POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Il disegno narrato. Esplicitare algoritmi per insegnare la modellazione digitale | The Narrated Drawing. Explicating Algorithms for Teaching Digital Modelling

*Original*
Il disegno narrato. Esplicitare algoritmi per insegnare la modellazione digitale | The Narrated Drawing. Explicating Algorithms for Teaching Digital Modelling / Calvano, M., Lo Turco, M., Giovannini, E.C., Tomalini, A.. - ELETTRONICO. - (2020), pp. 196-215. (42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione ).

*Availability:*
This version is available at: 11583/2846275 since: 2020-09-21T16:34:19Z

*Publisher:*
Franco Angeli

*Published*
DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

15 October 2026

unione italiana disegno

# CONNETTERE CONNECTING
## un disegno per annodare e tessere
## drawing for weaving relationships

42° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2020
42th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2020

a cura di

Adriana Arena
Marinella Arena
Rosario Giovanni Brandolino
Daniele Colistra
Gaetano Ginex
Domenico Mediati
Sebastiano Nucifora
Paola Raffa

FrancoAngeli OPEN ACCESS

diségno

# diségno

la Collana della UID - Unione Italiana per il Disegno

direttore Francesca Fatta

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari.
I volumi degli atti sono redatti a valle di una *call* aperta a tutti e con un forte taglio internazionale.
I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri esperti nel campo della Rappresentazione.

I volumi della collana possono essere pubblicati sia a stampa che in *open access* e tutti i contributi degli autori sono sottoposti a *double blind peer review* secondo i criteri di valutazione scientifica attualmente normati.


**Comitato Scientifico / Scientific Committee**

Giuseppe Amoruso *Politecnico di Milano*
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*
Mario Centofanti *Università degli Studi dell'Aquila*
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*
Antonio Conte *Università degli Studi della Basilicata*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università degli Studi di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università degli Studi di Genova*
Francesca Fatta *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*
Fabrizio Gay *Università IUAV di Venezia*
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*
Anna Osello *Politecnico di Torino*
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*
Lia Maria Papa *Università degli Studi di Napoli "Federico II"*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

*Componenti di strutture straniere*

Caroline Astrid Bruzelius *Duke University - USA*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá - Spagna*
Frank Ching *University of Washington - USA*
Livio De Luca *UMR CNRS/MCC MAP Marseille - Francia*
Roberto Ferraris *Universidad Nacional de Córdoba - Argentina*
Glaucia Augusto Fonseca *Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*
Jacques Laubscher *Tshwane University of Technology - Sudafrica*
Cornelie Leopold *Technische Universität Kaiserslautern - Germania*
Juan José Fernández Martín *Universidad de Valladolid - Spagna*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*
César Otero *Universidad de Cantabria - Spagna*
Guillermo Peris Fajarnes *Universitat Politècnica de València - Spagna*
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*
Michael John Kirk Walsh *Nanyang Technological University - Singapore*



Progetto grafico e copertina di Enrico Cicalò e Paola Raffa

FrancoAngeli

OPEN ACCESS

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma FrancoAngeli Open Access (http://bit.ly/francoangeli-oa). FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli ne massimizza la visibilità e favorisce la facilità di ricerca per l'utente e la possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:
http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

# CONNETTERE CONNECTING
## un disegno per annodare e tessere
## drawing for weaving relationships

42° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2020
42th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2020

a cura di/edited by

Adriana Arena
Marinella Arena
Rosario Giovanni Brandolino
Daniele Colistra
Gaetano Ginex
Domenico Mediati
Sebastiano Nucifora
Paola Raffa

FrancoAngeli OPEN ACCESS

42° Convegno Internazionale
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione
Congresso della Unione Italiana per il Disegno
42th International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana per il Disegno

**Comitato Scientifico / Scientific Committee**
Giuseppe Amoruso *Politecnico di Milano*
Fabio Basile *Università di Messina*
Paolo Belardi *Università di Perugia*
Stefano Bertocci *Università di Firenze*
Mario Centofanti *Università dell'Aquila*
Enrico Cicalò *Università di Sassari*
Daniele Colistra *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Antonio Conte *Università della Basilicata*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*
Francesca Fatta *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Ángela García Codoñer *Universitat Politècnica de València*
Juan Francisco García Nofuentes *Universidad de Granada*
Fabrizio Gay *Università IUAV di Venezia*
Gaetano Ginex *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Andrea Giordano *Università di Padova*
Massimo Giovannini *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Marc Hemmerling *Tecnology Arts Science Köln*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*
Fakher Kharrat *Ecole Nationale d'Architecture de Tunis*
Cornelie Leopold *Technische Universität Kaiserslautern*
Francesco Maggio *Università di Palermo*
Roser Martinez Ramos Iruela *Universidad de Granada*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*
Pilar Chías Navarro *Universidad de Alcalá*
Pablo José Navarro Esteve *Universitat Politècnica de València*
Anna Osello *Politecnico di Torino*
Spiros Papadopoulos *University of Thessalyha*
Caterina Palestini *Università di Chieti-Pescara*
Lia Maria Papa *Università di Napoli "Federico II"*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università di Udine*
José Antonio Franco Taboada *Universidad da Coruña*
Chiara Vernizzi *Università di Parma*
Ornella Zerlenga *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

**Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination**
Gaetano Ginex *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Daniele Colistra *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

**Coordinamento Editoriale / Editorial Coordination**
Paola Raffa *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

**Comitato Editoriale / Editorial Committee**
Alessio Altadonna *Università di Messina*
Adriana Arena *Università di Messina*
Marinella Arena *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Rosario Giovanni Brandolino *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Domenico Mediati *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Antonino Nastasi *Università di Messina*
Sebastiano Nucifora *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

*I testi e le relative traduzioni oltre che tutte le immagini pubblicate sono stati forniti dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e redazione è dei curatori del volume.*

**Revisori / Peer Reviewers**
Fabrizio Agnello *Università di Palermo*
Piero Albisinni *Sapienza Università di Roma*
Giuseppe Amoruso *Politecnico di Milano*
Marinella Arena *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Pasquale Argenziano *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Barbara Aterini *Università di Firenze*
Fabrizio Avella *Università di Palermo*
Alessandra Avella *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Vincenzo Bagnolo *Università di Cagliari*
Marcello Balzani *Università di Firenze*
Laura Baratin *Università di Urbino "Carlo Bo"*
Salvatore Barba *Università di Salerno*
Cristiana Bartolomei *Università di Bologna*
Paolo Belardi *Università di Perugia*
Stefano Bertocci *Università di Firenze*
Marco Giorgio Bevilacqua *Università di Pisa*
Carlo Biagini *Università di Firenze*
Alessandro Bianchi *Politecnico di Milano*
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*
Fabio Bianconi *Università di Perugia*
Enrica Bistagnino *Università di Genova*
Antonio Bixio *Università della Basilicata*
Maurizio Marco Bocconcino *Politecnico di Torino*
Cecilia Bolognesi *Politecnico di Milano*
Stefano Brusaporci *Università dell'Aquila*
Massimiliano Campi *Università di Napoli "Federico II"*
Marco Canciani *Università di Roma Tre*
Cristina Càndito *Università di Genova*
Mara Capone *Università di Napoli "Federico II"*
Laura Carlevaris *Sapienza Università di Roma*
Laura Carnevali *Sapienza Università di Roma*
Marco Carpiceci *Sapienza Università di Roma*
Andrea Casale *Sapienza Università di Roma*
Mario Centofanti *Università dell'Aquila*
Stefano Chiarenza *Università di Napoli "Federico II"*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá*
Emanuela Chiavoni *Sapienza Università di Roma*
Massimiliano Ciammaichella *Università IUAV di Venezia*
Maria Grazia Cianci *Università di Roma Tre*
Enrico Cicalò *Università di Sassari*
Giuseppina Cinque *Università di Roma "Tor Vergata"*
Luigi Cocchiarella *Politecnico di Milano*
Daniele Colistra *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Antonio Conte *Università della Basilicata*
Dino Coppo *Politecnico di Torino*
Carmela Crescenzi *Università di Firenze*
Giuseppe D'Acunto *Università IUAV di Venezia*
Pierpaolo D'Agostino *Università di Napoli "Federico II"*
Roberto de Rubertis *Sapienza Università di Roma*
Antonella di Luggo *Università di Napoli "Federico II"*
Francesco Di Paola *Università di Palermo*
Edoardo Dotto *Università di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*
Federico Fallavollita *Università di Bologna*
Marco Fasolo *Sapienza Università di Roma*
Maria Teresa Galizia *Università di Catania*
Noelia Galvan *Universidad de Valladolid*
Juan Francisco Garcìa Nofuentes *Universidad de Granada*
Giorgio Garzino *Politecnico di Torino*
Fabrizio Gay *Università IUAV di Venezia*
Paolo Giandebiaggi *Università di Parma*
Gaetano Ginex *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Paolo Giordano *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Andrea Giordano *Università di Padova*
Massimo Giovannini *Università Mediterranea di Reggio Calabria*
Marc Hemmerling *Tecnology Arts Science Köln*
Maria Pompeiana Iarossi *Politecnico di Milano*
Manuela Incerti *Università di Ferrara*
Carlo Inglese *Sapienza Università di Roma*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*
Sereno Marco Innocenti *Università di Brescia*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Alfonso Ippolito *Sapienza Università di Roma*
Fabio Lanfranchi *Sapienza Università di Roma*
Mariangela Liuzzo *Università di Enna "Kore"*
Massimiliano Lo Turco *Politecnico di Torino*
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*
Francesco Maggio *Università di Palermo*
Federica Maietti *Università di Ferrara*
Massimo Malagugini *Università di Genova*
Emma Mandelli *Università di Firenze*
Roser Martínez Ramos e Iruela *Universidad de Granada*
Giovanna A. Massari *Università di Trento*
Giampiero Mele *Università eCampus*
Alessandro Merlo *Università di Firenze*
Barbara Messina *Università di Salerno*
Giuseppe Moglia *Politecnico di Torino*
Cosimo Monteleone *Università di Padova*
Carlos Montes *Universidad de Valladolid*
Marco Muscogiuri *Politecnico di Milano*
Anna Osello *Politecnico di Torino*
Alessandra Pagliano *Università di Napoli "Federico II"*
Caterina Palestini *Università di Chieti-Pescara*
Lia Maria Papa *Università di Napoli "Federico II"*
Leonardo Paris *Sapienza Università di Roma*
Sandro Parrinello *Università di Pavia*
Maria Ines Pascariello *Università di Napoli "Federico II"*
Ivana Passamani *Università di Brescia*
Giulia Pellegri *Università di Genova*
Nicola Pisacane *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Manuela Piscitelli *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Paolo Piumatti *Politecnico di Torino*
Paola Puma *Università di Firenze*
Fabio Quici *Sapienza Università di Roma*
Luca Ribichini *Sapienza Università di Roma*
Andrea Rolando *Politecnico di Milano*
Adriana Rossi *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*
Daniele Rossi *Università di Camerino*
Michela Rossi *Politecnico di Milano*
Maria Elisabetta Ruggiero *Università di Genova*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Antonella Salucci *Università di Chieti-Pescara*
Salvatore Santuccio *Università di Camerino*
Nicolò Sardo *Università di Camerino*
Marcello Scalzo *Università di Firenze*
Alberto Sdegno *Università di Udine*
Giovanna Spadafora *Università di Roma Tre*
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*
Maurizio Unali *Università di Chieti-Pescara*
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*
Chiara Vernizzi *Università di Parma*
Marco Vitali *Politecnico di Torino*
Andrea Zerbi *Università di Parma*
Ornella Zerlenga *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Pubblicato con licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it

# Indice
# Index


13
*Francesca Fatta*
Prefazione I Preface

25
*Gaetano Ginex, Daniele Colistra*
CONNETTERE un disegno per annodare e tessere
CONNECTING drawing for weaving relationships


## PROMETEO la teoria e la tecnica
## PROMETHEUS teory and tecnique


31
*Carlo Anastasio, Emanuela Paternò, Rita Valenti*
Connessioni per una didattica multidisciplinare:
pensiero e espressività della comunicazione
Connections for a Multidisciplinary Teaching Approach:
Tought and Expressiveness of Communication

47
*Leonardo Baglioni, Marta Salvatore, Graziano Mario Valenti*
Verso una musealizzazione della forma
Towards a Musealization of Shape

67
*Marcello Balzani, Fabiana Raco*
L'oggetto corporeo. Lo spazio del corpo tra rilievo e rappresentazione
Object towards Human Body. The Space of Human Body
between the Surveying and Representation Processes

87
*Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari*
Le fortificazioni di Piombino di Leonardo da Vinci: la riscoperta
delle tracce dell'impianto rinascimentale attraverso il rilievo digitale e il disegno
The Fortifications of Piombino by Leonardo da Vinci: the Discovery
of the Traces of the Renaissance System through Digital Survey and Drawing

103
*Enrica Bistagnino*
Connessioni storiche fra il disegno e il design.
Qual è la lezione della Scuola di Ulm?
Historical Connections between Drawing and Design.
What is the Lesson of the Ulm School?

