by Mark Weiser and Terry Winograd, and subsequent advances in the field of the Internet of Things first and then the Internet of Everything, have provided the theoretical and technological impetus for a new vision linked to interactivity. Sensors and signal processing processors enable the dialogue between space, environment and man: the permeability of artefacts and environments transforms them into osmotic membranes in which the reception of information from outside is essential. Examples are the architectures Egg of Winds (1990) and Tower of Winds (1998), ZKM in Karlsruhe (1997), Blur pavilion (2002) by Diller+Scofidio, the Ars Electronica Center (2009) in Linz. Kaleidoscopic, responsive objects in which

Parametri di interazione

Si è visto come in ambiti differenti il concetto di interazione e le sue applicazioni si siano progressivamente modellate nel corso del tempo. L'analisi di circa sessanta casi studio ha permesso l'individuazione di polarità che racchiudono alcuni degli aspetti più stimolanti ai fini della pratica progettuale.

- ANALOGICO/DIGITALE

Il progressivo passaggio dall'analogico al digitale attraversa trasversalmente l'analisi condotta costituendone lo sfondo: nel primo paragrafo sono stati considerati esempi di interazione del tutto analogici e meccanici, la sovrapposizione del layer digitale, l'implementazione di esperienze in *augmented* e *mixed reality* stanno abilitando nuovi livelli di interazione.

- BIDIMENSIONALIZZAZIONE/SPAZIALIZZAZIONE

Il corpo di gran parte degli oggetti che ci circondano ha sperimentato una progressiva riduzione della terza dimensione avviandosi a una progressiva bidimensionalizzazione. La superficie degli schermi, la miniaturizzazione dei dispositivi, la semplificazione dell'interazione ha rimesso in discussione gli schemi percettivi per lo più derivanti dalle esperienze gestaltiche di inizio Novecento. Tuttavia, l'uomo con la sua corporeità non può sottrarsi alla spazialità, lo dimostra il tentativo di spazializzare il medium digitale, permettendo la sua espansione oltre i limiti dello schermo.

- SIMMETRIA/ASIMMETRIA

L'andamento delle ricerche teoriche che indagano il rapporto tra uomo e artefatti tecnologici si è mossa principalmente in due direzioni: l'una volta a stigmatizzare la totale simmetria tra uomo e prodotti della tecnica e l'altra che ha considerato il rapporto uomo macchina come totalmente asimmetrico. Attualmente la continua oscillazione tra queste due posizioni sta dando luogo ad artefatti e ambienti che valorizzano la complementarità tra sistemi computazionali e cognizione umana.

