

PVBLICA

DAI Il Disegno per
l'Accessibilità e
l'Inclusione

A cura di Cristina Cándito e Alessandro Meloni

ISBN 9788899586256

PUBLICA

COMITATO SCIENTIFICO

Marcello Balbo
Dino Borri
Paolo Ceccarelli
Enrico Cicalò
Enrico Corti
Nicola Di Battista
Carolina Di Biase
Michele Di Sivo
Domenico D'Orsogna
Maria Linda Falcidieno
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Elisabetta Gola
Riccardo Gulli
Emiliano Ilardi
Francesco Indovina
Elena Ippoliti
Giuseppe Las Casas
Mario Losasso
Giovanni Maciocco
Vincenzo Melluso
Benedetto Meloni
Domenico Moccia
Giulio Mondini
Renato Morganti
Stefano Moroni
Stefano Musso
Zaida Muxi
Oriol Nel.lo
João Nunes
Gian Giacomo Ortu
Rossella Salerno
Enzo Scandurra
Silvano Tagliagambe

Tutti i testi di PUBLICA sono sottoposti a double peer review

DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione

COMITATO ORGANIZZATORE

Cristina Càndito (coordinamento scientifico e organizzativo)
Alessandro Meloni

COMITATO PROMOTORE

Marco Giorgio Bevilacqua
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Tommaso Empler
Alberto Sdegno

COMITATO SCIENTIFICO

Francesco Bergamo
Marco Giorgio Bevilacqua
Giorgio Buratti
Antonio Calandriello
Adriana Caldarone
Antonio Camurri
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Agostino De Rosa
Tommaso Empler
Sonia Estévez-Martín
Maria Linda Falcidieno
Alexandra Fusinetti
Andrea Giordano
Per-Olof Hedvall
Alessandro Meloni
Alessandra Pagliano
Leopoldo Repola
Veronica Riavis
Michela Rossi
Roberta Spallone
Alberto Sdegno
Paula Trigueiros
Michele Valentino

PATROCINI

- UID - Unione Italiana Disegno
- CPO UniGe - Comitato Pari Opportunità Università di Genova
- dAD - Dipartimento Architettura e Design, Università di Genova
- AISM - Associazione Italiana Sclerosi Multipla
- ALI - Associazione Ligure Ipovedenti
- ANGSA Liguria - Associazione Nazionale Genitori di Persone con Autismo
- Effetà Liguria - Conoscere la disabilità uditiva
- UICI - Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti, Genova

IMPAGINAZIONE

Marco Giorgio Bevilacqua
Alexandra Fusinetti
Michele Valentino

SITO DEL CONVEGNO

www.disegnodai.eu
Alexandra Fusinetti

PUBLICA



DAI Il Disegno per
l'Accessibilità e
l'Inclusione

A cura di Cristina Cãndito e Alessandro Meloni

ISBN 9788899586256

Cristina Càndito, Alessandro Meloni (a cura di)
Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.
Atti del I convegno DAI, Genova 2-3 dicembre 2022
© PUBLICA, Alghero, 2022
ISBN 978 88 99586 25 6
Pubblicazione Dicembre 2022

PUBLICA
Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica
Università degli Studi di Sassari
WWW.PUBLICAPRESS.IT



Sommario

- XII **Presentazione**
Francesca Fatta

- XVI **Dall'accessibilità all'inclusione attraverso il disegno**
Cristina Càndito, Alessandro Meloni

- XXXII **Ringraziamenti**

- FOCUS 1**
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale

- 4 **Spazi iperaccessibili e inaccessibili**
Luigi Corniello

- 20 **Indoor wayfinding app for all**
Cesar Companys, Sonia Estévez Martín

- 32 **The Design for Accessibility and Inclusion
of the Epigean Architectural Heritage**
Fabiana Guerriero

- 48 **Moving beyond human bodies on display -
signs of a shift in categorisation**
Per-Olof Hedvall, Stefan Johansson, Stina Ericsson

- 60 **Processi di fruizione digitale di sistemi complessi
sotterranei per l'inclusione sociale.
Il Pozzo Iniziatico ed il Pozzo Imperfetto**
Gennaro Pio Lento

- 76 **Progettare per l'inclusione**
Martina Massarente

- 96 **Sport e accessibilità.**
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale
Maria Evelina Melley
- 106 **Un *Virtual Tour* accessibile per il Museo d'Arte Orientale**
Edoardo Chiossone
Alessandro Meloni
- 124 **Design per l'inclusione nel progetto *oMERO*:**
un curriculum europeo per la formazione dei riabilitatori
di disabilità visiva
Claudia Porfirione
- 136 **Spazio e raffigurazione**
Leopoldo Repola
- 150 **Inclusione come campo di problematizzazione:**
re-imparare l'architettura dalla neurodiversità
Micol Rispoli
- 164 **Accessibilità ed inclusione del patrimonio culturale.**
Dalla documentazione al progetto di restauro
Adriana Trematerra
- 180 **Creazione di ambienti inclusivi per le persone**
con disabilità uditiva in UniGe
Angela Celeste Taramasso, Mirella Zanobini, Marina Perelli
- 190 **Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.**
I campanili storici di Napoli
Ornella Zerlenga, Massimiliano Masullo,
Rosina Iaderosa, Vincenzo Cirillo

FOCUS 2

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale

- 208 **Dall'accessibilità all'inclusione nei musei:**
un approccio multidisciplinare
Michela Benente, Cristina Boido, Gianluca D'Agostino, Valeria
Minucciani, Melania Semeraro