119
*Maurizio Marco Bocconcino, Francesca Maria Ugliotti*
Interattività e interoperabilità nel disegno a mano libera:
alcuni approcci digitali a supporto della didattica
Interactivity and Interoperability in the Freehand Drawing:
Digital Approaches Supporting Education

139
*Cecilia Bolognesi, Fausta Fiorillo*
Survey and Modelling for a Theoretical Reconstruction

147
*Alessio Bortot*
Dai tracciati alle strutture stereotomiche:
analisi di alcuni sistemi voltati della Cattedrale di Murcia (Spagna)
From Trait to Stereotomic Structure:
Analysis of some Vaulted Systems in the Murcia Cathedral (Spain)

167
*Belén Butragueño Díaz-Guerra, Mariasun Salgado de la Rosa,*
*Javier Francisco Raposo Grau*
"Draw" Is More

174
*Giovanni Caffio*
+X+. Un progetto di eco-costruzioni ludiche
per insegnare i principi dell'architettura modulare
+X+. A Project of Playful Eco-Blocks
to Teach the Principles of Modular Architecture

196
*Michele Calvano, Massimiliano Lo Turco, Elisabetta Caterina Giovannini, Andrea Tomalini*
Il disegno narrato. Esplicitare algoritmi per insegnare la modellazione digitale
The Narrated Drawing. Explicating Algorithms for Teaching Digital Modelling

216
*Alessio Cardaci*
Il disegno per l'infanzia: approcci interdisciplinari
per una nuova forma di didattica
The Drawing for Children: Interdisciplinary Approaches
to a New Form of Education

238
*Laura Carnevali, Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi*
Il Disegno e la Scuola Superiore di Architettura
Drawing and the Advanced School of Architecture

260
*Marco Carpiceci, Fabio Colonnese*
Laterale *vs* algoritmico: un nuovo (vecchio) ruolo per il disegno?
Lateral *vs* Algorithmic: a New (Old) Role for Drawing?

276
*Matteo Cavaglià*
Imparare dalla rappresentazione digitale del paesaggio,
tra suggestioni 'romantiche' e rigore matematico
Learning from the Digital Representation of the Landscape,
between 'Romantic' Suggestion and Mathematical Rigor

296
*Stefano Chiarenza*
Arte e geometria nel disegno tessile
Art and Geometry in Textile Drawing

316
*Enrico Cicalò*
Connessioni tra saperi.
Disciplinarietà, interdisciplinarietà e transdisciplinarietà delle scienze grafiche
Connections between Knowledge.
Disciplinarity, Interdisciplinarity and Transdisciplinarity of Graphic Sciences

338
*Luigi Cocchiarella*
Connecting by Drawing: Use and Abuse

342
*Sara Conte, Michela Rossi, Valentina Marchetti, Giorgio Buratti*
Legature, intrecci e merletti. Le strutture tessili
Bindings, Weaves and Lace. The Textile Structures

368
*Michela De Domenico*
Aldo Indelicato: il M.A.C. siciliano e la connessione tra le arti
Aldo Indelicato: the Sicilian M.A.C. and the Connection between the Arts

390
*Daniela De Luca, Umberto Mecca, Giuseppe Moglia, Manuela Rebaudengo*
Realtà Aumentata con GIS e BIM a servizio dei processi di scelta complessa
Augmented Reality with GIS and BIM at the Service of Complex Choice Processes

404
*Matteo Del Giudice, Emmanuele Iacono*
Approccio algoritmico per l'applicazione degli standard grafici
in ambiente BIM
Algorithmic Approach for the Application of Graphic Standards
in the BIM Environment

420
*Andrea di Filippo, Barbara Messina*
An Approach to Vector Data Extraction from 3D Point Clouds.
The Paleochristian Baptistery of Santa Maria Maggiore

429
*Francesco Di Paola, Giovanni Fatta, Calogero Vinci*
Il mattone cuneiforme maiolicato. Procedure algoritmico-parametriche
digitali come strumento di indagine e progettazione: dall'architettura
storica all'innovazione del design
The Wedge-Shaped Majolica Brick. Digital Algorythmic-Parametric Procedures
to Investigate and Design: from Historical Architecture to Design Innovation

445
*Cristian Farinella*
L'esperienza del paesaggio nella *natural visualization*
Experience of Landscape in Natural Visualization

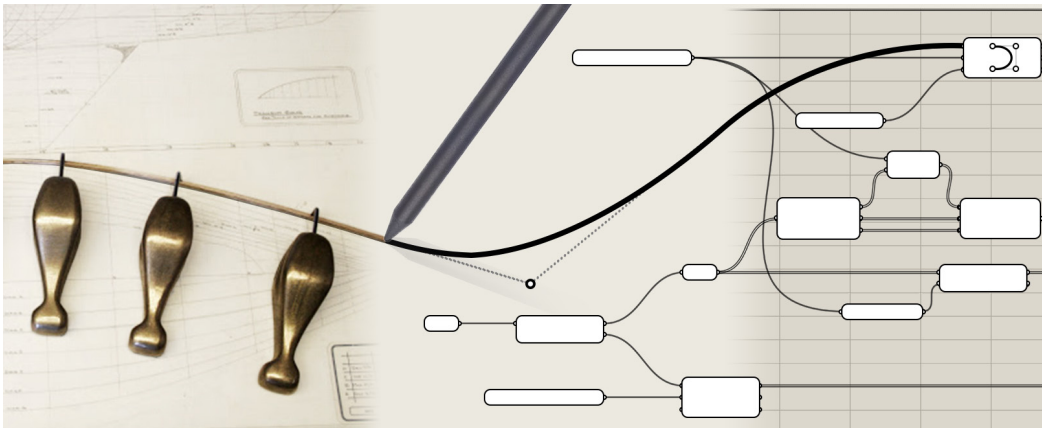
# Il disegno narrato. Esplicitare algoritmi per insegnare la modellazione digitale

Michele Calvano
Massimiliano Lo Turco
Elisabetta Caterina Giovannini
Andrea Tomalini

*Abstract*

Gli strumenti per il disegno dell'architettura si sono rapidamente evoluti negli ultimi anni, integrando il disegno manuale con l'uso dell'elaboratore: attraverso strumenti sempre più evoluti le più recenti piattaforme digitali, se sapientemente utilizzate, consentono un profondo e trasversale controllo del processo progettuale e costruttivo, favorendo la gestione di livelli di complessità che il disegno tecnico non permette di perseguire. Pur senza rinunciare alla capacità espressiva e ideativa del disegno manuale, i nuovi strumenti lavorano in modo efficiente sulle relazioni che intercorrono tra logica e forma, tra geometria e attributi.
È cambiato il paradigma del disegno, un cambiamento già in atto nella pratica professionale, che va integrato all'interno dell'accademia; solo in questo modo le procedure digitali verranno pienamente dominare dai futuri progettisti per ottenere progetti dalla forma 'etica'.
Il presente contributo si propone di ragionare criticamente su queste istanze, tra teorica e tecnica, accompagnando la narrazione con alcune interessanti e originali esperienze didattiche che si propongono di esplorare l'integrazione tra saperi diversi, indagando possibili connessioni tra un rigoroso approccio geometrico/logico/formale proprio dei sistemi di programmazione visuale (VPL - *Visual Programming Language*) utilizzando la rappresentazione esplicita.

*Parole chiave*
scienze della rappresentazione, didattica, integrazione di saperi, geometria descrittiva, disegno esplicito





doi.org/10.3280/oa-548.13

## Dal disegno digitale al Disegno Digitale Esplicito

Da diversi anni il settore del Disegno si avvale di diversi strumenti digitali, indagando connessioni tra i metodi classici del disegno e i metodi digitali. Ricordiamo che per metodi classici intendiamo le proiezioni ortogonali, l'assonometria e la prospettiva, per metodi digitali intendiamo la rappresentazione matematica (NURBS) e la rappresentazione numerica (*mesh*). I metodi digitali sono stati ampiamente dibattuti nel tempo nell'area del Disegno [Baglioni 2012; Bartoli et al. 2016], producendo un'ampia letteratura, arricchita di sperimentazioni che illustrano limiti e potenzialità dei metodi digitali.
Ancora in atto è la discussione sul ruolo dei metodi classici di rappresentazione nell'era del disegno digitale in cui gli strumenti adottati supportano diversi ambiti del progetto d'architettura. L'apprendimento della modellazione 3D oggi passa per il *Building Information Modeling*, in cui le possibilità della simulazione in questi ambienti affronta contemporaneamente l'organizzazione spaziale e costruttiva, funzionale e formale, quantitativa ed economica e le potenzialità prefigurative del progetto costruito superano le possibilità speculative sulla forma consentite da un software CAD. Il primo, decisamente votato alla gestione di progetto e di processo, riesce a restituire rappresentazioni tecniche che vanno dalla scala architettonica fino alla scala esecutiva dell'opera; il secondo è invece in grado di completare la prima parte del processo progettuale che riguarda la gestione della forma in ambito concettuale (figg. 1, 2).

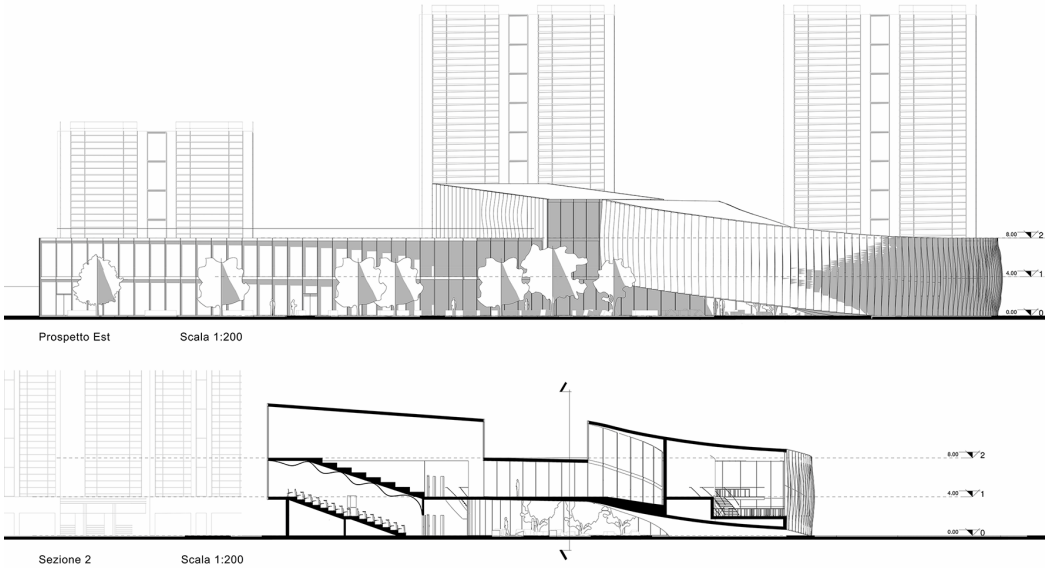



Fig. 1. Prospetto e sezione del progetto definitivo redatti con l'ausilio di software BIM. Scala originale 1:200 (studenti: E. Melano, A. Pizzo, L. Stojan).

