

A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models | Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a

*Original*

A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models | Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici / Lo Turco, Massimiliano; Tomalini, Andrea; Bono, Jacopo. - ELETTRONICO. - (2023), pp. 2914-2930. ( 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers Congress of Unione Italiana per il Disegno Palermo (ITA) 14-15-16/09/2023) [10.3280/oa-1016-c444].

*Availability:*

This version is available at: 11583/2983035 since: 2023-10-16T09:02:23Z

*Publisher:*

FrancoAngeli

*Published*

DOI:10.3280/oa-1016-c444

*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)



unione italiana disegno

# TRANSIZIONI TRANSITIONS

## *Attraversare Modulare Procedere* *Cross Modulate Develop*

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2023  
44<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2023

a cura di/edited by

Mirco Cannella  
Alessia Garozzo  
Sara Morena

FrancoAngeli OPEN ACCESS

diségno

direttore Francesca Fatta  
director 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.

The Series contains the proceedings volumes of the annual conferences of the UID Scientific Society - Unione Italiana per il Disegno and the results of international meetings, researches and symposia organized as part of the activities promoted or sponsored by the UID. The themes concern the Scientific Disciplinary Sector ICAR / 17 Disegno including also interdisciplinary research fields. The volumes of the proceedings are drawn up following an open call and with a strong international focus. The texts are in Italian or in the author's mother tongue (English, French, German, Portuguese, Spanish, ) with full translation into English. The International Scientific Committee includes the members of the Scientific Technical Committee of the UID and numerous other foreign teachers who are experts in the field of graphic representation.

The volumes of the series can be published both in print and in open access and all the contributions of the authors are evaluated by a double blind peer review according to the current scientific evaluation criteria.

## Comitato Scientifico / Scientific Committee

Marcello Balzani *Università degli Studi di Ferrara*  
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*  
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*  
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*  
Massimiliano Ciammaichella *Università IUAV di Venezia*  
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*  
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*  
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*  
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*  
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*  
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*  
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*  
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*  
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*  
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*  
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*  
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*  
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

## Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Atxu Amann y Alcocer *ETSAM Universidad de Madrid (UPM) - Spagna*  
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture - Inghilterra*  
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid - Spagna*  
João Cabeleira *Universidade do Minho Escola de Arquitectura - Portogallo*  
Alexandra Castro *Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto - Portogallo*  
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia - Spagna*  
Pilar Chías *Universidad de Alcalá - Spagna*  
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*  
Gabriele Pierluisi *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*  
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover - Germania*  
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*  
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*  
Annalisa Viati Navone *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*

# 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](http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp)

This volume is published in open access, i.e. the entire work file can be freely downloaded from the FrancoAngeli Open Access platform (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access is the platform for publishing articles and monographs, respecting ethical and qualitative standards and the provision of open access content. In addition to guarantee its storage in the major international OA archives and repositories and its integration with the entire catalog of F.A. magazines and series maximizes its visibility and promotes accessibility of search for the user and the possibility of impact for the author.

To know more:

[http://www.francoangeli.it/come\\_pubblicare/pubblicare\\_19.asp](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](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Readers wishing to find out about the books and magazines we publish can consult our website: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) and register on the home page to the "Newsletter" service to receive news via e-mail.

# TRANSIZIONI TRANSITIONS

## Attraversare Modulare Procedere Cross Modulate Develop

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2023  
44<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2023

Palermo | 14-15-16 settembre 2023  
Palermo | September 14th-15th-16th 2023

a cura di / edited by  
Mirco Cannella, Alessia Garozzo, Sara Morena

### ORGANIZZAZIONE E GESTIONE ATTI CONVEGNO ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONFERENCE PROCEEDINGS

Programmazione, coordinamento delle attività e  
della redazione conclusiva  
Planning, Coordination of Activities and  
Final Editing  
Vincenza Garofalo

Gestione e controllo dei dati  
Data Management and Control  
Vincenza Garofalo, Francesco Maggio

Istruzione e gestione della piattaforma  
Platform Preparation and Management  
Mirco Cannella

Revisione contenuti / Content Review  
Alessia Garozzo, Sara Morena

Revisione e redazione impaginati  
Layouts Review and Editing  
Vincenza Garofalo

Verifica norme redazionali  
Editorial Rules Review  
Vincenza Garofalo  
(coordinatore/coordinator)  
Fabrizio Agnello  
Fabrizio Avella  
Mirco Cannella  
Francesco Di Paola  
Alessia Garozzo  
Gianmarco Girgenti  
Francesco Maggio  
Sara Morena

Impaginazione / Lay Out  
Laura Barrale  
Mirco Cannella  
Salvatore Damiano  
Eleonora Di Mauro



**Università  
degli Studi  
di Palermo**



**DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
UNIPA**

44° Convegno Internazionale  
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione  
Congresso della Unione Italiana per il Disegno

44<sup>th</sup> International Conference  
of Representation Disciplines Teachers  
Congress of Unione Italiana per il Disegno

**Comitato Scientifico / Scientific Committee**

Marcello Balzani *Università di Ferrara*  
Paolo Belardi *Università di Perugia*  
Stefano Bertocci *Università di Firenze*  
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*  
Massimiliano Ciammaichella *Università IUAV di Venezia*  
Enrico Cicalò *Università di Sassari*  
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*  
Edoardo Dotto *Università di Catania*  
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*  
Francesca Fatta *Università di Reggio Calabria*  
Andrea Giordano *Università di Padova*  
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*  
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Caterina Palestini *Università di Chieti-Pescara*  
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*  
Alberto Sdegno *Università di Udine*  
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*  
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*  
Chiara Vernizzi *Università di Parma*  
Ornella Zerlenga *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

**Comitato strutture straniere / Foreign institutions components**

Marta Alonso *Universidad de Valladolid*  
Atxu Amann y Alcocer *Universidad de Madrid*  
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture*  
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid*  
João Cabeleira *Universidade do Minho*  
Alexandra Castro *Universidade do Porto*  
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia*  
Pilar Chías *Universidad de Alcalá*  
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid*  
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*  
Juan Francisco Garcia Nofuentes *Universidad de Granada*  
Gabriele Pierluisi *Ecole d'architecture de Versailles*  
Roser Martínez-Ramos e Iruela *Universidad de Granada*  
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover*  
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*  
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña*  
Annalisa Viati Navone *Ecole d'architecture de Versailles*  
Kim Williams *Emeritus Founding Editor Nexus Network Journal*

*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.*

*The texts as well as all published images have been provided by the authors for publication with copyright and scientific responsibility towards third parties. The revision and editing is by the editors of the book.*

**Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination**

Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Comitato Promotore / Promoting Committee**

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*  
Fabrizio Avella *Università di Palermo*  
Mirco Cannella *Università di Palermo*  
Francesco Di Paola *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*  
Alessia Garozzo *Università di Palermo*  
Gianmarco Girgenti *Università di Palermo*  
Laura Inzerillo *Università di Palermo*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*  
Sara Morena *Università di Palermo*

**Organizzazione e gestione eventi/Events organization and management**

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*  
Francesco Di Paola *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*

**Organizzazione mostra / Exhibition organisation**

Fabrizio Avella *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*  
con Costanza Giambruno

**Identità visiva convegno e sito web / Visual identity conference and website**

Mirco Cannella *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Coordinamento Segreteria Convegno / Conference secretariat coordination**

Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Revisori / Peer Reviewers**

Tomas Abad	Daniele Colistra	Daniela Palomba
Giuseppe Amoruso	Antonio Conte	Sandro Parrinello
Fabrizio Agnello	Luigi Corniello	Maria Ines Pascariello
Marinella Arena	Pierpaolo D'Agostino	Giulia Pellegri
Adriana Arena	Massimo De Paoli	Francesca Picchio
Alessandra Avella	Antonella di Luggo	Manuela Piscitelli
Fabrizio Avella	Edoardo Dotto	Ramona Quattrini
Leonardo Baglioni	Tommaso Empler	Fabio Quici
Marcello Balzani	Maria Linda Falcidieno	Paola Venera Raffa
Laura Baratin	Laura Farroni	Veronica Riavis
Salvatore Barba	Marco Fasolo	Andrea Rolando
Cristiana Bartolomei	Francesca Fatta	Jessica Romor
Alessandro Basso	Marco Filippucci	Luca Rossato
Carlo Battini	Fausta Fiorillo	Daniele Rossi
Paolo Belardi	Vincenza Garofalo	Adriana Rossi
Stefano Bertocci	Fabrizio Gay	Michela Rossi
Marco Giorgio Bevilacqua	Andrea Giordano	Rossella Salerno
Carlo Bianchini	Gianmarco Girgenti	Marta Salvatore
Fabio Bianconi	Maria Pompeiana Iarossi	Cettina Santagati
Matteo Bigongiarì	Manuela Incerti	Salvatore Santuccio
Maurizio Bocconcinò	Sereno Marco Innocenti	Marcello Scalzo
Alessio Bortot	Laura Inzerillo	Giovanna Spadafora
Stefano Brusaporci	Alfonso Ippolito	Roberta Spallone
Giovanni Caffio	Elena Ippoliti	Ilaria Trizio
Massimiliano Campi	Pedro Antonio Janeiro	Maurizio Unali
Cristina Candito	Mariangela Liuzzo	Graziano Mario Valenti
Mara Capone	Massimiliano Lo Turco	Michele Valentino
Alessio Cardaci	Alessandro Luigini	Starlight Vattano
Anna Laura Carlevaris	Francesco Maggio	Chiara Vernizzi
Valentina Castagnolo	Pamela Maiezza	Daniele Villa
Santi Centineo	Matteo Flavio Mancini	Marco Vitali
Stefano Chiarenza	Domenico Mediatì	Andrea Zerbi
Pilar Chías	Valeria Menchetelli	Ornella Zerlenga
Emanuela Chiavoni	Alessandra Meschini	Ursula Zich
Massimiliano Ciammaichella	Barbara Messina	
Maria Grazia Cianci	Cosimo Monteleone	
Enrico Cicalò	Anna Osello	
Alessandra Cirafici	Alessandra Pagliano	
Vincenzo Cirillo	Caterina Palestini	

*Si ringraziano il Magnifico Rettore dell'Università di Palermo, prof. Massimo Midiri, e il Direttore del Dipartimento di Architettura, prof. Francesco Lo Piccolo, per il fattivo contributo alla realizzazione del convegno / We thank the Magnifico Rettore of the University of Palermo, prof. Massimo Midiri, and the Head of Department of Architecture, prof. Francesco Lo Piccolo, for their active contribution to the realization of the congress.*

ISBN digital version 9788835155119

Copyright © 2023 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato 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>

12

*Francesca Fatta*

**Prefazione I Preface**

18

*Francesco Maggio*

**Note sulla transizione I Notes on Transition**

34

*Riccardo Migliari Keynote Speaker*

**La prospettiva solida come strumento di analisi delle transizioni tra lo spazio euclideo e lo spazio della rappresentazione I Solid Perspective as a Tool for Analysing Transitions between Euclidean Space and Representation Space**

## ATTRAVERSARE CROSS

60

*Mirco Cannella, Vincenza Garofalo, Alessia Garozzo*

**Attraversare**

**Cross**

70

*Adriana Arena*

**I disegni di Francesco Paolo Labisi per il convento dei padri Crociferi a Noto  
Francesco Paolo Labisi's drawings for the convent of the Crociferi Fathers in Noto**

90

*Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti*

**The Historical Transition of Human Body in Architecture**

97

*Francesco Bergamo*

**Drawing beyond Language and Images: Steps to Olfactory Representations**

106

*Alessio Bortot*

**La carpenteria del legno. Alcune riflessioni sul rapporto tra modello e disegno  
Wood Carpentry. Some Considerations on the Relationship between Model and Drawing**

122

*Giorgio Buratti*

**Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di  
Parquet Deformations  
The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet  
Deformations Exercises**

139

*Eduardo Carazo, Álvaro Moral, Javier Bravo*

**Las ciudades y el tiempo: Transiciones en torno a la Catedral de Burgos  
Cities and Time: Transitions around the Burgos Cathedral**

157

*Laura Carlevaris*

**Transitabile/in-transitabile. Il Canale della Manica tra storia e rappresentazione  
Transitable/Intransitable. The English Channel between History and Representation**

177

*Camilla Casonato*

**Archaeology and Natural Sciences. Giovanni Antonio Antolini's Unpublished Texts and Drawings**

186

*Camilla Casonato*

**Art du Trait. Considerations on Double Orthogonal Projection in Medieval Stereotomy**

193

*Santi Centineo*

**"Mi parve pinta de la nostra effige". Alcune note critiche sulla creatività artificiale  
"Mi parve pinta de la nostra effige". Some Critical Notes on Artificial Creativity**

209

*Stefano Chiarenza*

**Spazio a due dimensioni. Grafica assonometrica e ambiguità visiva nell'opera di  
El Lissitzky  
Two-Dimensional Space. Axonometric Graphics and Visual Ambiguity in the Work  
of El Lissitzky**

227

*Pilar Chías, Tomás Abad, Lucas Fernández-Trapa*

**Origen de la cartografía científica de los puertos de la Sierra de Guadarrama  
entre los Sitios Reales  
The Origin of the Scientific Cartography of the Guadarrama Mountain Passes  
between the Royal Sites**

247

*Emanuela Chiavoni, Gaia Lisa Tacchi*

**Transizioni espressive nell'archivio dei disegni di architettura della scuola romana  
Expressive Transitions in the Archive of Architectural Drawings by the Roman  
School**

269

*Francesco Cotana*

**Il disegno della transizione. Proposta di una tassonomia della rappresentazione  
del movimento dell'architettura  
Drawing of the Transition. Proposal for a Taxonomy of Representation of  
Architecture in Motion**

283

*Salvatore Damiano*

**Transizioni virtuali: studio su un edificio non realizzato di Alberto Legnani a Ca-  
stelfranco Emilia  
Virtual Transitions: a Study on an Unbuilt Architecture by Alberto Legnani  
in Castelfranco Emilia**

309

*Raffaella De Marco*

**La rappresentazione info-grafica a supporto dei 'programmi di sviluppo' sul terri-  
torio per le agenzie umanitarie  
Info-graphic Representation to Support 'Development Programmes' on the Ter-  
ritory for Humanitarian Agencies**

329

*Jordi de Gispert Hernández, Isabel Crespo Cabillo, Sandra Moliner Nuño*

**La finca Sansalvador de Jujol, un proyecto en continua transformación  
Jujol's Sansalvador Villa, a Project in Continuous Transformation**

349

*Massimo De Paoli, Luca Ercolin*

**La Libreria Nuova del complesso conventuale di San Giuseppe in Brescia  
The New Library of Conventual Complex of San Giuseppe in Brescia**

375

*Edoardo Dotto*

**Euristica dell'errore. La 'Stonehenge ricostruita' di Inigo Jones  
Error Heuristics. Inigo Jones' 'Rebuilt Stonehenge'**

395

*Josep Eixerés Ros, Hugo A. Barros Da Rocha E. Costa*

**Del óleo al Gouache. Los dibujos de Sorolla en Nueva York  
From Oil Painting through Gouache. The Drawings of Sorolla in New York**

