

# Progettazione e IA

Carlo Battini  
 Tomás Enrique Martínez Chao

## Abstract

L'introduzione dell'intelligenza artificiale (IA) sta rivoluzionando il ruolo tradizionale dell'architetto, offrendo strumenti e risorse che migliorano il processo di progettazione. Gli algoritmi di apprendimento automatico analizzano grandi quantità di dati storici, guidando le scelte progettuali. Inoltre, i sistemi di generazione automatica di design consentono agli architetti di esplorare rapidamente molteplici soluzioni innovative. Gli strumenti di progettazione generativa, ampiamente utilizzati nei software di CAD, permettono la creazione di modelli parametrici per generare una vasta gamma di soluzioni, accelerando il processo di progettazione e ottimizzazione secondo parametri specifici. La progettazione generativa si distingue per la sua capacità di esplorare rapidamente molteplici iterazioni del design. Gli utenti possono impostare vincoli e obiettivi di progettazione, permettendo agli algoritmi di generare diverse opzioni di layout che rispettano tali requisiti. Questo approccio iterativo consente di scoprire soluzioni di design originali e innovative che altrimenti potrebbero essere trascurate. In questo articolo si esamina il rapporto tra IA e il progettista e si analizzano alcuni momenti e progetti chiave degli ultimi anni.

## Parole chiave

intelligenza artificiale, progettazione, architettura, GAN, algoritmi



AI arts by Dyonix.

## Introduzione

L'architettura è una disciplina intrinsecamente legata alla creatività umana, alla sensibilità estetica e alla comprensione delle esigenze degli esseri umani. Tuttavia, con l'avvento dell'intelligenza artificiale (IA), il ruolo tradizionale dell'architetto sta subendo notevoli cambiamenti. L'intelligenza artificiale offre agli architetti una serie di strumenti e risorse che possono migliorare notevolmente il processo di progettazione. Gli algoritmi di apprendimento automatico possono analizzare grandi quantità di dati storici e fornire informazioni preziose ed indirizzare il progettista nelle scelte progettuali. Inoltre, i sistemi di generazione automatica di design possono aiutare gli architetti ad esplorare rapidamente una vasta gamma di soluzioni di design, accelerando il processo di progettazione e consentendo la creazione di progetti innovativi.

Gli strumenti di progettazione generativa, oggi ampiamente impiegati nei software di CAD, sono algoritmi che consentono agli utenti di creare modelli parametrici per generare una vasta gamma di soluzioni. Questi strumenti sono ampiamente utilizzati nell'ambito dell'architettura, dell'ingegneria e del design, poiché permettono di esplorare rapidamente molteplici opzioni di layout e di ottimizzazione secondo una serie di parametri specifici.

La progettazione generativa e l'ottimizzazione parametrica rappresentano una rivoluzione nel modo in cui gli architetti concepiscono e realizzano i progetti architettonici. Questo approccio innovativo si basa sull'idea di definire una serie di parametri di input che guidano la generazione automatica di una vasta gamma di soluzioni.

Gli algoritmi computazionali esplorano lo spazio delle possibili configurazioni, valutando le prestazioni di ogni soluzione in base a criteri specifici, come efficienza dello spazio, sostenibilità ambientale e comfort degli utenti.

Una delle principali caratteristiche della progettazione generativa è la sua capacità di esplorare molteplici iterazioni del design in modo rapido ed efficiente. Gli utenti possono definire una serie di vincoli e obiettivi di progettazione, consentendo agli algoritmi di generare una varietà di opzioni di layout che rispondono a tali requisiti. Questo processo iterativo consente di esplorare nuove idee e di scoprire soluzioni di design originali che altrimenti potrebbero non essere considerate (fig. 1).

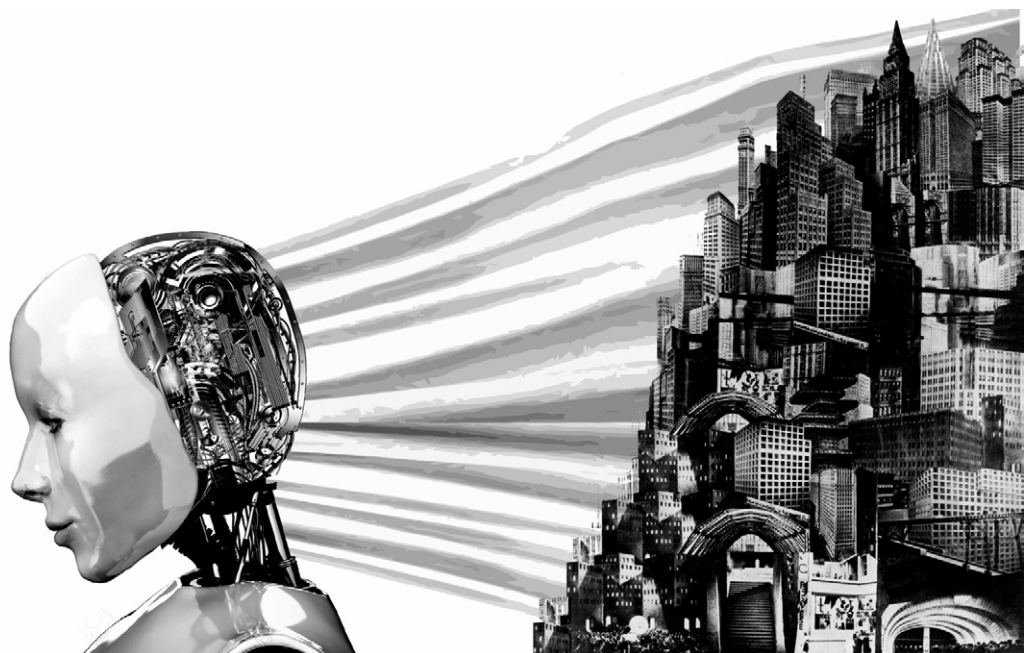


Fig. 1. Con l'intelligenza artificiale il progettista può elaborare molte più informazioni e avere più soluzioni da valutare. Immagine generate in AI dagli autori.