Considerate le peculiarità complementari tra i due strumenti, sarebbe interessante creare un dialogo tra i due ambienti; la creazione di un unico percorso necessita di strategie per dare continuità alla naturale consequenzialità dei modelli: parliamo di immagini diverse dell'idea progettuale che matura durante il percorso ideativo permettendo al disegno un passaggio di scala. La necessità è quella di costruire ponti, connettere i metodi, rendere i modelli interoperabili.
Ultimamente i software di disegno si stanno dotando di interfacce grafiche per la programmazione visuale con cui manipolare le forme che lo stesso software mette a disposizione, attraverso il *Visual Programming Language*. L'avvento di questi applicativi integrati nei software, concede diversi gradi di libertà al disegnatore. Ci si rende conto, infatti, che le interfacce dei programmi collezionano in maniera tematica le componenti di costruzione e modifica delle forme, raggruppando in appositi menù i comandi di gestione dei documenti creati. La *User Interface* (UI) è sicuramente un valido supporto all'immediato utilizzo dei programmi di disegno, rendendo familiari strumenti che in realtà sono utilizzati per la generazione di

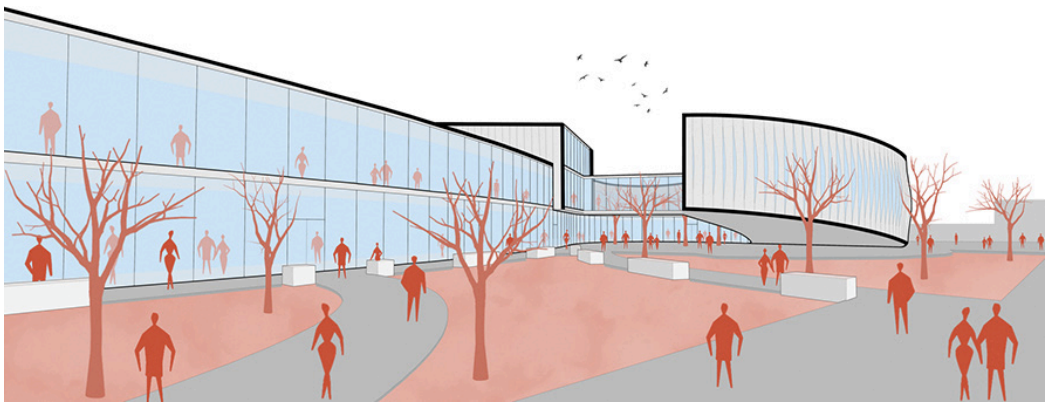


Fig. 2. Schematizzazione della forma architettonica concettuale in ambiente CAD tramite la costruzione di un modello continuo (studenti: E. Melano, A. Pizzo, L. Stojan).

modelli; le stesse UI però risultano essere un velo che cela, attraverso l'utilizzo di macro, le potenzialità intrinseche dello strumento: questo è forse una delle ragioni per cui l'apporto digitale nell'ambito del disegno non ha ancora espresso le sue piene potenzialità capaci di rivoluzionare la concezione della forma e la comprensione dello spazio.
Le interfacce rendono i software dei grandi tavoli da disegno in cui le barre che collezionano i comandi, non sono altro che cassetti contenenti un numero limitato di strumenti assimilabili a quelli posseduti dagli ormai antichi e desueti tecnigrafi: i diversi comandi per la costruzione di forme sono piccoli percorsi precostituiti che, attraverso l'introduzione di parametri restituiscono oggetti semplici; dall'insieme di questi oggetti e dalla loro interconnessione si prefigurano le forme. Il paradigma compositivo non è particolarmente mutato nel tempo, se non in alcuni aspetti che riguardano la maggiore rapidità di comunicazione degli step compositivi e della produzione di elaborati tecnici.
Se nell'approccio originale al modello la costruzione è fondata sulla composizione di macro precostituite, l'approccio grafico-computazionale consente di entrare nell'essenza informatica delle entità che si generano in ambiente digitale. La parola modello diventa chiave in questo modo di ragionare; un modello informatico di un edificio è in potenza non solo una costruzione tridimensionale che permette infiniti punti di vista, ma anche un modello scientifico: modello matematico, finanziario fisico, statistico. I dati sono interrelati e al mutare di uno variano anche gli altri [Saggio 2007].
Gli aspetti computazionali esigono la conoscenza dei linguaggi di programmazione per manipolare in maniera diretta le librerie che codificano le entità grafiche; la conoscenza di lin-

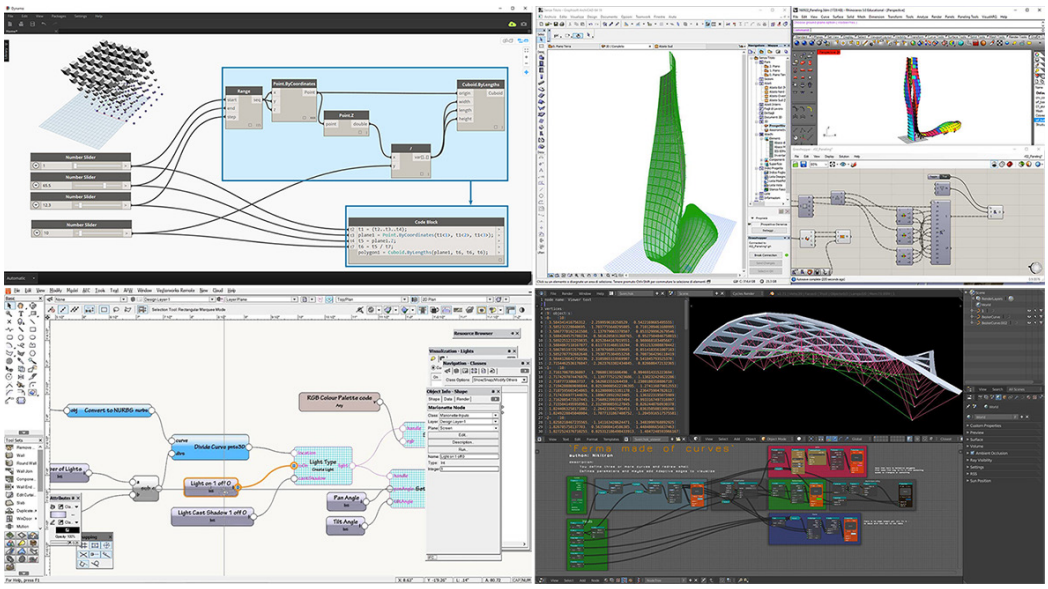


Fig. 3. UI di alcuni degli applicativi VPL più utilizzati: Dynamo e Marionette (a sinistra); Grasshopper e Sverchok (a destra); <primer.dynamobim.org/, forum.vectorworks.net/, archiradar.it/, nikitron.cc.ua/>.

guaggi legati alla composizione di istruzioni minime, diventa spunto di una evoluta creatività progettuale: una sapiente gestione del livello informativo delle entità geometriche consente di aggiungere "ingredienti nuovi" al disegno per generare forme evolute (fig. 3). Nel tempo, progettisti pionieri hanno introdotto regole diverse da quelle imposte dalla riga e dalla squadra, ibridando informazioni provenienti da altri settori (Antoni Gaudì, Otto Frei, Felix Candela, Sergio Musmeci): la fisica meccanica, la matematica, la statica. La forma è quindi svincolata dalle regole tradizionali di composizione dell'architettura. Il Disegno Digitale Esplicito (DDE), attraverso il principale strumento del *Visual Programming Languag*e, rende democratico il processo di ibridazione (figg. 4, 5).

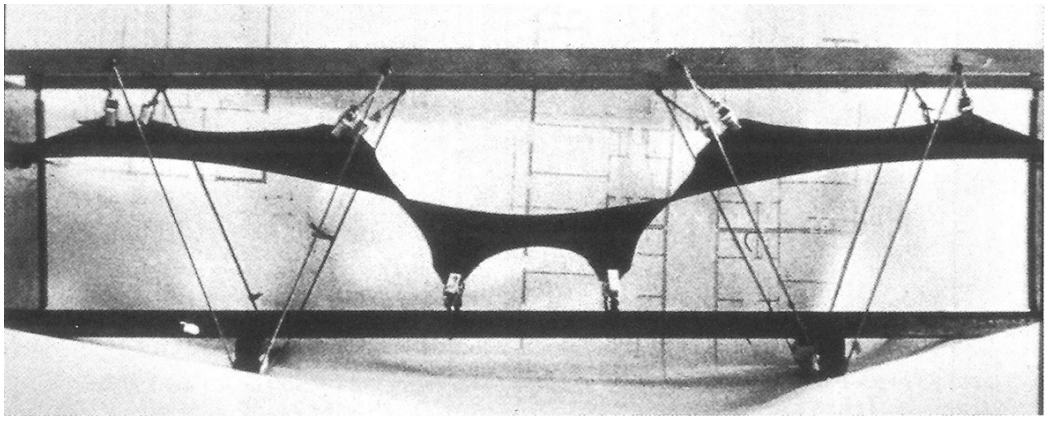


Fig. 4. Sergio Musumeci, modello per determinare la forma del Ponte sul Basento, 1967 (in *L'industria italiana del Cemento*, n.2, febbraio 1977, p. 77-98).

Con Disegno Digitale Esplicito (DDE) intendiamo quella modalità di rappresentazione dei modelli ove l'attenzione del disegnatore è rivolta non solo al risultato formale, ma anche alle procedure che hanno generato l'immagine. L'equilibrio tra procedura e prodotto mette in evidenza nuove modalità creative che si manifestano tanto nel prodotto visuale, quanto nelle procedure che generano il modello. La capacità di costruire relazioni efficienti tra dati e informazioni collegate a un modello visuale, è uno degli scopi del DDE [Calvano 2019].
Queste poche righe descrivono sinteticamente il ruolo del disegnatore che decide di avvalersi delle nuove tecniche informatiche per la rappresentazione dei modelli, attraverso una modalità di disegno controllata che utilizza strumenti di codifica visuale capaci di indagare nuovi ambiti della rappresentazione. Ambiti di cui le discipline del disegno devono impadronirsi, innescando un processo di revisione degli insegnamenti nei corsi di disegno delle scuole d'architettura. Da dove iniziare? Probabilmente dalle basi.

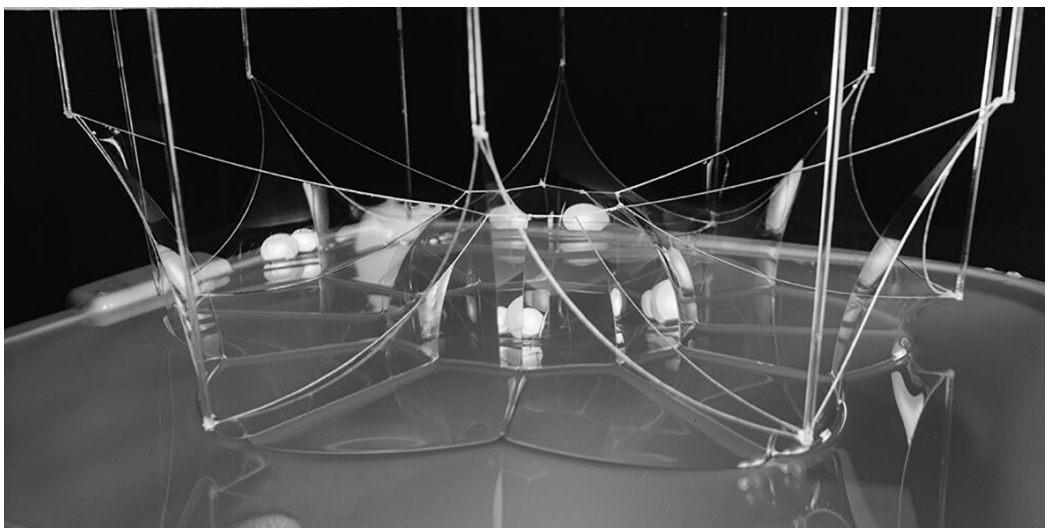


Fig. 5. Frame del video *The Institute for Lightweight Structure (IL) University of Stuttgart*. Direttore: Frei Otto.

## Gli enti geometrici fondamentali - decostruzione

Il Disegno Digitale Esplicito è un approccio basato sui nuovi metodi di rappresentazione, pur riconducendo le sue basi fondative ai metodi classici, poiché con essi è possibile addestrare la mente all'uso degli algoritmi generativi della forma.
Nel volume *Geometria Creativa* [Casale 2010], l'autore introduce nelle prime pagine gli enti geometrici fondamentali, disegnando sul foglio di carta un cubo in assonometria per poi smontarlo negli elementi che lo costituiscono: facce, linee e punti, definendoli "Elementi semplici, idee o concetti primitivi, necessari alla visione e alla conoscenza prima ancora che alla rappresentazione" [Casale 2010, p. 17]. La dissertazione prosegue, giungendo alla definizione della retta: "il piano frontale del cubo interseca la faccia superiore, definendo una porzione di retta. La retta può essere espressa solo attraverso la sua lunghezza, è monodimensionale. Il cubo è definito da 12 porzioni di rette, i suoi spigoli" [Casale 2010, p. 17]. .
L'elemento semplice per la comprensione degli enti geometrici fondamentali è il cubo, che nel campo bidimensionale del foglio di carta è rappresentato da un'immagine evocativa costituita da unaserie di segni che richiamano l'oggetto reale pieno. Il metodo della rappresentazione matematica propone come entità semplice la bRep (*boundary Representation*), che rappresenta le entità principali attraverso i suoi confini. Il disegno esplicito permette di recuperare le nozioni precedentemente enunciate per esprimere le nuove entità minime.
Il parallelepipedo in figura 6. è una bRep che viene ridotta alle sue entità minime attraverso un processo di decostruzione dell'oggetto. Per esprimere questa semplice procedura utilizziamo *Grasshopper*, uno dei VPL più utilizzati in ambito di ricerca. In figura è riportata la componente *Deconstruct Brep*; in *input* (Brep) si chiede l'introduzione di un solido aperto o chiuso per poi decostruirlo nelle liste delle entità minime che lo costituiscono: facce (*faces*), spigoli (*edges*), vertici (*vertices*). Inserendo un pannello di lettura per ogni *output* elencato, si visualizza una vera e propria lista dove le entità sono indicizzate con una sequenza numerica che parte da 0 e arriva a n, dove n è determinato dal numero degli elementi specifici che costruiscono la forma; per un cubo avremo 6 facce, 12 spigoli e 8 vertici. Notiamo