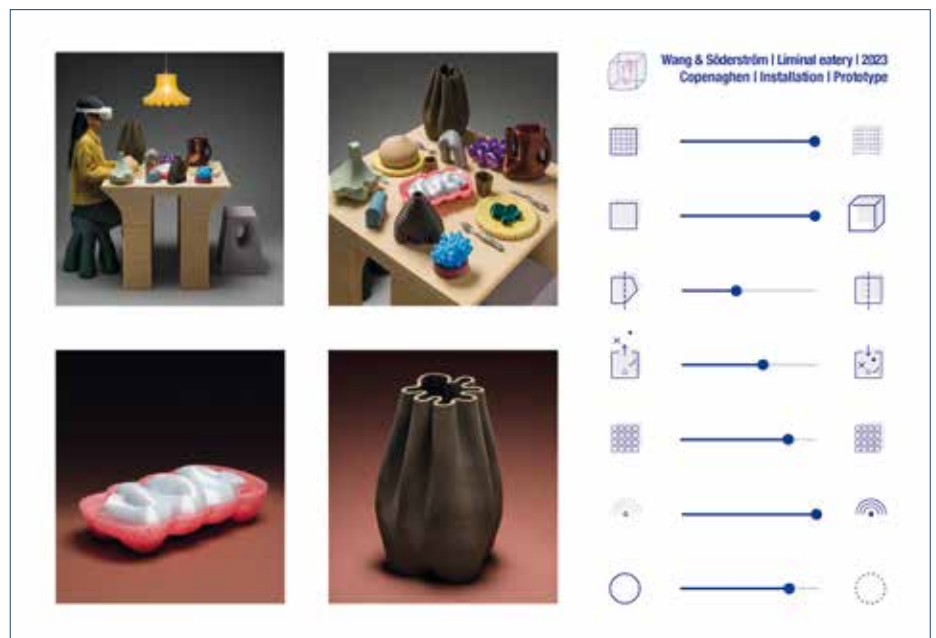
- APPRENDIMENTO/INSEGNAMENTO

Negli anni Settanta, Marvin Minsky ha consolidato il legame tra l'apprendimento umano e l'insegnamento alle macchine, gettando le basi per le attuali ricerche sulle reti neurali e il *Deep Learning*. Le moderne reti sono in grado di modellare, riconoscere e prevedere fenomeni complessi, riconoscere immagini, volti e voci permettendo la personalizzazione delle esperienze. Il soggetto nell'interagire con oggetti e spazi computazionali insegna scelte e comportamenti umani, e al contempo riceve informazioni.

- STANDARDIZZAZIONE/PERSONALIZZAZIONE

Se da un lato si assiste alla necessità di formalizzare delle grammatiche condivise, accessibili al maggior numero di persone, dall'altro lato la centralità dell'utente, la customizzazione dell'esperienza si rilevano dei tratti salienti dell'Era della post-informazione. Accanto alle polarità rintaccate, modulate

a processor registers and reworks various parameters, blurring the boundaries between matter and data flow. Less diaphanous but equally responsive, the series of Protospace projects (2007) conducted by Kas Oosterhuis at TeU Delft and the work of the Kinetic Design Group (1998-2022), MIT, trace the convergence of kinematic engineering, adaptability and artificial intelligence systems (Fox, 2016). Exhibits and installations include Wind (2006), Flow (2007), Touch (2021) by Daan Roosegaarde, Reconfigurable House (2007) and Assemblance (2014) by Usman Haque, and Epiphyte Chamber (2014) by Philip Beesley. At the product scale, Tangible Computing combines physical design and intangible computing to extend interaction beyond device screens and enable direct data manipulation. Objects and spaces become Tangible User Interfaces (T.U.I.) (Ishii, 2008), augmented physical objects that offer the user dual sensory and virtual feedback. Physical interfaces act simultaneously as a symbolic representation of information and a physical control system: in this way, bits are directly manipulable, allowing the transition from action to meaning (Dourish, 2001). Tangible interfaces include the Cilia (2016), Aeromorph (2016) and Venous Materials (2021) devices designed by MIT's Tangible Media Group. The miniaturisation of processors, the spread of mobile devices, and the development of hardware and software for extended reality (XR) have also enabled the coexistence of the physical and digital layers: augmented reality, virtual reality, and mixed reality expand narrative possibilities, expand levels of reality and modify objects and environments, albeit ephemerally. Recent projects include the Botanical Garden Museum (2023), the Small Diary Museum (2014) responsive installations by the DotDotDot studio, Sony's Hidden Senses prototypes (2017), Olafur Eliasson's AR Wunderkammern (2020), Universal Everything's Hyperspace AR experiments (2023) and the Center for Impossible Media (2020), and the mixed reality sensory objects The Liminal Eatery (2023) by Wang and Söderström.



Interaction parameters

We have seen how the concept of interaction and its applications have been progressively modelled over time in different domains. The analysis of approximately sixty case studies has allowed the identification of polarities that encapsulate some of the most stimulating aspects of design practice.

- ANALOGUE/DIGITAL

The gradual transition from analogue to digital runs transversally through the analysis conducted, constituting its background: in the first paragraph, examples of complete analogue and mechanical interaction were considered. The overlapping of the digital layer and the implementation of augmented

and mixed reality experiences are enabling new levels of interaction.