## La progettazione generativa

La progettazione generativa e l'ottimizzazione parametrica consentono di affrontare sfide complesse e di esplorare soluzioni innovative per progetti di diversa scala e complessità. Che si tratti di progettare un edificio residenziale, un complesso commerciale o un'infrastruttura urbana, questo approccio offre un metodo flessibile e potente per creare design architettonici che rispondono in modo efficace alle esigenze specifiche del contesto e degli utenti. L'intelligenza artificiale rivoluziona il modo in cui il progettista valuta le prestazioni degli edifici attraverso l'analisi predittiva avanzata. Grazie ai modelli di simulazione basati sull'IA, è possibile prevedere con precisione il comportamento termico, luminoso e acustico degli edifici in una varietà di condizioni e contesti ambientali. Questa capacità predittiva consente di esplorare diverse strategie di progettazione e di anticipare gli effetti delle decisioni di design prima che vengano implementate nella realtà (fig. 2).

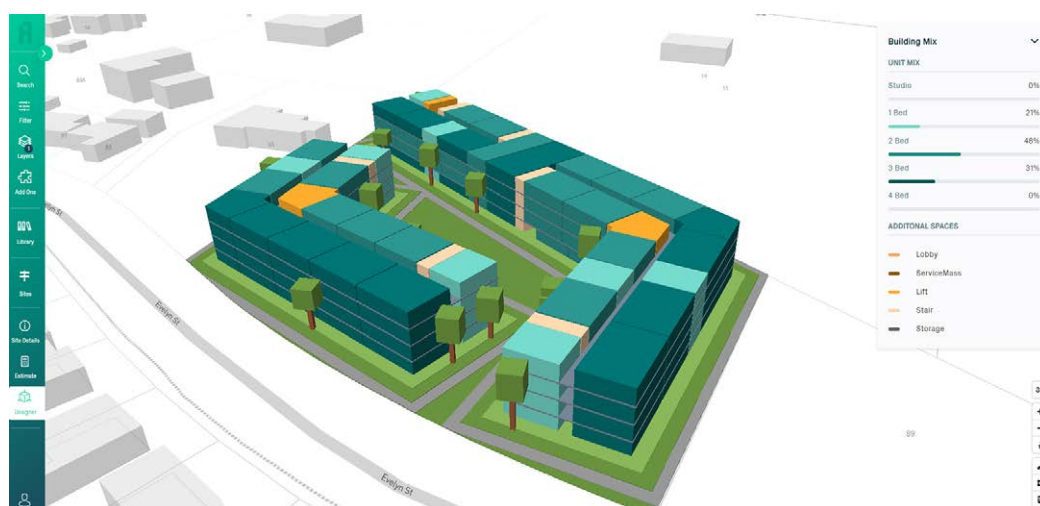


Fig. 2. Screenshot di Archistar, software che utilizza l'intelligenza artificiale per semplificare il processo di progettazione e costruzione (<https://commons.wikimedia.org/>).

Inoltre, l'analisi predittiva può essere utilizzata per valutare il rischio sismico, la stabilità strutturale e altri aspetti cruciali della sicurezza degli edifici. Gli algoritmi basati sull'IA possono esaminare i dati storici sui terremoti e simulare il comportamento strutturale degli edifici in risposta a diverse forze esterne [Morfidis, Kostinakis 2022, pp. 1-4; Lazaridis et al. 2022, pp. 1-22]. Questo tipo di analisi consente agli architetti di progettare edifici più sicuri e robusti, riducendo al contempo il rischio di danni e catastrofi.

L'analisi predittiva può essere utilizzata anche per valutare l'impatto ambientale degli edifici e prevedere il loro ciclo di vita complessivo. Gli algoritmi basati sull'IA possono essere impiegati per valutare l'impatto che la progettazione può avere sul consumo di risorse naturali, sulle emissioni di gas serra e sulla produzione di rifiuti durante l'intero ciclo di vita degli edifici, dalla progettazione alla costruzione, all'uso e alla demolizione.

Uno degli aspetti chiave dell'analisi predittiva con software BIM è la capacità di simulare il comportamento degli edifici in condizioni reali. Questo include l'analisi termica per valutare il riscaldamento, il raffreddamento e la ventilazione degli ambienti interni, così come l'analisi energetica per stimare il consumo energetico e identificare le aree di miglioramento in termini di efficienza energetica. Nitina Rane sottolinea le promettenti prospettive future di questa integrazione, evidenziando il potenziale per il miglioramento dei processi decisionali, dell'analisi predittiva e delle capacità di monitoraggio in tempo reale, oltre alla necessità di stabilire protocolli e linee guida standardizzati per garantire una perfetta integrazione e interoperabilità tra i sistemi BIM e AI [Rane 2023, pp. 1-20].

In letteratura sono presenti numerosi studi che affrontano il tema della progettazione generativa centrata sulle prestazioni come metodo progettuale che integra strumenti di mo-

dellazione parametrica, simulazione delle prestazioni e ottimizzazione. Progettazione ed ottimizzazione del blocco residenziale [Mukkavaara, Sandberg 2020, pp. 1-17] nonché di elementi edilizi singoli o multipli, compresa la forma dell'edificio [Razmi et al. 2022, pp. 1-19], la disposizione dello spazio [Zhang et al. 2021, pp. 1-11], il sistema di finestratura [Razmi et al. 2022, pp. 1-19], il sistema di ombreggiamento [David J. Gerber et al., 2017].