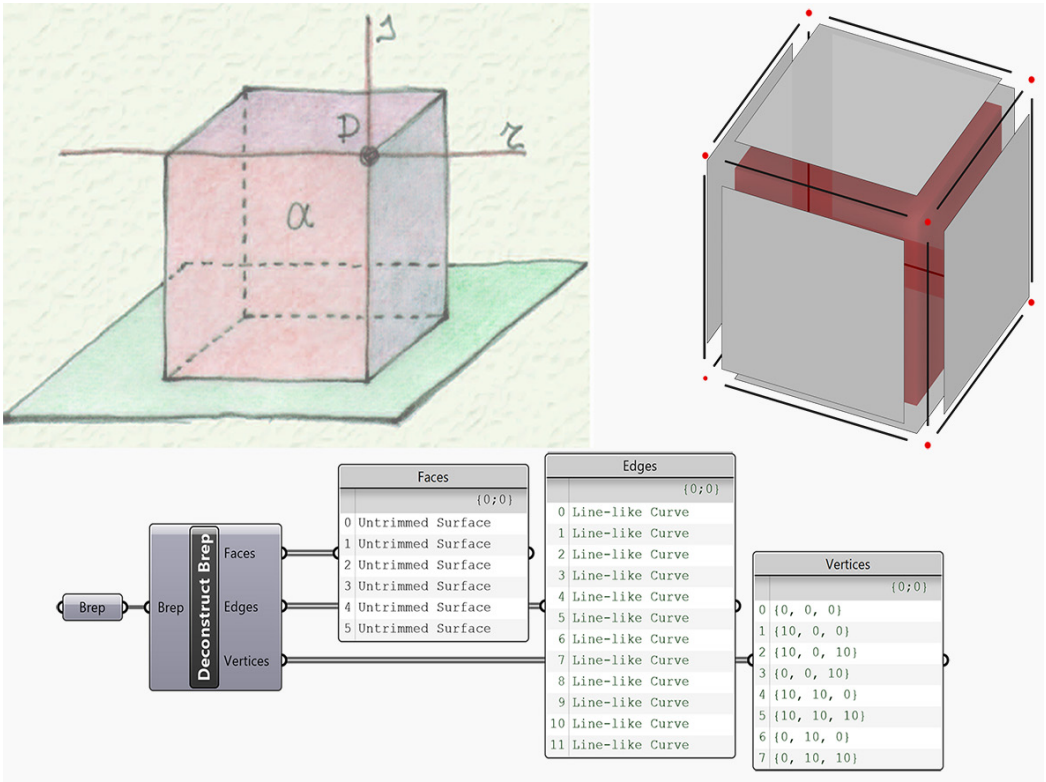



Fig. 6. Confronto tra decostruzione digitale e decostruzione analogica: [Casale 2010, p.. 17].

come il disegno esplicito sia una modalità di costruzione/decostruzione della forma la cui comprensione trova giovamento 'nell'addestramento algoritmico' alla geometria descrittiva.

## Le condizioni di appartenenza - topologia

La geometria descrittiva, attraverso i metodi classici di rappresentazione è in grado di descrivere sul piano le scene presenti nello spazio. La trasposizione degli eventi dal dominio tridimensionale al dominio bidimensionale è possibile partendo da chiare regole legate alle condizioni di appartenenza:
- Due punti distinti individuano una retta alla quale appartengono e che gli appartiene.
- Due piani distinti individuano una retta che gli appartiene, alla quale appartengono.
- Due rette che s'intersecano in un punto, individuano un piano che gli appartiene, al quale appartengono.
- Due rette parallele individuano un piano che gli appartiene, al quale appartengono.
- Tre punti che non appartengono alla medesima retta, individuano un piano che gli appartiene, al quale appartengono.
- Tre piani che non appartengono alla medesima retta, individuano un punto che gli appartiene, al quale appartengono.
- Un piano e una retta, che non si appartengono, individuano un punto che gli appartiene, al quale appartengono.
- Un punto e una retta che non si appartengono, individuano un piano che gli appartiene, a cui appartengono.

I metodi di rappresentazione digitale definiscono le condizioni di appartenenza mediante le condizioni topologiche, la conoscenza delle prime agevola la comprensione delle seconde. Usiamo ancora il linguaggio di programmazione visuale per capire in quale modo le condizioni di appartenenza, nella modellazione 3D, si convertono in relazioni topologiche tra le parti che costituiscono il modello. Un altro modo per definire i solidi in ambiente digitale è la polisuperficie: nel software si traduce in una collezione di entità (punti, linee e superfici)

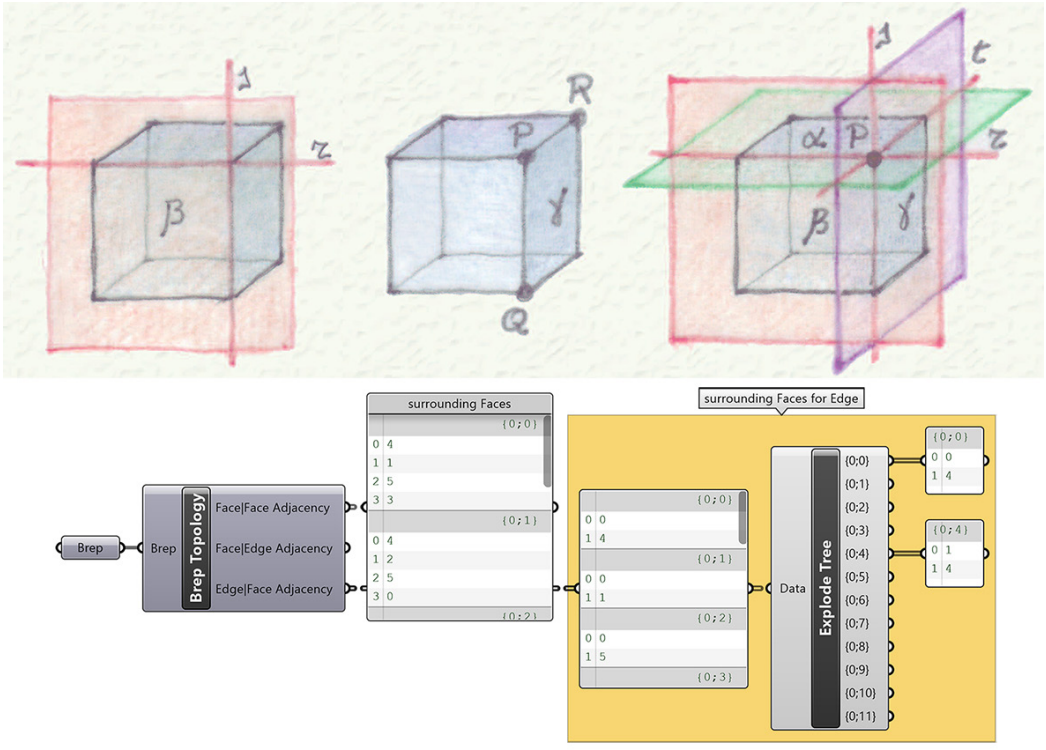



Fig. 7. Le condizioni di appartenenza proprie della geometria descrittiva, sono un valido approccio alla topologia delle figure digitali 3D [Casale 2010, p. 18].

legate tra loro da relazioni di appartenenza; queste determinano un collante che conferisce integrità al poliedro rappresentato, ovvero la topologia definita da una nuova lista di relazioni che, insieme alla lista delle entità minime costituenti il solido, ne determina l'identità all'interno della scena digitale.
Per comprendere meglio il concetto si introduce la componente Brep Topology (fig. 7): una volta acquisita la polisuperficie, la componente elenca per ogni faccia le rispettive facce adiacenti (*Face - Face Adjacency*) e gli spigoli adiacenti (*Face - Edge Adjacency*); e ancora, per ogni spigolo estrae un elenco di facce che vi convergono (Edge – Face Adjacency).
Se si utilizza un pannello e lo si collega alla prima uscita della componente in esame si può comprendere come viene numericamente indicata la topologia: la lista che generalmente è visualizzata con un elenco continuo di dati si spezza, creando dei raggruppamenti individuati da indici numerici inclusi tra parentesi graffe (fig. 7). Nel caso specifico il primo numero interno alle parentesi graffe è sempre 0. Separato da un punto e virgola vi è un ulteriore numero che identifica la faccia di riferimento. Gli elementi appartenenti a ogni raggruppamento rappresentano gli indici delle facce adiacenti a quella definita dal raggruppamento.
Le rappresentazioni esplicite descritte in dettaglio evidenziano come gli algoritmi visuali prodotti conducano a un nuovo grado di complessità. Esplicitare un codice nel tempo determina la costruzione di una struttura gerarchica, che trasporta il dato e lo trasforma, creando delle dipendenze parallele; si vengono dunque a creare nuove condizioni di appartenenza non più apprezzabili visivamente ma che richiedono una capacità di astrazione non più legata all'ambito disciplinare del disegno (fig. 8).
Questo è il punto in cui la rappresentazione traguarda i suoi confini per affacciarsi a un mondo informatico da cui trarre quella linfa utile ad alimentare l'evoluzione della disciplina.

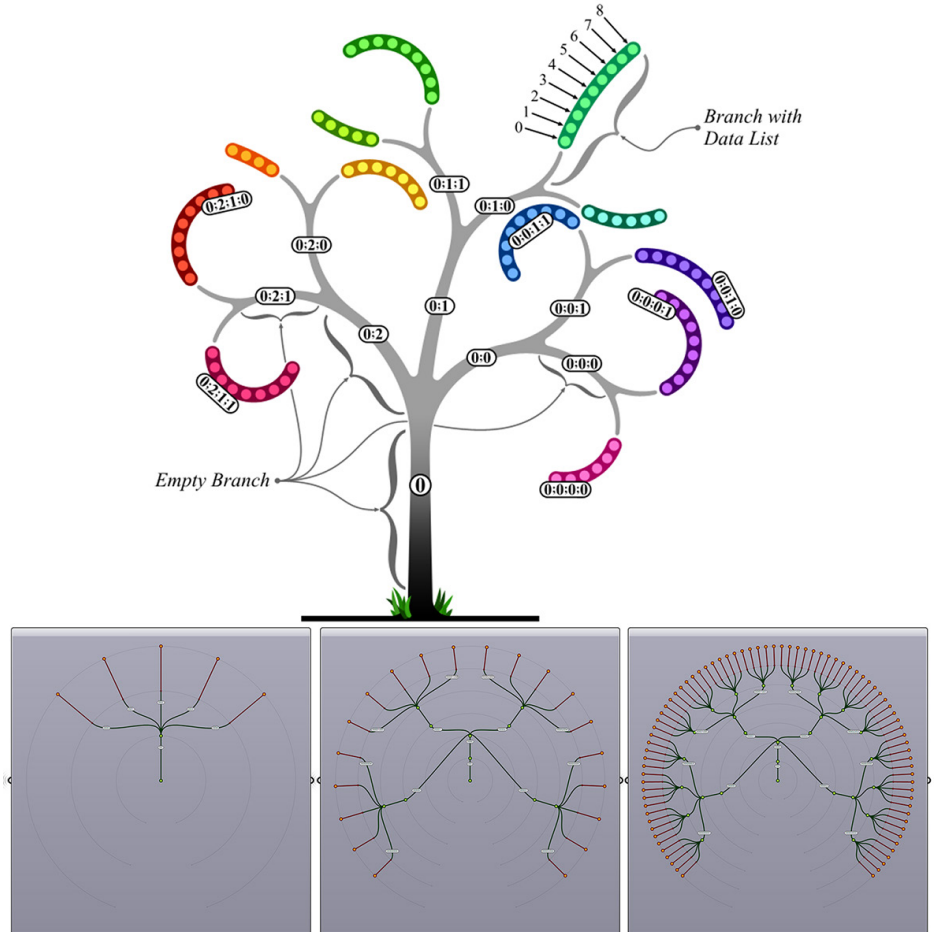



Fig. 8. Struttura del flusso dati coordinati con il sistema narrativo del *Visual Programming Language* [Payne, Issa 2009, p. 36].