413

*Erika Elefante*

**I sistemi impiantistici nel progetto. Un excursus storico dal disegno concettuale  
al modello digitale  
Plant Systems in Design. A Historical Excursus from Conceptual Drawing to Di-  
gital Model**

427

Laura Farroni, Sara Berni

**Itinerari della rappresentazione.** Transizioni tra spazio scenico e pubblico nel teatro partecipativo  
Itineraries of Representation. Transitions between Scenic Space and Public Space in Participative Theatre

447

Giuseppe Felici, Antonio Schiavo

**Disegno come transizione tra storia e progetto:** note su una continuità romana  
Drawing as Transition between History and Design: Notes about a Roman Continuity

467

Emanuele Garbin

**Grandezza:** alcune considerazioni sul concetto di 'Bigness' in Rem Koolhaas  
'Bigness': Notes on the Urban Theory of Rem Koolhaas

485

Fabrizio Gay

**Transizioni al disegno artificiale**  
Transitions to Artificial Drawing

505

Alfonso Ippolito, Cristiana Bartolomei, Davide Mezzino, Vittoria Castiglione

**Beyond Letarouilly**

516

Pedro Antonio Janeiro, Fabiana Guerriero

**Desenho como Transição: Realidade e A Outra-Realidade**  
Drawing as Transition: Reality and the Other-Reality

532

Pamela Maiezza, Alessandra Tata

**Modeling Historic Architecture: a Reflection on Representation in the BIM Environment**

538

Sofia Menconero, Matteo Flavio Mancini

**Tabulae scalatae: ritratti anamorfici in transizione**  
Tabulae scalatae: Anamorphic Portraits in Transition

558

Alessandra Pagliano

**Tra metamorfosi e anamorfofi: gli spazi surreali nei dipinti di Rob Gonsalves**  
Between Metamorphosis and Anamorphosis: Surreal Spaces in the Paintings of Rob Gonsalves

576

Martino Pavignano

**Fortificazioni alla moderna e rappresentazione: esempi dalla trattatistica del XVI secolo**  
Fortificazioni alla Moderna and Representation: Examples from some 16th Century Treatises

598

Federico Rebecchini

**Shin Takamatsu e l'origine di un disegno**  
Shin Takamatsu and the Origin of a Drawing

614

Salvatore Santuccio

**Lo spazio dell'Annuncio. Portici, abitazioni, palcoscenici nella pittura italiana tra Trecento e Cinquecento**  
The Space of the Annunciation. Porticoes, Rooms, Stages in Italian Painting between the 1300s and 1500s

630

Marcello Scalzo

**Giovanni Antonio Zamarin: la 'normalità' di un artista**  
Giovanni Antonio Zamarin: the 'Normality' of an Artist

646

Pasquale Tunzi

**La metamorfosi comunicativa con Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)**  
The Metamorphosis of Communication Introduced by Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)

662

Michele Valentino, Simone Sanna

**Verso un disegno post-digitale? Culture figurative nel disegno di architettura contemporaneo**  
Towards a Post-Digital Drawing? Figurative Cultures in Contemporary Architectural Drawing

678

Pedro Gabriel Vindrola

**Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities**  
Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities

## MODULARE MODULATE

695

Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Gian Marco Girgenti, Manuela Milone

**Modulare**  
Modulate

707

Luis Agustín Hernández, Carla Ferreyra, Barbara Messina

**Processo di digitalizzazione in HBIM per la gestione ampliata del patrimonio culturale. La Lonja de Zaragoza**  
Digitization Process in HBIM for Extended Cultural Heritage Management. The Lonja de Zaragoza

727

Giuseppe Amoroso, Andrea Manti

**Canova digitale: il potere della copia tra rappresentazione e immaginazione tattile**  
Digital Canova: the Power of Copying between Representation and Tactile Imagination

745

Fabrizio Ivan Apollonio, Federico Fallavollita, Riccardo Foschi

**Systematizing Virtual Reconstruction of Lost or Never Built Architectures**

753

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Medati

**La grotta degli asceti. Rilievo e analisi dell'eremo di Santa Maria della Stella**  
The Cave of the Ascetics. Survey and Analysis of the Hermitage of Santa Maria della Stella

777

Grete Attademo

**Lo spazio narrativo nel romanzo: dalla descrizione testuale all'illustrazione grafica**  
The Narrative Space in the Novel: from Textual Description to Graphic Illustration

793

Leonardo Baglioni, Lucrezia Di Marzio

**Il controllo della forma nelle superfici libere dell'architettura contemporanea**  
Formal Control for Freeform Surfaces of Contemporary Architecture

810

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Filippo Carnacchini, Simona Ceccaroni, Michela Meschini, Chiara Mommi, Giulia Pelliccia, Marco Seccaroni

**Hortus Lizori. Percorsi didattici sulla rappresentazione del paesaggio**  
Hortus Lizori. Educational Paths on the Representation of the Landscape

836

Antonio Bixio, Antonello Pagliuca, Giuseppe D'Angiulli

**Il disegno del 'limite'. La chiesa della Madonna delle Vergini a Matera tra architettura e paesaggio**  
The Drawing of the 'Limit'. The Church of Madonna delle Vergini in Matera between Architecture and Landscape

854

Antonio Calandriello, Giuseppe D'Acunto

**Architettura e Musica: le melodie 'mistiche' del chiostro benedettino dell'Abbazia di San Zeno a Verona**  
Architecture and Music: the 'Mystical' Melodies of the Benedictine Cloister of San Zeno Abbey in Verona

876

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone

**Il fenomeno delle ferrovie dismesse. Il di-ségno per descrivere, ricostruire e comunicare**  
The Phenomenon of Disused Railways. Drawing for Describe, Reconstruct and Communicate

894

Alessio Cardaci, Pietro Azzola, Jorge Felix Sinani Arcienega, Antonella Versaci

**La digitalizzazione del patrimonio culturale: la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo**  
Digitization of Cultural Heritage: the Collection of 'lapidei' of the Museum of the Histories of Bergamo

913

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo, Tiziana Iazeolla

**Il ponte dell'Isca. La ri-scoperta di un ponte romano nella media valle del Tammaro**  
The Isca Bridge. The Re-Discovery of a Roman Bridge in the Middle Tammaro Valley

937

Valentina Castagnolo, Luisa Eramo, Massimo Leserri, Anna Christiana Maiorano, Martina Minenna, Pasquale Potenza, Gabriele Rossi

**Dinamiche di rappresentazione di un'architettura alla ricerca della sua identità**  
Dynamics of Representation of an Architecture in Search of its Identity

965

*Martina Castaldi*

**Influenza della percezione visiva di Pompei nell'Europa del '700**  
Influence of the Visual Perception of Pompeii in the Europe of the 1700s

979

*Vittoria Castiglione, Maria Belén Trivi*

**Conoscenza e trasmissione del patrimonio urbano romano: Piazza Montanara**  
Knowledge and Transmission of the Roman Urban Heritage: Piazza Montanara

997

*Irene Cazzaro*

**Uncertainty in Hypothetical 3D Reconstructions: Technical, Visual and Cultural 'Transitions'**

1008

*Margherita Cicala*

**Le fortificazioni bastionate capuane. Ricostruzione e rappresentazione degli assetti difensivi**  
Capuan Bastioned Fortifications. Reconstruction and Representation of Defensive Arrangements

1030

*Enrico Cicabò*

**Il disegno delle transizioni e la rappresentazione della cosmografia dello scudo di Achille**  
The Drawing of Transitions and the Representation of the Cosmography of the Shield of Achilles

1050

*Federico Cioli, Serena Liviani*

**La ricostruzione virtuale del progetto ottocentesco di Giuseppe Martelli per Ponte Vecchio a Firenze**  
Virtual Reconstruction of the 19th Century Project by Giuseppe Martelli for Ponte Vecchio in Florence

1067

*Vincenzo Cirillo*

**L'Éléphant triomphal a Parigi: dal disegno di progetto al simbolismo iconico alla ricostruzione virtuale**  
The Éléphant triomphal in Paris: from Design to Iconic Symbolism and Virtual Reconstruction

1089

*Fabio Colonnese, Luca Guerini*

**Modellando Piero. Indagini ricostruttive sulla Madonna del Parto**  
Modelling Piero. Reconstructive Enquires on the Madonna del Parto

1111

*Thomas Guido Comunian, Veronica Fazzina, Alessandro Martinelli, Simone Porro, Antonio Schiavo*

**Il motel Agip di Mario Ridolfi: dall'analisi grafica alla rappresentazione parametrica e immersiva**  
The Agip Motel by Mario Ridolfi: from Graphical Analysis to Parametric and Immersive Representation

1129

*Graziana D'Agostino, Mariateresa Galizia, Raissa Garozzo, Federico Mario La Russa, Gloria Russo, Cettina Santagati*

**Le transizioni del disegno: fondi di archivio e rappresentazione digitale del Teatro Bellini (CT)**  
The Transitions of Design: Archival Funds and Digital Representation of Teatro Bellini (CT)

1153

*Saverio D'Auria, Maria Ines Pascariello, Tomás Enrique Martínez Chao*

**Il digital twin dei siti culturali per l'inclusività e la valorizzazione. Il Castello Aragonese di Ischia**  
Digital Twin of Cultural Sites for Inclusiveness and Promotion. The Aragonese Castle of Ischia

1175

*Angelo De Cicco, Luigi Corniello*

**Silenzi e riflessioni nel villaggio di Shurdhah in Albania**  
Silences and Reflections in the Village of Shurdhah in Albania

1197

*Matteo Del Giudice, Nicola Rimella, Francesca Maria Ugliotti, Guillaume Tarantola, Anna Osello*

**Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno**  
Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing

1211

*Giuseppe Di Gregorio*

**La chiesa di Santa Maria la Vetere a Militello, nella tradizione tra reale e virtuale**  
The Church of Santa Maria la Vetere in Militello, in the Tradition between Real and Virtual

1231

*Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti*

**L'interazione visibile: transizioni tra modelli analogici e digitali per le ricostruzioni storiche**  
Visible Interaction: Transitions between Analogical and Digital Models for Historical Reconstructions

1249

*Maria Linda Falcidieno, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti*

**Il segno visivo del ponte Morandi a Genova: transizione di forme e significati**  
The Visual Sign of the Morandi Bridge in Genoa: Transition of Forms and Meanings

1267

*Laura Farroni, Marta Faienza*

**I disegni del progetto di architettura del Novecento: dall'analogico storico alla transizione digitale**  
Architectural Design Drawings of the 20th Century: from Traditional Analogue to Digital Transition

1281

*Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi, Flavia Camagni*

**Skiagraphia, manifestazione proiettiva della transizione temporale del sole sull'architettura**  
Skiagraphia, Projective Manifestation of the Sun's Temporal Transition on Architecture

1301

*Fausta Fiorillo, Corinna Rossi*

**Pitched-Brick Barrel Vaults and Biaxial Cross-Vaults in Egypt's Western Desert**

1310

*Hangjun Fu*

**Reverse modeling per la stampa 3D di complessi monumentali**  
Reverse Modeling for 3D Printing of Monumental Complexes

1330

*Mara Gallo, Simona Scandurra*

**Transizioni artistiche da preservare: street art tra realtà fisica e conservazione digitale**  
Artistic Transitions to be Preserved: Street Art between Physical Reality and Digital Preservation

1352

*Martina Gargiulo, Davide Carleo, Giovanni Ciampi, Michelangelo Scorpio, Pilar Chias Navarro*

**Modelli digitali per la conoscenza dei complessi monumentali spagnoli**  
Digital Models for the Knowledge of Spanish Historical Complex

1370

*Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola*

**Didattica per il disegno degli elementi costruttivi di opere civili ed edili**  
Didactics for the Drawing of Constructive Elements of Civil and Building Works

1388

*Fernanda Gerbis Felli Lacerda*

**Considerazioni sulla produzione teatrale di Gabriele D'Annunzio illustrata da caricature**  
Considerations on the Theatrical Production of Gabriele D'Annunzio Illustrated by Caricatures

1400

*Fabiana Guerriero, Pedro Antonio Janeiro*

**Disegnare, modulare, sentire: mappe psicogeografiche per indagare l'identità della città di Lisbona**  
Drawing, Modulating, Feeling: Psychogeographical Maps to Investigate the Identity of the City of Lisbon

1420

*Caterina Gabriella Guida, Lorena Centarti, Angelo Lorusso*

**Edu-verse: Designing 3D Learning Environments**  
Edu-verse: Designing 3D Learning Environments

1438

*Maria Pompeiana Iarossi, Daniela Oreni, Fabrizio Banfi*

**Dalle case di carta alle case di pietra. Modulazioni di Pietro Lingeri sul tema della casa per l'artista**  
From Paper Houses to Stone Houses. Modulational by Pietro Lingeri on the Theme of the House for the Artist

1457

*Manuela Incerti, Emanuele Borasio, Stefano Costantini, Gianmarco Mei, Andrea Sardo*

**Casa Romei, museo dei 5 sensi. Un focus sulla vista**  
Casa Romei, Museum of the 5 Senses. A Focus on Sight

1479

*Sereno Marco Innocenti*

**Manet o Pistoletto? Riflettersi nella sala delle Prospettive di Palazzo Calini a Brescia**  
Manet or Pistoletto? Reflecting in the sala delle Prospettive at Palazzo Calini in Brescia

1497

*Federica Itri*

**Documentazione del patrimonio architettonico: il rilievo della chiesa di San Menna a Sant'Agata de' Goti (BN)**  
Documentation of the Architectural Heritage: the Survey of the Church of San Menna in Sant'Agata de' Goti (BN)

1517

*Ali Yaser Jafari, Marianna Calla*

**Shapes and way of inhabiting the excavated architecture: knowledge and comparison of the cave dwellings in Banyan and Matera**

1528

Rossella Laera, Marilena Renne, Paola Parisi

Disegno di nuovi spazi urbani e percorrenze culturali nel patrimonio storico di Stigliano (MT)  
Design of New Urban Spaces and Cultural Itineraries in the Historical Heritage of Stigliano (MT)

1546

Silvia La Placa, Francesca Galasso

Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile  
From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage

1572

Silvia La Placa, Marco Ricciarini

Documentare e rappresentare bassorilievi e decorazioni per conoscere e valorizzare il patrimonio  
Documenting and Representing Bas-Reliefs and Decorations to Know and Value Heritage

1590

Gennaro Pio Lento

Processi di transizione architettonica e culturale dell'isola di Hydra in Grecia  
Architectural and Cultural Transition Processes on the Island of Hydra in Greece

1612

Gabriella Liva

Transitus Signa. Il complesso monastico medioevale di San Giorgio Maggiore a Venezia  
Transitus Signa. The Medieval Monastic Complex of San Giorgio Maggiore in Venice

1634

Daniel López, Víctor Lafuente, Antonio Álvaro, David Marcos, Marta Martínez, Carlos Hernández

Análisis gráfico del antiguo Cuartel de Caballería de Zamora  
Graphic Analysis of the Old Zamora Cavalry Barracks

1650

Arianna Lo Pilato

Le Fontane del Re: conoscenza e valorizzazione dei monumenti lungo la Strada Regia delle Puglie  
The Fountains of the King: Knowledge and Enhancement of Monuments along the Strada Regia delle Puglie