- TWO-DIMENSIONALISATION/SPATIALISATION

The body of most objects around us has experienced a progressive reduction of the third dimension, moving towards a progressive two-dimensionalisation. The surface of screens, the miniaturisation of devices, and the simplification of interaction have called into question the perceptual schemes mainly derived from the gestalt experiences of the early 20th century. However, a man with his corporeity cannot escape spatiality, as demonstrated by the attempt to spatialise the digital medium, allowing it

to expand beyond the limits of the screen.

- SYMMETRY/ASYMMETRY

The development of theoretical research investigating the relationship between man and technological artefacts has mainly moved in two directions: one aimed at stigmatising the total symmetry between man and the products of technology, and the other has considered the man-machine relationship asymmetrical. The continuous oscillation between these two positions is giving rise to artefacts and environments that enhance the complementarity between computational systems and human cognition.

a sinistra/on the left: (sopra) Scheda di analisi della Tangible user interface Cillia, Tangible Media Group, 2016. Prototipo; (sotto) Scheda di analisi dei prodotti in Mixed Reality The liminal eatery, Wang & Söderström, 2023 (Immagini dell'autore,

2024) / (top) Tangible user interface table of analysis Cillia, Tangible Media Group, 2016. Prototype; (bottom) Table of analysis of the products in Mixed Reality The liminal eatery, Wang & Söderström, 2023 (Images by the author, 2024)

- LEARNING/TEACHING

In the 1970s, Marvin Minsky consolidated the link between human and machine learning, laying the foundation for current neural networks and Deep Learning research. Modern networks are capable of modelling, recognising, and predicting complex phenomena, recognising images, faces, and voices, and enabling experiences' personalisation. In interacting with objects and computational spaces, the subject teaches human choices and behaviour while receiving information.

- STANDARDISATION/PERSONALISATION

On the one hand, there is a need to formalise shared grammar to be accessible to the greatest number of people, but on the other hand, the centrality of the user and the customisation of the experience are salient features of the post-information age. Alongside the redacted polarities, modulated according to different degrees of intensity, we find two common factors constituted by hyperreality and the sensoriality of artefacts.

- HYPERMEDIALITY

In the digital world, spaces and objects are likened to information, not subject to dimensional limits. Their structure can be compared to a complex molecular model. The hyperreality of these networked artefacts takes the form of a semantic expansion of their physical characteristics.

- SENSORIALITY

Artefacts and spaces, thanks to the availability of increasingly sophisticated sensors and signal-processing controllers, interact with environmental variables and bodily parameters (Bianco et al., 2023). Meanwhile, the body, invaded and expanded by technology, becomes architecture, and architecture, in turn, looks at the body with a renewed eye as a model of sensitivity, flexibility, intelligence, and communicative ability. Thanks to the possibilities of electronic-digital technology, the exchange of information and interactivity, objects and spaces tend to mimic the properties of living beings.

Conclusions

Post-modernism has defeated the four myths of determinism, mechanism, reductionism and materialism by beginning to see the world as a system capable of interacting, endowed with self-regulating capacities, an organism that seeks ever-better equilibria through continual leaps in state (Levy, 1997). The pervasive presence of information technology and its integration into the built environment has enabled a paradigm shift: 'We no longer speak of an Existenz Minimum, for an architecture that provides for the satisfaction of needs, but instead of an Existenz Maximum for an architecture that expands possibilities and desires' (Saggio, 2002).

secondo gradi diversi di intensità, ritroviamo due fattori comuni costituiti dall'ipermedialità e la sensorialità degli artefatti.

- IPERMEDIALITÀ

Nel mondo digitale spazi e oggetti sono assimilabili a informazioni, non soggetti a limiti dimensionali la loro struttura può essere paragonata a un complesso modello molecolare. L'ipermedialità di questi artefatti connessi alla rete si concretizza in un'espansione semantica delle loro caratteristiche fisiche.