- 220 **Linguaggi rappresentativi per la fruizione museale inclusiva**
Cristina Boido, Gianluca D'Agostino
- 232 **Metaverso come opportunità di nuovi servizi di *welfare* per la terza età**
Giorgio Buratti
- 252 **(Metodi HCD x Approcci More-than-human) = Design Inclusivo³**
Francesco Burlando, Isabella Nevoso
- 266 **Tipografia fluida: un esercizio continuo**
Alessandro Castellano, Valeria Piras
- 276 **L'esplorazione tattile per una conoscenza inclusiva: le fontane borboniche del Real Sito di San Leucio**
Margherita Cicala, Riccardo Miele
- 292 **The evolution of Fashion Illustration for Design Inclusivity**
Christopher Conners
- 306 **Analizzare il territorio nel XXI secolo: l'accessibilità attraverso lo studio dei luoghi tradizionali**
Felicia Di Girolamo
- 318 **Considerazioni in merito all'Investimento 1.2 finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU. Il ruolo del Settore del Disegno**
Tommaso Empler
- 332 **L'innovazione del patrimonio culturale: la valorizzazione dei borghi storici**
Raffaella Fiorillo
- 342 ***(Be)coming Restroom.***
La segnaletica dei bagni pubblici da limitazione a sensibilizzazione
Giulio Giordano

- 356 From tactile reading to extended experience for blind people**
Sara Gonizzi Barsanti, Adriana Rossi
- 372 Il disegno a mano libera nella progettazione: un linguaggio democratico in comparti esclusivi**
Linda Inga
- 388 Molteplici forme di rappresentazione per condividere le geometrie di Expo Milano 2015**
Martino Pavignano, Ursula Zich
- 410 Il disegno e il colore come forma espressiva di inclusione negli ambienti scolastici**
Francesca Salvetti
- 422 Drawing by embroidering: Social design embedded in the culture and traditions of the north of Portugal**
Daniela Silva, Bruna Vieira, Paulo Leocádio,
Alison Burrows, Paula Trigueiros

FOCUS 3

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione cognitiva

- 438 Il contributo delle scienze grafiche al superamento delle barriere architettoniche negli spazi pubblici e nei siti di interesse culturale**
Enrico Cicalò, Amedeo Ganciu
- 450 I.S.P: *Innovative Sustainable Paths***
Nicola Corsetto
- 462 Digital documentation for the accessibility and communication of two Franciscan Observance convents**
Anastasia Cottini
- 476 La stampa 3D come forma di rappresentazione per la comunicazione alla disabilità visiva**
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

492 La Comunicazione Aumentativa Alternativa: un ambito di sperimentazione del ruolo inclusivo del disegno
Valeria Menchetelli

512 Applicazioni empiriche della scienza del disegno per l'accessibilità web e l'inclusione cognitiva
Davide Mezzino, Pietro Verneti

530 Lo spazio rappresentato per il disturbo dello spettro autistico (ASD)
Anna Lisa Pecora

FOCUS 4

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale

550 Toccare lo spazio prospettico, "sentire" l'opera d'arte. Strategie per l'accessibilità dei dipinti prospettici per i non vedenti
Barbara Analdi

566 L'accessibilità tra Disegno ed Ecologia. Modelli proiettivi per le relazioni acustiche con l'ambiente
Francesco Bergamo, Alessio Bortot

580 Toccare in prospettiva: una proposta alternativa per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale
Antonio Calandriello

594 Riscoprire la volta. Comunicazioni accessibili per l'Aula Magna del Palazzo dell'Università di Genova
Cristina Cándito, Manuela Incerti, Giacomo Montanari

614 La realtà virtuale per la 'rappresentazione' della musica. Quali possibilità per l'inclusione?
L'esperienza di *Crescendo-Naturalia Artificialia*
Valeria Croce, Federico Caprioli, Marco Cisaria,
Andrew Quinn, Marco Giorgio Bevilacqua

632 Il disegno per rafforzare il 'sentimento' e rallentare la degenerazione cerebrale
Andrea Giordano, Isabella Friso, Cosimo Monteleone

- 646** ***We-Ar(E)-Able Houses***. Proposte progettuali *Age-Friendly* tra *Interior Design* e *Fashion Design*
Simona Ottieri, Giovanna Ramaccini
- 662** **Mano all'arte. Segni e linguaggi per un'esperienza tattile del patrimonio culturale**
Alice Palmieri, Alessandra Cirafici
- 676** **Disegno a rilievo e mappe di luogo: comprendere l'architettura attraverso il tatto**
Veronica Riavis
- 690** **Fabbricazione digitale ed AR per la creazione di percorsi espositivi multisensoriali inclusivi**
Francesca Ronco
- 704** **Narrazioni sulla cecità**
Alberto Sdegno
- 716** **Modelli tattili per la conoscenza.**
Eros che incorda l'arco al Parco Archeologico di Ostia Antica
Luca J. Senatore, Beatrice Wielich
- 730** **Modelli digitali per il superamento delle barriere architettoniche in ambito medico-sanitario**
Michele Valentino, Andrea Sias