1664

Adriana Marra

From Survey to Digital Reconstruction. Study of a Roman Fragment of an Ionic Volute

1673

Maria Clara Amado Martins

Lygia Pape. A obra *Tteia I* na Bienal de Veneza e a transição sensível entre linhas e teias  
Lygia Pape. The Work *Tteia I* at the Venice Biennale and the Sensitive Transition between Lines and Webs

1687

Silvia Masserano

Dai disegni analogici all'esplorazione in ambiente immersivo: la Stazione Auto-corriere di U. Nordio  
From Analogue Drawings to Exploration in Immersive Environment: the Bus Station of U. Nordio

1709

Valeria Menchetelli, Cosimo Monteleone

Archetipi della transizione: il *Viaggio al centro della Terra* di Jules Verne  
Archetypes of Transition: Jules Verne's *Journey to the Centre of the Earth*

1729

Riccardo Miele

Approcci multi-scalari per descrivere e comunicare il patrimonio campanario di Napoli  
Multi-scalar Approaches to Describe and Communicate the Belfry Heritage of Naples

1745

Carlos Montes Serrano, Sara Peña Fernández

Architecture Analysis by the Comparative Method

1752

Fabrizio Natta

Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language*  
Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language

1766

Claudia Naz-Gómez, Manuel de-Miguel-Sánchez, Alberto Lastra-Sedano

Transición desde el cuadrado a la elipse. La cripta barroca del Convento de San Francisco de Guadalupe  
Transition from the Square to the Ellipse. The Baroque Crypt of the Convent of San Francisco in Guadalupe

1784

Caterina Palestini, Lorenzo Pellegrini

Le transizioni del progetto nei disegni degli archivi di architettura  
The Transitions of the Project in the Drawings of the Archives of Architecture

1806

Sandro Parrinello

Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio  
Documenting a Cultural Route through Landscape Representation and Materialisation Procedures

1824

Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Virginia Miele

AI Text-To-Image for the Representation of Treaties Texts. The Case Study of *Le Vite* by Vasari

1832

Francesca Picchio, Luis Cortés Meseguer, Giulia Porcheddu

Disegnare un sistema informativo 3D per la promozione della rotta culturale di Jaime I a Valencia  
Designing a 3D Information System for the Promotion of the Cultural Route of Jaime I in Valencia

1858

Marta Pileri

Dall'illustrazione alla realtà immersiva: l'evoluzione del *visual journalism*  
From Illustration to Immersive Reality: the Evolution of Visual Journalism

1874

Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano, Alessandra Avella

Modellazione parametrica delle gemme dall'*Encyclopedie*. Analisi geometrica e criticità morfologiche  
Parametric Modeling of Gemstone from the *Encyclopedie*. Geometric Analysis and Morphological Problems

1896

Manuela Piscitelli

La dimensione visuale dei nativi digitali  
The Visual Dimension of Digital Natives

1918

Lorella Pizzonia

La Chiesa di Piedigrotta a Pizzo. Due modalità di rappresentazione per guardare attraverso  
The Church of Piedigrotta in Pizzo. Two Modes of Representation to Look through

1938

Marta Quintilla-Castán, Luis Agustín-Hernández

Un sistema de gestión de código abierto para el inventario del patrimonio de estilo Gótico Mediterráneo  
An Open Source Heritage Management System for the Inventory of the Mediterranean Gothic Style

1954

Giovanni Rasetti

Disegnare l'invisibile, il paesaggio. Esperimenti con intelligenza artificiale *text to image*  
Drawing the Invisible, the Landscape. Experiments with Artificial Intelligence Text to Image

1970

Veronica Riavis

Geometrie e transizioni dal paesaggio all'architettura: l'abitare a Lignano per Marcello D'Olivo  
Geometries and Transitions from Landscape to Architecture: Living in Lignano by Marcello D'Olivo

1986

Francesca Ronca, Enrico Pupi

Dalla pianta al volume: transizioni e trasformazioni geometriche del cerchio nell'architettura di Mario Botta  
From Plan to Volume: Transitions and Geometric Transformations of the Circle in Mario Botta's Architecture

2002

Luca Rossato

Do Students Dream of Electronic Worksheets? The 'Grade Runner' Dilemma

2009

Marta Salvatore

Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche  
Geometries in Motion in Kinetic Architecture

2025

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

Tra tradizione e innovazione: geometrie e sviluppo del campanile a maggiore elevazione  
Between Tradition and Innovation: Geometry and Development of the Bell Tower with higher Elevation

2045

Nicoletta Sorrentino

**Dai transatlantici alle navi da crociera: comunicazione visiva e corporate image tra analogico e digitale**  
From Ocean Liners to Cruise Ships: Visual Communication and Corporate Image between Analogue and Digital Modes

2063

Roberta Spallone, Marco Vitali, Valerio Palma, Laura Ribotta

**Fra spazio fisico e digitale: ricostruzione e comunicazione del complesso del Castello di Mirafiori**  
Between Physical and Digital Space: Reconstruction and Communication of the Castello di Mirafiori Complex

2085

Francesco Stilo

**Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Casi studio in Calabria**  
Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Case Studies in Calabria

2107

Ilaria Trizio, Francesca Savini

**L'ultima dimora di Pino Zac: documentazione e valorizzazione digitale di uno studio d'artista**  
The Last Home of Pino Zac: Documentation and Digital Enhancement of an Artist's Studio

2129

Starlight Vattano

**Ca' Venier e ponte dell'Accademia nel 1985. Tre immagini transitorie**  
Ca' Venier and Ponte dell'Accademia in 1985. Three Transitional Images

2151

Marco Vedoà

**Imaging the Cultural Landscapes of Remote Areas. Storytelling, Fragilities and Future Scenarios**

2162

Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska

**Un'installazione di video mapping per la valorizzazione del Teatro Farnese di Parma**  
Video Mapping Installation for the Valorization of the Farnese Theatre in Parma

2180

Ursula Zich

**Transizioni comunicative nella narrazione dell'Italia oltre ai suoi confini (1924-1929)**  
Communicative Transitions on Italy's Telling beyond its Borders (1924-1929)

## PROCEDERE DEVELOP

2198

Francesco Di Paola, Laura Inzerillo, Sara Morena

**Procedere**  
Develop

2208

Luis Agustín Hernández, Javier Domingo Ballestin, Aurelio Vallespin Muniesa

**Arte fluido come proceso creativo para los murales de una residencia en Teruel**  
Fluid Art as a Community Creative Process for Teruel Nursing Home Murals

2223

Alessio Altadonna

**Messina ricostruita in pietra artificiale: la grafica di palazzo Mariani per il progetto di restauro**  
Messina Rebuilt in Artificial Stone: the Graphics of Palazzo Mariani for the Restoration Project

2244

Sara Antinozzi, Marco Limongiello, Laura A. Lopresti, Salvatore Barba

**Progetto e ottimizzazione di processi image-based per acquisizioni a scala di dettaglio**  
Design and Optimisation of Image-Based Processes for Detail-Scale Acquisitions

2260

Giuseppe Antuono, Pierpaolo D'Agostino

**Verso la modellazione informativa per il progetto di restauro. Il Teatrino di Corte della Reggia di Portici**  
Toward Information Modeling in Restoration Projects. The Court Theater of the Royal Palace of Portici

2280

Martina Attenni, Maria Laura Rossi

**Riflessioni sulla rappresentazione della tipologia architettonica. Transizioni tra epoche e arti**  
Reflections on the Representation of Architectural Typology. Transitions between Eras and Arts

2304

Marcello Balzani, Federica Maietti, Fabiana Raco, Francesco Viroli, Gabriele Giau

**Il transitare della memoria. Quando il tempo trasforma gli oggetti per un nuovo spazio**  
Memory Transitions. As Time Turns Objects into New Space

2320

Laura Baratin, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi

**L'opera Elba di Pietro Consagra: nuovi paradigmi analitico-documentali per l'intervento di restauro**  
Pietro Consagra's Artwork *Elba*: New Analytical-Documentary Paradigms for Restoration Intervention

2342

Roberto Barni, Carlo Bianchini, Marika Griffò, Carlo Inglese

**Lo spazio rivelato: la Sagrestia Nuova tra rilievo e rappresentazione**  
The Unveiled Space: the Sagrestia Nuova between Survey and Representation

2358

Cesare Battelli, Alessandra Grafici, Ornella Zerlenga

**Transizioni digitali: artefatti dalle macchine intelligenti. Riflettendo con Cesare Battelli**  
Digital Transitions: Artefacts from Intelligent Machines. Considerations with Cesare Battelli

2380

Carlo Battini

**Intelligenza artificiale tra scienza e creatività. Casi studio nelle arti visive**  
Artificial Intelligence between Science and Creativity. Case Studies in the Visual Arts

2394

Paolo Belardi

**L'invenzione dei percorsi pedonali meccanizzati. Dalla città delle automobili alla città dei pedoni**  
The Invention of Mechanized Pedestrian Paths. From the City of Cars to the City of Pedestrians

2414

Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari

**Remote sensing e rilievo architettonico per il restauro della moschea Al Raabiya a Mosul (Iraq)**  
Remote Sensing and Architectural Survey for the Restoration of the Al Raabiya Mosque in Mosul (Iraq)

2431

Noemi Bitterman, Giovanna Ramaccini, Angelica Ravanelli

**HeterOffice. Concept progettuale per una postazione di lavoro flessibile nello spazio domestico**  
HeterOffice. Design Concept for a Flexible Workstation in the Domestic Space

2445

Cecilia Bolognesi, Domenico D'Uva

**Multiscalar Digital Twin. Step Representation towards Urban Multiverse**

2454

Emanuela Borsci, Angela Guida

**Ri-abitare patrimoni fragili: il caso studio di Pomarico**  
Re-inhabiting Fragile Heritages: Pomarico Case Study

2472

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa

**L'incanto nella cultura di un intreccio femminile. Tra ornamento e rappresentazione**  
The Enchantment in the Culture of a Feminine Interweaving. Between Ornament and Representation

2490

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza

**The Church of St. Giusta in Bazzano (L'Aquila). Documentation and Survey**

2499

Marianna Calia, Alessandra Matera, Mariapia Pace

**Ri-disegno di percorsi e micro-architetture nel parco museale di Craco Vecchia**  
Re-design of Routes and Micro-Architectures in the Museum Park of Old Craco

2521

Michele Calvano, Luciano Cessari, Elena Gligliarelli

**Tradition in Innovation. Some Considerations on SLAM Technique Integration for Historic Buildings**

2531

Cristina Cándito, Ilenia Celoria, Alessandro Meloni

**Verso un'architettura... accessibile. Un'esperienza didattica: dai principi alle applicazioni**  
Towards an... Accessible Architecture. An Educational Experience: from Principles to Applications

2555

Mara Capone, Angela Cicala, Lorenzo Esposito, Giovanni Nocerino

**Geometrie programmate: AAD sperimentazioni di graphic design**  
Programmed Geometries: AAD Graphic Design Experimentation

2577

Massimiliano Ciammaichella

**Idoli virtuali. Rappresentazioni di corpi in transito e modelli estetici da incarnare**  
Virtual Idols. Representations of Bodies in Transit and Aesthetic Models to be Embodied

2595

Maria Grazia Ciani, Daniele Calisi, Stefano Botta, Sara Colaceci, Matteo Molinari, Michela Schiaroli

**Digital twin ed esperienza immersiva in VR: il caso studio dell'ex mattatoio di Testaccio, Roma**  
Digital Twin and Immersive Experience in VR: the Case Study of the ex Mattatoio of Testaccio, Rome

2613

Paolo Cini, Jesús Muñoz Cádiz, Umberto Ferretti, José Luis Domínguez Jiménez, Miriam González Nieto

**Digital Transition for Heritage Management and Dissemination: via Flaminia and Corduba-Emerita**

2623

Francesca Condorelli, Alessandro Luigini, Giuseppe Nicastro, Barbara Tramelli

**Disegno e intelligenza artificiale. Enunciati teorici e prassi sperimentale per una poiesi condivisa**  
Drawing and Artificial Intelligence. Theoretical Statements and Experimental Practice for a Shared Poiesis

2641

Antonio Conte, Rossella Laera, Carmela D'Andrea

**Ricomposizione di parti urbane di antico impianto tra Palazzo Spagna e il Piantello di Accettura**  
Reconstruction of Ancient Urban Parts between Palazzo Spagna and the Piantello di Accettura

2659

Virginia De Jorge Huertas

**Construyendo transiciones pedagógicas híbridas**  
Building Hybrid Pedagogical Transitions

2673

Irene De Natale

**Comunicazione della città contemporanea: la grafica generativa per le identità visive dinamiche**  
The Communication of the Contemporary City: Generative Graphics for Dynamic Visual Identities

2685

Andrea di Filippo

**Transition to Parametric Modelling in Heritage Documentation**

2692

Francesca Fatta, Sonia Mollica

**Spazi virtuali in luogo reale. Narrazioni tra storia e paesaggio del Faro di Capo Colonna**  
Virtual Spaces in Real Place. Narratives between History and Landscape of the Capo Colonna Lighthouse

2710

Marco Filippucci, Fabio Bianconi

**Disegnare per rigenerare i nostri luoghi. Nuove relazioni fra comunità e spazi pubblici**  
Drawing to Regenerate our Places. New Relationships between Communities and Public Spaces

2728

Wilson Florio, Ana Tagliari

**Geometric and Parametric Modeling to Identify the Characteristics of Niemeyer's V Columns**

2737

Noelia Galván Desvaux, Marta Alonso Rodríguez, Raquel Álvarez Arce, Daniel Galván Desvaux

**Archivos digitales de arquitectura: la transformación de la difusión del dibujo**  
Digital Archives of Architecture: the Transformation of Drawing Dissemination

2755

Elisabetta Caterina Giovannini

**Digital Transitions for the Use and Reuse of Digital Assets for Museum Collections**

2767

Sara Gonizzi Barsanti, Umberto Palmieri, Adriana Rossi

**Fotogrammetria a distanza ravvicinata: un campione di muro composto di anfore**  
Close Range Photogrammetry: a Wall Sample Composed of Jugs

2789

Beatriz S. González-Jiménez, Marco Enia

**Digital Unrealities. Photo(Un)Realism and Alienation in Contemporary Postdigital Architecture**

2797

Alberto Grijalba Bengoetxea, Julio Grijalba Bengoetxea, M. Lucía Balboa Domínguez

**El encanto de lo nuevo**  
The Charm of the New

2817

Manuela Incerti, Cristian Boscaro, Stefano Costantini

**Laser scanner a confronto: problematiche e potenzialità nella restituzione grafica 2D di un bene storico**  
Comparison between Laser Scanners: Problems and Potential in the 2D Drawings of a Historical Building

2835

Elena Ippoliti, Vincenzo Maselli, Chiara Fiaschi

**Dal testo verbale al testo estetico del fumetto. Un esercizio di stile**  
From Verbal Text to Aesthetic Text in Comics. An Exercise in Style

2853

Elena Ippoliti, Noemi Tomasella

**Misurare e disegnare: tra modelli di dati e modelli grafico-geometrico-analitici**  
Measurement and/or Drawing: Between Models of Data and Graphical/Geometric/Analytical Models

