POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Approccio semantico alla rappresentazione: verso una collaborazione Uomo-AI per la misura della dismisura / Semantic approach to representation: toward a collaborative

Original
Approccio semantico alla rappresentazione: verso una collaborazione Uomo-AI per la misura della dismisura / Semantic approach to representation: toward a collaborative Human-AI for the measurement of the out-of measure / Loddo, F., Osello, A., Rimella, N., Polania Rodriguez, D., Ugliotti, F.M., Ventura, G.M.. - ELETTRONICO. - (2024), pp. 3135-3154. (45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione Congresso della Unione Italiana per il Disegno | 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers Congress of Unione Italiana per il Disegno, UID 2024 Padova-Venezia September 12-14) [10.3280/oa-1180-c630].

Availability:
This version is available at: 11583/2992424 since: 2024-09-13T08:47:58Z

Publisher:
FrancoAngeli

Published
DOI:10.3280/oa-1180-c630

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)

27 November 2026

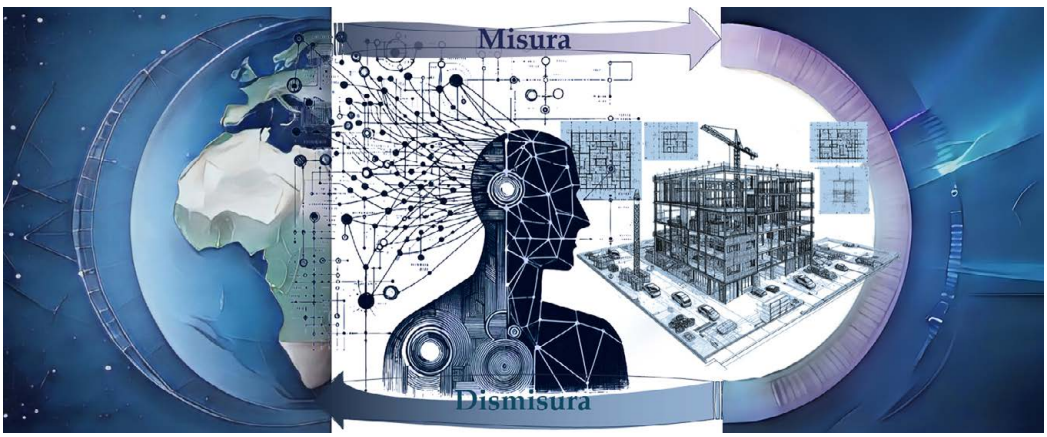
Approccio semantico alla rappresentazione: verso una collaborazione Uomo-AI per la misura della dismisura

Francesco Loddo
Anna Osello
Nicola Rimella
Daniel Polania Rodriguez
Francesca Maria Ugliotti
Gianvito Marino Ventura

Abstract

Le metodologie e gli strumenti sempre più avanzati legati alla conoscenza del mondo e alla sua rappresentazione che si sono affermati nell'ultimo decennio hanno portato l'uomo a confrontarsi con un proliferare di dati. Questi da un lato abilitano ad un controllo sempre più spinto delle variabili in gioco, dall'altro affaticano l'intelletto umano nella loro comprensione e qualificazione. Riconosciuto il valore insostituibile della narrazione antropocentrica, il contributo si interroga sul ruolo dell'Intelligenza Artificiale nelle diverse fasi del processo edilizio. Tramite un approccio divergente è possibile generare una molteplicità di soluzioni ai problemi e ottenere interrogazioni specifiche finalizzate alla convergenza delle informazioni acquisite. Uomo e macchina stabiliscono un rapporto che si arricchisce di significato quando l'interpretazione dell'uno collabora con la descrizione dell'altro per confrontarsi con la dismisura del mondo fenomenico con l'obiettivo di prefigurare, generare e gestire meglio l'opera. Nell'ambito di un progetto, la semantica può intervenire per interpretare il suo intorno e stabilire i criteri di riferimento più idonei e performanti, per contribuire alla misura del mondo tramite la definizione di standard che ci aiutano a meglio comprenderlo. La comprensione dei *big data* e l'approccio generativo emergono come nuove tematiche del Disegno 5.0 coinvolgendo i grandi modelli di linguaggio per raggiungere obiettivi sempre più sfidanti.

Parole chiave
interazione uomo-AI, Large Language Model, comprensione dati, Disegno 5.0, ChatBot.



Dalla dismisura del mondo alla misura del progetto. Elaborazione degli autori.

doi.org/10.3280/oa-1180-c630

Introduzione

L'incessante desiderio di comprendere la complessità del mondo ha spinto l'Uomo a misurarne la vastità per conferire ordine al caos [De Toni et al. 2017], dando vita a infinite interpretazioni e descrizioni.
In un contesto strettamente tecnico, "misurare" costituisce l'atto di confrontare, attraverso un metodo appropriato, una grandezza fisica con un'altra della medesima specie, assunta come grandezza campione o unità di misura [https://www.treccani.it]. Nella progettazione, tale operazione implica la ponderazione di tutte le grandezze coinvolte e la valutazione dei rispettivi valori costituendo l'essenza del processo decisionale umano. In tempi antichi, gli artigiani utilizzavano il *pes romanus* e i suoi sottomultipli, come il *digitus* (1/18 del piede) o l'*uncia* (1/16 del piede), come riferimenti nelle dimensioni degli interassi tra i fori per le viti di fissaggio nella creazione di manufatti come infissi e mobili. Sebbene questi prodotti fossero interamente artigianali, questa semplice standardizzazione non solo facilitava il lavoro del fabbro e del falegname coinvolti nello stesso progetto, ma consentiva anche il trasferimento di conoscenze tecniche tra diverse culture, e con questo linguaggio comune sopperire a possibili fraintendimenti [Marchis et al. 1996]. In epoca moderna, Le Corbusier, nella sua architettura, sperimentava una griglia di proporzioni studiata sulla base delle dimensioni del corpo umano, al fine di creare ordine e armonia nei progetti [Le Corbusier 1954]. Nell'attuale periodo storico, dominato dal paradigma della digitalizzazione del costruito, l'approccio alla misurazione del mondo e alla narrazione del progetto si realizza anche attraverso strumenti di tipo semantico che supportano l'Uomo nel rintracciare uno standard in un contesto di dismisura.
Riprendendo le definizioni da vocabolario Treccani [https://www.treccani.it] si intravedono le possibili connessioni intercorrenti tra la disciplina del Disegno e gli algoritmi di Intelligenza Artificiale (AI).
"Narrare" è esporre o rappresentare, a viva voce o con scritti o altri mezzi, vicende, situazioni, fatti storici e reali, oppure fantastici, vissuti o, più spesso, non vissuti in prima persona, riferendoli in modo ampio e accurato e nel loro svolgimento temporale.
"Interpretare" è capire e spiegare tutto ciò che è espresso o raffigurato in forma simbolica, con segni convenzionali, o comunque con mezzi non accessibili a tutti. Attribuire un significato, spiegare la natura, la ragione e il fine di determinati atti o fatti, dedurre da indizi o da parole i pensieri e le intenzioni di una persona.
"Descrivere" è rappresentare con parole un luogo, un oggetto, una persona, notandone gli aspetti, le qualità; delineare la forma, la figura di un oggetto.
La descrizione fornisce informazioni concrete su ciò che esiste, mentre l'interpretazione cerca di dare senso o spiegare il significato di ciò che esiste. Il processo di narrazione combina la descrizione dettagliata degli eventi con l'interpretazione dei loro significati e implicazioni, in questo modo è possibile spiegare e comunicare storie e idee.
A fronte di questo contesto, ci si confronta con le potenzialità dell'AI domandandosi se questa possa costituire una nuova grandezza di riferimento nel progetto contemporaneo e collaborare con l'Uomo per ricercare una misura della vastità del mondo e dare ordine al caos.

Stato dell'arte

In letteratura sono riscontrabili diverse pubblicazioni che aiutano a comprendere come l'AI potrà supportare quella Umana durante la narrazione di un progetto. I primi articoli selezionati testimoniano la trasformazione che negli ultimi anni l'industria delle costruzioni sta vivendo ad opera di algoritmi e assistenti virtuali, oltre ad analizzarne le potenzialità future [Rane 2023]. Successivamente, sono stati esplorati diversi esempi applicativi finalizzati alla definizione di prototipi utili durante la descrizione e l'interpretazione di progetti delle opere edili e infrastrutturali.