Nel 2017 viene pubblicato un articolo e contestualmente rilasciato il software open source Pix2pix (fig. 3), che permette di ricreare immagini partendo da immagini tramite le reti conditional Generative Adversarial Network (cGAN) [Isola et al. 2017, pp. 1-17]. L'uscita di questo prodotto suscita molto interesse e viene sperimentato da un vasto pubblico, anche di artisti, per sperimentare nuovi modi di interazione con le reti neurali.

Nel 2018 Huang e Zheng propongono una versione modificata di Pix2pix, Pix2pixHD, che apprende i dati dell'immagine in coppia e genera nuove immagini in base all'input [Huang et al. 2018] (fig. 4). L'idea principale del progetto è quella di riconoscere e generare disegni architettonici partendo da mappe di colore. Le stanze vengono rappresentate da colori differenti e le due reti neurali convoluzionali producono planimetrie di appartamenti. Sempre nello stesso anno viene presentato il lavoro di tesi alla Harvard Graduate School of Design

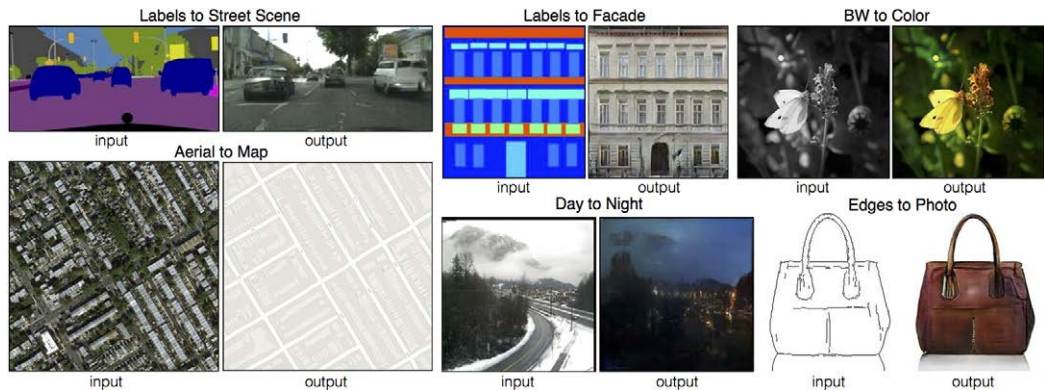


Fig. 3. Risultati di esempio su diversi problemi di traduzione da immagine a immagine (<https://phillipi.github.io/pix2pix/>)

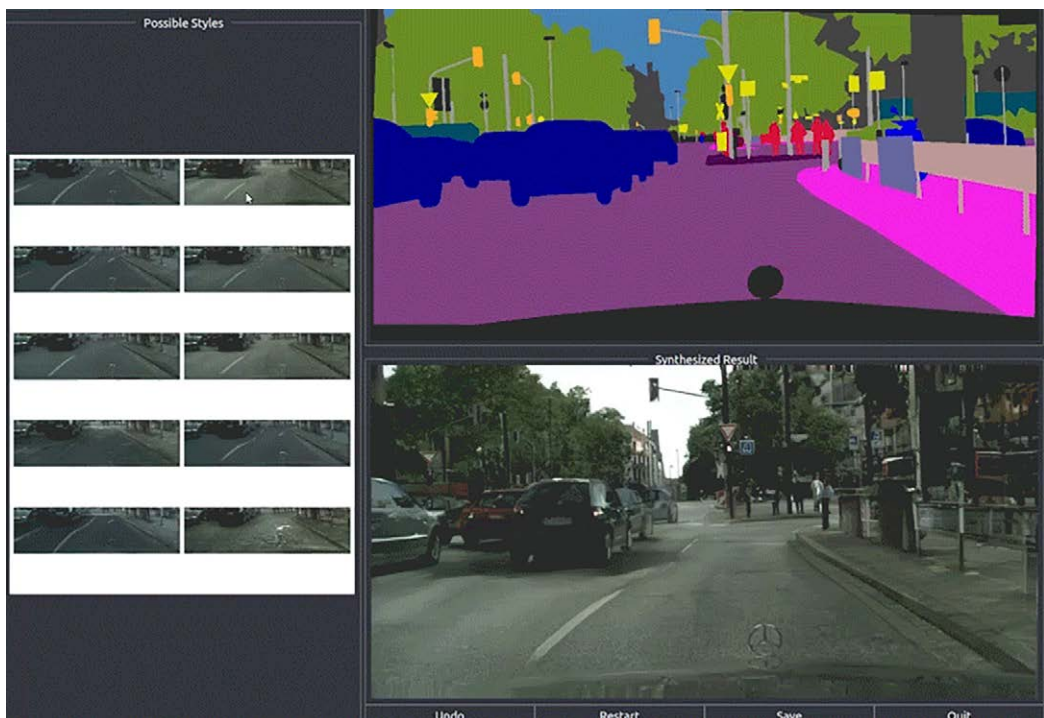


Fig. 4. Pix2PixHD è un'implementazione PyTorch di un metodo basato sul deep learning per la traduzione fotorealistica da immagine a immagine ad alta risoluzione (ad esempio 2048x1024). (<https://github.com/NVIDIA/pix2pixHD>).



di Nate Peters. La ricerca vede lo studio di un algoritmo in grado di generare planimetrie di appartamenti unifamiliari.