2873

Emanuela Lanzara

**Oltre il visibile: dispositivi lenticolari per i beni culturali tra fotografia e diagnostica**  
Beyond the Visible: Lenticular Tools for Cultural Heritage between Photography and Diagnostics

2894

Mariangela Liuzzo, Dario Caraccio, Laura Floriano

**Transizioni digitali e fisiche per i beni museali**  
Digital and Physical Transitions for Museum Assets

2914

Massimiliano Lo Turco, Andrea Tomalini, Jacopo Bono

**Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici**  
A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models

2931

Carlos L. Marcos

**Colour as a Sensible Property of Matter and as an Expressive Tool. Copying vs. Emulating**

2939

Marco Medici, Federica Maietti

**Digital Transitions for a Comprehensive 3D Documentation: European Trends for Heritage Preservation**

2947

Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa

**Dos bóvedas en la Lonja de Valencia. Experimentación y seriación en la arquitectura del Siglo XV**  
Two Vaults in the Lonja of Valencia. Experimentation and Serialization in the Architecture of the XV Century

2969

Alice Palmieri

**Rappresentazioni AI nella comunicazione del patrimonio culturale: nuovi scenari del digital storytelling**  
AI Representations in Cultural Heritage Communication: New Scenarios of Digital Storytelling

2987

Roberto Pedone, Alessandra Dichio, Claudia Cittadini

**Progetto di ridisegno urbano di Craco Peschiera: servizi e strategie di valorizzazione**  
Craco Peschiera Urban Re-Design Project: Services and Enhancement Strategies

3007

Fabio Planu, Dario Rizzi, Gabriele Fredduzzi

**Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto InSPIRE**  
Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the InSPIRE Project

3023

Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio

**Processi di transizione digitale per i musei: il Palazzo Ducale di Urbino nel progetto CIVITAS**  
Museum Digital Transition Processes: the Ducal Palace of Urbino within the CIVITAS Project

3045

Piergiuseppe Rechichi, Lorenzo Cintali, Valeria Croce, Andrea Piemonte, Massimiliano Martino, Marco Giorgio Bevilacqua, Federico Cantini, Gianluca Martinez

**Digitalizzazione del patrimonio archeologico: procedure H-BIM per lo scavo della chiesa di San Sisto (Pisa)**  
Digitization of Archaeological Heritage: H-BIM Procedures for the San Sisto's Church Excavation (Pisa)

3065

Leopoldo Repola

**Architetture del mare. Un metodo per lo studio delle tonnare**  
Architectures of the Sea. A Method for the Study of Tonnare

3083

*Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio*  
Mapping Landscape Qualities in Inner Areas and UNESCO Sites in North Sicily by a GIS Multisource Geodatabase

3091

*Jessica Romor, Graziano Mario Valenti*  
Modelli procedurali per l'ideazione, il controllo e la generazione della forma libera negli apparati decorativi  
Procedural Models for the Conception, Control and Generation of Free Form in Decorative Apparatuses

3109

*Luca Rossato, Guido Galvani, Greta Montanari, Dario Rizzi*  
Digital Storytelling about the São Paulo Independence Monument: between Lost Memories and Italian Legacy

3118

*Michela Rossi, Sara Conte, Luca Armellino*  
Punti di vista. Gli spazi virtuali tra analogico e digitale  
Points of View. Virtual Spaces between Analogical and Digital

3134

*Anna Sanseverino, Anna Dell'Amico*  
Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di Real-Time Rendering  
Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools

3156

*Luca J. Senatore, Michela Moroni*  
Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo  
Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning

3176

*Andrea Sias*  
Transizione dal reale al virtuale in ambito medico-sanitario  
Transition from Real to Virtual in Healthcare

3189

*Giovanna Spadafora, Michela Ceracchi, Antonio Camassa*  
I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale  
Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space

3207

*Gabriele Stancato, Barbara Ester Adele Piga*  
Exploring the Landscape of Virtual and Augmented Reality Laboratories in Top Universities Worldwide

3216

*Martina Suppa, Federica Maietti, Fabiana Raco*  
Documenting Theatres as Spaces for 'Transitions'

3226

*Maurizio Unali, Giovanni Caffio, Fabio Zollo*  
Transizioni d'immagini e architetture al tempo dell'IA. Modelli semantici in cerca di autore  
Transitions of Images and Architectures in the Time of AI. Semantic Models in Search of an Author

3244

*Graziano Mario Valenti, Francesca Porfiri*  
Apparati decorativi: l'Arco di Tito fra tracce originali, trasformazioni e interpretazioni temporali  
Decorative Apparatus: the Arch of Titus between Original Traces, Transformations, Temporal Interpretations

3260

*Cesare Verdoscia, Michele Buldo, Riccardo Tavolare, Elena Cabrera-Revuelta, Antonella Musico*  
Sensor Data Fusion per i processi Scan to BIM. La Chiesa Ognissanti di Valenzano, Bari  
Sensor Data Fusion for Scan to BIM Processes. The All Saints' Church in Valenzano, Bari

3278

*Ornella Zerlenga, Rosina Iaderosa*  
L'Intelligenza Artificiale sarà in grado di sostituirsi alla creatività umana?  
Will Artificial Intelligence Be Able to Replace Itself to Human Creativity?



# Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici

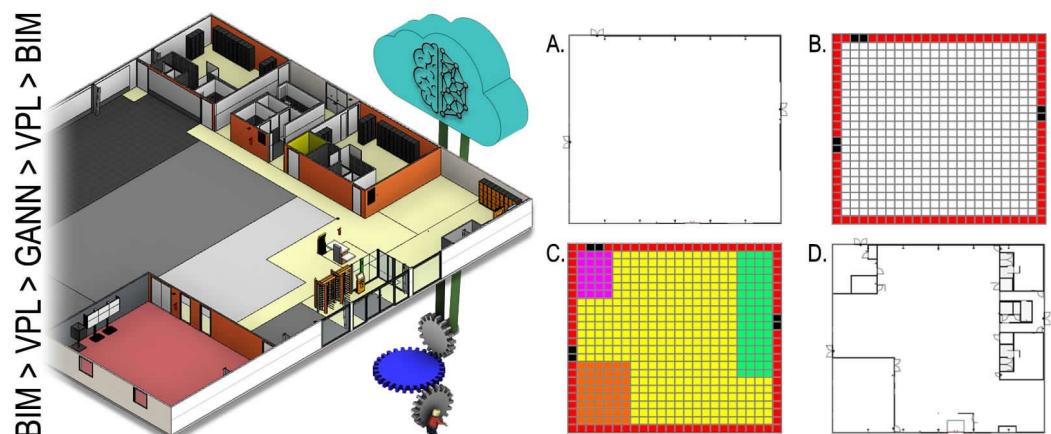
Massimiliano Lo Turco  
Andrea Tomalini  
Jacopo Bono

## Abstract

Il contributo affronta criticamente il tema della generazione automatica di layout distributivi rispettosi di una coerenza topologico/spaziale e ottenuti in tempi estremamente rapidi. Questa attività è di assoluto interesse all'interno di diverse comunità scientifiche che collaborano proficuamente tra loro: dagli esperti IT, agli studiosi delle aree della Rappresentazione e della Composizione Architettonica e Urbana per citare i principali. Per esplorare alcuni approcci possibili, inerenti alla generazione di *layout* basati su immagini, su grafi, su *layout* specializzati e relative ibridazioni ci si avvale delle potenzialità euristiche del disegno digitale. Particolare attenzione è dedicata agli approcci generativi mediante l'allenamento di reti GANN (Generative Adversarial Neural Network). Il contributo illustra i primi esiti del progetto di ricerca che vede la collaborazione tra Politecnico di Torino, Links Foundation e la società olandese di palestre Basic-Fit. In una prima fase il progetto analizza criticamente lo stato dell'arte degli algoritmi di Intelligenza Artificiale impiegati in architettura; successivamente, per dimostrare le potenzialità di tali strumenti è stato progettato un primo prototipo che rispetta i principali vincoli e criteri progettuali derivanti dall'esperienza della Società ed è inoltre caratterizzato da un elevato livello di interoperabilità nella generazione delle soluzioni selezionate in ambiente BIM.

## Parole chiave

intelligenza artificiale, visual programming language, design generator, building information modeling, grafi



I passaggi salienti del workflow: dal modello BIM al file vettoriale 2D; dal file vettoriale al file raster; definizione dei vincoli progettuali; dal file raster all'elaborato vettoriale; dal file vettoriale 2D al modello BIM. Elaborazione grafica di A. Tomalini.

## Introduzione

Tra i temi più indagati degli ultimi anni nell'ambito della composizione architettonica e urbana si distinguono i diversi approcci che tentano di utilizzare tecniche di Intelligenza Artificiale per la rapida generazione di innumerevoli scenari progettuali. Gli ambiti di applicazione sono molteplici e variano dal macro al micro, ossia dall'utilizzo in ambito urbano e territoriale alla definizione di proposte distributive di singole unità abitative [Oxman 2017]. Nel contributo si ragiona sull'illustrazione di approcci innovativi per la generazione di planimetrie a scala architettonica, nel rispetto di vincoli geometrici e di caratteri distributivi definiti dall'utente. Molte ricerche di seguito brevemente descritte hanno lo scopo di chiarire limiti e potenzialità di approcci attualmente disponibili, prefigurando le potenzialità e la scalabilità dei prodotti proposti. Il saggio si articola in una prima parte che delinea lo stato dell'arte, tracciando sinteticamente i contorni di uno scenario complesso, esito di approcci differenti, denunciando al contempo limiti e opportunità [Weber et al. 2022]. Nel paragrafo successivo si introduce la realtà lavorativa della società con cui si è attivato il progetto di ricerca, riportando sinteticamente il quadro esigenziale e le motivazioni che hanno guidato il gruppo di lavoro nella definizione del prototipo, descritto nel paragrafo successivo. Il contributo si conclude con la descrizione dei successivi sviluppi su cui il gruppo di ricerca sta attualmente lavorando attraverso l'attivazione di una seconda collaborazione.

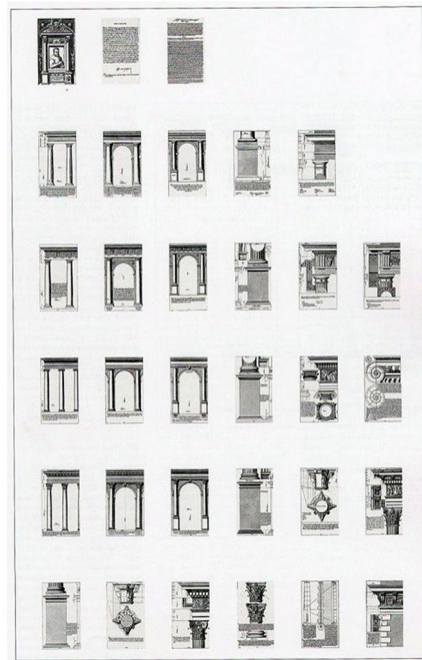
## Stato dell'arte: differenti approcci, tra passato e presente

Il contributo si concentra sulle tecniche e sui metodi di 'generazione automatica' delle forme. Prima di introdurre il tema è opportuno un breve richiamo al passato, citando gli esperimenti del Vignola [Vignola 1562] per giungere al paradigma illuminista formulato da J.N.L. Durand sulla tipologia morfologica funzionale, passando per gli studi degli *Shape Grammars* della seconda metà del XX secolo, fino alle tendenze contemporanee dell'architettura parametrica (fig. 1).

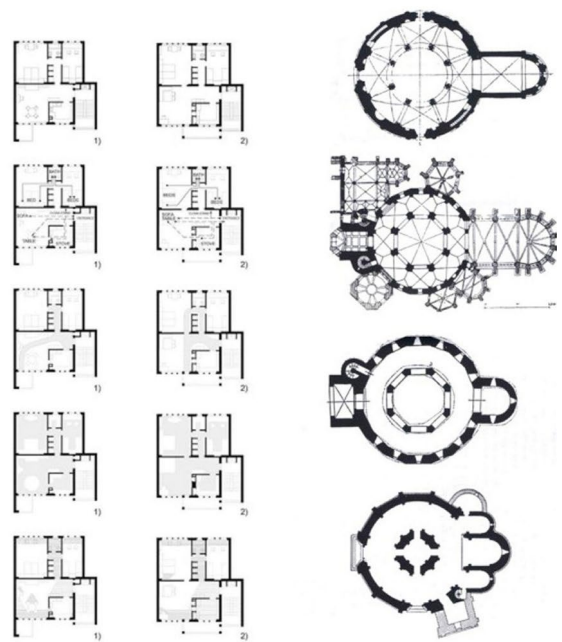
Il rapporto tra regole matematiche e attributi geometrici traducibili rapidamente in proposte progettuali non è un tema nuovo; gli studi dell'architetto Luigi Moretti e del matematico Bruno de Finetti, fondatori nel 1957 dell'IRMOU (Istituto di Ricerca Matematica e Operativa per l'Urbanistica), miravano a sviluppare teorie sull'architettura parametrica basate sull'applicazione di concetti matematici alla progettazione, seguendo un approccio empirico alle problematiche delle forme [Bucci, Mulazzani 2000].

I metodi di creazione automatica di *layout* spaziali furono introdotti negli anni '70 come speculazioni artistiche sul futuro ruolo dei computer e dell'Intelligenza Artificiale in architettura. Yona Friedman propose il 'Flatwriter' [Friedman 1971] per generare soluzioni distributive di appartamenti in grado di soddisfare le preferenze d'uso di tutti i soggetti coinvolti nei progetti di edilizia cooperativa. L'automazione del processo di creazione delle planimetrie era vista come uno strumento per la progettazione partecipata. Cedric Price propose il 'Generator', ossia un'unità spaziale riconfigurabile basata su voxel riconfigurabile dagli utenti, elaborando diverse soluzioni. Entrambe le proposte pre-computazionali lavoravano su planimetrie progettate da un kit modulare di parti in un processo di tipo *bottom-up*.