L'interazione tra l'Intelligenza Umana (HI) e quella Artificiale (AI) è esplorata a partire dall'analisi delle parole chiave riscontrabili in letteratura (fig. 1) associate ai seguenti domini: (i) rappresentazione del costruito; (ii) AI e tecnologie basate su algoritmi; (iii) aree di integrazione dei domini precedenti. La metodologia *Building Information Modeling* (BIM) è risultata ricoprire una posizione centrale all'interno degli articoli visionati.
Oltre alle applicazioni del BIM all'interno dell'industria delle costruzioni, specialmente nell'ottica della sostenibilità e del *Facility Management* (FM) [Chen et al. 2021], le numerose connessioni con i vari algoritmi attestano il connubio tra la rappresentazione digitale e l'AI. Tale dialogo è agevolato dai modelli BIM, caratterizzati da un maggiore grado di interazione rispetto ai metodi tradizionali.
Particolare interesse è suscitato dalle potenzialità dell'AI generativa per la creazione di immagini e modelli 3D [Zhang et al. 2023], di rilevante utilità non solo durante la stesura di progetti preliminari [Ko et al. 2023], ma anche per la costruzione di *Digital Twin* utili alla gestione del ciclo di vita delle opere edilizie [Gispert et al. 2023]. Grande vantaggio risiede nella possibilità di interagire mediante linguaggio naturale grazie a vari ChatBot, come ChatGPT o Bard [Rane et al. 2024]. Tutto ciò è reso possibile dagli algoritmi di Large language model e può essere messo in pratica da dispositivi finalizzati al riconoscimento automatico di discorsi vocali [Elgaish et al. 2022] (fig. 1).

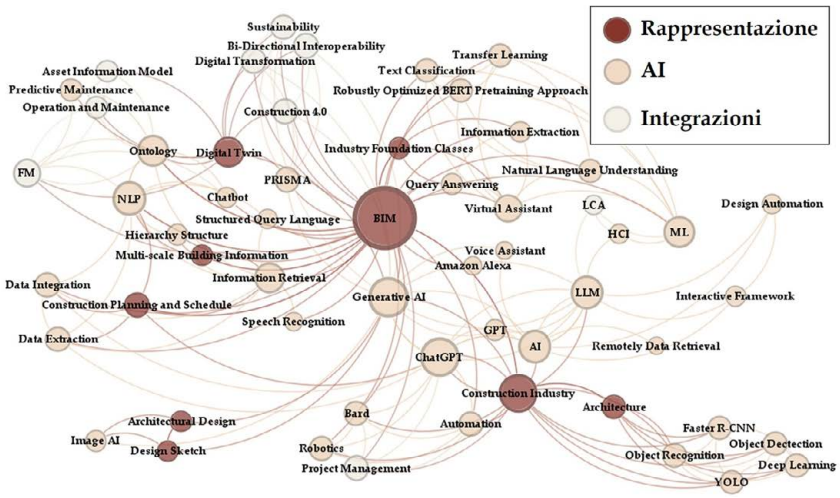


Fig. 1. Parole chiave del contesto di ricerca. Elaborazione degli autori.

Metodologia

Questo metodo di lavoro mira a esplorare le possibili strategie di narrazione di progetti e opere edilizie e infrastrutturali al fine di capire come un'interazione tra Uomo e AI, tramite l'utilizzo di grandi modelli di linguaggio, possa diminuire la dismisura dei dati che rappresentano il mondo e supportare la rappresentazione del progetto. La fig. 2 sintetizza i processi descritti in dettaglio nel seguito (fig. 2).
Questi processi sono avviati a partire dall'interpretazione di una serie di dati provenienti da diverse fonti e domini, tra cui l'apparato normativo, gli standard grafici, i disegni tecnici, i database informativi, le mappature di rilievo tradizionali o tramite nuvole di punti, e i dati dinamici collezionati tramite sensori in campo. La comprensione del contesto con il quale si interagisce prefigura una complessità più o meno marcata a seconda dell'oggetto della narrazione, per tale motivo l'interpretazione del mondo è fondamentale per filtrare i dati utili alle diverse fasi progettuali.
A seguito dell'interpretazione, i dati sono soggetti ad una elaborazione. Questo passaggio stabilisce un punto critico del metodo, poiché evidenzia le possibili strategie di collaborazione tra l'HI e l'AI. Questa sinergia permette di trasformare i dati grezzi in informazioni utili alla descrizione del progetto tramite disegni, tabelle e documenti atti a rappresentare il manu-

fatto nella fase progettuale. In questa fase si dà una misura del progetto attraverso l'applicazione di standard grafici e informativi, in modo permetterne una successiva interpretazione.

Processo totalmente umano. Uomo che interpreta il mondo e descrive il progetto

La figura 3 (fig. 3) mostra il processo di descrizione e interpretazione totalmente umano di un progetto, dove il punto di partenza è l'interpretazione del mondo e dei dati che lo rappresentano (step 1). Questi dati vengono poi elaborati attraverso l'HI, con l'obiettivo di creare un ordine all'interno della vastità delle informazioni disponibili. Infine, l'opera viene descritta attraverso il linguaggio scritto e il disegno (step 2). Questo processo consente di trasformare un concetto astratto in una rappresentazione tangibile e comprensibile. Successivamente, ciò che è stato misurato può a sua volta essere interpretato durante le fasi di costruzione e gestione dell'opera (step 3).
Un esempio di processo totalmente umano all'interno dell'industria delle costruzioni è la redazione degli elaborati di progetto. La progettazione vede l'HI al centro, nonostante la continua ricerca di strumenti che facilitano la redazione dei disegni tecnici, prima il CAD e oggi il BIM [Czmoch et al. 2014].

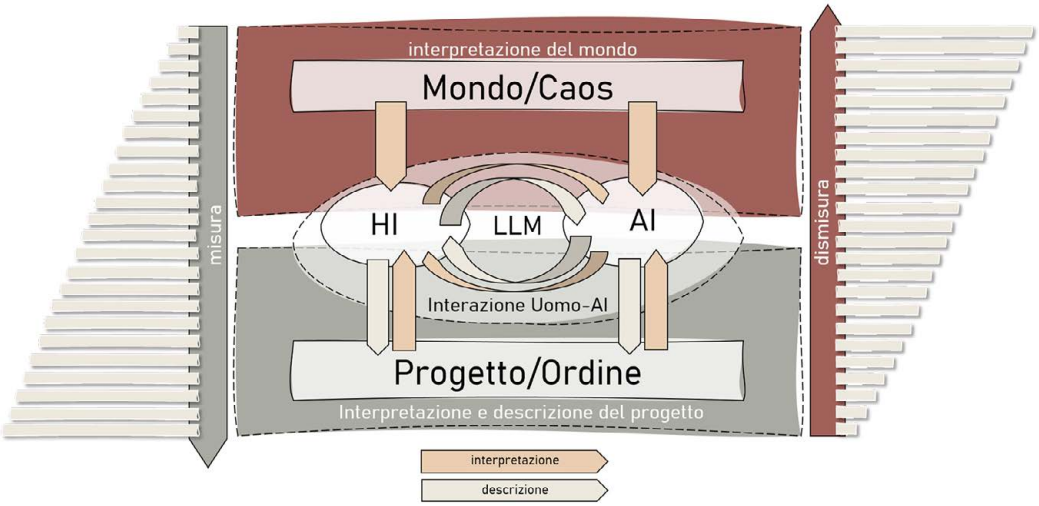


Fig. 2. Processi di narrazione tramite interazione Uomo-AI. Elaborazione degli autori.