## Consistenza e prefigurazione del DDE

Il disegno esplicito, nel determinarsi attraverso il VPL lascia traccia di sé, interrompendosi una volta raggiunta l'immagine finale della forma perseguita. La traccia può essere modificata in maniera non lineare, si può ramificare e semplificare nell'ottica di un'efficienza computazionale. Un nuovo linguaggio che può essere scritto e letto, assumendo una ulteriore logica narrativa. Quest'ultima proprietà le conferisce un indubbio valore didattico; identici obiettivi possono essere raggiunti mediante approcci diversi, che si manifestano lasciando tracce grafiche delle diverse sperimentazioni (fig. 9).
La logica narrativa della scelta è l'autentica innovazione nell'ambito del disegno informatico poiché costituisce l'essenza dell'innovazione digitale: la possibilità di elaborare flussi di informazioni, anche di natura eterogenea, utili a sviluppare nuovi concetti formali [Valenti, Romor 2012].
È una modalità aperta e interoperabile, capace di creare un ponte tra le discipline. Si moltiplicano i corsi universitari in diverse sedi italiane che utilizzano il disegno esplicito per il dialogo tra le discipline all'interno di atelier e corsi multidisciplinari, ne riportiamo solo alcuni.
L'insegnamento di *Product Design Studio*, all'interno del corso di Laurea Magistrale in Product Design del primo anno alla Sapienza di Roma. Mediante il disegno esplicito gli studenti gestiscono in un *workflow* unico continuamente modificabile, le operazioni di *reverse modeling* su *point cloud*, le operazioni di modellazione della forma e la fabbricazione digitale.
Più legato alle forme responsive è il Laboratorio di Modellazione 3D per il Design, insegnamento del primo anno della Laurea Magistrale in Design Computazionale al SAAD di Ascoli (Università di Camerino). In questo laboratorio il *Visual Programming Language* fa da ponte tra la modellazione di prodotti responsivi e le procedure per il *Rapid Prototyping*.
Nell'Atelier di Progetto e Rappresentazione, insegnamento del Corso di Laurea Triennale in Architettura del Politecnico di Torino, la disciplina della composizione si è avvalsa del disegno esplicito per parametrizzare l'evoluzione del processo progettuale, che in più di un progetto ha tenuto conto di fattori ambientali per la generazione dei modelli.
Il Politecnico di Torino vede nella transdisciplinarità degli insegnamenti un ambito fertile. Ne è un ulteriore esempio l'insegnamento Modellazione parametrica avanzata dell'involucro edilizio del Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il progetto sostenibile, in cui il Visual Programming Language è il luogo di incontro tra *Building Information Modeling*, *Building Physics* e Tecnologia dell'architettura.
Sebbene la rappresentazione esplicita sia presente a un livello avanzato dell'indagine architettonica, è quasi completamente assente all'interno di discipline fondanti nella formazione del progettista; in questo saggio si è cercato di sottolineare come la geometria descrittiva possa diventare vera e propria palestra algoritmica per l'addestramento dell'allievo alle problematiche contemporanee presenti nel progetto d'architettura.

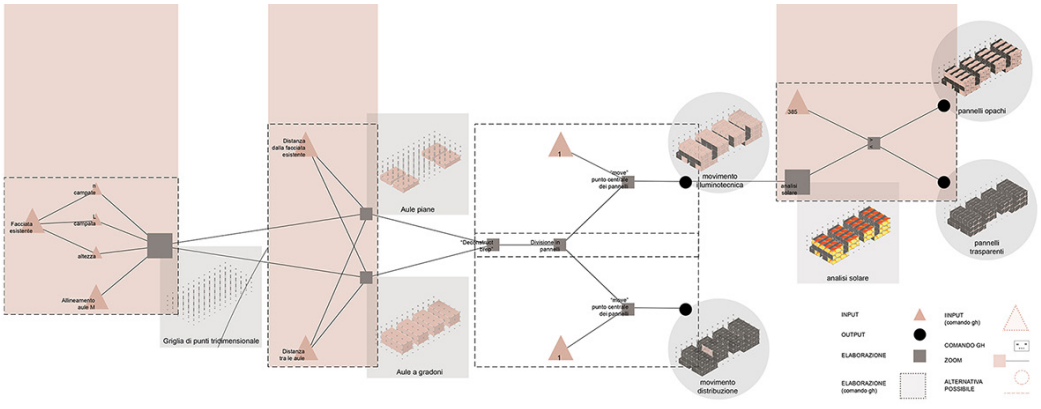



Fig. 9. Graficizzazione di un processo algoritmo per la narrazione del percorso compositivo (studenti: M. Caramia, I. Carrozzo, C. Casalegno).

## Conclusioni aperte: la scintilla che alimenta il fuoco dell'innovazione

Ben lontani dal raffrontare le sperimentazioni descritte con le gesta del titano greco, le attività proposte si connotano per una forte accezione sperimentale. Permane una ferma convinzione che sia indispensabile operare una scelta razionale di alcune buone qualità (o buone pratiche, come più comunemente si usa dire ai nostri giorni). I luoghi in cui sperimentare è concesso sono spesso territori di frontiera, non ancora strutturati nei piani di studio in una forma consolidata e disponibile a tutti. Ciò non va visto come un limite, al contrario, fornisce quel margine di libertà necessario per porre in essere processi euristici atti a prevedere risultati che in un secondo tempo vengono controllati e convalidati per via rigorosa. È questo il caso di alcuni workshop introduttivi dedicati ai nuovi immatricolati delle lauree magistrali di Architettura del Politecnico di Torino in cui negli anni sono state sperimentate varie tematiche [1] con aggregazioni disciplinari differenti, le cui esplorazioni sono riproposte in maniera più strutturata nei corsi opzionali e negli atelier [2]. L'Università, nelle sue diverse forme e missioni, non può rinunciare ad alimentare, giorno dopo giorno, la scintilla del progresso e dell'innovazione, con l'obiettivo di rendere i nostri allievi sempre più capaci e competitivi per il successivo ingresso nel mondo del lavoro. E a noi, piccoli e modesti innovatori, resta solo l'augurio di aver miglior sorte del titano Prometeo.

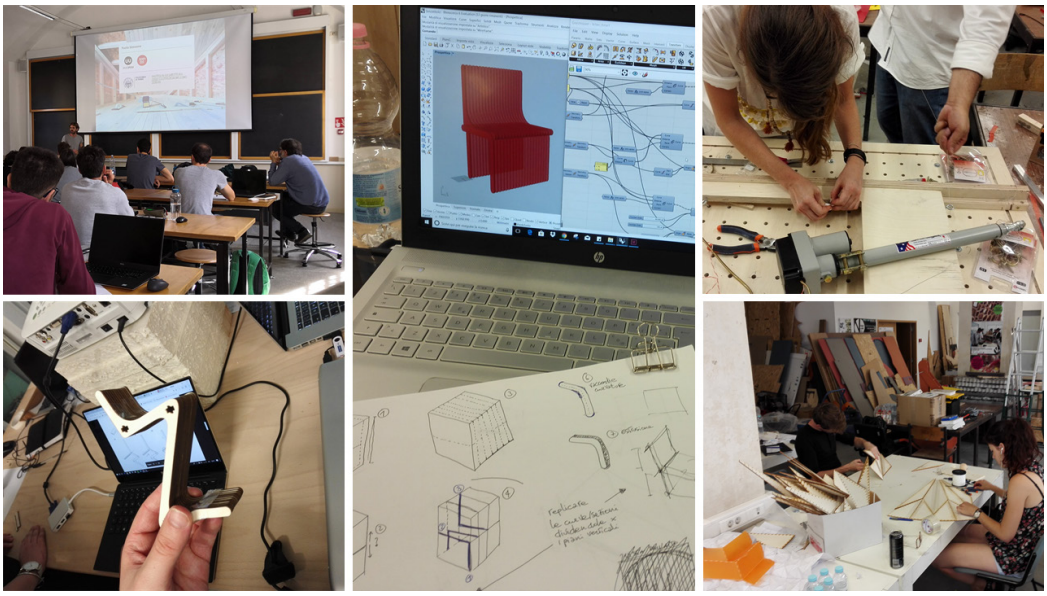


Fig. 10. Immagini che catturano momenti di sperimentazione all'interno di corsi e workshop, eventi in cui la programmazione visuale ha connesso le diverse rappresentazioni del progetto.

### Note

[1] Dalla nuvola di punti all'HBIM (a.a. 2016-2017); Modellazione algoritmica e progetto della forma architettonica e dello spazio urbano (a.a.2017-2018); Responsive skin (a.a. 2018-2019); Parametric Wood Design and Digital Fabrication (a.a. 2019-2020).

[2] Modellazione Digitale dell'involucro edilizio, corso elettivo per il CdL in Architettura per il Progetto Sostenibile (a.a. 2019-2020); atelier Progetto e Rappresentazione, per il CdL in Architettura (a.a. 2019-2020); Parametric Modeling and Design Studio, per il CdL in Architecture (a.a. 2020-2021).

Riferimenti bibliografici

Baglioni Leonardo (2012). Nuove applicazioni della geometria descrittiva: le PQ mesh nell'architettura contemporanea. In *DisegnareCon*, vol. 5, n. 9, pp. 269-278.

Bartoli Gianni, Biagini Carlo, Pellis Davide (2016). Free Form Architecture Engineering: An Applied Methodology for Double Curved Surfaces. In Amoruso Giuseppe. *Handbook of Research on Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools*. Hershey: IGI Global, pp. 771-789.

Calvano Michele (2019). *Disegno digitale esplicito. Rappresentazioni responsive dell'architettura e della città*. Roma: Aracne.

Casale Andrea (2010). *Geometria creativa: intuizione e ragione nel disegno dell'oggetto*. Roma: Kappa.

Converso Stefano (2010). *Il progetto digitale per la costruzione. Cronache di un mutamento professionale*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Garzino Giorgio (2011). *Disegno (E) In Formazione. Disegno Politecnico*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Giordano Roberto, Lo Turco Massimiliano, Bausola Pagliero Yoseph (2019). Ibridazione tra BIM e VPL: sviluppo di un software per l'Embodied Energy degli edifici. In Lauria Massimo. *La Produzione del Progetto*. Milano: Maggioli, pp. 327-333.

Mitchell Melanie (1996). *An introduction to genetic algorithms*. Cambridge: The MIT Press.

Payne Andrew, Issa Rajaa (2009). Grasshopper Primer for versione 0.6.007. <https://static1.squarespace.com static/ 51c6f 9f3e 4b0e47ad1bbc71c/t/521cf940e4b021571fc7d3a5/1377630528615/Grasshopper+Primer_Second+Edition_090323.pdf>.

Saggio Antonio (2007). *Introduzione alla rivoluzione informatica in architettura*. Roma: Carocci.

Stiny George (1976). *Algorithmic Aesthetics*. Los Angeles:University of California Press, vol. 9 (2).

Terzidis Kostas (2006). *Algorithmic architecture*. Amsterdam: Elsevier.

Valenti Graziano Mario, Romor Jessica (2012). Geometria responsiva. In *DisegnareCon* n. 9, giugno 2012, pp. 309-316.

Autori
*Michele Calvano*, Politecnico di Torino, michele.calvano@polito.it
*Massimiliano Lo Turco,* Politecnico di Torino, massimiliano.loturco@polito.it
*Elisabetta Caterina Giovannini,* Politecnico di Torino, elisabettiani@polito.it
*Andrea Tomolini,* Politecnico di Torino, andrea.tomalini@polito.it

*Per citare questo capitolo*: Calvano Michele, Lo Turco Massimiliano, Giovannini Elisabetta Caterina, Tomalini Andrea (2020). Il disegno narrato. Esplicitare algoritmi per insegnare la modellazione digitale/The Narrated Drawing. Explicating Algorithms for Teaching Digital Modelling. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediati D., Nucifora S., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 196-215.

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l. Milano, Italy

Isbn 9788835104490

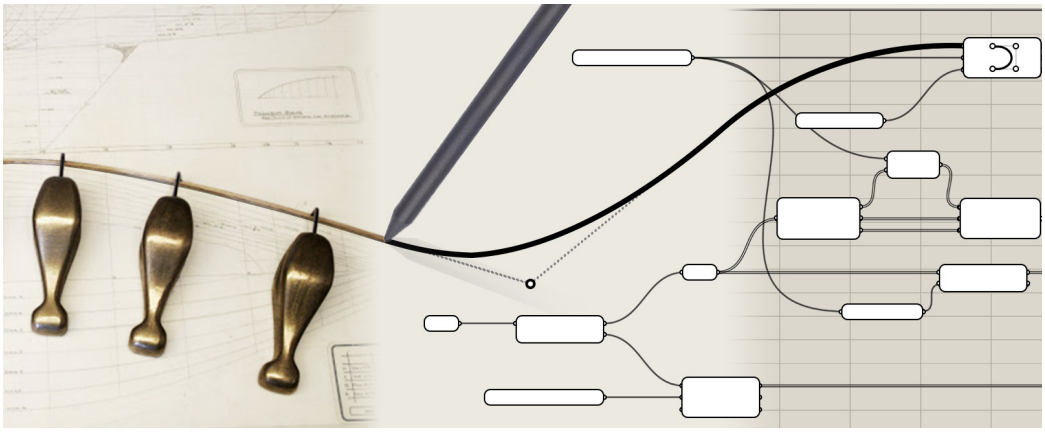
# The Narrated Drawing. Explicating Algorithms for Teaching Digital Modelling

Michele Calvano
Massimiliano Lo Turco
Elisabetta Caterina Giovannini
Andrea Tomalini

*Abstract*

The tools for architectural design have rapidly evolved in recent years, integrating manual design with the use of the computer: through increasingly advanced tools the latest digital platforms, if wisely used, allow a deep and transversal control of the design and construction process, favoring the management of levels of complexity that the technical design does not allow to pursue. Without renouncing the expressive and ideative capacity of manual design, the new tools work efficiently on the relationships between logic and form, geometry, and attributes.
The paradigm of design has changed, a change already underway in professional practice, which must be integrated within the academy; only in this way will digital procedures be fully dominated by future designers to obtain projects with an 'ethical' form.
The present contribution aims at critically reasoning about these instances, between theory and technique, accompanying the narration with some interesting and original didactic experiences that explore the integration between different knowledge, investigating possible connections between a rigorous geometric/logical/formal approach typical of visual programming systems (VPL - Visual Programming Language) using explicit representation.