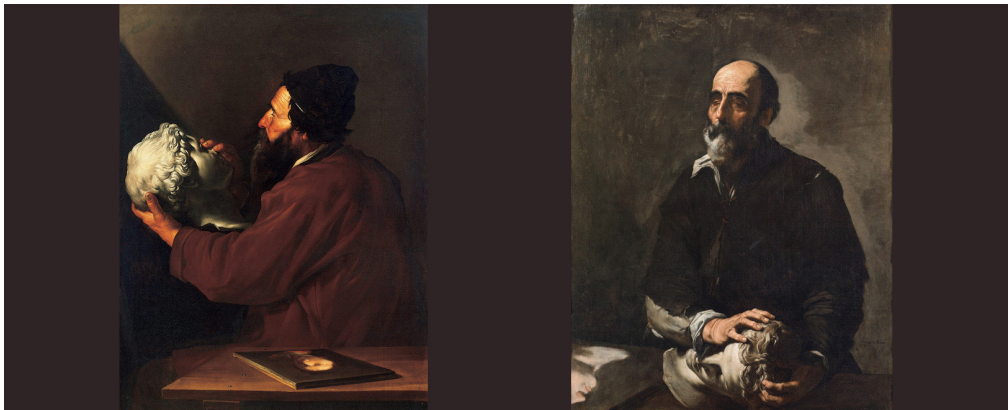
Toccare in prospettiva: una proposta alternativa per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale

Antonio Calandriello

Università Iuav di Venezia

Dipartimento di Culture del Progetto

acalandriello@iuav.it



Supporti tattili
Prospettiva solida
Stampa 3d
Modellazione algoritmica
Geometria descrittiva

Tactile Supports
Relief Perspective
3d printing
Algorithmic Modeling
Descriptive Geometry

L'obiettivo del presente studio è quello di proporre una metodologia alternativa al fine di produrre supporti tattili per ciechi e ipovedenti per la comunicazione di opere d'arte figurativa, attraverso l'utilizzo di software di programmazione visuale e l'utilizzo della manifattura digitale. La comunicazione delle opere d'arte prettamente bidimensionali come quelle figurative, nella maggior parte dei casi è affidata a un supporto tattile in bassorilievo prospettico che traduce a grandi linee quanto rappresentato. Partendo dall'analisi del funzionamento della percezione aptica - frutto della cooperazione di due modalità sensoriali, la cenestesi e il tatto-, e basandosi sulle esperienze dirette di utenti non vedenti, si è ritenuto ragionevole proporre come soluzione al problema la creazione di modelli a tutto tondo in prospettiva solida. Sfruttando le capacità della modellazione generativa invece, si è automatizzato un processo che altrimenti sarebbe risultato estremamente lungo e laborioso. Inoltre, la progettazione dell'algoritmo rende possibile deformare rapidamente e infinite volte ogni modello che viene importato, agendo semplicemente sui parametri che caratterizzano ciascuna prospettiva.

The aim of this study is to propose an alternative methodology for the production of tactile supports for the blind and visually impaired for the communication of figurative art works, through the use of visual programming software and the use of digital manufacturing. The communication of purely two-dimensional art works such as figurative ones, in most cases is entrusted to a tactile support in perspective bas-relief that broadly translates what is represented. Starting from the analysis of the functioning of haptic perception - the result of the cooperation of two sensory modalities, coenesthesia and touch -, and based on the direct experiences of blind users, it was considered reasonable to propose the creation of 3D models in relief perspective as a solution to the problem. Instead, exploiting the capabilities of generative modeling, a process that otherwise would have been extremely time consuming has been automated. Furthermore, the design of the algorithm makes it possible to quickly and infinitely deform each model that is imported, simply by acting on the parameters that characterize each perspective.

Introduzione

L'intervento che si vuole proporre riguarda lo sviluppo di una metodologia alternativa alla creazione dei supporti tattili per persone non vedenti, utilizzando in concerto le conoscenze della geometria descrittiva, la flessibilità della modellazione algoritmica e l'innovazione della stampa 3D.

Dallo studio dello stato dell'arte è emerso che la maggior parte dei supporti tattili sviluppati per non vedenti riguarda la realizzazione di copie di opere che possono essere manipolate da persone con ridotte capacità visive. Si tratta di oggetti che vengono replicati nello stesso materiale dell'oggetto originale e possono essere riprodotti sfruttando le attuali tecnologie di rilievo e prototipazione rapida. La fabbricazione digitale, sia essa additiva, come nel caso della stampa 3D (anche in materiali diversi dai canonici polimeri plastici), o sottrattiva, nel caso dell'utilizzo di frese abbinate a bracci robotici multi asse, permette di realizzare copie estremamente fedeli, anche a scale differenti, in tempi ragionevolmente brevi e costi relativamente bassi. Inoltre sfruttando le medesime tecnologie è possibile riprodurre in dimensioni ridotte architetture, dettagli architettonici e porzioni di aree urbane, affinché possano essere letture attraverso il tatto [Meschini, Sicuranza 2015].