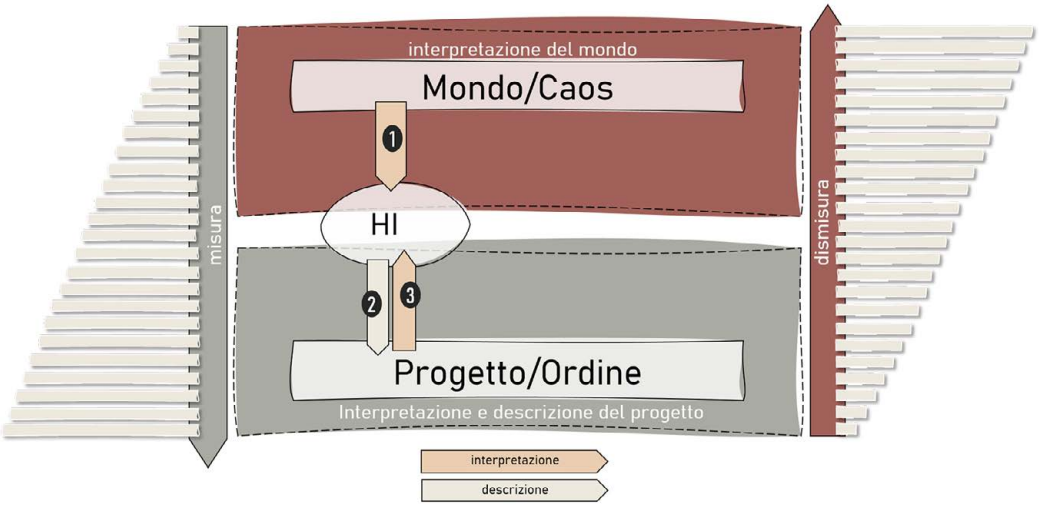


Fig. 3. Uomo che interpreta il mondo e descrive il progetto. Elaborazione degli autori.

Processo collaborativo. Uomo che ricerca nuove interpretazioni del mondo

Nell'ambito della metodologia sviluppata, l'interazione uomo e macchina stabilisce una co-operazione finalizzata a migliorare la comprensione del mondo e del progetto. Non si intravede la sostituzione della HI bensì la sua cooperazione con l'AI tramite l'utilizzo del linguaggio naturale. Le declinazioni procedurali di seguito presentate risultano, quindi, centrali in questo studio. Nella figura 4 viene descritto il processo mediante il quale l'HI collabora con l'AI per descrivere il progetto (fig. 4).
Il primo step si riferisce all'interpretazione umana del problema (step 1) finalizzata alla descrizione del medesimo alla AI (step 2). A partire dai dati di ingresso forniti dalla HI, la AI dà una sua interpretazione dello stato del mondo (step 3) e la descrive alla HI (step 4), cominciando un processo iterativo che fornisce nuovi spunti di riflessione sul problema. Sarà poi la sensibilità della HI a trovare la soluzione corretta e a descriverla nella maniera opportuna nel contesto del progetto (step 5).
Questo processo potrebbe essere integrato nella progettazione preliminare per la generazione di suggestioni, immagini o modelli. Questi possono essere creati a partire da un prompt di testo [Fukamizu et al. 2019], immagini o schizzi a mano libera [Zhang et al. 2023] (fig. 5).

Descrizioni generative del progetto

Basandosi sull'interpretazione del problema fornita da HI (step 1), l'AI elabora i dati relativi al problema e li interpreta (step 3) come descritto in precedenza. In questo flusso (fig. 6), però,

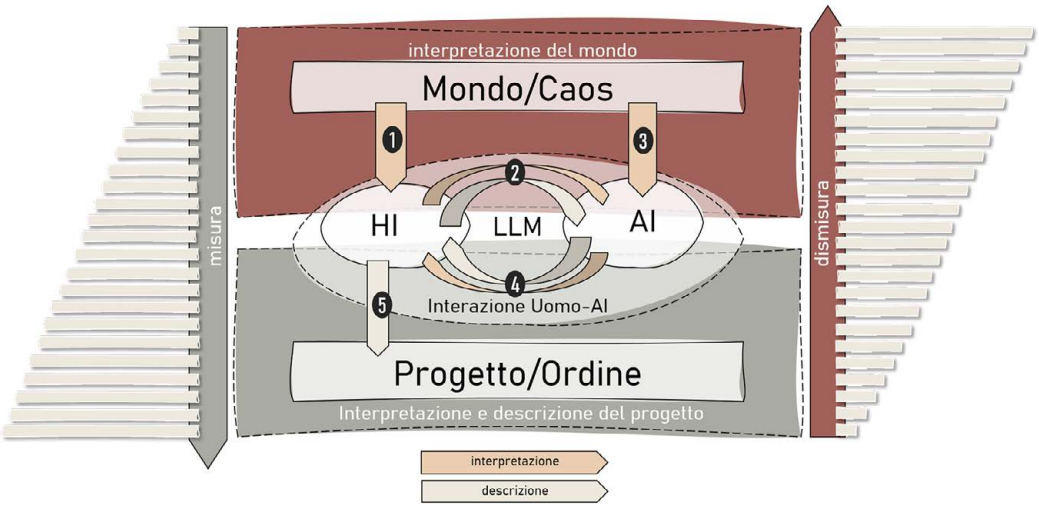


Fig. 4. Uomo che ricerca nuove interpretazioni del mondo. Elaborazione degli autori.

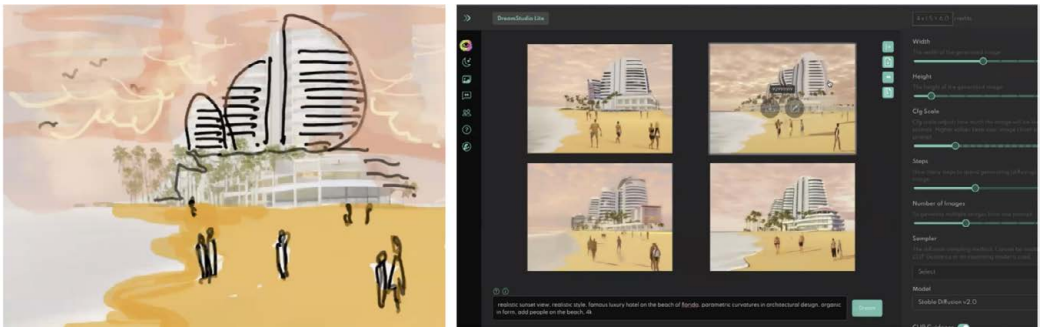


Fig. 5. Schizzo preliminare di progetto (sinistra) e variazioni proposte dell'AI (destra) (da: Zhang et al. 2023).

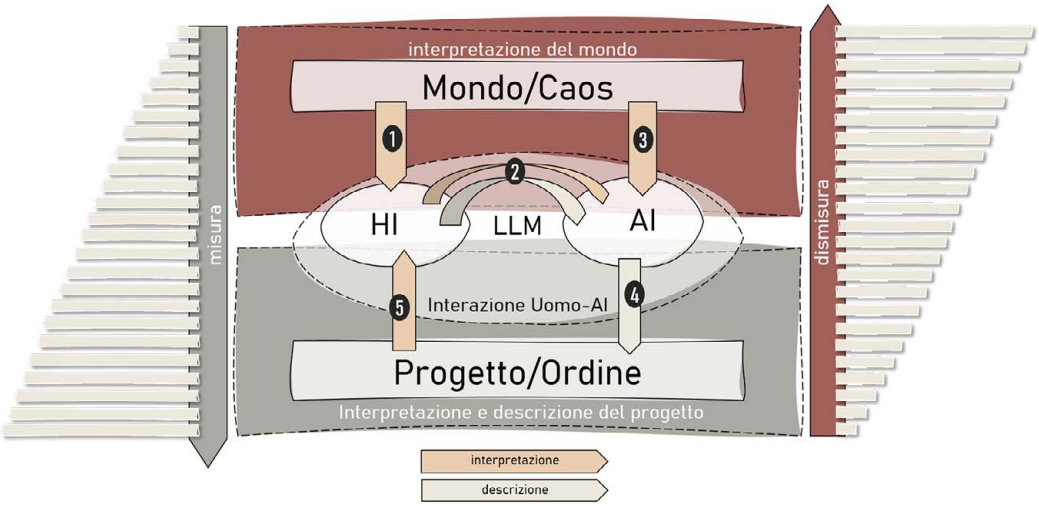


Fig. 6. Descrizioni generative del progetto. Elaborazione degli autori.