Nel 2017 Nono Martinez come lavoro di tesi ad Harvard GSD studia il processo di progettazione come continuo scambio di informazioni tra disegnatore e macchina.

Nel 2019 Stanislas Chaillou affronta nella sua tesi discussa Harvard il tema della progettazione attraverso reti GAN di planimetrie ed interi edifici. Il modello di partenza prevede che il processo venga distinto in 3 fasi successive: impronta dell'edificio; ripartizione degli spazi interni; disposizione degli arredi. Utilizzando come modello Pix2pix come rete cGAN per ogni singolo step, riesce a definire il layout delle unità abitative imponendo come punti inamovibili la posizione delle porte e delle finestre. Il risultato, strabiliante per la complessità e le possibili ricadute, presenta però alcuni problemi come la bassa risoluzione delle immagini e la generazione solo di immagini raster e non vettoriali.



Fig. 5. Manas Bhatia, immagine del progetto AI x Future Cities; rielaborazione eseguita in AI.

Negli ultimi anni la nascita di piattaforme come Midjourney e DALL-E ha fornito nuovi strumenti per sperimentare una nuova visione della realtà. Se da un lato le reti GAN aiutano il progettista nella formulazione di nuove ipotesi distributive e nella valutazione delle ricadute di decisioni progettuali, la creazione di immagini da testo aiuta ad ampliare le possibilità creative. Alcuni designer stanno infatti iniziando a sperimentare la creazione di architetture con l'IA. Reem Mosleh, architetta originaria giordana, utilizza le piattaforme di IA per realizzare architetture, come nel progetto *Glowing Technology*, in grado di emettere luce per contrastare il consumo delle grandi città, o palazzi avvolti da una fitta rete da pesca come nel progetto *Society - Fishnet*.

Manas Bhatia, architetto e designer computazionale di Nuova Delhi, ha invece ideato una nuova città completamente green. In *AI x Future Cities* Bhatia utilizza la IA per progettare una città composta da torri in grado di purificare l'aria con giardini sospesi e ponti fluttuanti (fig. 5). L'architetto dichiara che la sua idea non poteva e non doveva nascere seguendo il classico processo di schizzo fatto a mano e poi modellazione, ma doveva invece essere una conversione immediata delle sue sensazioni in progetto grafico. Nel progetto dal titolo *Symbiotic Architecture* l'idea del progettista è quella di creare abitazioni che sono costruite all'interno di alberi giganteschi dove il materiale non è nocivo per l'ambiente (fig. 6). Bhatia afferma "Ma se invece gli edifici regolassero la loro temperatura autonomamente come fanno gli esseri viventi? O i grattacieli purificassero l'aria? L'idea di fondo è quella di imparare dalla natura per costruire un'architettura che possa coesistere con essa" [Budjardini 2023].



Fig. 6. Manas Bhatia, immagine del progetto *Symbiotic Architecture*; rielaborazione eseguita in AI.

Infine Hassan Ragab, designer computazionale egiziano ora residente in California. Il designer afferma che "l'IA rappresenta uno strumento, un supporto al lavoro, così come lo è la tastiera per chi scrive. Non fa nulla al posto dell'uomo ovviamente, ma ha molti vantaggi, come la velocità in fase di ideazione, il disegno rapido e il potere di allargare i confini dell'immaginazione in poco tempo". Le sue idee vedono ad esempio metropoli fatte di tram, mezzo di trasporto comune ad Alessandria d'Egitto. L'architettura è plasmata con materiali e colori che fondono stili distinti per avere una netta contrapposizione con la realtà del tempo in cui viviamo (fig. 7).

Designer e architetti con formazioni e nazionalità differenti vedono nella IA possibilità infinite per immaginare nuove realtà, velocizzando il processo di ideazione utilizzando il linguaggio scritto e non quello grafico.





Fig. 7. Fig. 7: Hassan Ragab, immagine del progetto The City is a Tram; rielaborazione eseguita in AI.

## Conclusioni

La crescita sempre maggiore di sistemi di intelligenza artificiale nel campo della progettazione porterà inevitabilmente ad una nuova visione del progettista, non più solo come ideatore degli spazi e delle forme, ma anche come figura che riesce ad interagire attivamente con l'intelligenza artificiale, oltre che con altri professionisti quali ad esempio programmatori, matematici e sistemisti. La possibilità come quella di far apprendere gli stili architettonici permetterà di sviluppare una intelligenza artificiale capace di adeguare gli spazi e le forme ad una ben definito modo di progettare, aiutando il progettista in tutte le fasi di progetto, senza però snaturare la funzione dell'ideatore, ma aiutandolo nella scelta della soluzione migliore da adottare.

Le reti GAN potranno essere implementate come nuovi strumenti per il controllo del progetto, sperimentando nuove soluzioni capaci anche a favorire un maggior controllo del processo creativo fino alla cantierizzazione dell'opera. La possibilità di avere numerose varianti e una valutazione dell'efficienza e costi di produzione sono i punti sui quali il progettista potrà favorire dell'evoluzione tecnologica, rimanendo sempre però il punto di riferimento dell'intero processo creativo.

## Riferimenti bibliografici

Budjardini S. (2023). So Artificial Intelligence Could Change The Future Of Architecture. < <https://www.archi-tector.com/trend/so-artificial-intelligence-could-change-the-future-of-architecture>> (accessed August 16 2024).

Morfidis K., Kostinakis K. (2022). Special Issue on Application of Artificial Neural Networks for Seismic Design and Assessment. In *Applied Sciences*, vol. 12, n. 12, p. 6192.