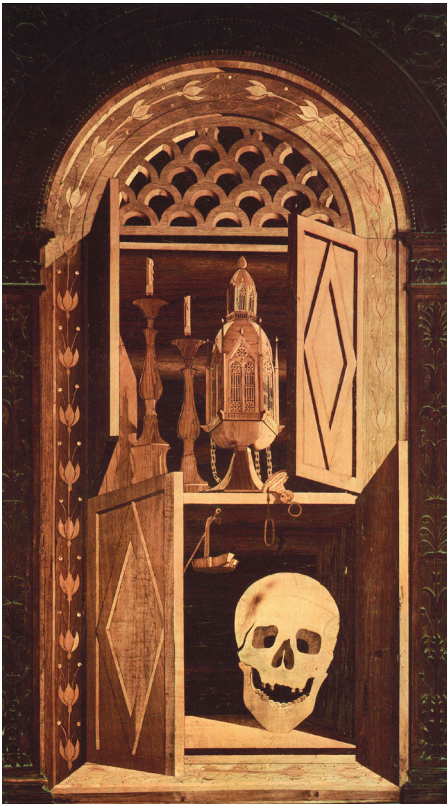
Nel caso dei dipinti però - e in generale di tutte quelle rappresentazioni artistiche bidimensionali realizzate con tecniche differenti -, il supporto tattile viene realizzato senza tenere in considerazione gli aspetti proiettivi che regolano la costruzione prospettica alla base della realizzazione pittorica. La realizzazione del modello in bassorilievo 'prospettico', viene preferito ad un modello a tutto tondo, ed è generalmente realizzato sfruttando la generazione di mappe di profondità (fig. 1). Si tratta di immagini o di un canale delle immagini che contengono informazioni relative alla distanza delle superfici degli oggetti della scena da un punto di vista che viene generato in automatico dagli algoritmi di software di editing di immagini [1].

Tuttavia, questa elaborazione non tiene in considerazione dei processi scientifici sottesi alla costruzione prospettica dell'immagine. Il risultato è un bassorilievo in cui semplicemente sono state estruse, con diversa altezza, le superfici di

Fig. 1
Bassorilievo prospettico raffigurante il Cenacolo di Leonardo da Vinci, Museo tattile Anteros.

Fig. 2
Fra Giovanni da Verona (1457-1525), Seconda tarsia del coro di Santa Maria in Organo, Verona, 1519-1523.

Fig. 3
Fra Giovanni da Verona (1457-1525). Decima tarsia del coro di Santa Maria in Organo, Verona, 1519-1523.



sposte sui diversi piani: le superfici in primo piano avranno un'estrusione maggiore rispetto a quelle poste sullo sfondo. L'obiettivo è stato dunque quello di realizzare un supporto tattile che potesse essere in qualche modo più fedele possibile a quanto rappresentato e che tenesse in considerazione gli aspetti percettivi dei ciechi ipovedenti.

Stato dell'arte

Per elaborare dei supporti tattili per non vedenti adeguati alla corretta fruizione tattile delle opere d'arte, è stato necessario comprendere come funziona la percezione aptica: si tratta del prodotto della cooperazione di due modalità sensoriali, la cenestesi e il tatto. La cenestesi fornisce informazioni sulle tensioni nei muscoli, nei tendini e nelle articolazioni del corpo, ma nulla per quanto concerne gli aspetti formali di un oggetto, come spiega Rudolf Arnheim (1904-2007):

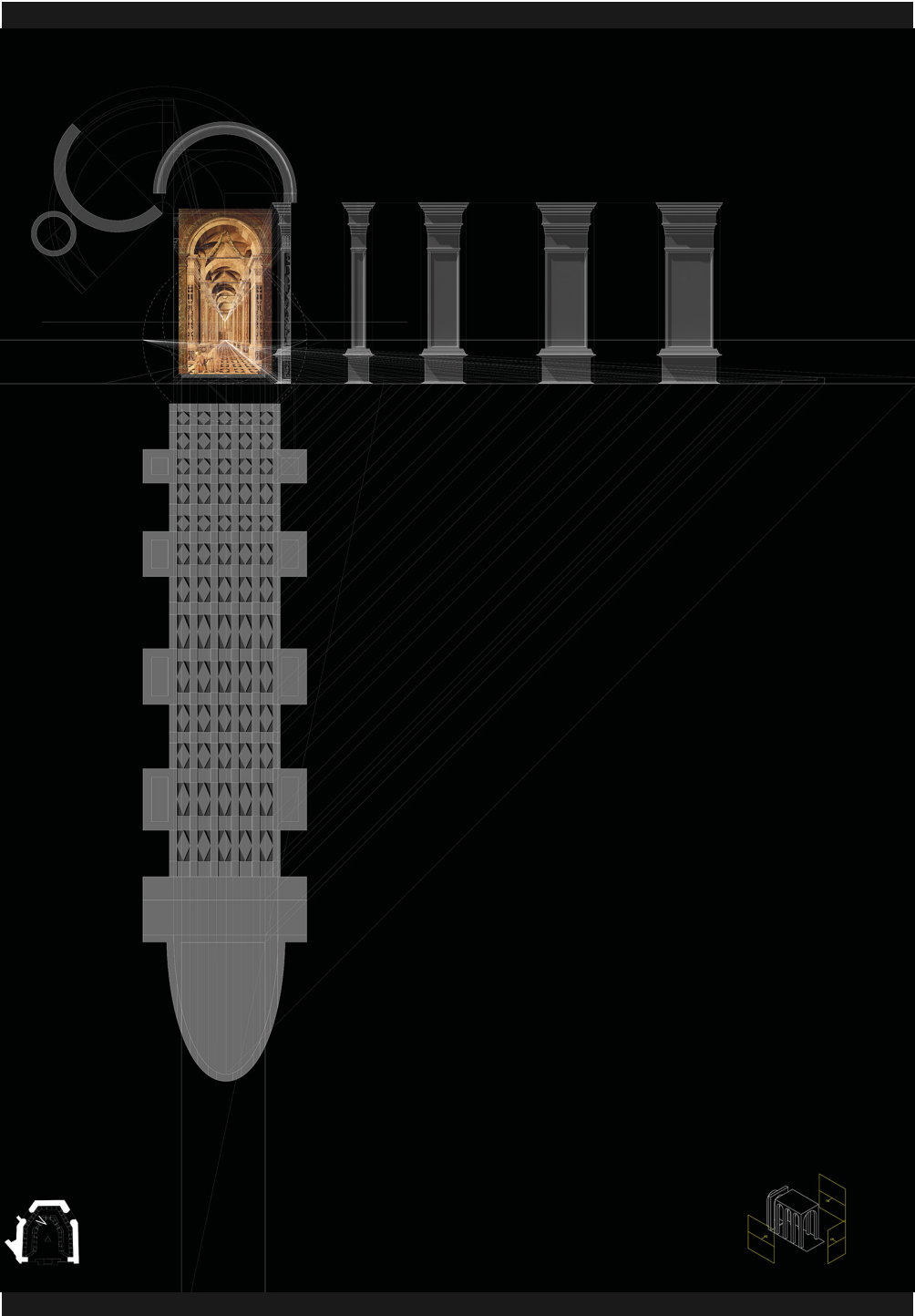
L'esperienza cenestetica non ci dà la forma di un braccio o di un collo o di una pelvi, ma si limita alle proprietà che sono biologicamente più importanti; ci dice cioè cosa le parti del corpo stiano facendo, come affrontino i rapporti tra forze fisiologiche e fisiche, come si organizzino nello spazio. [Arnheim 2019, p. 166]