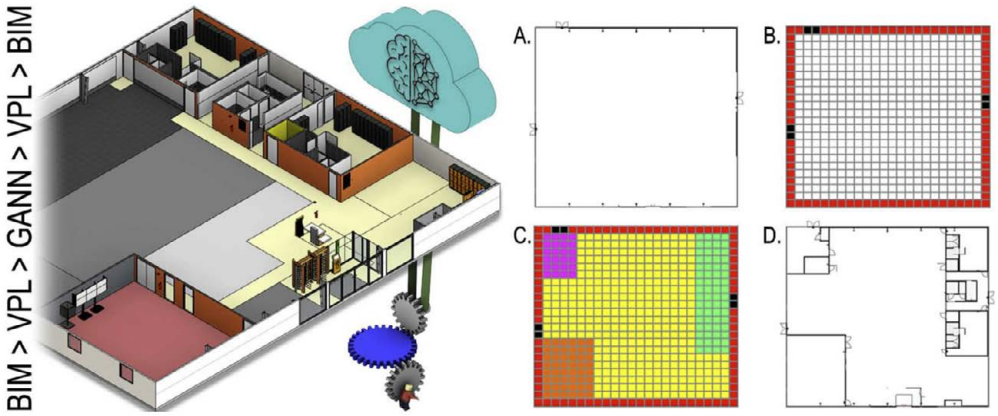


Fig. 7. Esempio generazione semi-automatica di layout distributivi (da: Lo Turco et al. 2023)

è prevista una manipolazione dei dati da parte dell'AI che va ad aggiungere informazioni nel dominio che rappresenta il progetto (step 4), generando nuove rappresentazioni che possono essere interpretate dal HI (step 5). La narrazione del puro processo creativo parte dall'interpretazione da parte della AI del prompt del HI. In relazione a dati di input definiti dall'utente, attraverso questo processo è possibile creare modelli parametrici in maniera semi-automatica in tempi estremamente rapidi. A titolo esemplificativo, si possono studiare layout distributivi rispettosi di una coerenza topologico/spaziale attraverso l'integrazione di modelli BIM, algoritmi di programmazione visuale e algoritmi generativi [Lo Turco 2023] (fig. 7). L'adozione di questo flusso, inoltre, aiuta ad automatizzare e digitalizzare i processi manuali [Rafsanjani et al. 2023] come il rilevamento di anomalie o la redazione di report.

Interpretazione generativa del progetto

Un ulteriore caso di collaborazione riguarda l'interpretazione dei dati che rappresentano il modello direttamente tramite la AI. L'interpretazione del progetto rispetto al mondo viene realizzata sia tramite HI (step 1a e 1b), sia tramite AI (step 3a e 3b), a seguito di una richiesta effettuata dalla HI (step 2).
Tramite questo flusso (fig. 8) la AI è in grado di descrivere alla HI una visione più chiara del progetto (step 4) andando ad interpolare le informazioni ottenute. Questo processo può

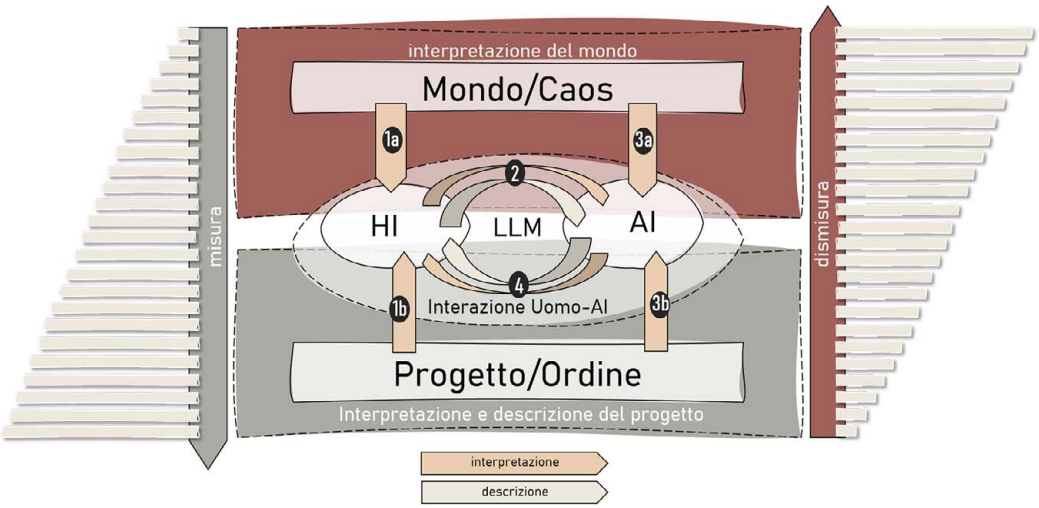


Fig. 8. Interpretazione generativa del progetto. Elaborazione degli autori.

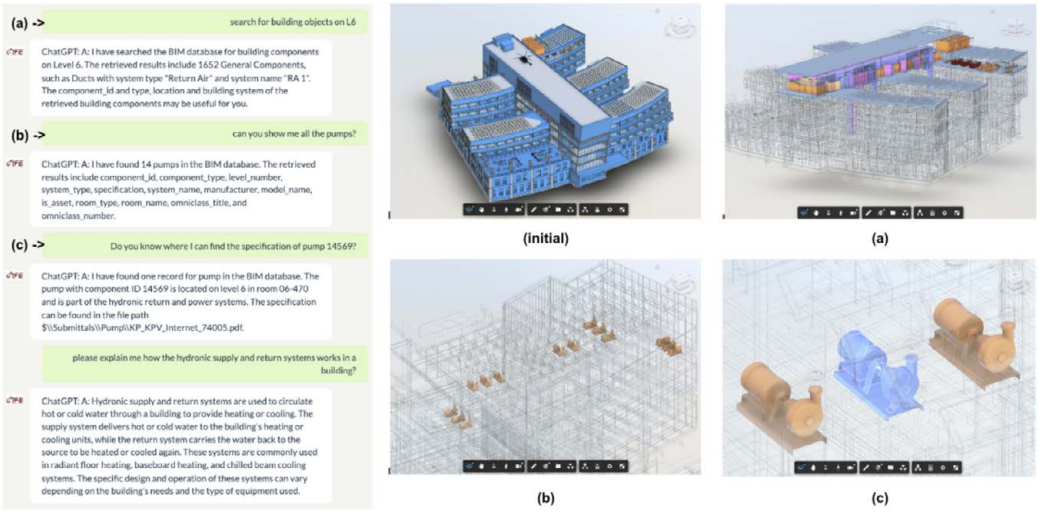


Fig. 9. Conversazioni e visualizzazione di un prototipo d'esempio di Assistente Virtuale (da: Zheng et al. 2023).

essere ripetuto in maniera iterativa. Durante la fase di gestione di un'opera, ad esempio, l'interrogazione di un modello complesso può risultare difficoltosa. Questa operazione può essere agevolata attraverso l'interazione con un'assistente virtuale [Zheng et al. 2023] (fig. 9), anche mediante linguaggio naturale compreso da dispositivi come Apple Siri, Amazon Alexa e Google Assistant [Wang et al. 2022].

Processo totalmente automatico. Macchina che interpreta il mondo e il progetto e descrive il progetto

L'ultimo processo analizzato in questa sezione riguarda la totale automazione (fig. 10). In questo caso si ipotizza che la AI sia in grado in autonomia di: interpretare i cambiamenti nel mondo (step 1), confrontare le informazioni derivanti con i dati del progetto (step 2), prendere decisioni che descrivono una nuova rappresentazione del progetto (step 3). Questa situazione è già realtà nel settore industriale dove, ad esempio, vengono monitorati i consumi e l'efficienza energetica della linea di produzione tramite l'utilizzo di un *Digital Twin* e i robot sono in grado di prendere decisioni autonome di intervento [Alamin et al. 2021].