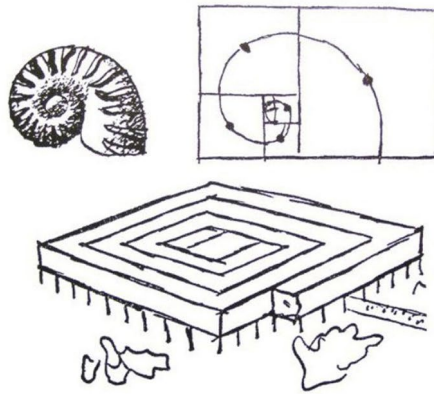
Alla fine degli anni Settanta, George Stiny iniziò a lavorare all'analisi e alla riproduzione dei *layout* degli edifici attraverso le cosiddette grammatiche parametriche delle forme [Stiny, Eizenberg 1980]. Comprendendo i principi compositivi e le qualità spaziali di edifici esistenti, come le ville palladiane [Stiny, Mitchell 1978] o le case nella prateria di Frank Lloyd Wright [Koning 1981], i modelli classificati potevano essere utilizzati per ricreare edifici dello stesso tipo. Analogamente, Christopher Alexander rappresentò le relazioni spaziali nelle planimetrie architettoniche tradizionali attraverso grafi relazionali e strutture ad albero [Alexander 1965]. Queste astrazioni costituiscono i primi passi necessari per automatizzare la generazione di planimetrie e continuano a costituire riferimenti fondamentali negli approcci computazionali contemporanei. Questo tipo di ricerche portò allo sviluppo di strumentazioni in cui le opzioni di proget-



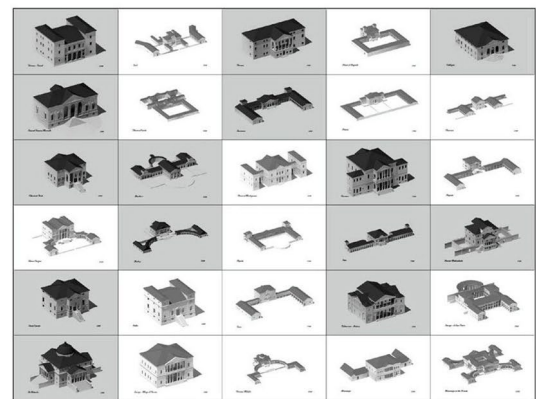
(a) Vignola - la Regola (1562)



(b) J.N.L. Durand - Typology studies



(c) Le Corbusier - Museo della crescita illimitata (1939)



(d) Stiny Mitchell - Shape Grammars (1978)

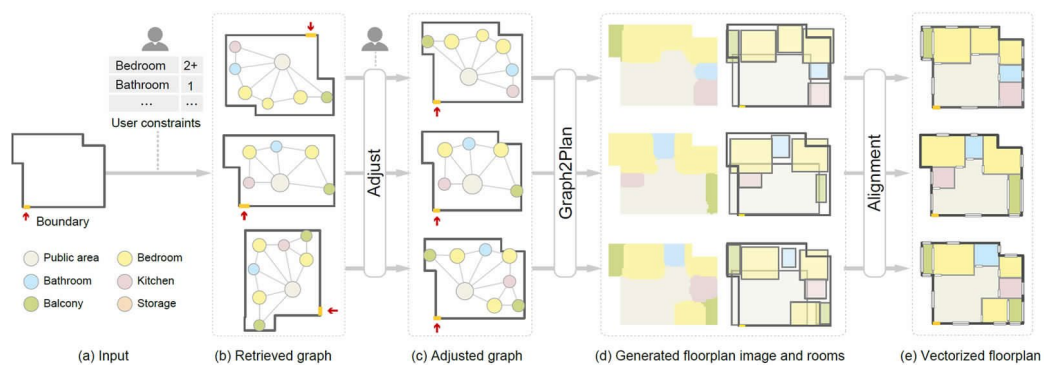
Fig. 1. Riferimenti culturali: (a) l'Esperimento del Vignola; (b) studi sulla tipologia morfologica funzionale introdotti da J.N.L. Durand; (c) dalla morfogenesi naturale a quella architettonica; (d) esempi dagli *Shape Grammars* (d). Elaborazione M. Lo Turco.

tazione generate automaticamente possono integrare i processi di progettazione manuale convenzionali, offrendo non una singola proposta ma una famiglia di soluzioni utili per successivi approfondimenti progettuali [Heumann, Davis 2020; Weber, Mueller, Reinhart 2022].

### Gli approcci maggiormente in uso

In letteratura si distinguono architetture generative basate sulle immagini, sui grafi e infine i modelli specializzati. Un approccio semplice per generare un *layout* è quello di rappresentarlo come un'immagine, utilizzando architetture generative tradizionali per la sintesi di immagini [Para et al. 2021]. L'approccio più promettente è quello delle reti GANN (*Generative Adversarial Neural Network*) [Goodfellow et al. 2020; Zhang et al. 2019]. Il limite di questo approccio riguarda l'estrema difficoltà nell'identificare e, conseguentemente, restituire forme specifiche che devono preservare determinate proprietà geometriche (archi di circonferenza, ellissoidi, poligoni con specifiche proprietà, definizione di angoli specifici, ecc.). La bibliografia dimostra come approcci puramente basati sui grafi generano principalmente la topologia del grafo, ma sono più deficitari sulla conversione dell'esito in attributi spaziali [Wang et al. 2018; You et al. 2018].

Fig. 2. Graph2Plan può generare *layout* progettuali partendo da un perimetro e da strutture a grafo (a-b). Il sistema consente di modificare il numero delle stanze (c) e le loro connessioni (d). Come output si ottengono differenti planimetrie. Hu et al. 2020, fig. 1, p. 1.



In generale tale approccio è problematico in quanto la generazione di un *layout* che ha come input un perimetro sempre differente presenta vincoli ferrei da aggiornare caso per caso. Sono inoltre presenti molteplici vincoli tra gli stessi elementi che devono comporre la pianta: l'adiacenza di determinati spazi ad alcune zone; rapporti di vicinanza e lontananza tra aree differenti; l'utilizzo di determinati componenti al variare delle condizioni a contorno degli stessi, per citare i principali. I metodi più recenti risolvono parzialmente questi problemi richiedendo una guida manuale come input o una post-elaborazione manuale. Recentemente sono stati pubblicati tre lavori che affrontano queste tematiche [Wu et al. 2019; Hu et al. 2020; Nauata et al. 2020]. Sebbene questi lavori producano spesso planimetrie a prima vista ben strutturate, presentano alcuni vincoli: tutti lavorano solo su ambienti con muri perpendicolari gli uni agli altri e tutti richiedono controlli ed eventuali correzioni in fase di post-produzione; RPLAN e Graph2Plan richiedono che sia dato il contorno della planimetria; RPLAN posiziona le porte utilizzando un approccio manuale che non viene recepito dall'algorithm; HouseGAN non genera la connessione tra le stanze che sarebbe data dalle porte; HouseGAN e Graph2Plan richiedono come input il numero di stanze, i tipi di stanze e la loro topologia sotto forma di un grafo di adiacenza (fig. 2).

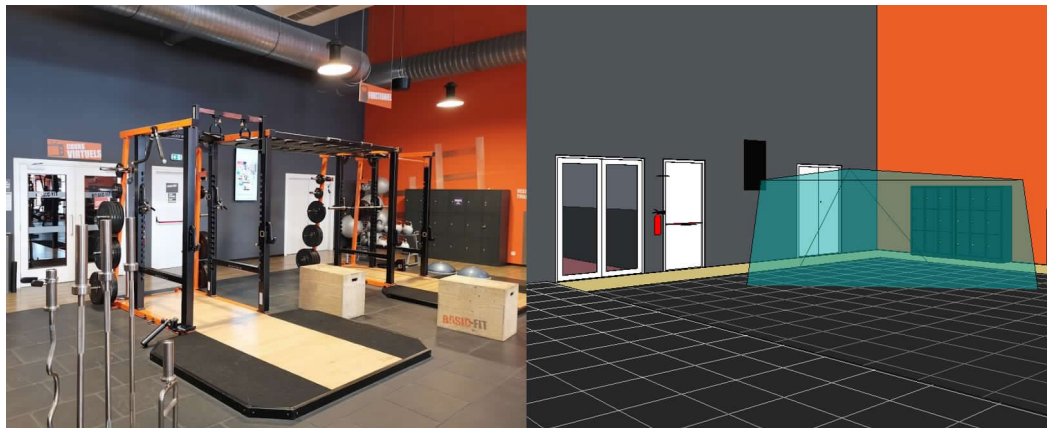
Ulteriori ricerche propongono modelli che scompongono il problema in più step producendo soluzioni più complesse. In particolare, il modello creato dal gruppo guidato da Waming Para, identifica gli ambienti e gli elementi da collocare come nodi di un grafo; in un secondo momento si inseriscono nel sistema i vincoli a cui si applica un processo di ottimizzazione per identificare la soluzione ideale [Para et al. 2021].

### Non solo residenziale: la collaborazione con la società Basic-Fit

Basic-Fit è una delle più grandi società di palestre a livello europeo. Grazie a prezzi molto competitivi e a un alto livello di automazione con sorveglianza operante solo da remoto, la società si sta affermando come leader nel settore. È attualmente presente in sei nazioni con oltre mille club aperti. La società è in continua crescita grazie a processi di standardizzazione attuati mediante processi BIM per la progettazione, costruzione e successiva gestione dei locali (fig. 3). Entro il 2030 la società ha pianificato di triplicare il numero di palestre. Per raggiungere questo ambizioso obiettivo risulta strategico investire in attività di ricerca che consentano di ottimizzare la produttività degli uffici che progettano, appaltano e gestiscono i vari club.

Da queste premesse nasce la collaborazione con il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino (DAD) e la Links Foundation. L'obiettivo di questa prima collaborazione è stata un'attenta analisi dello stato dell'arte e la successiva strutturazione di un primo prototipo che dimostrasse le potenzialità di tali strumenti applicati ai *layout* dei club di Basic-Fit.

Fig. 3. Abbeville Rue Menchecourt. Club di Basic-Fit. Confronto tra reale (sinistra) e modello BIM (destra). Elaborazione di J. Bono.



### Il prototipo

Il prototipo presentato si contraddistingue per una forte interoperabilità tra diversi ambienti di modellazione e programmazione. Il gruppo PoliTo si è occupato della preparazione dei dati da comunicare al modello di AI (BIM > vettoriale > file raster), della definizione dei vincoli progettuali da trasmettere al modello AI, e infine, della conversione degli esiti del modello AI in componenti edilizi in ambiente BIM (file raster > vettoriale > BIM). Il gruppo di Links Foundation si è concentrato sulla rielaborazione del modello di Graph2Plan e sulla codifica delle *Application Programming Interface* (API) tra il modello AI e l'ambiente VPL (fig. 4). Nel rispetto di tempi molto ristretti si è optato per utilizzare un modello già allenato in quanto più flessibile e di più facile integrazione con gli altri applicativi.

Si riportano di seguito i principali passaggi.

a) Da modello BIM a file vettoriale 2D.

il perimetro degli edifici è acquisito dalla piattaforma BIM attraverso codici sviluppati in ambiente VPL. Il codice seleziona i componenti edilizi che identificano il perimetro leggendo le fasi temporali dei componenti edilizi e parametri di progetto compilati dall'operatore in fase di modellazione. Successivamente si classificano le bucatre in base alla loro funzione (ingresso, uscita di sicurezza, ingresso secondario). Questi elementi edilizi vengono convertiti in elementi bidimensionali (muri=linee; bucatre=punti) (fig. 5).

b) Da vettoriale a raster.

Gli elementi bidimensionali sono successivamente traslati e scalati (i valori di rimappatura delle coordinate sono sempre differenti e vengono memorizzati dall'algorithm) per occupare l'area maggiore all'interno di una griglia quadrata composta a sua volta di 256 x

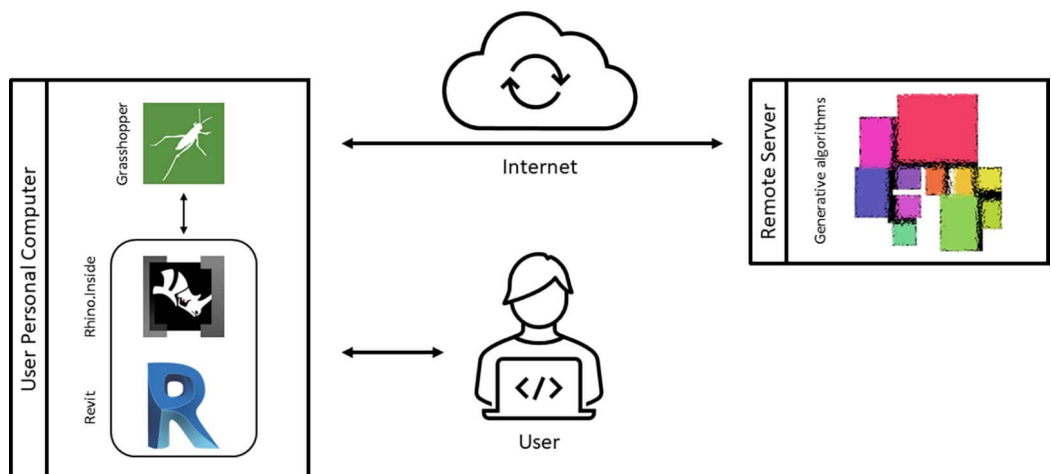


Fig. 4. Schema concettuale di funzionamento del prototipo presentato. Elaborazione di A. Tomalini.

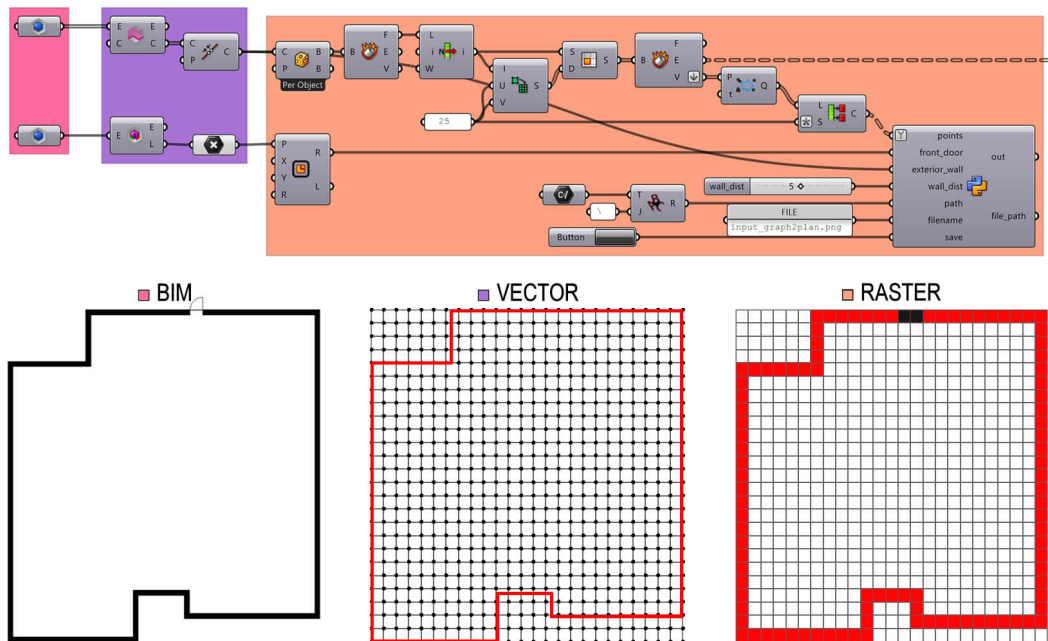


Fig. 5. Codice semplificato che caratterizza le prime operazioni del workflow presentato. Selezione del perimetro e dell'ingresso in ambiente BIM. Conversione in elementi vettoriali. Creazione dell'immagine raster da trasmettere al framework custom di Graph2Plan. Elaborazione di A. Tomalini.

256 quadrati. La posizione delle linee e dei punti rispetto alla griglia definisce quali *pixel* sono colorati e quali no e le informazioni associate a ciascuno di essi determinano il colore del *pixel*. La matrice risultante viene poi convertita in un *file raster* (\*.png) (fig. 5). c) Definizione dei vincoli progettuali.