La cenestesi ci mostra le contrapposizioni di azioni motorie come la differenza tra tensione e rilassamento, irrigidimento e flessione, spingere e tirare, rimanere attaccati ad una superficie e alzarsi, stare in equilibrio e spostare il peso da una parte: il tutto in un modo puramente astratto, cioè privo di forma.

All'opposto, il tatto è comunemente inteso come atto concreto, privo dell'astrattezza che caratterizza l'esperienza cinestetica ed è organizzato per indagare lo spazio in prossimità del nostro corpo, per cogliere la presenza di oggetti alla portata dell'estensione degli arti superiori e per scoprirne la collocazione la dimensione e la forma.

Tuttavia, contemporaneamente il tatto, per via della sua dipendenza senziente dal corpo, non permette all'esse-

Fig. 4
Restituzione
prospettica della
decima tarsia del
coro di Santa Maria in
Organo. Elaborazione
digitale M. Gaudio.



re umano di estraniarsi dal sé, cosa che invece è prerogativa della visione. Arnheim a riguardo ci fa riflettere circa l'impossibilità, a cui il tatto ci obbliga, di cogliere la differenza tra sé e mondo esterno, che è il compito primario della cognizione umana. Aggiungendo che le proprietà degli oggetti esplorati attraverso il tatto vengono percepite in un modo ugualmente dinamico. Se l'esplorazione complessiva delle cose fisiche in esame ci informa delle dimensioni obiettive dell'oggetto stesso, le operazioni gestuali attraverso cui l'informazione è ottenuta mantengono l'astrattezza dinamica dell'afferrare, del trovare, del premere, dell'abbracciare, e così via [Arnheim 2019, pp 166-167].

Concreto e consequenziale, il tatto solitamente è accettato come un senso realistico, ci informa circa la temperatura delle superfici dell'oggetto e dei suoi caratteri materici, nonché sulla forma e sul peso. Loretta Secchi riflette sulla dicotomia tattile e aggiunge:

il tatto, scientificamente inteso, è invece una modalità sensoriale che invade e modifica i suoi obiettivi anche attraverso l'azione muscolare, come spiega Rudolf Arnheim. Gli organi recettori del tatto fanno sì che la percezione aptica sia sempre coordinata alla complessità di sensazioni cinestesiche interne al corpo. Per questo il riconoscimento di un oggetto, e anche la comprensione tattile della sua rappresentazione plastica, risultano agevolati quando il senso interno dell'equilibrio fornisce le dimensioni spaziali della verticalità e dell'orizzontalità, del fronte e del retro, dell'alto e del basso, di destra e sinistra e quando, entro queste coordinate, percezione dell'oggetto e sua rappresentazione, vengono completate dalle direzioni in cui il torso, le braccia e le dita si orientano, rivelandosi strumenti aggiuntivi di comprensione- [Secchi 2018, p. 21]

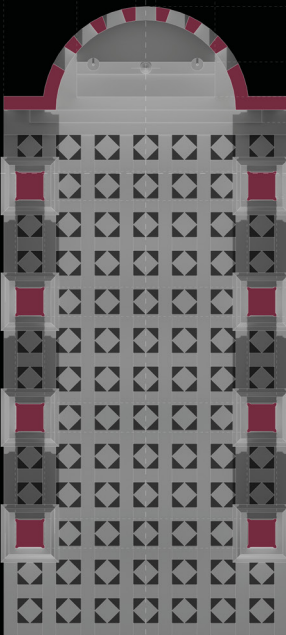
Questo dinamismo percettivo, frutto della cooperazione di due attività apparentemente distinte, ma intimamente connesse, non è estraneo nemmeno al senso della visione, ma è vincolante nella traduzione aptica di una semplice forma "in un incontro drammatico che coinvolge intimamente il sé dell'osservatore" [Arnheim 1977, p. 284; Arnheim 2019,

Fig. 5
Proiezioni ortogonali
del modello digitale
della decima tarsia
del coro di Santa
Maria in Organo.
Elaborazione digitale
M. Gaudioso.