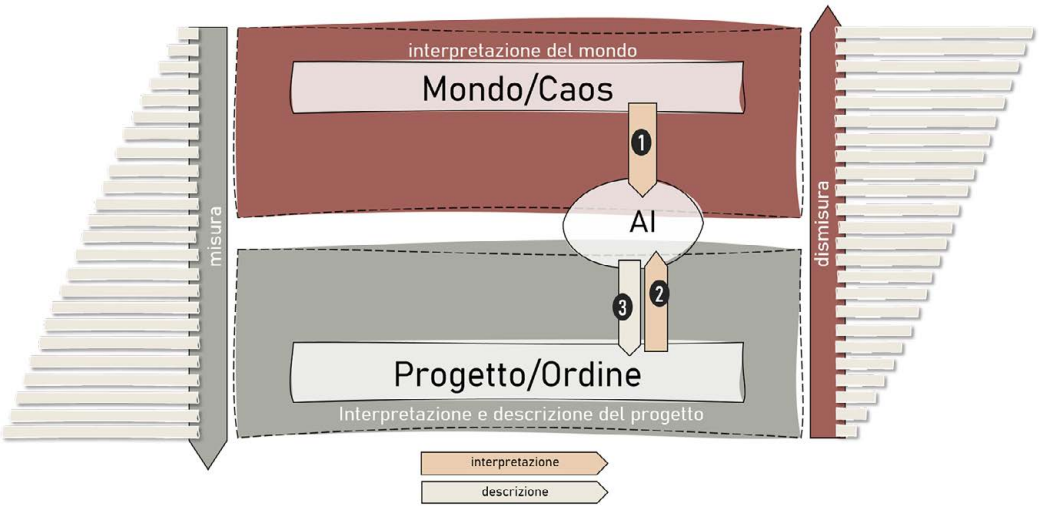


Fig. 10. AI che interpreta il mondo e descrive il progetto. Elaborazione degli autori.

Risultati

La mappa sistemica presentata in questo articolo (fig. 2) fornisce una rappresentazione chiara delle diverse interazioni che l'Intelligenza Umana e Artificiale possono sostenere nella narrazione del mondo e del progetto. Questa narrazione si estende dalla percezione interpretativa del mondo alla descrizione del progetto, con possibilità di processi totalmente umani o automatici. Inoltre, si spazia nelle diverse possibilità di un contesto collaborativo dove l'HI descrive un problema e interpreta la soluzione fornita automaticamente e l'AI, viceversa, interpreta il problema e descrive la soluzione. Un risultato significativo emerso da questa ricerca è la centralità dell'uomo in tutte le declinazioni metodologiche, ad eccezione dell'ultimo grafico (fig. 10). In questo contesto, sorge una riflessione critica sulla possibilità di misurare la vastità del mondo senza il contributo narrativo umano aprendo a nuovi, e non così lontani, scenari.
L'integrazione di questi risultati con la letteratura scientifica di riferimento sui potenziali benefici dell'interazione Uomo-AI nel settore delle costruzioni [Rane 2023; Saka 2024], ha condotto alla creazione di un diagramma di flusso (fig. 11) per illustrare le opportunità derivanti dalla collaborazione tra uomo e AI nelle diverse fasi del progetto, in relazione ai domini principali, i vari dati di input e i dati di output con i rispettivi benefici potenziali. Emergono nuove potenzialità tramite il paradigma del *Digital Twin* che integra sistemi informativi digitali come il BIM e di domini di dati dinamici come l'*Internet of Things* (IoT).
Sviluppi futuri si prefigurano nella realizzazione di casi d'uso pratici di interazione Uomo-AI, sia nelle fasi di ideazione e progettazione, sia nelle fasi di indagine o dominio dell'esistente.

Conclusioni

Dall'analisi critica realizzata attraverso questo studio emergono interazioni promettenti per la disciplina del disegno e per il settore delle costruzioni che mettono in sinergia l'intelletto umano con l'AI. Come si parla di Società 5.0 per indicare il rapporto positivo uomo-macchina per il miglioramento della qualità della vita, allo stesso modo si intravede nel Disegno 5.0 l'opportunità di sfruttare l'AI come acceleratore nel processo creativo per favorire al contempo la dismisura di ipotesi e la misura dei dati del mondo di interesse oltre a quelli caratterizzanti il progetto. L'Intelligenza - capace di esprimere i saperi – traduce le grandezze del mondo in misura, contribuendo contestualmente ad incrementarne la dismisura in un processo iterativo che si auto-alimenta nel tempo.
Fino ad oggi è sempre stato solamente l'uomo a essere interprete del mondo, da oggi lo sarà anche l'AI?

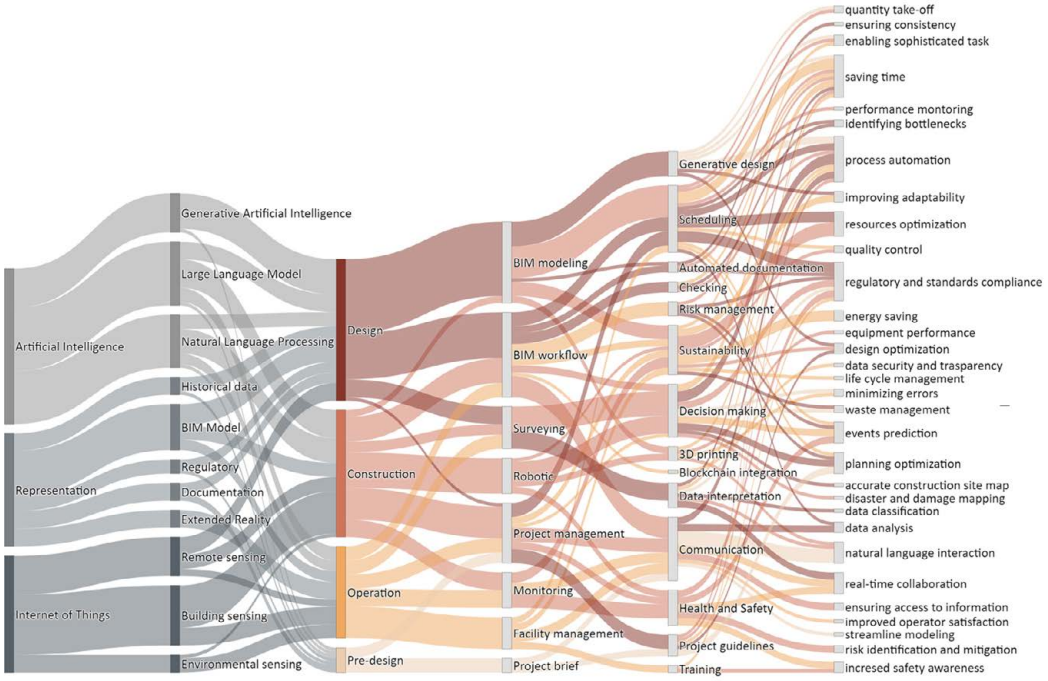


Fig. 11. Opportunità dell'interazione Uomo-AI. Elaborazione degli autori.

Crediti

Gli autori concordano sui contenuti, sull'approccio metodologico e sulle considerazioni finali presentate in questa ricerca. Tuttavia L'"Abstract" è stato scritto da F. M. Ugliotti, l'"Introduzione" è stata scritta da G. M. Ventura e N. Rimella, il paragrafo "Stato dell'arte" è stato scritto da F. Loddo, il paragrafo "Metodologia" e i seguenti sono stati scritti da N. Rimella, e le "Conclusioni" sono state scritte da F. M. Ugliotti.

Riferimenti Bibliografici

Alamin K., Vinco S., Poncino M., Dall'Ora N., Fraccaroli E., Quaglia D. (2021). Digital Twin Extension with Extra-Functional Properties. In *Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition* pp. 434-439, Grenoble, France. https://doi.org/10.23919/DATE51398.2021.9474220.

Chen K. L., Tsai M. H. (2021). Conversation-Based Information Delivery Method for Facility Management. In *Sensors 2021*, n. 21, 4771. https://doi.org/10.3390/s21144771.

Czmoch I., Pękala A. (2014). Traditional Design versus BIM Based Design. In *Procedia Engineering* Vol. 91, pp. 210-215. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048.

De Toni A. F., Vianello A. (a cura di) (2017). *Multiverso* n. 15/2017. Udine: Forum. https://multiversoweb.it/riviste/caos/ (consultato il 10.02.2024 2024).