Lazaridis P. C., Kawadias I. E. , Demertzis K., Iliadis L., Vasiliadis L. K. (2022). Structural Damage Prediction of a Reinforced Concrete Frame under Single and Multiple Seismic Events Using Machine Learning Algorithms. In *Applied Sciences*, vol. 12, n. 8, p. 3845.

Rane, N (2023). Integrating Building Information Modelling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) for Smart Construction Schedule, Cost, Quality, and Safety Management: Challenges and Opportunities. <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4616055>>.

Mukkavaara J., Sandberg M. (2020). Architectural design exploration using generative design: framework development and case study of a residential block. In *Buildings*, vol. 10, n. 11, pp. 1-17.

- Razmi A., Rahbar M., Bemanian M. (2022). PCA-ANN integrated NSGA-III framework for dormitory building design optimization: energy efficiency, daylight, and thermal comfort. In *Applied Energy*, n. 305, pp. 1-19.
- Zhang J., Liu, N., Wang S. (2021). Generative design and performance optimization of residential buildings based on parametric algorithm. In *Energy and Buildings*, vol. 244, pp. 1-11.
- Gerber DJ., Pantazis, E. Wang, A. (2017). A multi-agent approach for performance based architecture: design exploring geometry, user, and environmental agencies in façades. In *Automation in Construction*, n. 76, pp. 45-58.
- Chaillou, S. (2019). Architecture & Style: A New Frontier for AI in Architecture. *Towards Data Science*.
- Martinez., N. (2016). *Suggestive Drawing Among Human and Artificial Intelligences*. Harvard Graduate School of Design: Cambridge, MA.
- Isola P., Zhu, J. Y. Zhou, T., Efros A. A. (2017). Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks. *CVPR*. arXiv:1611.07004, pp. 1-17.

#### **Autori**

Carlo Battini, Università di Genova, carlo.battini@unige.it

Tomás Enrique Martínez Chao, Università degli Studi di Napoli Federico II, tomasenrique.martinezchao@unina.it

*Per citare questo capitolo:* Carlo Battini, Tomás Enrique Martínez Chao (2024). Progettazione e IA/Design and AI. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 61-76.



# Design and AI

Carlo Battini

Tomás Enrique Martínez Chao

## *Abstract*

The introduction of artificial intelligence (AI) is revolutionising the traditional role of the architect, offering tools and resources that improve the design process. Machine learning algorithms analyse large amounts of historical data, guiding design choices. In addition, automatic design generation systems allow architects to quickly explore multiple innovative solutions. Generative design tools, widely used in CAD software, allow the creation of parametric models to generate a wide range of solutions, accelerating the design and optimisation process according to specific parameters. Generative design is distinguished by its ability to quickly explore multiple design iterations. Users can set constraints and design goals, allowing algorithms to generate different layout options that meet those requirements. This iterative approach allows for the discovery of original and innovative design solutions that might otherwise be overlooked. This article examines the relationship between AI and the designer and looks at some key moments and projects in recent years.

## *Keywords*

artificial intelligence, design, architecture, GAN, algorithms



AI arts by Dyonix.

## Introduction

Architecture is a discipline intrinsically linked to human creativity, aesthetic sensitivity and understanding of human needs. However, with the advent of artificial intelligence (AI), the traditional role of the architect is undergoing significant changes.

Artificial intelligence offers architects a range of tools and resources that can greatly enhance the design process. Machine learning algorithms can analyse large amounts of historical data and provide valuable information and guidance to the designer in making design choices. In addition, automatic design generation systems can help architects quickly explore a wide range of design solutions, accelerating the design process and enabling the creation of innovative designs.

Generative design tools, now widely used in CAD software, are algorithms that allow users to create parametric models to generate a wide range of solutions. These tools are widely used in architecture, engineering and design, as they allow users to quickly explore multiple layout and optimisation options according to a set of specific parameters.

Generative design and parametric optimisation represent a revolution in the way architects conceive and realise architectural designs. This innovative approach is based on the idea of defining a set of input parameters that guide the automatic generation of a wide range of solutions. Computational algorithms explore the space of possible configurations, evaluating the performance of each solution according to specific criteria such as space efficiency, environmental sustainability and user comfort.

One of the main features of generative design is its ability to explore multiple design iterations quickly and efficiently. Users can define a set of design constraints and objectives, allowing algorithms to generate a variety of layout options that meet these requirements. This iterative process allows for the exploration of new ideas and the discovery of original design solutions that might not otherwise be considered (fig. 1).

## Generative design

Generative design and parametric optimisation make it possible to tackle complex challenges and explore innovative solutions for projects of varying scale and complexity. Whether desi-