*Keywords*
representation sciences, didactics, knowledge integration, descriptive geometry, explicit drawing.





doi.org/10.3280/oa-548.13

## From digital drawing to Explicit Digital Drawing

For several years now, the representation sector has been using digital tools to draw, investigating a possible link between what are the classic methods of drawing and what are the digital methods. We recall that when we talk about classical methods, we mean orthogonal projections, axonometry and perspective; when we talk about digital methods, we mean mathematical representation (NURBS) and numerical representation (mesh). Digital methods have been widely debated over time by the ICAR/17 sector [Baglioni 2012, Bartoli et al. 2016], producing an extensive literature enriched with experiments that illustrate the limits and potentials of digital methods.
The discussion of the role of classical methods of representation in the age of digital drawing wherein the software adopted supports different areas of architectural design is still ongoing. On the one hand, we have Building Information Modelling software in which the pre-figurative potential of the built project exceeds the speculative possibilities on the shape allowed by the CAD software. The first one, definitely oriented towards project management, can give technical representations that range from the architectural scale to the executive scale of the work; while the second one can complete the first part of the design process that concerns the management of the shape in the conceptual field (figs. 1, 2).
Considering the complementary peculiarities between the two tools, it would be interesting to create a dialogue between the two environments; the creation of a single path

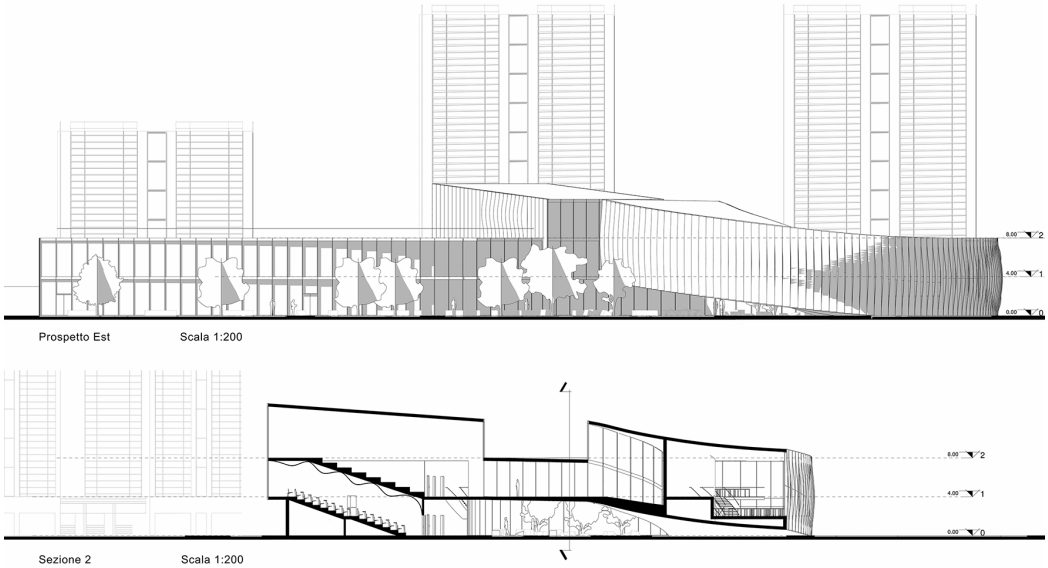



Fig. 1. Overview and section of the final project prepared with the help of BIM software. Original scale 1:200 (students: E. Melano, A. Pizzo, L. Stojan).

needs strategies to give continuity to the natural consequentiality of the models. We are referring to different images of the design idea that grows during the ideative path, allowing for passage of scale. There's a need to build bridges, connect methods and make models interoperable.
Recently, any drawing software is equipping with graphic interfaces for visual programming with which shapes can be manipulated which the same software makes available. Moving on to Visual Programming Language, with the advent of these applications integrated into the software, various levels of freedom are given to the designer. The interfaces of the programmes collect in a thematic way the components of construction and the modification of the shapes, cataloguing them in special drop-down lists. The User Interface (UI) is certainly a source of support for the immediate use of drawing programmes, making familiar tools to generate models; however, the same UI is a veil that hides, through the use of macros, the

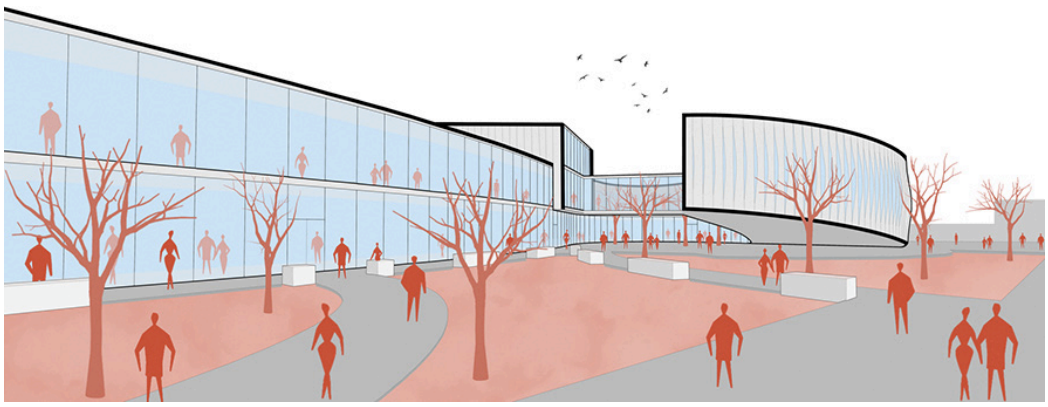


Fig. 2. Schematization of the conceptual architectural form in a CAD environment by building a continuous model (students: E. Melano, A. Pizzo, L. Stojan).

intrinsic potential of the tool. This is one of the reasons why with the advent of digital advancement in the field of drawing, the conception of form and the understanding of space have not been transformed to this day.
The interface makes the software big drawing tables in which the bars that collect the commands are drawing boxes, containing a limited number of tools, similar to those possessed by the now ancient and obsolete technographers. The different commands for the construction of shapes are small pre-constituted paths that, through the introduction of parameters, return simple objects; the shapes are prefigured by a set of these objects and their interconnection. Notably, the compositional paradigm has not particularly changed over time, at least not in some aspects related to faster communication of the compositional steps and the production of technical drawings (fig. 3).
While in the original approach to the model, the construction was based on the composition of pre-constituted macros, the graphic-computational approach allows us to focus on the digital nature of the entities that are generated in a digital environment. The word model becomes key in this way of reasoning; a computer model of a building is in power not only a three-dimensional construction that allows infinite points of view, but also a scientific model: mathematical, financial, physical, statistical model. The data are interrelated and as one changes, the others also vary [Saggio 2007].
The computational aspects require the knowledge of programming languages to directly manipulate the libraries that encode the graphic entities. This knowledge related to the

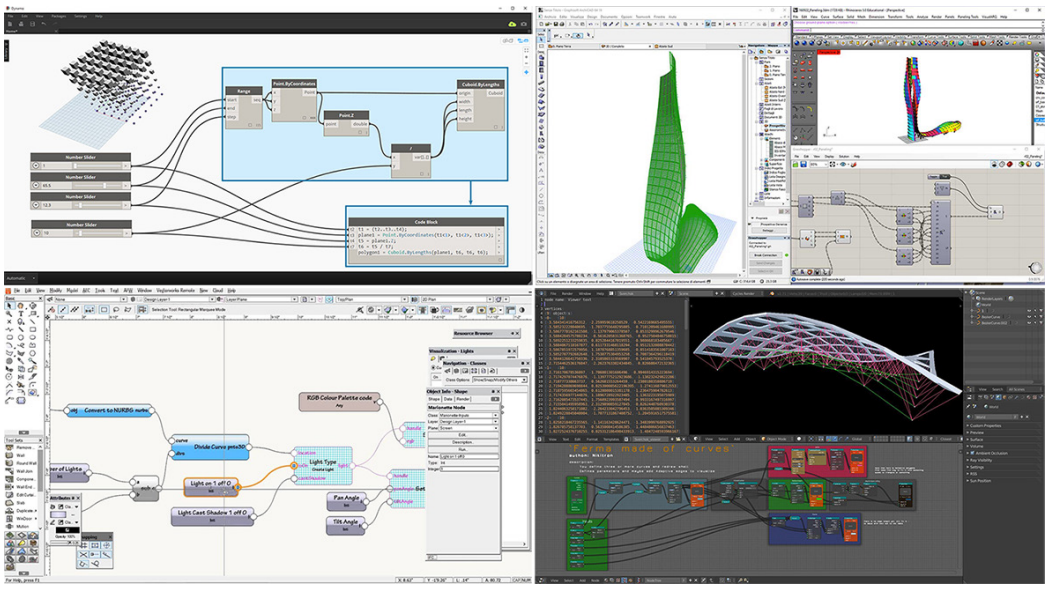


Fig. 3. UI of some of the most used VPL applications. Dynamo and Marionettes (on the left); Grasshopper and Sverchok (on the righ). <primer.dynamobim.org/, forum.vectorworks.net/, archiradar.it/, nikitron.cc.ua/>.

composition of minimum instructions becomes the basis for an evolved design creativity: handling the information level of geometric entities introduces new ingredients in the design with which evolved shapes can be generated. Over time, pioneer designers have introduced rules, different from those imposed by the ruler and the compass, hybridising information from other sectors (Antoni Gaudì, Otto Frei, Felix Candela, Pier Luigi Nervi): mechanical physics, mathematics and statistics. The form is therefore separated from the traditional rules of architectural composition. Explicit Digital Drawing (EDD), through the main tool of Visual Programming Language, makes the process of hybridisation democratic (figs. 4, 5). By Disegno Digitale Esplicito (EDD), we mean the mode of representation of the models

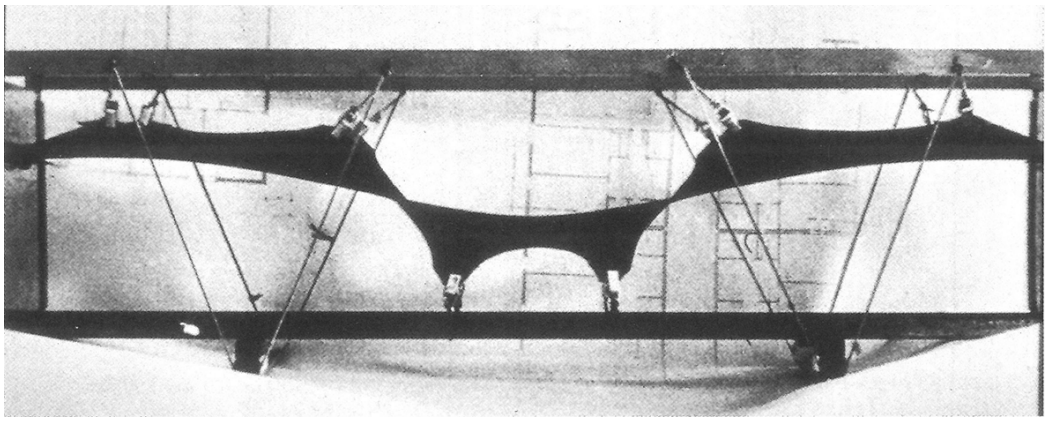


Fig. 4. Sergio Musumeci, a model for determining the shape of the Bridge over the Basento, 1967 (in *L'industria italiana del Cemento*, n.2, febbraio 1977, p. 77-98).

in which the designer's attention is turned towards not only the formal result but also the procedures that generate the image. The balance between the procedure and product highlights new creative modes that manifest themselves both in the visual product and in the procedures that generate the model. The ability to build efficient relationships between data and information linked to a visual model is one of the aims of EDD [Calvano 2019].
These few lines briefly describe the role of the designer, who decides to make use of new computer techniques to represent models: a controlled drawing mode with visual coding tools capable of investigating new areas of representation. These are the areas that drawing disciplines must take into consideration and revise teaching material in drawing courses in architecture schools. This will probably raise a question: where to begin? The answer is to probably begin from the fundamentals.