Elghaish F., Kumar Chauhan J., Matarneh S., Pour Rahimian F., Reza Hosseini M. (2022). Artificial intelligence-based voice assistant for BIM data management. In *Automation in Construction* n. 140. 104320.https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104320.

Fukamizu K., Kondo M., Sakamoto R. (2019). *Generation High resolution 3D model from natural language by Generative Adversarial Network.* ArXiv, abs/1901.07165.

Gispert D. E., Yitmen I., Sadri H., Taheri A. (2023). Development of an ontology-based asset information model for predictive maintenance in building facilities. In *Smart and Sustainable Built Environment.* https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2023-0170.

Ko J., Ennemoser B., Yoo W., Yan W., Clayton M.J. (2023). Architectural spatial layout planning using artificial intelligence. In *Automation in Construction* n. 154. 105019. 10.1016/j.autcon.2023.105019.

Le Corbusier (1954). *The Modulor: A Harmonious Measure to the Human Scale Universally applicable to Architecture and Mechanics*. London: Faber and Faber.

Lo Turco M., Tomalini A., Bono J. (2023). Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici. In *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 434-439. Milano: FrancoAngeli.

Marchis V., Di Pasquale G. (1996). Alcune considerazioni sul Pes Romanus, In *NUNCIUS* n. XI, fasc. 2, pp. 669-675.

Rafsanjani H. N., Nabizadeh A. H. (2023). Towards human-centered artificial intelligence (AI) in architecture, engineering, and construction (AEC) industry. In *Computers in Human Behavior Reports* Vol. 11, 100319. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100319

Rane N. (2023). Role of ChatGPT and Similar Generative Artificial Intelligence (AI) in *Construction Industry.* http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4598258.

Rane N., Choudhary S., Rane J. (2023). *YOLO and Faster R-CNN Object Detection in Architecture, Engineering and Construction (AEC): Applications, Challenges, and Future Prospects*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4624204.

Rane N., Choudhary S., Rane J. (2024). *A new era of automation in the construction industry: Implementing leading-edge generative artificial intelligence, such as ChatGPT or Bard.* http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4681676.

Saka A., Taiwo R., Saka N., Salami B. A., Ajayi S., Akande K., Kazemi H. (2024). GPT models in construction industry: Opportunities, limitations, and a use case validation. In *Developments in the Built Environment* Vol. 17, 100300. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100300.

Wang J., Gao X., Zhou X., Xie Q. (2021). Multi-scale Information Retrieval for BIM using Hierarchical Structure Modelling and Natural Language Processing. In *Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Special issue Next Generation ICT - How distant is ubiquitous computing?*, Vol. 26, pp. 409-426. https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.022.

Wang N., Issa R. R. A., Anumba C. J. (2022). Transfer learning-based query classification for intelligent building information spoken dialogue. In *Automation in Construction* Vol. 141,104403. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104403.

Zhang C., Wang W., Pangaro P., Martelaro N., Byrne D. (2023). Generative Image AI Using Design Sketches as input: Opportunities and Challenges. In *C&C '23: Proceedings of the 15th Conference on Creativity and Cognition. Creativity and Cognition (C&C '23)*. Virtual Event, USA, 19-21 June 2023, pp. 254-261. New York: ACM. https://doi.org/10.1145/3591196.3596820.

Zheng J., Fischer M. (2023). *BIM-GPT: a Prompt-Based Virtual Assistant Framework for BIM Information Retrieval*, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2304/2304.09333.pdf> (consultato il 10.02.2024).

<https://www.treccani.it/> (consultato il 10.02.2024).

Autori
Francesco Loddo, Politecnico di Torino, francesco.loddo@polito.it.
Anna Osello, Politecnico di Torino, anna.osello@polito.it.
Nicola Rimella, Politecnico di Torino, nicola.rimella@polito.it.
Daniel Polania Rodriguez, Politecnico di Torino, daniel.rodriguez@polito.it.
Francesca Maria Ugliotti, Politecnico di Torino, francesca.ugliotti@polito.it.
Gianvito Marino Ventura, Politecnico di Torino, gianvito.ventura@polito.it.

Per citare questo capitolo: Loddo Francesco, Osello Anna, Rimella Nicola, Polania Rodriguez Daniel, Ugliotti Francesca Maria, Ventura Gianvito Marino (2024). Approccio semantico alla rappresentazione: verso una collaborazione Uomo-AI per la misura della dismisura/Semantic approach to representation: toward a collaborative Human-AI for the measurement of the out-of-measure. 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. 3135-3154.

Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l. Milano, Italy
Isbn 9788835166948

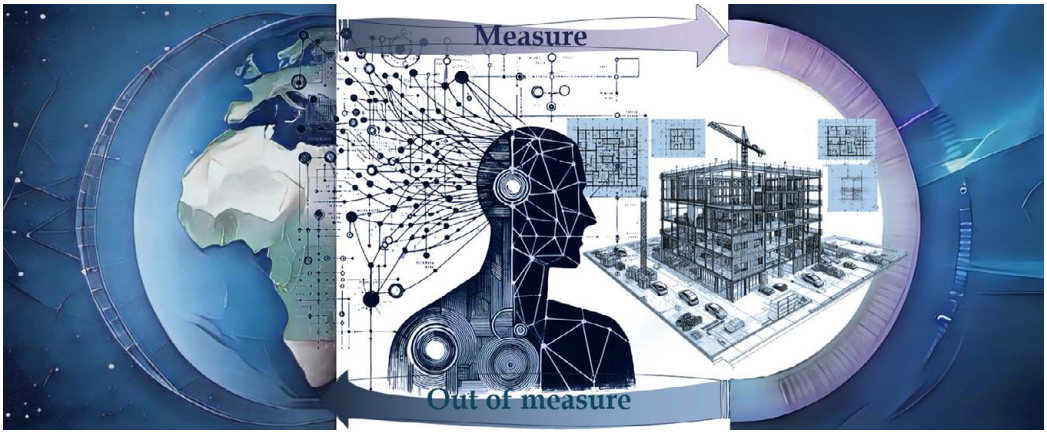
Semantic approach to representation: toward a collaborative Human-AI for the measurement of the out-of-measure

Francesco Loddo
Anna Osello
Nicola Rimella
Daniel Polania Rodriguez
Francesca Maria Ugliotti
Gianvito Marino Ventura

Abstract

The increasingly advanced methodologies and tools related to knowledge of the world and its representation that have emerged in the past decade have led humans to confront a proliferation of data. On the one hand, these enable an ever-increasing control of the variables involved and, on the other, strain the human intellect in their comprehension and qualification. The paper questions artificial intelligence's role in the building process's different phases, recognizing the irreplaceable value of the anthropocentric narrative. Through a divergent approach, it is possible to generate a multiplicity of solutions to problems and obtain specific queries to converge acquired information. Humans and machines establish a relationship enriched with meaning when the interpretation of one collaborates with the description of the other to confront the immensity of the phenomenal world to prefigure, generate and better manage the artefact. In the context of a project, semantics can intervene to interpret its surroundings, establish the most suitable and performing benchmarks, and contribute to the measurement of the world through the definition of standards that help us better understand it. Understanding big data and the generative approach emerge as new topics of Design 5.0 involving large language models to achieve increasingly challenging goals.

Keywords
Human-AI interaction, Large Language Model, data understanding, Drawing 5.0, ChatBot.