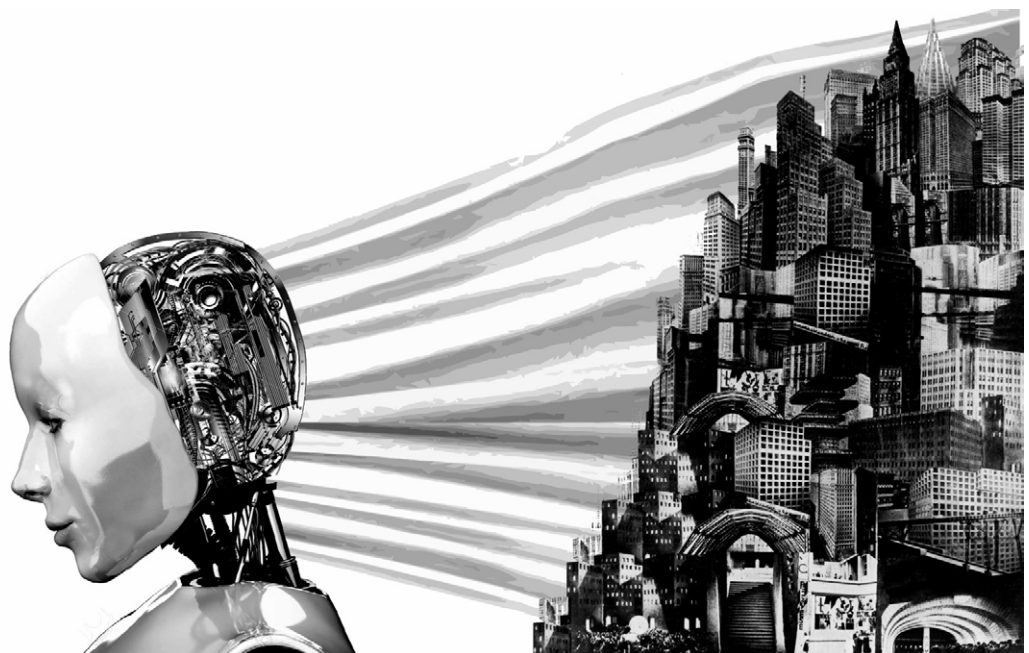


Fig. 1. With artificial intelligence the designer can process much more information and have more solutions to assess. (Image generated in AI).

gning a residential building, a commercial complex or an urban infrastructure, this approach offers a flexible and powerful method for creating architectural designs that effectively address context-specific and user-specific needs.

Artificial intelligence revolutionises the way designers assess building performance through advanced predictive analysis. Using AI-based simulation models, it is possible to accurately predict the thermal, lighting and acoustic behaviour of buildings in a variety of environmental conditions and contexts. This predictive capability makes it possible to explore different design strategies and anticipate the effects of design decisions before they are implemented in reality (fig. 2).

Furthermore, predictive analysis can be used to assess seismic risk, structural stability and other crucial aspects of building safety. AI-based algorithms can examine historical earthquake data and simulate the structural behaviour of buildings in response to various external forces [Morfidis, Kostinakis 2022, pp. 1-4; Lazaridis et al. 2022, pp. 1-22]. This type of analysis

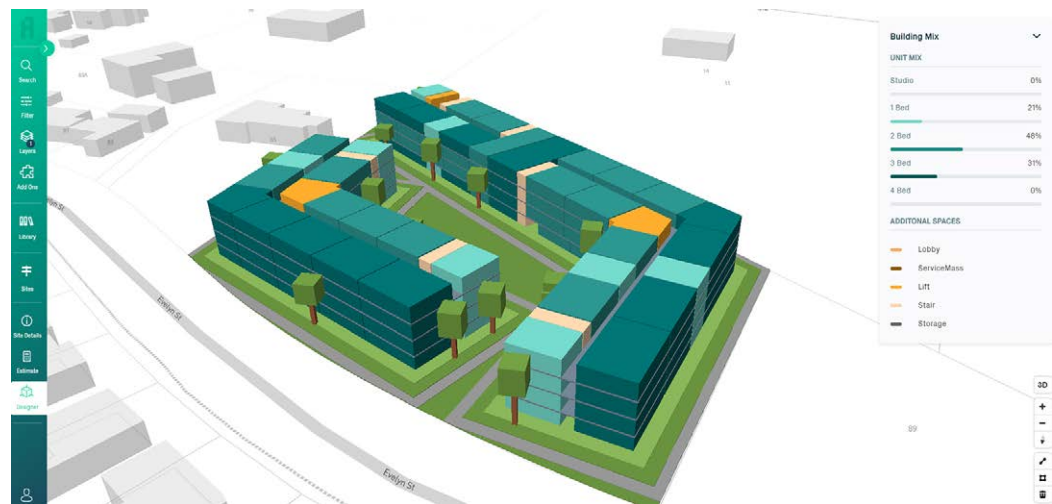


Fig. 2. Screenshot of Archistar, software that uses AI to simplify the design and construction process. (<https://commons.wikimedia.org/>).

allows architects to design safer and more robust buildings while reducing the risk of damage and disasters.

Predictive analytics can also be used to assess the environmental impact of buildings and predict their overall life cycle. AI-based algorithms can be used to assess the impact that design can have on the consumption of natural resources, greenhouse gas emissions and waste generation during the entire life cycle of buildings, from design to construction, use and demolition.

One of the key aspects of predictive analysis with BIM software is the ability to simulate the behaviour of buildings under real-world conditions. This includes thermal analysis to assess indoor heating, cooling and ventilation, as well as energy analysis to estimate energy consumption and identify areas for improvement in terms of energy efficiency. Nitina Rane emphasises the promising future prospects of this integration, highlighting the potential for improved decision-making, predictive analysis and real-time monitoring capabilities, as well as the need to establish standardised protocols and guidelines to ensure seamless integration and interoperability between BIM and AI systems [Rane 2023, pp. 1-20].

There are numerous studies in the literature that address performance-centred generative design as a design method that integrates parametric modelling tools, performance simulation and optimisation. Design and optimisation of the residential block [Mukkavaara, Sandberg 2020, pp. 1-17] as well as single or multiple building elements, including building form [Razmi, Rahbar et al. 2022, pp. 1-19], space arrangement [Zhang et al. 2021, pp. 1-11], fenestration system [Razmi et al. 2022, pp. 1-19], shading system [David J. Gerber et al. 2017]. In 2017, a paper was published and at the same time the open source software Pix2pix (Fig.