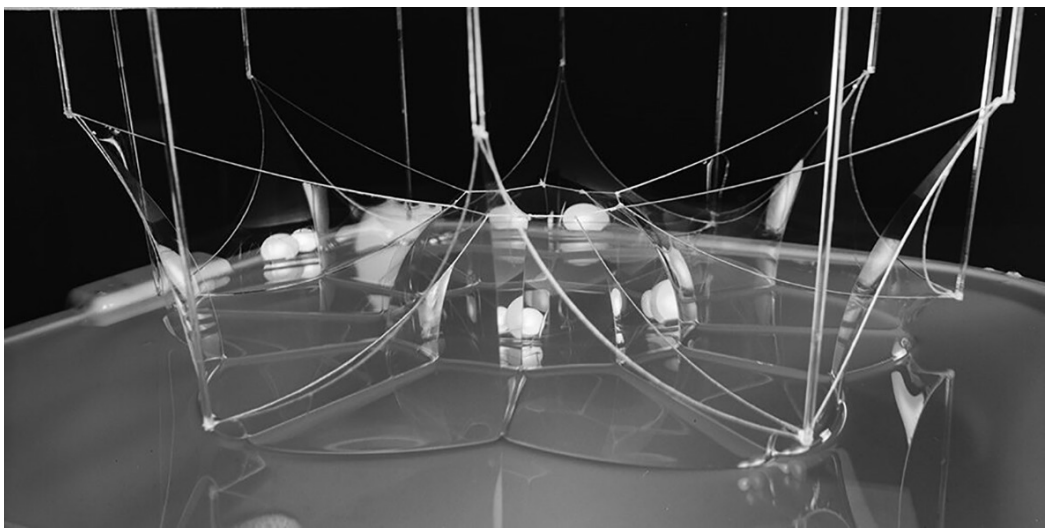


Fig. 5. Frame of the video *The Institute for Lightweight Structure (IL) University of Stuttgart*. Director: Frei Otto.

## The Fundamental Geometrical Entities - deconstruction

EDD is an approach that includes new methods of representation but is founded in the classical methods, as they make it possible to prepare the mind for the use of the generative algorithms of shape.
Andrea Casale in the book Geometria Creativa [Casale 2010], introduces in the first few pages the fundamental geometrical entities, with a drawn representation of a cube in axonometry, disassembled in the faces, lines and points which compose it. "Simple elements, ideas or primitive concepts, necessary for vision and knowledge even before representation." He then continues his disquisition, describing the line: "the frontal plane of the cube intersects the upper face, defining a portion of the line. The line can only be expressed through its length, it is one-dimensional. The cube is defined by 12 portions of straight lines, its edges".
The simple element to understand the fundamental geometric entities is the cube, which in the two-dimensional field of the sheet of paper is represented by an evocative image: a series of signs that remind us of the real object. The method of mathematical representation proposes as a simple entity the boundary representation (bRep), which represents the main entities through its boundaries. Explicit drawing allows recovering the notations previously stated to explain the new minimum entities.
The box in figure 6. is a bRep that is reduced to its minimum entities through a process of object deconstruction. To express this simple procedure, we used Grasshopper, one of the most widely used VPL in research. In the figure, we can see the component deconstruct bRep; in the input (bRep), it asks for the introduction of an open or closed solid and then decompose it in the lists of the minimum entities that constitute it: faces, edges and vertices. By inserting a reading panel for each output listed, we visualise a real list where the entities are indexed with a numerical sequence that starts from 0 and arrives at n, where n is determined by the number of specific elements that build the shape. For a cube, we had 6 faces, 12 edges and 8 vertices. We noticed how explicit drawing is a way of constructing/deconstructing the shape whose comprehension finds its benefit in the "algorithmic training" of the descriptive geometry.

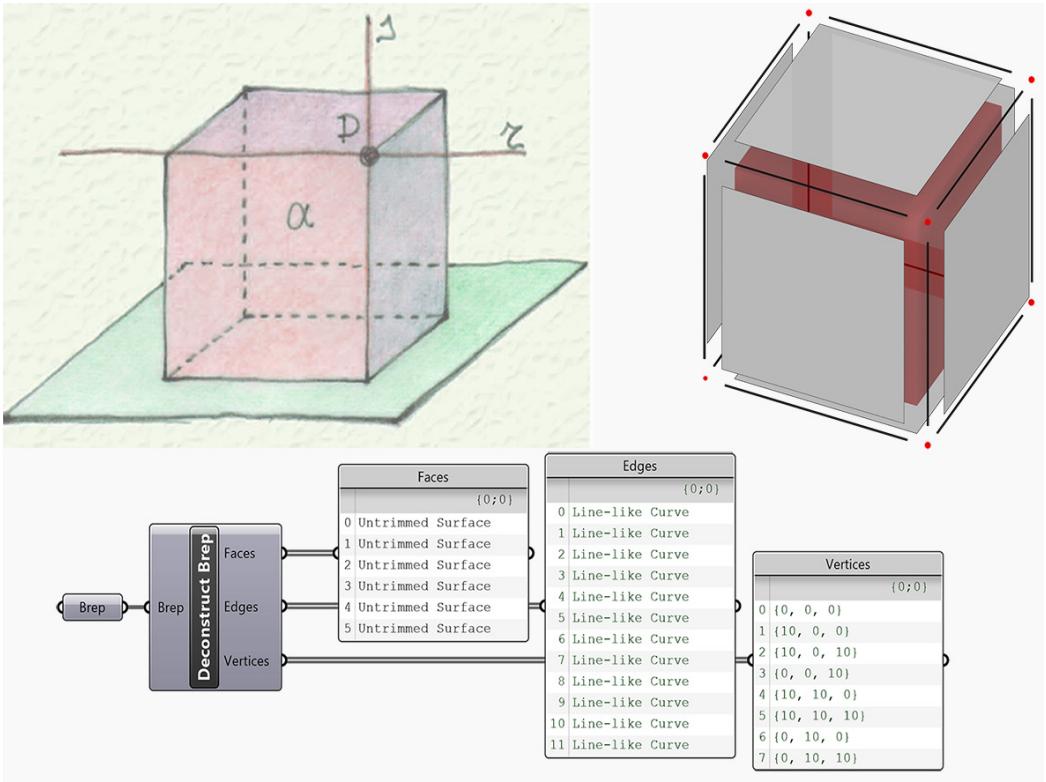



Fig. 6. Comparison between digital and analog deconstruction [Casale 2010, p. 17].

## Conditions of belonging - topology

Descriptive geometry, through the classical methods of representation, is able to describe the scenes present on a plane surface. The transposition of events from the three-dimensional domain to two-dimensional one is possible owing to the clear rules related to the conditions of belonging:
- Two distinct points identify a straight line to which they belong, and which belongs to them.
- Two distinct planes identify a line that belongs to them, and to which they belong.
- Two lines intersecting at one point identify a plane to which they belong.
- Two parallel lines identify a plane that belongs to them, and to which they belong.
- Three points that do not belong to the same line identify a plane that belongs to it, and to which it belongs.
- Three planes that do not belong to the same line identify a point that belongs to it, and to which they belong.
- A plane and a line, which do not belong to each other, identify a point that belongs to them, and to which they belong.
- A point and a line that do not belong to each other identify a plane that belongs to them, and to which they belong.

The methods of digital representation thus define the conditions of belonging through the topology, the knowledge of the first ones facilitates the understanding of the second.
We still use the Visual Programming Language to understand how the conditions of belonging, in 3D modelling, assume the role of topology between the parts that constitute the model. Another way to define solids in a digital environment is by the polysurface. In software, this is a collection of entities (points, lines and surfaces) linked together by belonging relationships that act like a glue that gives integrity to the represented polyhedron. What we have here defined as glue is the topology defined by a new list of relations which, together with the list of the minimum entities making up the solid, define its identity within the digital scene.

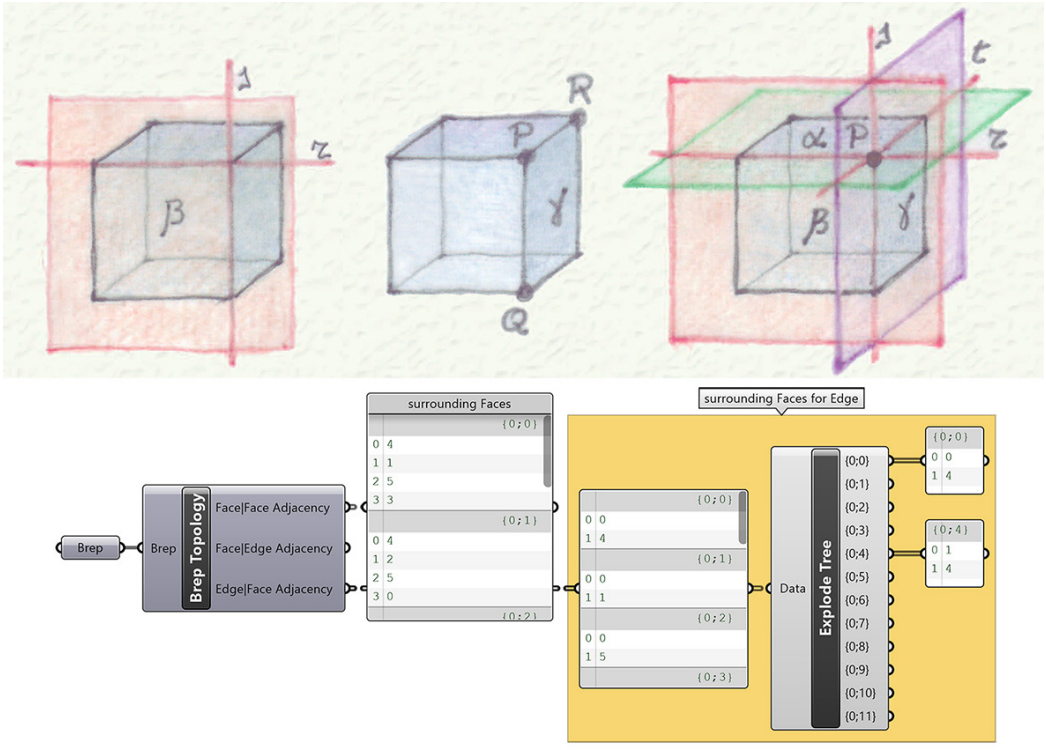



Fig. 7. The conditions of belonging proper to descriptive geometry, are a valid approach to the topology of 3D digital figures [Casale 2010, p. 18].

To better understand the concept, we introduce the Brep Topology component (fig. 7) which, upon acquiring the polysurface, lists corresponding adjacent faces for each face (Face - Face Adjacency) and the adjacent edges (Face - Edge Adjacency); and again, for each edge, it extracts a list of faces that converge there (Edge - Face Adjacency).
Now, let's use a panel and connect it to the first output of the component under examination to understand how the topology is indicated numerically. We see that the list of data is split up, creating groups identified by numerical indices in curly brackets (fig. 7). In this specific case, the first number inside the curly brackets is always 0 and separated by a semicolon there is an additional number that identifies the reference face. The elements belonging to each group represent the indices of the faces adjacent to the one defined by the group index.
The explicit representations described above show how the visual algorithms produced led to a new degree of complexity. Explicating a code over time determines the construction of a hierarchical structure, which brings the data and transforms it, creating parallel dependencies and new conditions of belonging which are no longer visually appreciable, but require a capacity for abstraction no longer linked to the disciplinary scope of the drawing (fig. 8).
This is the point wherein representation crosses its boundary to enter the computer world, to draw new inspirations from in order to feed the evolution of the discipline.