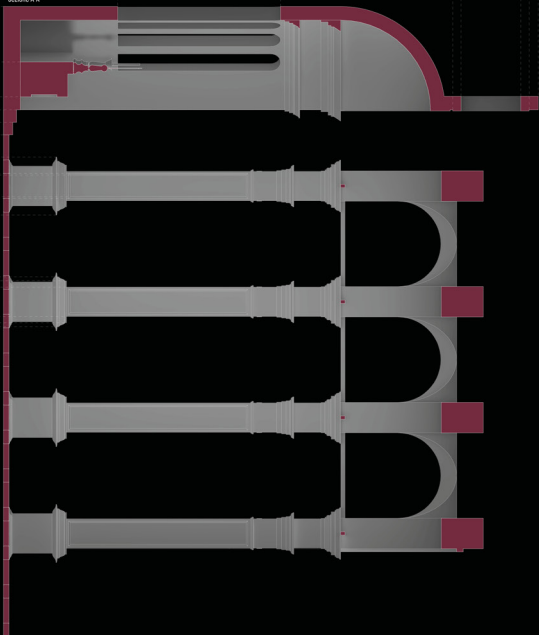
Sezione B-B



Sezione B-B



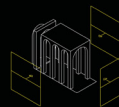
Sezione A-A



Sezione A-A



0 1 2 5m



p. 167]. Per lo psicologo tedesco questo dinamismo è l'autentica base dell'esperienza estetica e:

la configurazione e lo spazio vanno considerati come il prodotto dell'azione reciproca di forze attive, se devono farsi supporto dell'espressione. E l'espressione è il linguaggio dell'arte. Ciò significa che la modalità sensoriale attraverso la quale i ciechi si accostano agli oggetti del nostro mondo li predispone a quel particolare tipo di cognizione che diciamo artistico. [Arnheim 2019, p. 167]

L'esplorazione aptica comporta tempi più lunghi dell'esplorazione visiva; è impegnativa sul piano senso-percettivo, attentivo, mnemonico e mentale, perché il 'vedere con le mani' richiede una successione di atti percettivi che vanno poi sintetizzati in una rappresentazione globale. La percezione tattile dipende quindi da due fattori quello spaziale e quello temporale ovvero di uno spazio temporalizzato per poter stratificare le informazioni [De Rosa 2021, pp. 81-105; Hull 1992, p. 115].

Modelli tattili delle tarsie lignee del coro di Santa Maria in Organo a Verona

Queste motivazioni, unitamente alle considerazioni fatte con il direttore del Museo Tattile Statale Omero, Aldo Grassini, mi hanno portato a proporre come soluzione la realizzazione di supporti tattili in prospettiva accelerata. Con Grassini si è discusso a lungo proprio sulle differenze che sussistono tra una traduzione del dipinto (o di una tarsia) in un bassorilievo o in un modello in prospettiva solida. Dagli incontri è emerso che non sono state mai realizzate, o comunque non ne siamo a conoscenza, delle traduzioni di dipinti in modelli in prospettiva accelerata, dovuto soprattutto alle difficoltà realizzative.

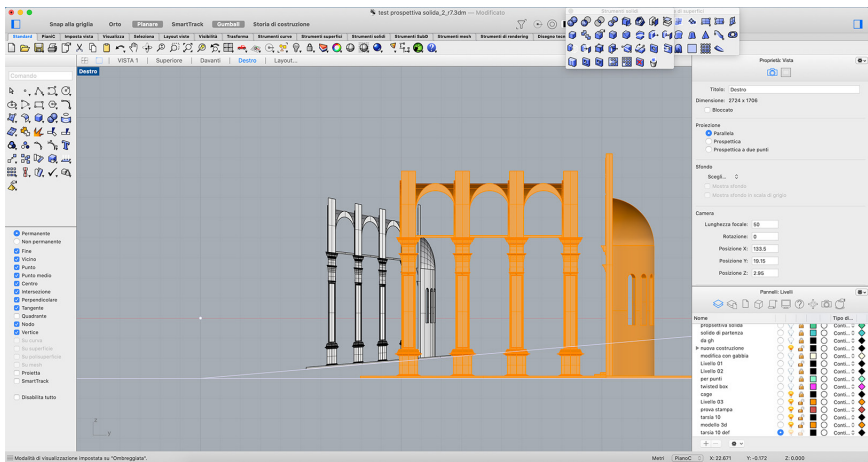
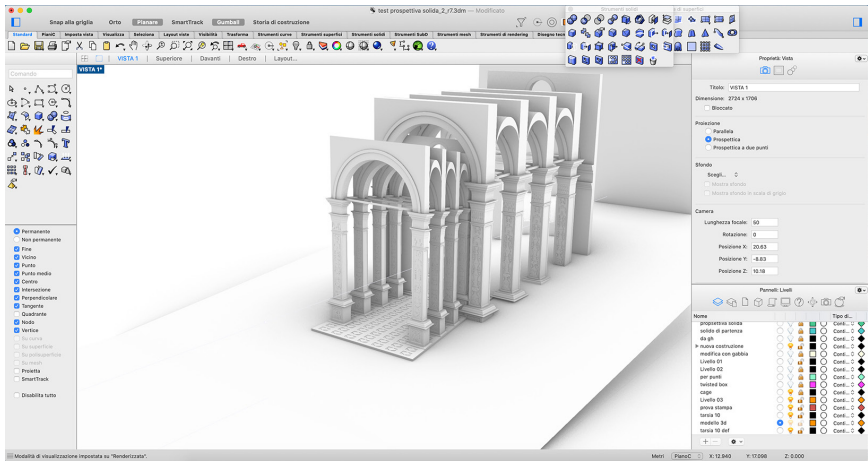
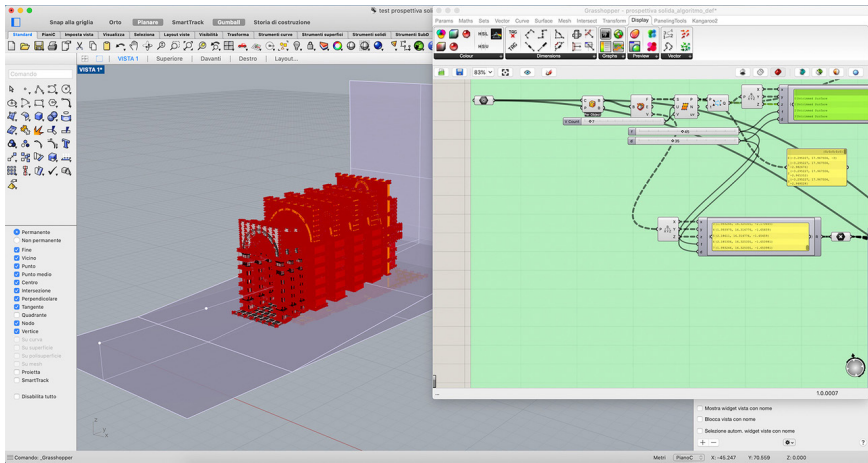
Il caso studio ha riguardato una serie di tarsie lignee del coro di Santa Maria in Organo (Verona) realizzate da Fra Giovanni da Verona (1457-1525), che rappresentano in prospettiva delle vedute di alcuni scorci di città o composizioni astratte di strumenti musicali, poliedri e oggetti liturgici (figg. 2, 3).