Come anticipato, Graph2Plan è un modello che funziona attraverso la definizione di un grafo: dalla sua personalizzazione si generano soluzioni progettuali differenti. Per contrarre il più possibile i tempi, si è deciso di non allenare un nuovo modello sulla base di grafi rappresentanti i club. È stato quindi necessario adattare il sistema esistente, pensato per un uso residenziale, adattandolo alla definizione di *layout* per palestre.

Vista l'esperienza di Basic-Fit è stato facile identificare le zone che caratterizzano i club, le loro funzioni, le metrature necessarie, i relativi rapporti di connessione, i rapporti dimensionali ecc. Sulla base di queste specifiche è stato analizzato il *dataset* dei grafi di *training* di Graph2Plan, composto da più di ottantamila *item*. Pur essendo destinato a una funzione d'uso differente è stato possibile identificare dei grafi che, con un buon livello di approssimazione, potessero comunque rappresentare le proporzioni di alcuni club. Dal *dataset* iniziale sono stati estrapolati poco meno di dodici mila grafi. Seppur costituisca una casistica limitata, questa selezione rappresenta i possibili grafi che l'utente avrebbe potuto concepire.

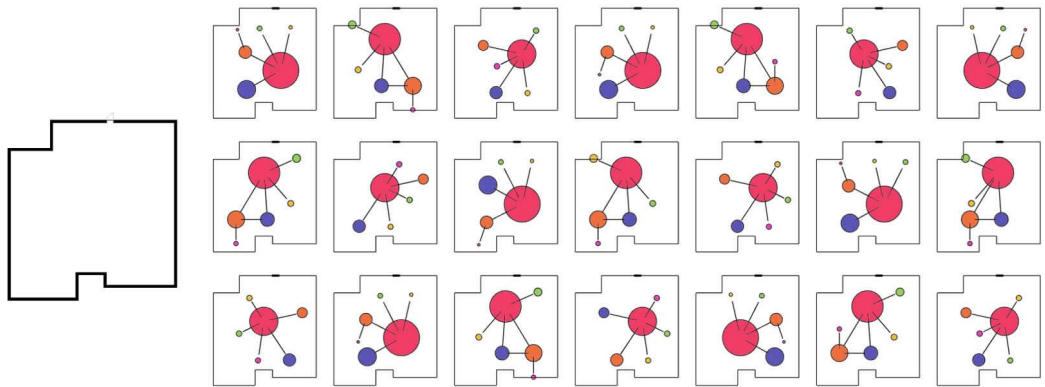
Il processo di definizione di un nuovo grafo è stato codificato in ambiente VPL: grazie all'attribuzione di punteggi percentuali, l'algorithmo restituisce un set di soluzioni ottimali riconducibili a un quadro esigenziale esplicitato attraverso diversi parametri, tra cui funzioni da inserire, posizione della porta d'ingresso, dimensioni delle singole zone, forma del perimetro da analizzare e così via.

Il grafo selezionato associato all'immagine *raster* rappresenta l'input con cui il modello di Graph2Plan genera diverse soluzioni progettuali. Le zone funzionali sono state rinominate e gli ambienti di dimensione troppo esigue sono esclusi dal calcolo; le piante non vengono generate in base ai metri quadri effettivi richiesti da ogni singola funzione ma bensì ai pesi percentuali che queste funzioni hanno sull'area totale (fig. 6). La velocità di calcolo del prototipo è molto ridotta poiché le operazioni sono state codificate in sequenza e non in parallelo, restituendo una differente soluzione in formato *raster* ogni venti secondi di calcolo.

d) Dal *file raster* all'elaborato vettoriale.

Le soluzioni generate da Graph2Plan sono scaricate in locale e sono presentate come immagini *raster* di 256 x 256 *pixel*. Le estremità dei *pixel* colorati identificano le coordinate delle linee bidimensionali e il punto di inserimento delle aperture. Grazie ai valori di traslazione e scalatura delle geometrie bidimensionali è possibile riportare le geometrie alla forma e

Fig. 6. Fase di elaborazione in Graph2Plan. Selezione dello schema a grafo che meglio risponde alle necessità progettuali. A ognuna di queste planimetrie è associato un punteggio percentuale per facilitare la scelta dell'operatore. Elaborazione di A. Tomalini.



dimensioni originali, seppure con alcune approssimazioni, poiché il processo di rimappatura delle coordinate in un dominio di  $256 \times 256$  non è adatto a rappresentare tutti i valori decimali di una determinata coordinata (fig. 7).

e) Dal *file* vettoriale 2D al modello BIM.

L'ultima porzione di algoritmo, sviluppato in ambiente VPL, associa a ogni elemento bidimensionale il corretto componente edilizio, generato automaticamente all'interno della piattaforma BIM attraverso un apposito algoritmo (fig. 7).

### Conclusioni e prossimi sviluppi

L'applicazione dell'Intelligenza Artificiale per la strutturazione di *layout* progettuali è una tematica che accomuna molteplici discipline anche molto distanti tra loro. L'utilizzo degli algoritmi di apprendimento automatico e i progressi degli strumenti computazionali integrati nei tradizionali ambienti di modellazione geometrica utilizzati nell'ambito della progettazione architettonica possono contribuire a colmare il divario interdisciplinare tra gli architetti e gli esperti di *Information Technologies*, nell'applicazione di conoscenze specifiche derivanti dai campi di indagine dell'Intelligenza Artificiale. L'analisi dello stato dell'arte restituisce un contesto estremamente dinamico, in termini di sviluppo di nuovi strumenti proposti sia dal comparto industriale sia dagli interessanti spunti derivanti dalla ricerca accademica. Il prototipo proposto ha prodotto esiti tangibili nonostante alcune criticità che verranno

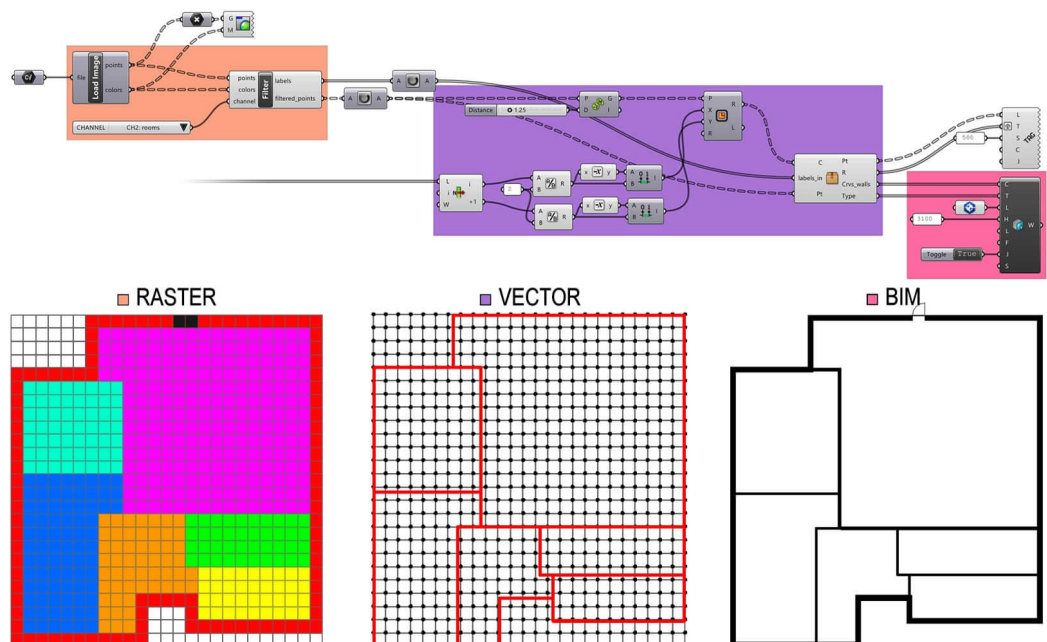


Fig. 7. Codice semplificato delle ultime operazioni del *workflow* presentato. L'immagine elaborata mediante Graph2Plan viene acquisita in ambiente VPL e, grazie ai valori RGB dei *pixel* vengono estratti i componenti edilizi e riportati in ambiente BIM – Rhino Inside Revit. Elaborazione di A. Tomalini.

risolte nel prosieguo della ricerca. Nella nuova collaborazione in essere gli obiettivi sono ancora più ambiziosi: il gruppo di ricerca infatti è attualmente impegnato nella codifica di un modello che risolva le seguenti problematiche: l'applicazione del tool su progetti pluripiano; la gestione di forme complesse; la verifica dell'interpiano in funzione delle diverse funzioni associate alle aree; l'opportunità di escludere alcune aree dal calcolo (pilastri, vani tecnici, ecc..). Se tali obiettivi verranno raggiunti il prodotto finale potrà effettivamente costituire parte integrante del *workflow* di progettazione di Basic-Fit.

### Crediti

Del presente contributo, di cui gli autori hanno condiviso l'impianto metodologico, Massimiliano Lo Turco ha redatto 'Introduzione' e 'Conclusioni e prossimi sviluppi'; Andrea Tomalini ha redatto 'Gli approcci maggiormente in uso' e 'Il prototipo'; Jacopo Bono ha redatto 'Stato dell'arte: differenti approcci, tra passato e presente' e 'Non solo residenziale: la collaborazione con la società Basic-Fit'.

### Riferimenti bibliografici

Alexander C. (1965). A city is not a Tree, Parts 1 & 2. In *Architectural Forum*, n. 122, pp. 58-62.

Barozzi Jacopo da Vignola (1562). *La Regola delli cinque ordini dell'architettura di Jacopo Barozzi parda Vignola*. Roma.

Bucci F., Mulazzani M. (2000). *Luigi Moretti: Opere e scritti*. Milano: Electa.

Friedman Y. (1971). Flatwriter: choice by computer. In *Progressive Architecture*, n. 3, pp. 89-101.

Goodfellow I., Pouget-Abadie, J., Mirza M., Xu B., Warde-Farley D., Ozair S., Bengio Y. (2020). Generative adversarial networks. In *Communications of the ACM*, vol. 63, n. 11, pp. 139-144.

Heumann A., Davis D. (2020). Humanizing Architectural Automation: A Case Study in Office Layouts. In C. O. Gengnagel, J. Baverel, M. Burry, T. Ramsgaard, S. Weinzierl (a cura di). *7th Design Modelling Symposium "Impact: Design with All Senses"*. Conference proceedings. Berlino, settembre 2019, pp. 662-670. Cham: Springer.

Hu R., Huang Z., Tang Y., van Kaick O., Zhang H., Huang H. (2020). Graph2plan: Learning floorplan generation from layout graphs. In *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 39, n. 4, pp. 118:1-118:14.

Koning H., Eizenberg J. (1981). The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses. In *Environment and Planning. B: Planning & Design*, vol. 8, n. 3, pp. 295-323.

Nauata N., Chang K. H., Cheng C. Y., Mori G., Furukawa Y. (2020). House-gan: Relational generative adversarial networks for graph-constrained house layout generation. In *Computer Vision-ECCV 2020: 16th European Conference. Conference proceedings*. Glasgow, UK, 23-28 agosto 2020. Part I 16, pp. 162-177.

Oxman R. (2017). Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. In *Design studies*, n. 52, pp. 4-39.

Para W., Guerrero P., Kelly T., Guibas L., Wonka, P. (2021). Generative Layout Modeling using Constraint Graphs. *IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. Conference proceedings*. Montreal, Canada, 11-17 ottobre 2021, pp. 6690-6700. Computer Vision Foundation.

Stiny G. (1980). Introduction to shape and shape grammars. In *Environment and Planning. B: Planning & Design*, vol. 7, n. 3, pp. 343-351.

Stiny G., Mitchell W. J. (1978). The Palladian Grammar. In *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 5, n. 1, pp. 5-18.

Wang H., Wang J., Zhao M., Zhang W., Zhang F., Guo M. (2018). Graphgan: Graph representation learning with generative adversarial nets. In *AAAI conference on artificial intelligence. Conference proceedings*. New Orleans, Louisiana, USA, 2-7 febbraio 2018, vol. 32, n. 1, pp. 2508-2515.

Weber R. E., Mueller C., Reinhart C. (2022). Automated floorplan generation in architectural design: A review of methods and applications. In *Automation in Construction*, vol. 140, pp. 104-385.

Wu W., Fu X. M., Tang R., Wang Y., Qi Y. H., Liu L. (2019). Data-driven interior plan generation for residential buildings. In *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 38, n. 6, pp. 1-12.

You J., Ying R., Ren X., Hamilton W., Leskovec J. (2018). Graphrnn: Generating realistic graphs with deep auto-regressive models. In *35th International Conference on Machine Learning. Conference proceedings*. Stoccolma, Svezia, 10-15 luglio 2018, vol. 80, pp. 5708-5717.

Zhang H., Goodfellow I., Metaxas D., Odena A. (2019). Self-attention generative adversarial networks. In *36th International conference on machine learning. Conference proceedings*. Long Beach USA, 10-15 giugno 2019, pp. 7354-7363.

#### **Autori**

Massimiliano Lo Turco, Politecnico di Torino, massimiliano.loturco@polito.it

Andrea Tomalini, Politecnico di Torino, andrea.tomalini@polito.it

Jacopo Bono, Politecnico di Torino, jacopo.bono@polito.it

*Per citare questo capitolo:* Lo Turco Massimiliano, Tomalini Andrea, Bono Jacopo (2023). Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici/A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2914-2930.



# A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models

Massimiliano Lo Turco  
Andrea Tomalini  
Jacopo Bono

## Abstract

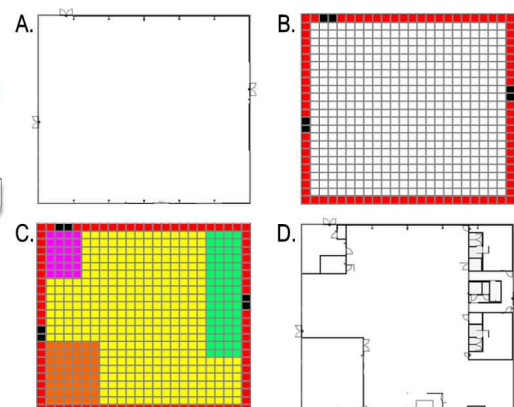
The paper critically addresses the issue of the automatic generation of distributional layouts that respect topological/spatial coherence and are obtained exceptionally quickly. This activity is of absolute interest within several scientific communities that collaborate fruitfully with each other: from IT experts, to scholars in the areas of Architectural and Urban Representation and Composition to name the main ones. We use the heuristic potential of digital drawing to explore some possible approaches inherent in the generation of layouts based on images, graphs, specialized structures and related hybridizations. Particular attention is paid to generative processes by training Generative Adversarial Neural Network (GANN) networks. The paper outlines the first outcomes of a research project involving a collaboration between Politecnico di Torino, Links Foundation and the Dutch gymnasium company Basic-Fit. In the first phase, the project critically analyzes the state of the art of Artificial Intelligence algorithms used in architecture; then, to demonstrate the potential of these tools, a first prototype was designed that respects the primary design constraints and criteria derived from the Company's experience and is also characterized by a high level of interoperability in the generation of the selected solutions in the BIM environment.

## Keywords

Artificial Intelligence, Visual Programming Language, Design Generator, Building Information Modeling, Graphs

The salient steps of the workflow: from BIM model to 2D vector file; from vector to raster; definition of design constraints; from raster file to vector work; from 2D vector file to BIM model. Graphic elaboration by A. Tomalini.