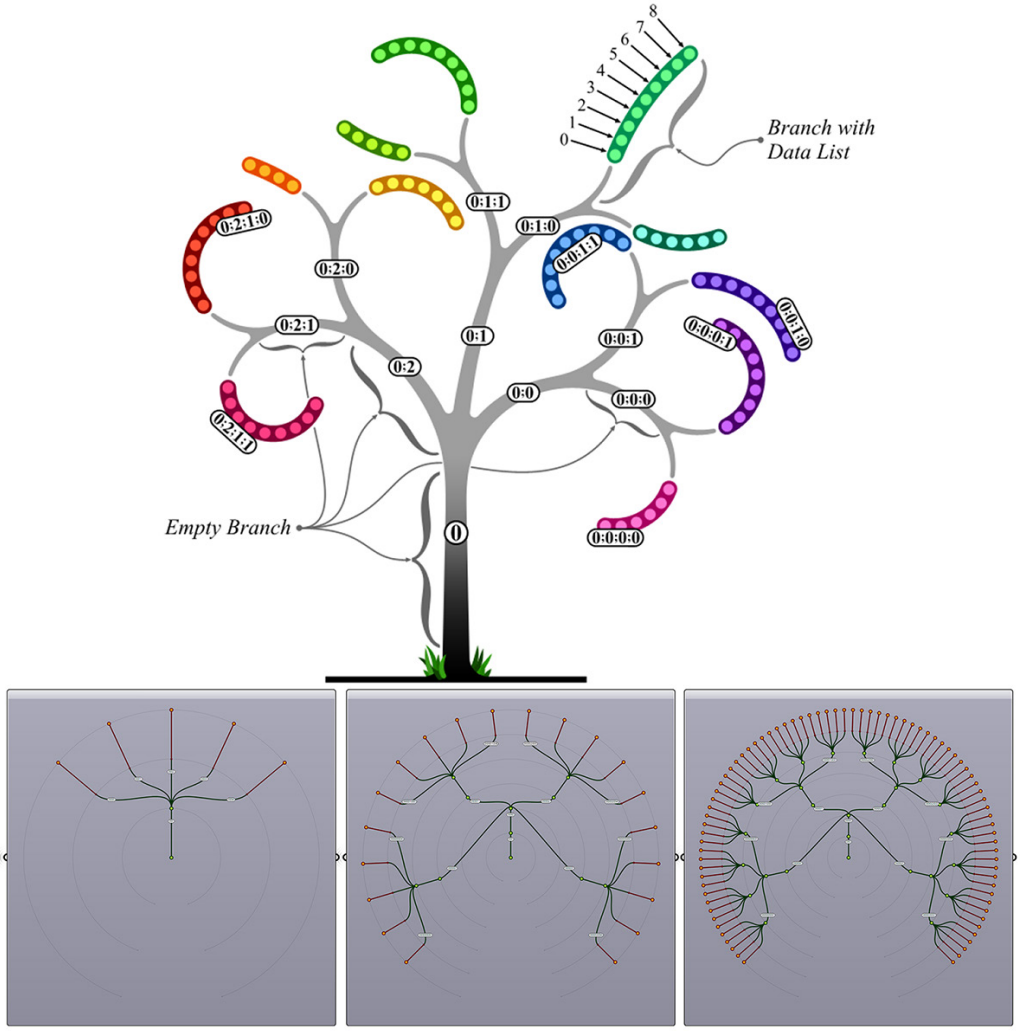



Fig. 8. Data flow structure coordinated with the narrative system of *Visual Programming Language* [Payne, Issa 2009, p. 36].

## Consistency and prefiguration of DDE

The explicit drawing, while determining itself through the VPL, leaves a trace of itself, interrupting the final image of the desired shape once it is reached. The trace can be modified into a non-linear way; it can be branched and simplified with a view to computational efficiency. A new language can be written and read, assuming a further narrative logic. This last property gives the explicit digital drawing a didactic value: identical objectives can now be achieved through different approaches, which leave graphic traces of the different experimentations (fig. 9).
The narrative logic of choice is the authentic innovation in the field of computer design because it focuses on the essence of digital innovation. The possibility of processing information flows, even of heterogeneous nature, with which new formal concepts can be developed [Valenti & Romor 2012].
It is an open and interoperable mode which can create a bridge between disciplines. There are more university courses, apart from the ones mentioned here, across Italy that use explicit design for dialogue within ateliers and multidisciplinary courses.
For example, in the course Product Design Studio, within the first year's Master's degree in Product Design, through explicit drawing, students manage a unique, continuously editable workflow, with reverse modelling operations on the point cloud, shape modelling operations and digital fabrication.
Even more relevant is the 3D Modelling Laboratory for Design, a course in the first year of the Master's degree in Computational Design at SAAD in Ascoli (University of Camerino). In this laboratory, the Visual Programming Language acts as a glue between responsive product modelling and rapid prototyping procedures.
In the Atelier of Design and Representation, a course in the three-year course in Architecture at the Politecnico di Torino, the discipline of composition makes use of explicit drawing to parameterise the evolution of the design process, which, in more than one project, has taken into account the environmental factors of models generation.
This university sees the transdisciplinarity of teaching as a fertile field. Another example is the course Advanced Parametric Modelling of the Building Envelope in the Master's degree in Architecture for sustainable design, wherein Visual Programming Language is the meeting place between Building Information Modelling, Building Physics and Architecture Technology.
Although the explicit representation is present at an advanced level of architectural investigation, it is contrarily almost completely absent in the founding disciplines of architectural training. In this essay, we have tried to underline how descriptive geometry can become an algorithmic gym and train students in contemporary architectural problems.

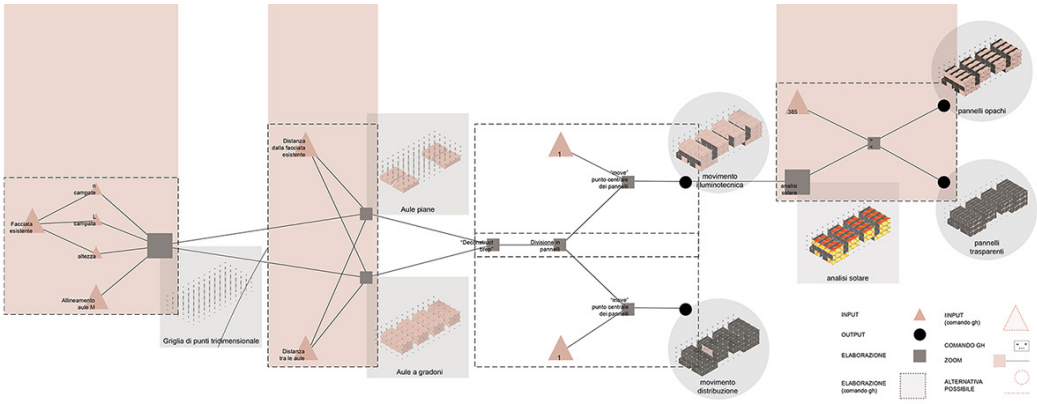



Fig. 9. Graphics of an algorithmic process for the narration of the compositional path (students: M. Caramia, I. Carrozzo, C. Casalegno).

## Open conclusions: the spark that fuels the fire of innovation

Far from comparing the described experiments with the exploits of the Greek titan, the proposed activities are characterized by a strong experimental meaning. There remains a firm conviction that it is essential to make a rational choice of some good qualities (or good practices, as is more commonly said today). The places where experimentation is allowed are often border territories, not yet structured in the curricula in a consolidated form and available to all. This should not be seen as a limitation; on the contrary, it provides the necessary freedom to put in place heuristic processes to predict results that are then rigorously checked and validated. This is the case of some introductory Workshops dedicated to new graduates of the Master Degrees in Architecture at the Politecnico di Torino in which over the years various themes [1] have experimented with different disciplinary aggregations, whose explorations are reproposed in a more structured way in optional courses and workshops [2]. The University, in its different forms and missions, cannot renounce to feed, day after day, the spark of progress and innovation, to make our students more and more capable and competitive for the next entry into the world of work. And to us, small and modest innovators, remains only the wish to have better luck than the titan Prometheus.

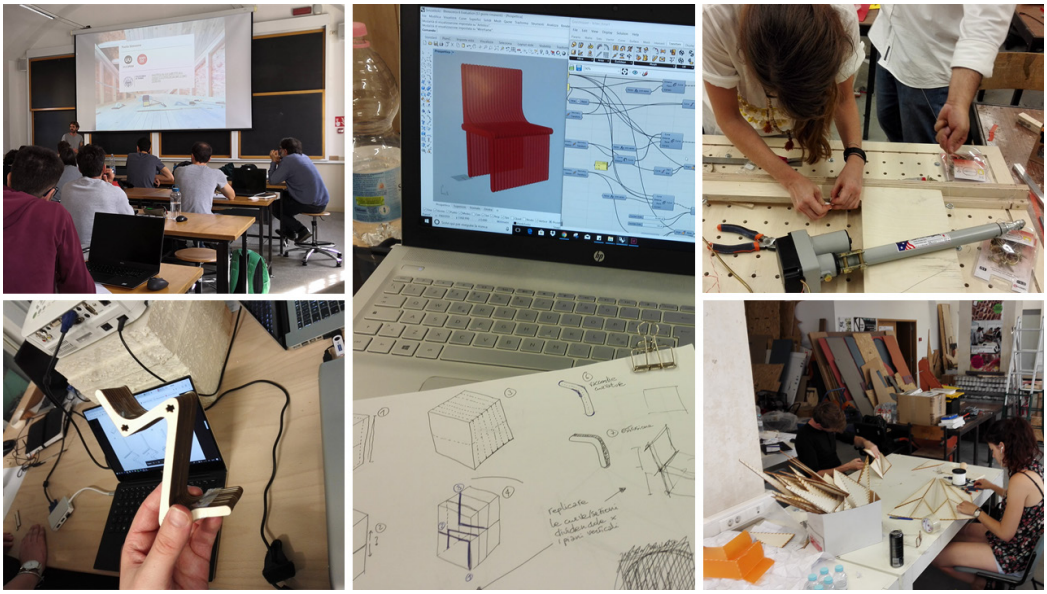


Fig. 10. Images that catch moments of experimentation within courses and workshops, events in which the visual programming connected the different representations of the project.

Notes

[1] From the point cloud to HBIM (a.y. 2016-2017); Algorithmic modeling and design of architectural form and urban space (a.y. 2017-2018); Responsive skin (a.y. 2018-2019); Parametric Wood Design and Digital Fabrication (a.y. 2019-2020).

[2] Digital modeling of the building envelope, elective course for the Degree in Architecture for the Sustainable Project (a.y. 2019-2020); Atelier Project and Representation, for the Degree in Architecture (a.y. 2019-2020); Parametric Modeling and Design Studio, for the Degree in Architecture (a.y. 2020-2021).

**References**

Baglioni Leonardo (2012). Nuove applicazioni della geometria descrittiva: le PQ mesh nell'architettura contemporanea. In *DisegnareCon*, vol. 5, n. 9, pp. 269-278.

Bartoli Gianni, Biagini Carlo, Pellis Davide (2016). Free Form Architecture Engineering: An Applied Methodology for Double Curved Surfaces. In Amoruso Giuseppe. *Handbook of Research on Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools*. Hershey: IGI Global, pp. 771-789.

Calvano Michele (2019). *Disegno digitale esplicito. Rappresentazioni responsive dell'architettura e della città*. Roma: Aracne.

Casale Andrea (2010). *Geometria creativa: intuizione e ragione nel disegno dell'oggetto*. Roma: Kappa.

Converso Stefano (2010). *Il progetto digitale per la costruzione. Cronache di un mutamento professionale*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Garzino Giorgio (2011). *Disegno (E) In Formazione. Disegno Politecnico*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Giordano Roberto, Lo Turco Massimiliano, Bausola Pagliero Yoseph (2019). Ibridazione tra BIM e VPL: sviluppo di un software per l'Embodied Energy degli edifici. In Lauria Massimo. *La Produzione del Progetto*. Milano: Maggioli, pp. 327-333.

Mitchell Melanie (1996). *An introduction to genetic algorithms*. Cambridge: The MIT Press.

Payne Andrew, Issa Rajaa (2009). Grasshopper Primer for versione 0.6.007. <https://static1.squarespace.com static/ 51c6f 9f3e 4b0e47ad1bbc71c/t/521cf940e4b021571fc7d3a5/1377630528615/Grasshopper+Primer_Second+Edition_090323.pdf>.

Saggio Antonio (2007). *Introduzione alla rivoluzione informatica in architettura*. Roma: Carocci.

Stiny George (1976). *Algorithmic Aesthetics*. Los Angeles:University of California Press, vol. 9 (2).

Terzidis Kostas (2006). *Algorithmic architecture*. Amsterdam: Elsevier.

Valenti Graziano Mario, Romor Jessica (2012). Geometria responsiva. In *DisegnareCon* n. 9, giugno 2012, pp. 309-316.

**Authors**
*Michele Calvano*, Politecnico di Torino, michele.calvano@polito.it
*Massimiliano Lo Turco,* Politecnico di Torino, massimiliano.loturco@polito.it
*Elisabetta Caterina Giovannini,* Politecnico di Torino, elisabettiani@polito.it
*Andrea Tomolini,* Politecnico di Torino, andrea.tomalini@polito.it

*To cite this chapter:* Calvano Michele, Lo Turco Massimiliano, Giovannini Elisabetta Caterina, Tomalini Andrea (2020). Il disegno narrato. Esplicitare algoritmi per insegnare la modellazione digitale/The Narrated Drawing. Explicating Algorithms for Teaching Digital Modelling. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediati D., Nucifora S., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 196-215.

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l. Milano, Italy

Isbn 9788835104490