La prima operazione è stata quella di ottenere delle ortofoto delle opere selezionate, successivamente si è proceduto con

Fig. 6
Fase di deformazione del modello in vera forma in prospettiva solida. Elaborazione digitale dell'autore.

Fig. 7
Confronto tra i due modelli tridimensionali. Elaborazione digitale dell'autore.

Fig. 8
Confronto tra i due modelli tridimensionali. Elaborazione digitale dell'autore.



la restituzione prospettica. La prospettiva inversa ha permesso di restituire l'orientamento esterno ed interno della prospettiva, indispensabili per ricavare le piante e i prospetti degli elementi rappresentati in scorcio (fig. 4). Successivamente, utilizzando le rappresentazioni mongiane ottenute si è potuto ricostruire il modello tridimensionale della scena in vera forma (fig. 5). Questo processo ha garantito un'accurata realizzazione del clone digitale, fedele a quanto rappresentato e soprattutto supportato da un procedimento scientifico. Ottenuto il modello NURBS della scena rappresentata, si è resa necessario la sua trasformazione in una prospettiva solida.

La prospettiva solida accelerata è una deformazione proiettiva dello spazio utilizzata principalmente per la realizzazione degli spazi scenici e si basa sui principi della prospettiva lineare conica. La realizzazione di un modello in prospettiva solida sarebbe potuta avvenire manualmente applicando le costruzioni canoniche previste per deformare proiettivamente uno spazio scenico [2]. Tuttavia, l'obiettivo di questa parte della ricerca è stato quello di stabilire un processo 'automatico' di deformazione, sfruttando la modellazione generativa attraverso la progettazione di un algoritmo mediante un software di programmazione visuale, cosiddetti VPL (*visual programming language*). L'idea era quella di programmare un algoritmo capace di tradurre in prospettiva solida tutti i modelli in esso importati e dunque che fosse un'operazione attuabile e replicabile in tempi ragionevolmente contenuti, agendo semplicemente sui parametri di personalizzazione inerenti alle deformazioni prospettiche che si vogliono ottenere.

La programmazione dell'algoritmo generativo è avvenuta attraverso il plugin di Rhino chiamato Grasshopper, si tratta di un editor visuale per lo scripting basato su un'interfaccia a nodi, la cui sequenza di istruzioni vengono infine tradotte in modelli tridimensionali nella finestra di Rhino.

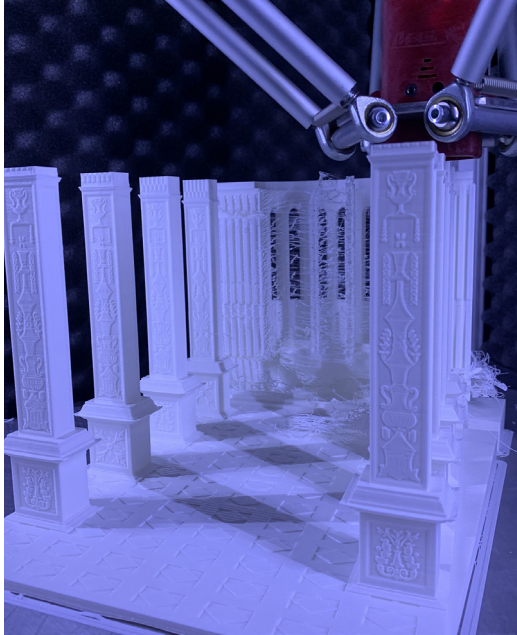
L'algoritmo è stato progettato in maniera tale che un modello tridimensionale NURBS possa essere trasformato in un modello in prospettiva solida attraverso una serie di trasformazioni. Gli elementi vengono circoscritti da delle gabbie, quest'ultime a loro volte sono suddivise in un numero variabile di punti - che sono a discrezione dell'utente, ma che è consigliabile aumentare laddove cresca la complessità delle superfici del modello - secondo la direzione u e v . I valori x , y , z iniziali dei punti dello

Fig. 9
Vista del supporto tattile durante il processo di stampa 3D. Foto dell'autore.