3) was released, which allows images to be recreated from images using conditional Generative Adversarial Networks (cGANs) [Isola et al. 2017, pp. 1-17]. The release of this product arouses much interest and is being experimented with by a wide audience, including artists, to try out new ways of interacting with neural networks.

In 2018, Huang and Zheng proposed a modified version of Pix2pix, Pix2pixHD, which learns image data in pairs and generates new images based on the input [Huang et al. 2018] (fig. 4). The main idea of the project is to recognise and generate architectural drawings from colour maps. Rooms are represented by different colours and the two convolutional neural networks produce flat floor plans. Also in the same year, Nate Peters' thesis work at the Harvard Graduate School of Design was presented. The research involves the study of an algorithm capable of generating single-family flat floor plans.

In 2017 Nono Martinez as a thesis work at Harvard GSD studied the design process as a continuous exchange of information between designer and machine.

In 2019, Stanislas Chaillou addresses the topic of designing through GAN networks of floor plans and entire buildings in his Harvard dissertation. The starting model distinguishes the process in 3 successive steps: building footprint; interior space allocation; furniture arrange-

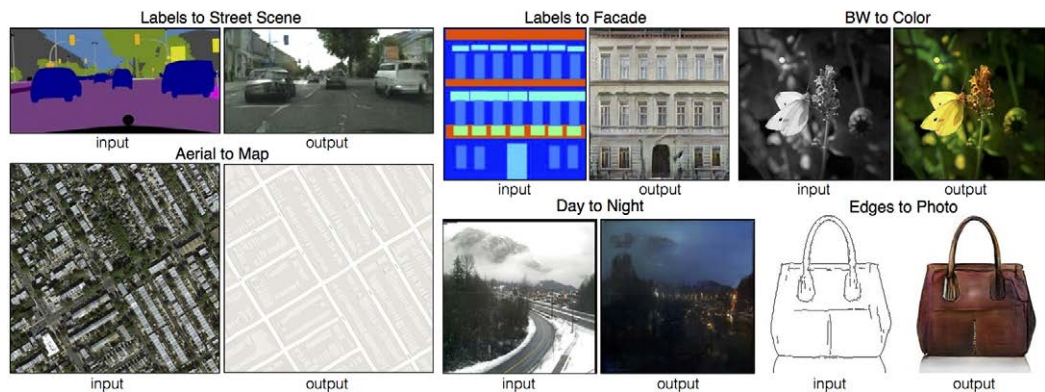


Fig. 3. Example results on several image-to-image translation problems (<https://phillipi.github.io/pix2pix/>).

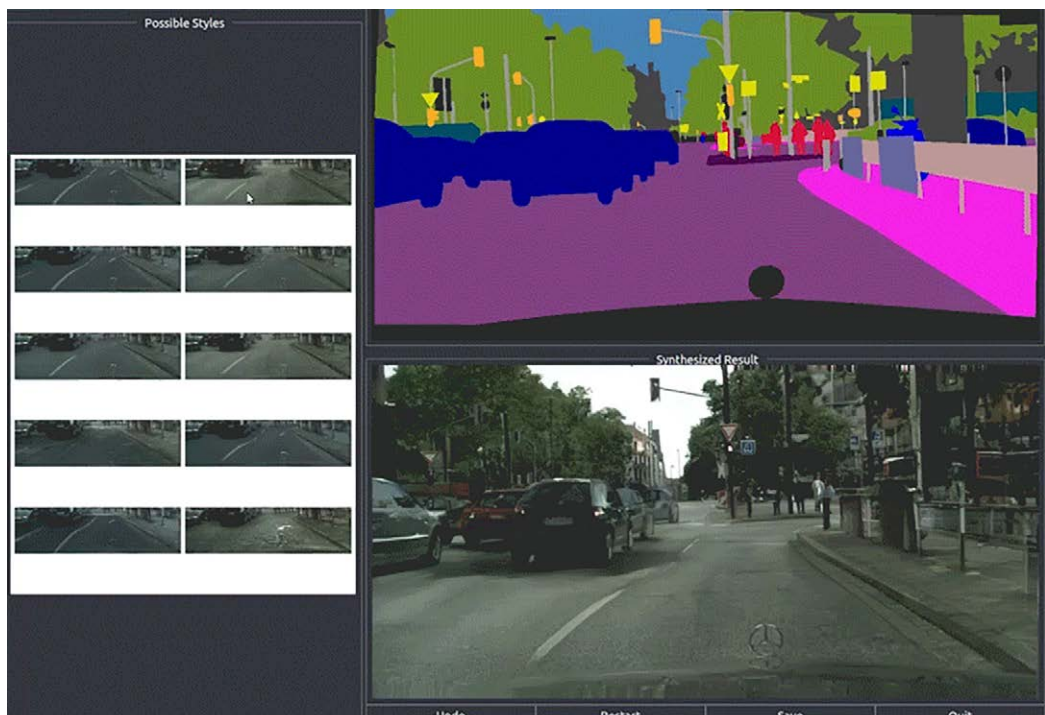


Fig. 4. Pix2pixHD is a PyTorch implementation of a deep learning-based method for high-resolution (e.g.  $2048 \times 1024$ ) photorealistic image-to-image translation. (e.g.  $2048 \times 1024$ ). (<https://github.com/NVIDIA/pix2pixHD>).

ment. Using Pix2pix as a cGAN model for each individual step, it succeeds in defining the layout of the living units by imposing the position of doors and windows as immovable points. The result, which is astonishing in terms of its complexity and possible spin-offs, does however present some problems such as the low resolution of the images and the generation of only raster and not vector images.