BIM > VPL > GANN > VPL > BIM



## Introduction

Among the most investigated topics in recent years in architectural and urban composition are the various approaches that attempt to use Artificial Intelligence techniques to generate countless design scenarios rapidly. The application areas are many and vary from the macro to the micro, from use in urban and spatial settings to the definition of distributional proposals for individual housing units [Oxman 2017]. In this contribution, we illustrate innovative approaches for generating floor plans at the architectural scale while respecting geometric constraints and user-defined distributional characters. Much of the research briefly described below aims to clarify the limitations and potential of currently available approaches, foreshadowing the potential and scalability of proposed products. The essay consists of a first part outlining the state of the art, briefly drawing the contours of a complex scenario, and the outcome of different approaches, while denouncing limitations and opportunities [Weber et al. 2022]. The following paragraph introduces the working reality of the company with which the research project was activated, briefly reporting the demanding framework and motivations that guided the working group in defining the prototype, described in the next paragraph. The contribution concludes with a description of the subsequent developments on which the research group is currently working through the activation of a second collaboration.

### State of the art: different approaches, between past and present

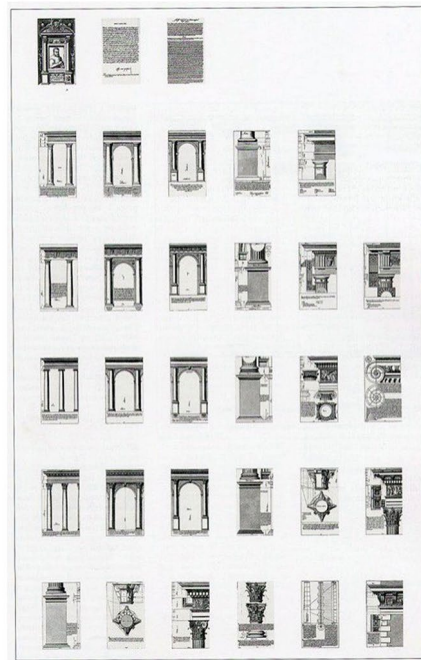
The paper focuses on techniques and methods of 'automatic generation' of forms. Before introducing the topic, a brief reference to the past is appropriate, citing the experiments of Vignola [Vignola 1562] to arrive at the Enlightenment paradigm formulated by J.N.L. Durand on functional morphological typology, passing through the studies of Shape Grammars in the second half of the 20th century to the contemporary trends of parametric architecture (fig. 1).

The relationship between mathematical rules and geometric attributes that can be quickly translated into design proposals is not a new theme; the studies of the architect Luigi Moretti and mathematician Bruno de Finetti, founders in 1957 of the IRMOU (Institute of Mathematical and Operational Research for Urban Planning), aimed to develop theories of parametric architecture based on the application of mathematical concepts to design, following an empirical approach to the problems of forms [Bucci, Mulazzani 2000].

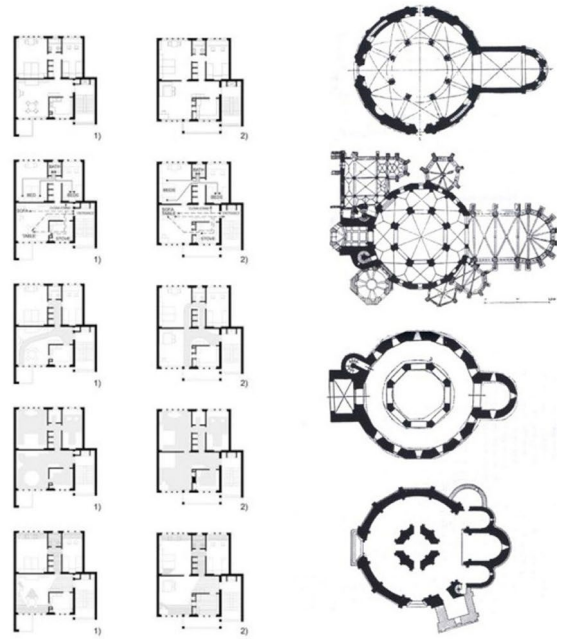
Methods of automatic creation of spatial layouts were introduced in the 1970s as artistic speculations on the future role of computers and Artificial Intelligence in architecture. Yona Friedman proposed the 'Flatwriter' [Friedman 1971] to generate apartment distribution solutions that meet the user preferences of all stakeholders in cooperative housing projects. Automation of the floor plan creation process was seen as a tool for participatory design. Cedric Price proposed the 'Generator' a voxel-based reconfigurable spatial unit that users can reconfigure by working out different solutions. Both pre-computational proposals worked on floor plans designed from a modular parts kit in a bottom-up process.

In the late 1970s, George Stiny began working on analyzing and reproducing building layouts through so-called parametric grammars of forms [Stiny, Eizenberg 1980]. By understanding existing buildings' compositional principles and spatial qualities, such as Palladian villas [Stiny, Mitchell 1978] or Frank Lloyd Wright's prairie houses [Koning 1981], classified models could be used to recreate buildings of the same type. Similarly, Christopher Alexander represented spatial relationships in traditional architectural floor plans through relational graphs and tree structures [Alexander 1965]. These abstractions constituted the first steps necessary to automate the generation of floor plans and continue to be critical references in contemporary computational approaches.

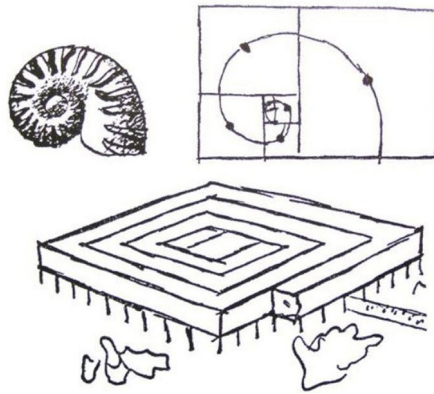
This research led to the development of instrumentations in which automatically generated design options can complement conventional manual design processes, offering not a single proposal but a family of solutions useful for subsequent design insights [Heumann, Davis 2020; Weber, Mueller, Reinhart 2022].



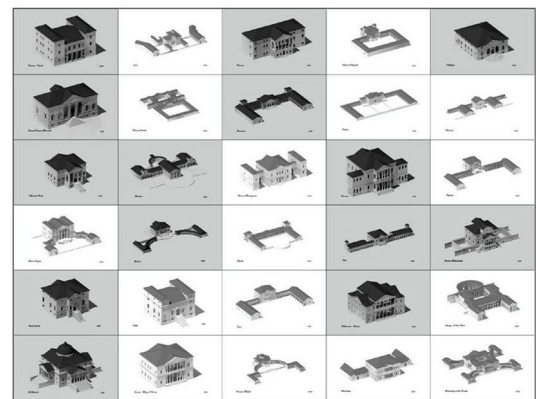
(a) Vignola - *la Regola* (1562)



(b) J.N.L. Durand - Typology studies



(c) Le Corbusier - Museo della crescita illimitata (1939)



(d) Stiny Mitchell - Shape Grammars (1978)

Fig. 1. Cultural references: (a) Vignola's Experiment; (b) studies on functional morphological typology introduced by J.N.L. Durand; (c) from natural to architectural morphogenesis; (d) examples taken from *Shape Grammars*. Elaboration by M. Lo Turco.

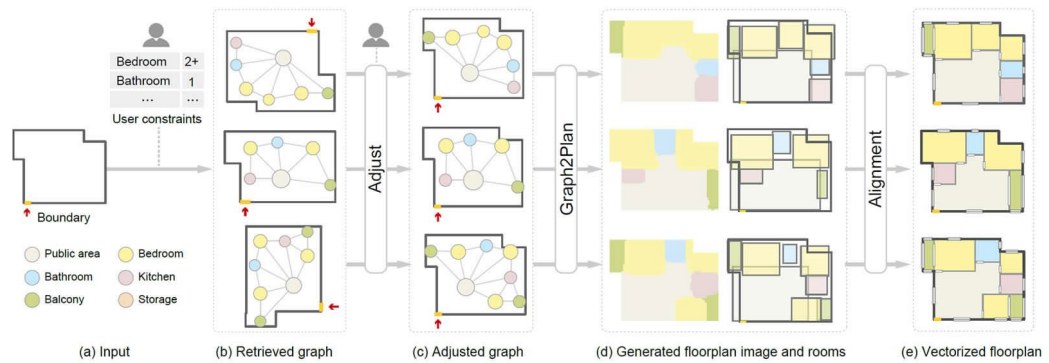
## The most commonly used approaches

Generative architectures based on images, graphs and finally specialized models are distinguished in the literature. A simple approach to generating a layout is representing it as an image, using traditional generative architectures for image synthesis [Para et al. 2021]. The most promising approach is Generative Adversarial Neural Network (GAN) networks [Goodfellow et al. 2020; Zhang et al. 2019]. The limitation of this approach concerns the extreme difficulty in identifying and, consequently, returning specific shapes that must preserve certain geometric properties (circumference arcs, ellipsoids, polygons with particular properties, the definition of precise angles, etc...).

The bibliography shows how purely graph-based approaches mainly generate graph topology, but are more deficient in converting the outcome into spatial attributes [Wang et al. 2018; You et al. 2018].

In general, this approach is problematic because generating a layout that has an ever-changing perimeter as input has ironclad constraints that need to be updated on a case-by-case basis. There are also multiple constraints between the same elements that must make up the layout: the adjacency of specific spaces to certain areas; proximity and distance relationships

Fig. 2. Graph2Plan can generate design layouts from perimeter and graph structures (a-b). The system allows changing the number of rooms (c) and their connections (d). Different floor plans are obtained as output. Hu et al. 2020, fig. 1, p. 1.



between different areas; the use of specific components as the boundary conditions of those components changes, to name the main ones. Newer methods partially solve these problems by requiring manual guidance as input or manual post-processing. Three papers addressing these issues have recently been published [Wu et al. 2019; Hu et al. 2020; Nauata et al. 2020]. Although these jobs often produce well-structured floor plans at first glance, they have some constraints: all of them work only on rooms with walls perpendicular to each other and all require checks and possible corrections in post-production; RPLAN and Graph2Plan require that the outline of the floor plan be given; RPLAN places doors using a manual approach that is not picked up by the algorithm; HouseGAN does not generate the connection between rooms that the doors would give; HouseGAN and Graph2Plan require as input the number of rooms, the types of spaces and their topology in the form of an adjacency graph (fig. 2).

Further research proposes models that decompose the problem into multiple steps producing more complex solutions. Specifically, the model created by the group led by Waming Para, identifies the rooms and elements to be placed as nodes in a graph; in a second step, constraints are entered into the system to which an optimization process is applied to identify the ideal solution [Para et al. 2021].

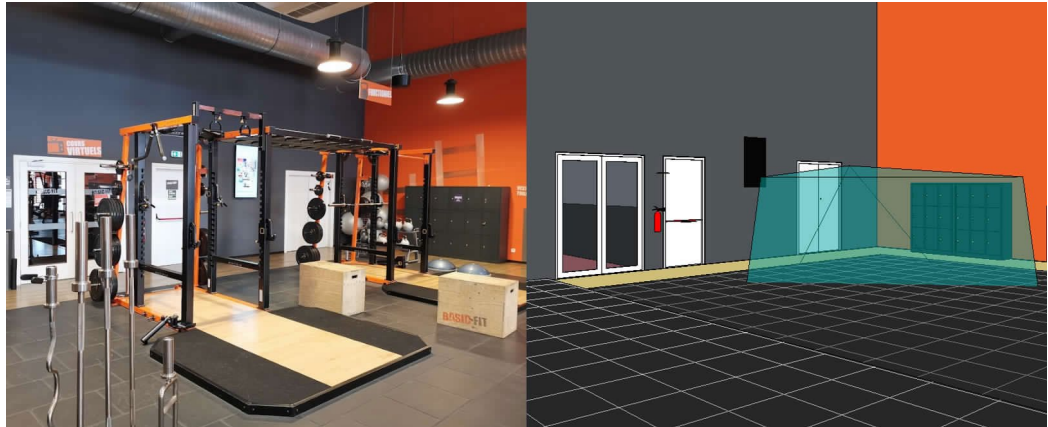
### Not only residential: collaboration with the Basic-Fit company

Basic-Fit is one of the largest gymnasium companies in Europe. The company is establishing itself as a leader in the industry due to very competitive prices and a high level of automation with surveillance operating only remotely. It is currently present in six countries with over a thousand clubs open. The company is continually growing through standardization processes implemented through BIM processes for the design, construction, and subsequent management of clubs (fig. 3). By 2030 the company has planned to triple the number of gyms. To achieve this ambitious goal, it is strategic to invest in research activities that will optimize the productivity of the offices that design, contract and manage the various clubs. The collaboration with the Department of Architecture and Design of the Polytechnic University of Turin (DAD) and the Links Foundation was born from these premises. The goal of this first collaboration was a careful analysis of the state of art and the subsequent structuring of an initial prototype that would demonstrate the potential of such tools applied to Basic-Fit club layouts.

### The prototype

The prototype is characterized by reliable interoperability between modeling and programming environments. The PoliTo group was responsible for the preparation of the data to be communicated to the AI model (BIM>vector>raster file), the definition of the design constraints to be transmitted to the AI model, and finally, the conversion of the AI model outcomes into building components in the BIM environment (raster>vector>BIM file). The

Fig. 3. Abbeville Rue Menchecourt. The Basic-Fit Club. Comparison of actual (left) and BIM model (right). Elaboration by J. Bono.



Links Foundation team focused on reworking the Graph2Plan model and coding the Application Programming Interfaces (APIs) between the AI model and the VPL environment (fig. 4). Within very tight time constraints, they opted to use an already trained model as it was more flexible and easier to integrate with other applications.

The main steps are given below.

a) BIM model to 2D vector file.

The building perimeter is acquired from the BIM platform through codes developed in the VPL environment. The code selects the building components that identify the perimeter by reading the time steps of the building components and design parameters compiled by the operator during modeling. Next, the holes are classified according to their function (entrance, emergency exit, secondary entrance). These building elements are converted to two-dimensional elements (walls=lines; holes=dots) (fig. 5).

b) Vector to raster.

The two-dimensional elements are subsequently translated and scaled (coordinate remapping values are always different and are stored by the algorithm) to occupy the most significant area within a square grid composed of 256x256 squares. The position of the lines and points relative to the grid defines which pixels are colored and which are not, and the information associated with each determines the pixel's color. The resulting matrix is then converted into a raster file (\*.png) (fig. 5).

c) Definition of design constraints.

As anticipated, Graph2Plan is a model that works through the definition of a graph: different design solutions are generated from its customization. It was decided not to train a new model based on graphs representing clubs to contract the time as much as possible. Therefore, it was necessary to adapt the existing system, designed for residential use, by adjusting it to the definition of layouts for gyms.