From the world out-of-measure to the project measure. Elaboration by the authors.

doi.org/10.3280/oa-1180-c630

Introduction

The incessant desire to understand the world's complexity has driven Man to measure its vastness to bring order to chaos [De Toni et al. 2017], resulting in endless interpretations and descriptions.
In a strictly technical context, "measuring" constitutes the act of comparing, through an appropriate method, one physical quantity with another of the same species, taken as the sample quantity or unit of measurement [https://www.treccani.it/]. In design, this operation implies weighing all the quantities involved and evaluating their respective values, constituting the essence of human decision-making. In ancient times, artisans used the *pes Romanus* and its submultiples, such as the *digitus* (1/18th of a foot) or the *uncia* (1/16th of a foot), as references in the dimensions of the spacing between screw holes for fasteners in the creation of artefacts such as fixtures and furniture.
Although these products were entirely handcrafted, this simple standardization not only facilitated the work of blacksmiths and carpenters involved in the same project but also allowed for the transfer of technical knowledge between different cultures, and with this common language make up for possible misunderstandings [Marchis et al. 1996].
In the modern era, Le Corbusier, in his architecture, experimented with a grid of proportions designed based on the size of the human body to create order and harmony in projects [Le Corbusier 1954]. In the current historical period, dominated by the paradigm of the digitization of the built environment, the approach to measuring the world and narrating the project is also realized through semantic tools that support Man in finding a standard in an out-of-measure context.
Using definitions from the Treccani dictionary [https://www.treccani.it], the possible connections between the discipline of Design and Artificial Intelligence (AI) algorithms can be glimpsed.
"To narrate" is to display or represent, verbally or by written or other means, events, situations, historical and real, or fantastic facts, experienced or, more often, not experienced in the first person, reporting them broadly and accurately and in their temporal development.
"To interpret" is to understand and explain everything expressed or depicted in symbolic form, with conventional signs, or by means not accessible to everyone. To attribute meaning, explain the nature, reason and purpose of certain acts or facts, and infer someone's thoughts and intentions from clues or words.
"To describe" is to represent in words a place, an object, a person, noting its aspects and qualities; to outline the form, the figure of an object.
The description provides meaningful information about what exists, while interpretation attempts to make sense of or explain the meaning of what exists. The storytelling process combines the detailed description of events with interpreting their meanings and implications, thus explaining and communicating stories and ideas.
Against this backdrop, we are confronted with the potential of Artificial Intelligence, wondering whether it can constitute a new magnitude of reference in contemporary design, collaborate with Humans to seek a measure of the world's vastness, and bring order to chaos.

State of art

The literature contains several publications that help to understand how Artificial Intelligence can support Human Intelligence during the narration of a project. The first selected articles witness the transformation the construction industry has been experiencing in recent years due to algorithms and virtual assistants, as well as analysing their future potential [Rane 2023]. Subsequently, several application examples were explored to define functional prototypes while describing and interpreting construction and infrastructure projects.
The interaction between Human Intelligence (HI) and Artificial Intelligence (AI) is explored from the analysis of keywords found in the literature (fig. 1) associated with the following domains: (i) representation of the built environment; (ii) Artificial Intelligence and algo-

rithm-based technologies; (iii) areas of integration of the previous domains. The Building Information Modeling (BIM) methodology was found to occupy a central position within the articles viewed. In addition to the applications of BIM within the construction industry, especially with a view to sustainability and facility management (FM) [Chen et al. 2021], the numerous connections with various algorithms attest to the bond between digital representation and Artificial Intelligence.
This dialogue is facilitated by BIM models, which are characterized by a higher degree of interaction than traditional methods.
Of particular interest is the practical application of generative AI in the creation of 3D images and models [Zhang et al. 2023]. This technology proves to be invaluable not only in the drafting of preliminary designs [Ko et al. 2023], but also in the construction of Digital Twins, which are instrumental in the life-cycle management of construction works [Gispert et al. 2023]. The ability to interact via natural language, facilitated by various ChatBots like ChatGPT or Bard [Rane et al. 2024], is a significant advantage.
This mode of interaction is made possible by Large Language Model (LLM) algorithms and can be implemented by devices equipped with automatic speech recognition capabilities [Elgaish et al. 2022] (fig. 1).

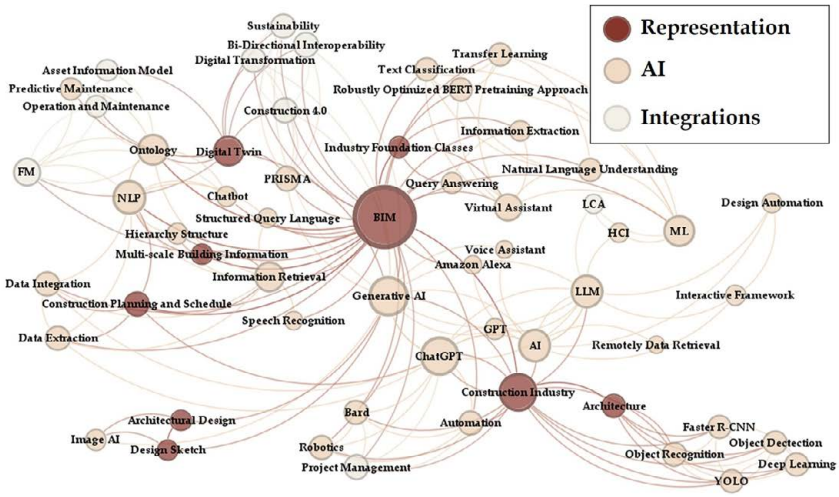


Fig. 1. Research framework keywords. Elaboration by the authors.

Methodology

This working method aims to explore possible strategies of storytelling of projects and construction works and infrastructure to understand how an interaction between man and AI, The European Commission, DG XIII, has published a study on the impact of the Internet on the world's population. Fig. 2 summarises the processes described in detail below (fig. 2). These processes are initiated by interpreting a set of data from different sources and domains, including the regulatory apparatus, graphical standards, The project will be supported by a wide range of technical drawings, information databases, traditional or point cloud mapping and dynamic data collected from field sensors. The understanding of the context with which one interacts prefigures a more or less marked complexity depending on the subject of the narrative, For this reason, the interpretation of the world is fundamental to filter the data useful to the different project phases. Following the interpretation, the data is subject to processing. This step establishes a critical point in the method, since it highlights possible strategies for collaboration between HI and AI. This synergy allows to transform the raw data into useful information for the description of the project through drawings, tables and documents that represent the product in the design phase. At this stage, the project is measured by applying graphical and informative standards so that it can be interpreted later.

Total human process. Human interpreting the world and describing the project

Figure 3 (fig. 3) shows the human process of describing and interpreting a project, where the starting point is interpreting the world and the data representing it (step 1). This data is then processed through Human Intelligence, with the goal of creating order within the vastness of available information. Finally, the work is described through written language and drawing (step 2). This process transforms an abstract concept into a tangible, understandable representation. Subsequently, what has been measured can, in turn, be interpreted during the construction and operation phases of the work (step 3). An example of a totally human process within the construction industry is the editing of design drawings. Design involves human intelligence at the centre, despite the continuous search for tools that facilitate the drafting of technical drawings, first CAD and nowadays BIM [Czmoch et al. 2014].

Collaborative process. Human seeking new interpretations of the world

Within the developed methodology, human-machine interaction establishes cooperation aimed at improving understanding of the world and design. We do not envision the repla-

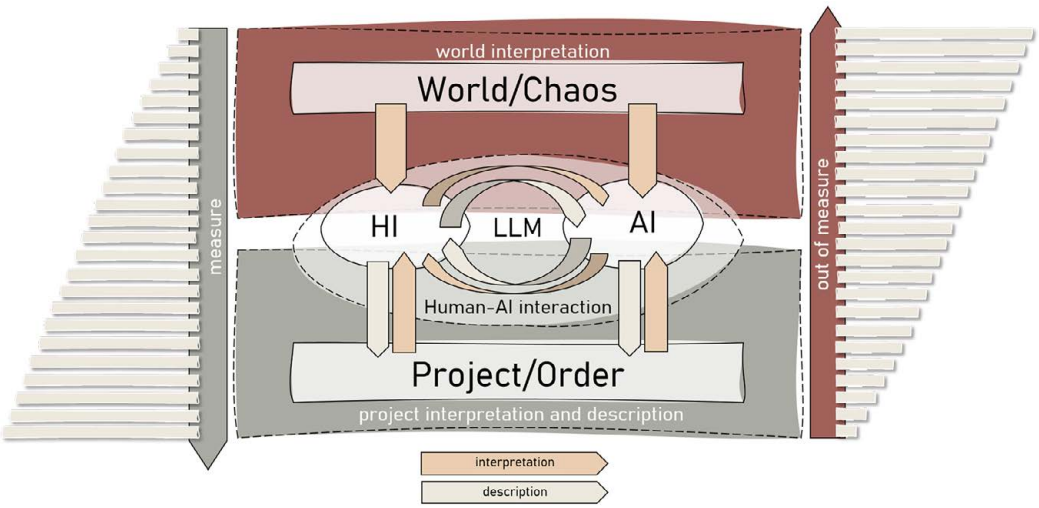


Fig. 2. Narrative processes through Human-AI interaction. Elaboration by the authors.