Fig. 10
Vista del supporto tattile ottenuto attraverso la stampa 3D. Foto dell'autore.

Fig. 11
Vista del supporto tattile ottenuto attraverso la stampa 3D. Foto dell'autore.

Fig. 12
Dettaglio delle texture applicate al modello ottenuto attraverso la stampa 3D. Foto dell'autore.



spazio affine (reale) vengono elaborati attraverso un sistema di equazioni che permette di stabilire la nuova posizione all'interno dello spazio proiettivo [3]. Le variabili del sistema di equazioni sono rappresentate dalla posizione dell'osservatore dal quadro, che sarà la medesima individuata attraverso la restituzione prospettica, e dalla profondità del piano delle fughe. Stabiliti questi valori, attraverso i punti ottenuti verranno ricostruite le gabbie deformate che a loro volta conterranno gli elementi del modello tridimensionale in prospettiva accelerata (figg. 6-8). I modelli tridimensionali così ottenuti sono stati infine stampati in 3D attraverso una stampante a tecnologia FFF (Fused Filament Fabrication) (figg. 9-12).

Note

[1] Per un *excursus* di alcune di queste opere si rimanda a: Riavis 2020, pp. 63-84.

[2] Per maggiori approfondimenti riguardo la costruzione di prospettive solide accelerate e la realizzazione di spazi scenici si veda Pagliano [2002, pp. 57-65].

[3] Il sistema di equazioni si basa sulle relazioni matematiche che sussistono tra lo spazio affine e lo spazio proiettivo, capaci di deformare lo spazio contraendolo o espandendolo. Questo tipo di trasformazione può essere effettuata calcolando le coordinate dei punti dello spazio proiettivo rispetto a quelli dello spazio affine e reiterando l'operazione per tutte le infinite posizioni che il primo piano limite (detto anche piano delle fughe) può assumere rispetto al piano di collineazione (detto anche piano delle tracce). Per approfondimenti si consulti Baglioni, Salvatore [2017].

Crediti/Ringraziamenti

La presente ricerca è stata sviluppata nell'ambito del progetto *Vision e progettazione - Visioni e immaginario per la comunicazione della manifattura digitale a servizio del patrimonio culturale*, responsabile scientifico prof. Giuseppe D'A-cunto. Delibera della giunta regionale n. 204 del 26 febbraio 2019 - area di crisi industriale complessa di Venezia - politiche attive e percorsi di innovazione aziendale a supporto del progetto di riconversione e riqualificazione industriale (PRRI) - Cod. progetto 7076-0001-204-2019 - Partner: Fablab Venezia S.r.l.

Si ringrazia Aldo Grassini, direttore del Museo Tattile Statale Omero (Ancona), per la gentilezza, la disponibilità e l'entusiasmo con cui ha accolto l'idea di questa ricerca.

Riferimenti bibliografici

- Arnheim, R. (2019). *Per la Salvezza dell'Arte*, Milano: Mimesis.
- Baglioni, L., Salvatore, M. (2017). Images of the Scenic Space between Reality and Illusion. Projective Transformations of the Scene in the Renaissance Theatre. In *Proceedings*, vol. 1, n. 9, 943.
- Barcarolo, P. (2015). 'Modellazione 2,5/3D aumentata' per la stampa 3D del Patrimonio Culturale fruibile anche da parte di persone con disabilità visiva e cognitiva". In Fabian L., Marzo M.C. (a cura di). *La ricerca che cambia. Atti del primo convegno nazionale dei dottorati italiani dell'architettura, della pianificazione e del design*. Università luav di Venezia, 19-20 novembre 2014, pp.700-715. Siracusa: LetteraVentidue Edizioni.
- Bellini, A. (2000). *Toccare l'arte. L'educazione estetica di ipovedenti e non vedenti*, Roma: Armano Editore.
- De Rosa, A. (2021). *Cecità del vedere. Sull'origine delle immagini*. Roma: Aracne Editrice.
- Friedman, H. (2021). Jusepe de Ribera's Five Senses and the Practice of Prudence. In *Renaissance Quarterly*, n. 74(4), pp. 1111-1161.
- Grassini, A. (2016). *Per un'estetica della tattilità. Ma esistono davvero le arti visive?*, Roma: Armano Editore.
- Hull, J.M. (1992). *Il dono oscuro*. Milano: Garzanti.
- Meschini, A., Sicuranza, F. (2016). Per una rappresentazione "sensibile": la comunicazione della forma per la percezione aptica". In Bertocci S., Bini M. (a cura di), *Le ragioni del disegno. Atti del 38° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, XIII Congresso UID*. Firenze 15-17 settembre 2016, pp. 1515-1522. Roma: Gangemi.
- Museo Tattile Statale Omero (a cura di) (2006). *L'arte a portata di mano. Verso una pedagogia di accesso ai Beni Culturali senza barriere*, Roma: Armano Editore.
- Pagliano, A. (2002). *Il disegno dello spazio scenico*. Milano: Hoepli.
- Riavis, V. (2020). *La Chiesa di Sant'Ignazio a Gorizia tra architettura e pittura. Analisi geometrica e restituzioni per la rappresentazione tattile*. Trieste: EUT.
- Secchi, L. (2018). Toccare con gli occhi e vedere con le mani. Funzioni cognitive e conoscitive dell'educazione estetica. In *Ocula*, vol.19, n.19, pp.15-31.
- Secchi, L. (2005). *L'educazione estetica per l'integrazione*. Roma: Carocci.