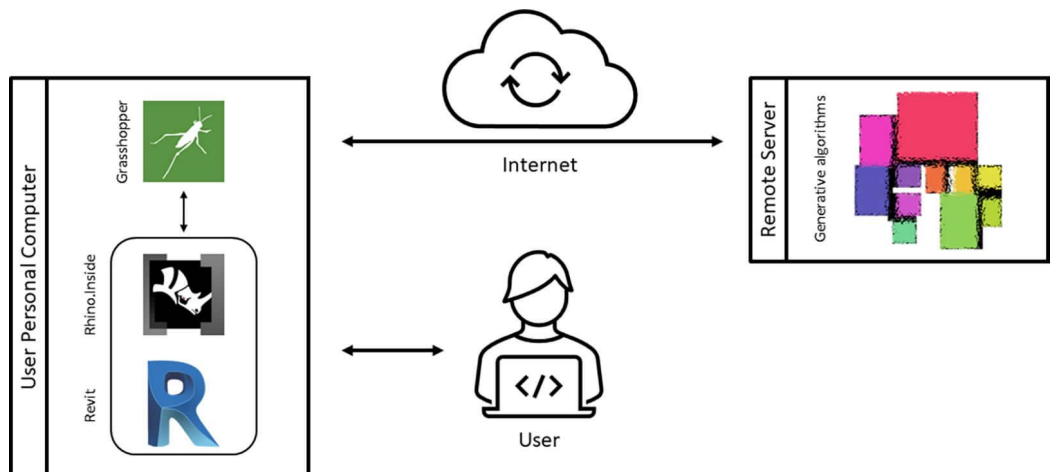


Fig. 4. Conceptual diagram of the operation of the presented prototype. Elaboration by A. Tomalini.

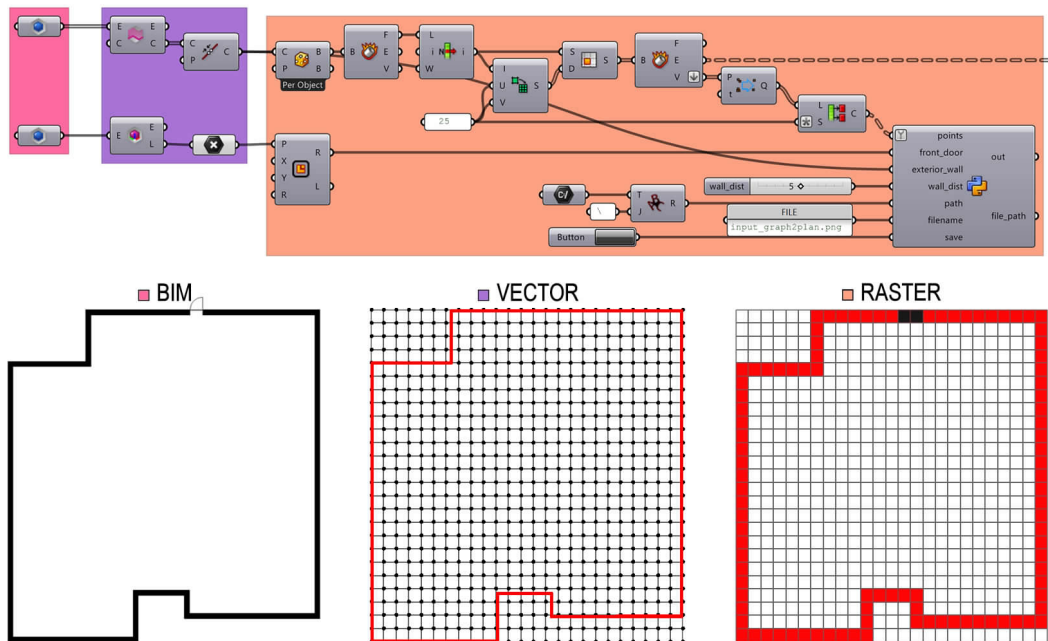


Fig. 5. Simplified code characterizing the first operations of the presented workflow. Perimeter and input selection in the BIM environment. Conversion to vector elements. Creation of the raster image to be transmitted to the Graph2Plan custom framework. Elaboration by A. Tomalini.

Given Basic-Fit's experience, it was easy to identify the zones that characterize clubs, their functions, required square footage, relative connection ratios, dimensional ratios, etc. The Graph2Plan training graph dataset, consisting of more than eighty thousand items, was analyzed based on these specifications. Although intended for a different use function, it was possible to identify graphs that, with a good level of approximation, could still represent the proportions of some clubs. Just under twelve thousand graphs were extracted from the initial dataset. While constituting a limited case study, this selection represents the possible graphs the user could have conceived.

The process of defining a new graph was coded in the VPL environment. By assigning percentage scores, the algorithm returns a set of optimal solutions that can be traced back to a demanding framework made explicit through several parameters, including: features to be included, the position of the entrance door; size of individual zones, shape of the perimeter to be analyzed, and so on.

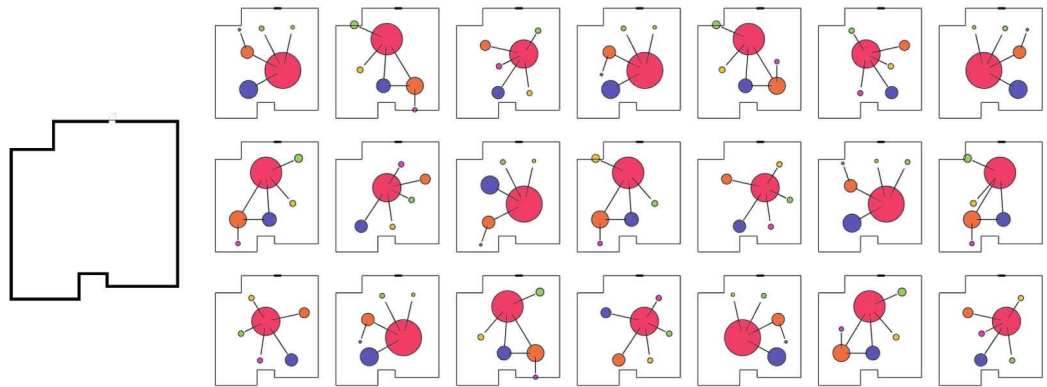
The selected graph associated with the raster image represents the input with which the Graph2Plan model generates various design solutions. Functional zones have been renamed and rooms that are too small in size are excluded from the calculation; plans are not developed based on the actual square meters required by each feature but instead on the percentage weights these features have on the total area (fig. 6). The calculation speed of the prototype is significantly reduced because the operations were coded sequentially and not in parallel, returning a different solution in raster format every twenty seconds of calculation;

d) From raster file to vector processing.  
The solutions generated by Graph2Plan are downloaded locally and are presented as raster images of  $256 \times 256$  pixels. The ends of the colored pixels identify the coordinates of the two-dimensional lines and the insertion point of the openings. Thanks to the translation and scaling values of the two-dimensional geometries, it is possible to restore the geometries to their original shape and dimensions, albeit with some approximations, since the coordinate remapping process in a  $256 \times 256$  domain is not suitable for representing all decimal values of a given coordinate (fig. 7).

e) From the 2D vector file to the BIM model.

The last portion of the algorithm, developed in the VPL environment, associates each two-dimensional element with the correct building component, which is automatically generated within the BIM platform through a special algorithm (fig. 7).

Fig. 6. Processing stage in Graph2Plan. Selection of the graph scheme that best meets the design needs. A percentage score is associated with these plans to facilitate the operator's choice. Elaboration by A. Tomalini.



### Conclusions and next developments

The application of Artificial Intelligence for structuring design layouts is an issue that unites multiple disciplines, even those far apart. Using machine learning algorithms and advances in computational tools integrated into traditional geometric modeling environments used in architectural design can help bridge the interdisciplinary gap between architects and Information Technologies experts in applying specific knowledge derived from the fields of investigation of Artificial Intelligence. The analysis of the state-of-the-art returns to a highly dynamic context, in terms of developing new tools proposed by the industrial sector and the exciting insights from academic research.

The proposed prototype has produced tangible outcomes despite some critical issues that will be resolved in the continuation of the research. In the new collaboration in place, the goals are even more ambitious: in fact, the research group is currently engaged in the coding of a model that solves the following problems: the application of the tool on multi-story projects; the management of complex forms; the verification of the inter-story according to the different functions associated with the areas; and the opportunity to exclude some areas from the calculation (pillars, technical compartments, etc.). If these objectives are achieved, the final product can effectively form an integral part of the Basic-Fit design workflow.

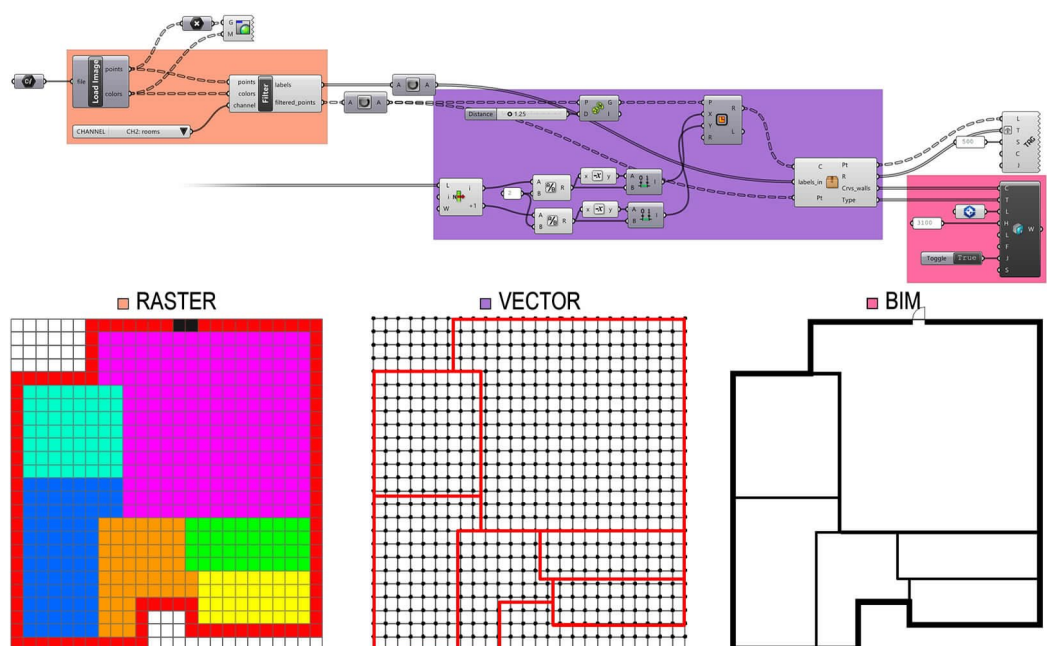


Fig. 7. Simplified code of the last operations of the presented workflow. The image processed using Graph2Plan is acquired in the VPL environment. Thanks to RGB values of the pixels, the building components are extracted and reported in the BIM environment - Rhino Inside Revit. Elaboration by A. Tomalini.

## Credits

For this paper, whose authors shared the methodological framework, Massimiliano Lo Turco drafted 'Introduction' and 'Conclusions and next developments'; Andrea Tomalini drafted 'The most commonly used approaches' and 'The prototype'; Jacopo Bono drafted 'State of the art: different approaches, between past and present' and 'Not only residential: collaboration with the Basic-Fit company'.

## References

- Alexander C. (1965). A city is not a Tree, Parts 1 & 2. In *Architectural Forum*, No. 122, pp. 58-62.
- Barozzi Jacopo da Vignola (1562). *La Regola delli cinque ordini dell'architettura di Jacopo Barozzi parda Vignola*. Rome.
- Bucci F., Mulazzani M. (2000). *Luigi Moretti: Opere e scritti*. Milan: Electa.
- Friedman Y. (1971). Flatwriter: choice by computer. In *Progressive Architecture*, No. 3, pp. 89-101.
- Goodfellow I., Pouget-Abadie, J., Mirza M., Xu B., Warde-Farley D., Ozair S., Bengio Y. (2020). Generative adversarial networks. In *Communications of the ACM*, Vol. 63, No. 11, pp. 139-144.
- Heumann A., Davis D. (2020). Humanizing Architectural Automation: A Case Study in Office Layouts. In C. O. Gengnagel, J. Baverel, M. Burry, T. Ramsgaard, S. Weinzierl (Eds.). *7th Design Modelling Symposium "Impact: Design with All Senses"*. Conference proceedings. Berlin, September 2019, pp. 662-670. Cham: Springer.
- Hu R., Huang Z., Tang Y., van Kaick O., Zhang H., Huang H. (2020). Graph2plan: Learning floorplan generation from layout graphs. In *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 39, No. 4, pp. 118:1-118:14.
- Koning H., Eizenberg J. (1981). The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses. In *Environment and Planning. B: Planning & Design*, Vol. 8, No. 3, pp. 295-323.
- Nauata N., Chang K. H., Cheng C. Y., Mori G., Furukawa Y. (2020). House-gan: Relational generative adversarial networks for graph-constrained house layout generation. In *Computer Vision-ECCV 2020: 16th European Conference. Conference proceedings*. Glasgow, UK, 23-28 August 2020. Part I 16, pp. 162-177.
- Oxman R. (2017). Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. In *Design studies*, No. 52, pp. 4-39.
- Para W., Guerrero P., Kelly T., Guibas L., Wonka, P. (2021). Generative Layout Modeling using Constraint Graphs. *IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. Conference proceedings*. Montreal, Canada, 11-17 October 2021, pp. 6690-6700. Computer Vision Foundation.
- Stiny G. (1980). Introduction to shape and shape grammars. In *Environment and Planning. B: Planning & Design*, Vol. 7, No. 3, pp. 343-351.
- Stiny G., Mitchell W. J. (1978). The Palladian Grammar. In *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 5, No. 1, pp. 5-18.
- Wang H., Wang J., Zhao M., Zhang W., Zhang F., Guo M. (2018). Graphgan: Graph representation learning with generative adversarial nets. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*, New Orleans, Louisiana, USA, 2-7 February 2018, Vol. 32, No. 1, pp. 2508-2515.
- Weber R. E., Mueller C., Reinhart C. (2022). Automated floorplan generation in architectural design: A review of methods and applications. In *Automation in Construction*, Vol. 140, pp. 104-385.
- Wu W., Fu X. M., Tang R., Wang Y., Qi Y. H., Liu L. (2019). Data-driven interior plan generation for residential buildings. In *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 38, No. 6, pp. 1-12.
- You J., Ying R., Ren X., Hamilton W., Leskovec J. (2018). Graphrnn: Generating realistic graphs with deep auto-regressive models. In *35th International Conference on Machine Learning*. Conference proceedings. Stockholm, Sweden, 10-15 July 2018, Vol. 80, pp. 5708-5717.
- Zhang H., Goodfellow I., Metaxas D., Odena A. (2019). Self-attention generative adversarial networks. In *36th International conference on machine learning. Conference proceedings*. Long Beach USA, 10-15 June 2019, pp. 7354-7363.

## Authors

Massimiliano Lo Turco, Politecnico di Torino, massimiliano.loturco@polito.it  
Andrea Tomalini, Politecnico di Torino, andrea.tomalini@polito.it  
Jacopo Bono, Politecnico di Torino, jacopo.bono@polito.it

To cite this chapter: Lo Turco Massimiliano, Tomalini Andrea, Bono Jacopo (2023). Un approccio euristico alla progettazione. *Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici/A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models*. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2914-2930.