- SENSORIALITÀ

Artefatti e spazi, grazie alla disponibilità di sensori sempre più sofisticati e processori di elaborazione dei segnali, dialogano con variabili ambientali e parametri corporei (Bianco et al., 2023). Mentre il corpo, invaso e dilatato dalla tecnologia diventa architettura, l'architettura a sua volta guarda al corpo con un occhio rinnovato, come un modello di sensibilità, flessibilità, intelligenza e capacità comunicative. Grazie alle possibilità della tecnologia elettronica-digitale, lo scambio di informazioni e l'interattività, oggetti e spazi tendono a mimare proprietà dei viventi.

Conclusioni

Il postmoderno ha sconfitto i quattro miti del determinismo, meccanicismo, riduzionismo e materialismo cominciando a vedere il mondo come un sistema in grado di interagire, dotato di capacità autoregolative, un organismo che ricerca equilibri sempre migliori attraverso continui salti di stato (Levy, 1997). La presenza pervasiva delle tecnologie informatiche e la sua integrazione nell'ambiente costruito ha permesso un cambio di paradigma: "non parliamo più di *Existenz Minimum*, per un'architettura che provvede al soddisfacimento dei bisogni ma piuttosto di un *Existenz Maximum* per un'architettura che espande possibilità e desideri" (Saggio, 2002).

References

- Anceschi, G. (1999). Il progetto delle interfacce. Oggetti colloquiali e protesi virtuali. Domus Academy edizioni.
- Baccaria, M. (Eds). (2009). Gianni Colombo. Skira.
- Bianco, A., Scarpitti, C., & La Marca, R. (2023). Poisoning Artificial Intelligence: Contemporary Fashion and Jewelry activism against surveillance. *Fashion Highlight*, (2), 60–70. <https://doi.org/10.36253/fh-2402>
- Bourriaud, N., & Giacomelli, M. E. (2020). *Estetica Relazionale*. Postmedia.
- Brodey, W. M. (1967). The Design of Intelligent Environments: Soft Architecture. *Landscape*, 17(1), 8–12.
- Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press.
- Eco, U. (1977). *Opera Aperta*. Forma e indeterminazione nelle poetiche contemporanee. Bompiani.
- Fox, M. (Eds.) (2016). *Interactive Architecture adaptive world*. Princeton Architectural Press.
- Ishii, H. (2008). Tangible bits. *Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*. <https://doi.org/10.1145/1347390.1347392>
- La Rocca, F. (2016). Design e delitto. *Critica e metamorfosi dell'oggetto contemporaneo*.
- Levy, P. (1997). Il virtuale. La rivoluzione digitale e l'umano. Meltemi editore.
- Mari, E. (1974). *La funzione della ricerca estetica*. Edizioni comunità.
- Mathews, S. (2005). The Fun Palace: Cedric Price's experiment in Architecture and Technology. *Technoetic Arts*, 3(2), 73–92. <https://doi.org/10.1386/tear.3.2.73/1>
- Meloni, L. (2004). *Gli Ambienti del Gruppo T: Arte immersiva, arte interattiva*. Silvana editoriale.
- Meneguzzo, M. (2000). *Arte programmata 1962*. Le immagini dell'epoca: testo e interviste con gli artisti. Stefano Fumagalli.
- Negroponte, N. (1975). *Soft Architecture Machines*. The MIT Press.
- Pedio, R. (1980). Enzo Mari designer. Bari, Dedalo.
- Popper, F. (1970). *L'arte cinetica: l'immagine del movimento nelle arti plastiche dopo il 1860*. Einaudi.
- Rabeneck, A. (1969). *Cybermation: A Useful Dream*. *Architectural Design*, 497–500.
- Rossi, D. (Eds). (2016). Si racconta Giovanni Anceschi. Quodlibet.
- Saggio, A. (2002). *La rivoluzione informatica*. Testo & Immagine.
- Sempriani, A. (1996). L'oggetto come processo e come azione. Per una socio semiotica della vita quotidiana. Esculapio.
- Zuk, W. & Clark, R. H. (1970). *Kinetic Architecture*. Van Nostrand Reinhold Company.
- Yannouides, S. (2016). *Architecture and adaptation: from cybernetics to tangible computing*. Routledge.