In recent years, the emergence of platforms such as Midjourney and DALL-E has provided new tools for experimenting with a new view of reality. While GANs help the designer in formulating new distribution hypotheses and evaluating the effects of design decisions, the creation of images from text helps to expand creative possibilities. Indeed, some designers are beginning to experiment with creating architecture with AI. Reem Mosleh, an architect originally from Jordan, uses AI platforms to create architecture, as in the project *Glowing Technology*, which is able to emit light to counteract the consumption of large cities, or buildings wrapped in a dense fishing net as in the project *Society - Fishnet*.



Fig. 5. Manas Bhatia, image of the AI x Future Cities project; reprocessing performed in AI.



Manas Bhatia, an architect and computational designer from New Delhi, has instead designed a new, completely green city. In *AI x Future Cities*, Bhatia uses AI to design a city composed of air-purifying towers with hanging gardens and floating bridges (fig. 5). The architect declares that his idea could not and should not be born following the classic process of hand sketching and then modelling, but should instead be an immediate conversion of his feelings into a graphic design. In the project entitled *Symbiotic Architecture*, the designer's idea is to create dwellings that are built inside giant trees where the material is not harmful to the environment (fig. 6). Bhatia states 'But what if instead buildings regulate their temperature autonomously like living beings do? Or would skyscrapers purify the air? The basic idea is to learn from nature in order to build architecture that can coexist with it' [Budjardin 2023]. Finally, Hassan Ragab, an Egyptian computational designer now living in California. The designer states that 'AI is a tool, a support for work, just as the keyboard is for the writer. It doesn't do anything in place of humans of course, but it has many advantages, such as speed in ideation, rapid design and the power to expand the boundaries of imagination in a short time'. His ideas see, for example, metropolises made of trams, a common means of transport in Alexandria. The architecture is shaped with materials and colours that blend distinct styles to have a clear contrast to the reality of the time in which we live (fig. 7). Designers and architects with different backgrounds and nationalities see endless possibilities in IA to imagine new realities, speeding up the design process by using written language rather than graphic language.



Fig. 6. Manas Bhatia, image of the Symbiotic Architecture project; reprocessing performed in AI.

## Conclusion

The ever-increasing growth of artificial intelligence systems in the field of design will inevitably lead to a new vision of the designer; no longer only as a creator of spaces and forms, but also as a figure who can actively interact with artificial intelligence, as well as with other professionals such as programmers, mathematicians and systems engineers. Possibilities such as learning architectural styles will make it possible to develop an artificial intelligence capable of adapting spaces and forms to a well-defined way of designing, helping the designer in all phases of the project, without, however, distorting the function of the designer, but helping him in choosing the best solution to adopt.

GANs can be implemented as new tools for project control, experimenting with new solutions that are also capable of fostering greater control of the creative process right up to the





Fig. 7. Hassan Ragab, image of the The City is a Tram project; reprocessing performed in AI.

construction site. The possibility of having numerous variants and an evaluation of efficiency and production costs are the points on which the designer will be able to favour technological evolution, while remaining the reference point for the entire creative process.

#### References

- Budjardini S. (2023). So Artificial Intelligence Could Change The Future Of Architecture. < <https://www.archi-tector.com/trend/so-artificial-intelligence-could-change-the-future-of-architecture>> (accessed August 16 2024).
- Morfidis K., Kostinakis K. (2022). Special Issue on Application of Artificial Neural Networks for Seismic Design and Assessment. In *Applied Sciences*, vol. 12, n. 12, p. 6192.
- Lazaridis P. C., Kavvadias I. E., Demertzis K., Iliadis L., Vasiliadis L. K. (2022). Structural Damage Prediction of a Reinforced Concrete Frame under Single and Multiple Seismic Events Using Machine Learning Algorithms. In *Applied Sciences*, vol. 12, n. 8, p. 3845.
- Rane, N (2023). Integrating Building Information Modelling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) for Smart Construction Schedule, Cost, Quality, and Safety Management: Challenges and Opportunities. <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4616055>>.
- Mukkavaara J., Sandberg M. (2020). Architectural design exploration using generative design: framework development and case study of a residential block. In *Buildings*, vol. 10, n. 11, pp. 1-17.
- Razmi A., Rahbar M., Bemanian M. (2022). PCA-ANN integrated NSGA-III framework for dormitory building design optimization: energy efficiency, daylight, and thermal comfort. In *Applied Energy*, n. 305, pp. 1-19.
- Zhang J., Liu, N., Wang S. (2021). Generative design and performance optimization of residential buildings based on parametric algorithm. In *Energy and Buildings*, vol. 244, pp. 1-11.
- Gerber DJ., Pantazis, E. Wang, A. (2017). A multi-agent approach for performance based architecture: design exploring geometry, user, and environmental agencies in façades. In *Automation in Construction*, n. 76, pp. 45-58.
- Chaillou, S. (2019). Architecture & Style: A New Frontier for AI in Architecture. *Towards Data Science*.
- Martinez, N. (2016). *Suggestive Drawing Among Human and Artificial Intelligences*. Harvard Graduate School of Design: Cambridge, MA.
- Isola P., Zhu, J. Y. Zhou, T., Efros A. A. (2017). Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks. *CVPR*. arXiv:1611.07004, pp. 1-17.

#### Authors

Carlo Battini, Università di Genova, [carlo.battini@unige.it](mailto:carlo.battini@unige.it)

Tomás Enrique Martínez Chao, Università degli Studi di Napoli Federico II, [tomasenrique.martinezchao@unina.it](mailto:tomasenrique.martinezchao@unina.it)

*To cite this chapter:* Carlo Battini, Tomás Enrique Martínez Chao (2024). Progettazione e IA/Design and AI. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.), *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 61-76.