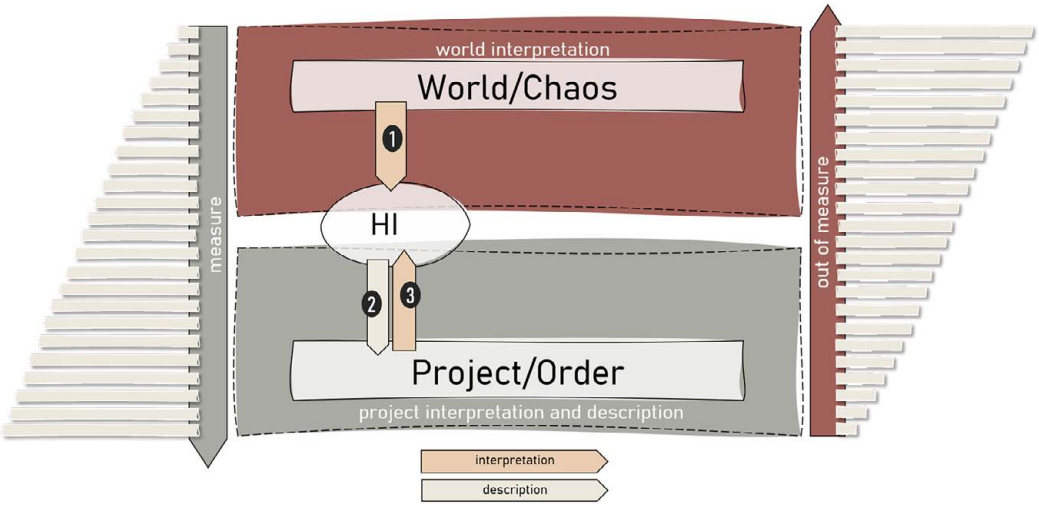


Fig. 3. Human interpreting the world and describing the project. Elaboration by the authors.

cement of HI but rather its cooperation with AI through natural language. The procedural declinations presented below are, therefore, central to this study.
Figure 4 describes the process by which Human Intelligence collaborates with AI to describe the project (fig. 4). The first step refers to the human interpretation of the problem (step 1) to describe it to the AI (step 2). From the input data provided by the HI, the AI interprets the state of the world (step 3) and describes it to the HI (step 4), beginning an iterative process that provides new insights into the problem. It will then be the HI's sensitivity to find the correct solution and describe it adequately in the project context (step 5).

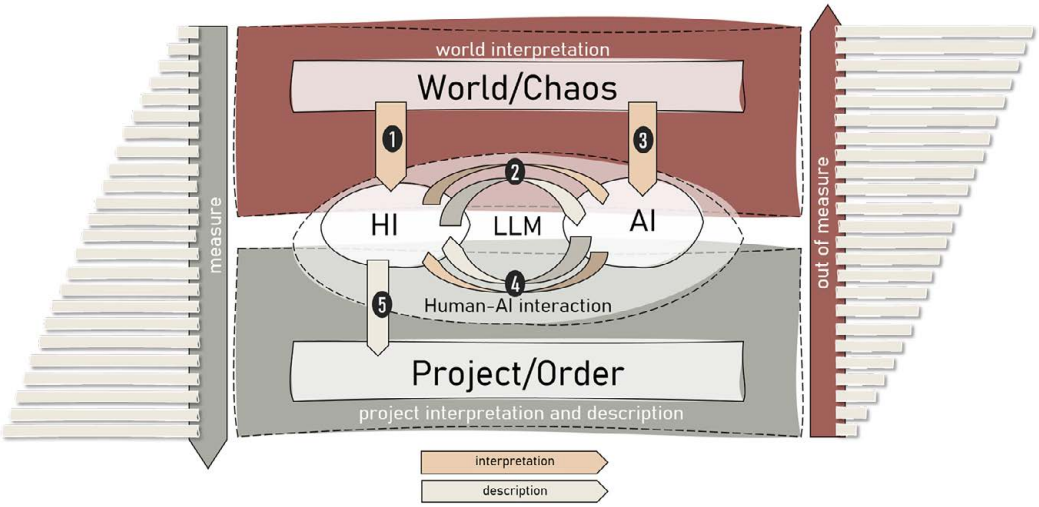


Fig. 4. Human seeking new interpretations of the world. Elaboration by the authors.

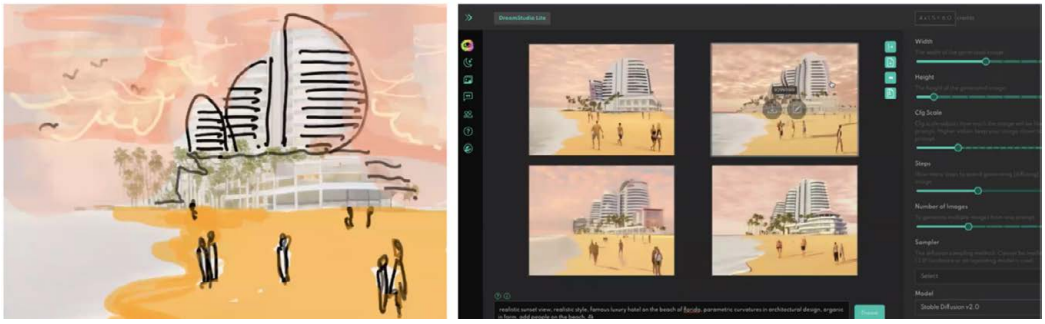


Fig. 5. Left: design sketch input. Right: AI-generated design variations (from: Zhang et al. 2023).

This process could be integrated into the preliminary design for generating suggestions, images or models. These can be created from a text prompt [Fukamizu et al. 2019], images or freehand sketches [Zhang et al. 2023] (fig. 5).

Generative project descriptions

Based on the interpretation of the problem provided by HI (step 1), the AI processes and interprets data about the problem (step 3) as described above. In this flow (fig. 6), however, there is a manipulation of the data by the AI that goes on to add information in the domain representing the design (step 4), generating new representations that can be interpreted by the HI (step 5). The narrative of the pure creative process starts with the AI's interpretation of the HI's prompt. Concerning user-defined input data, parametric models can be

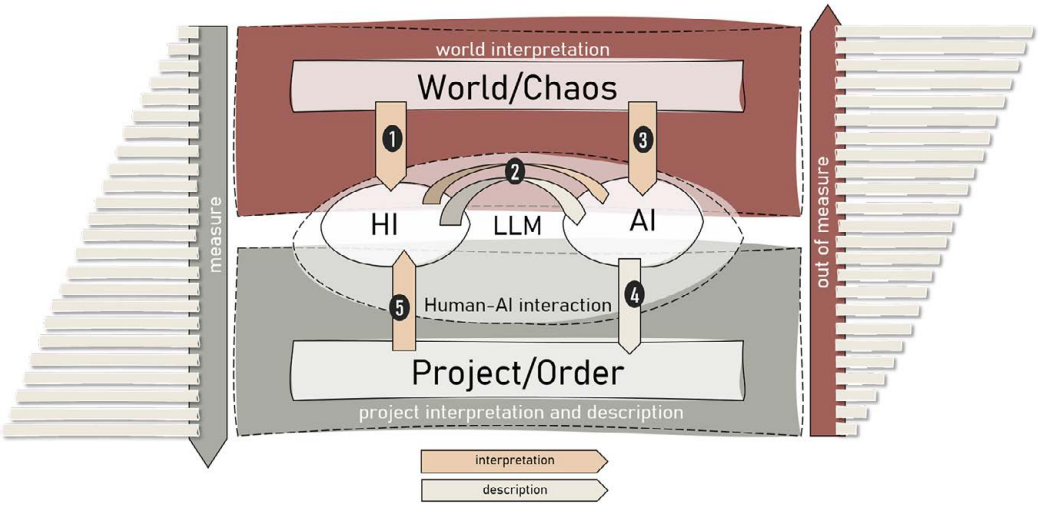


Fig. 6. Generative project descriptions. Elaboration by the authors.

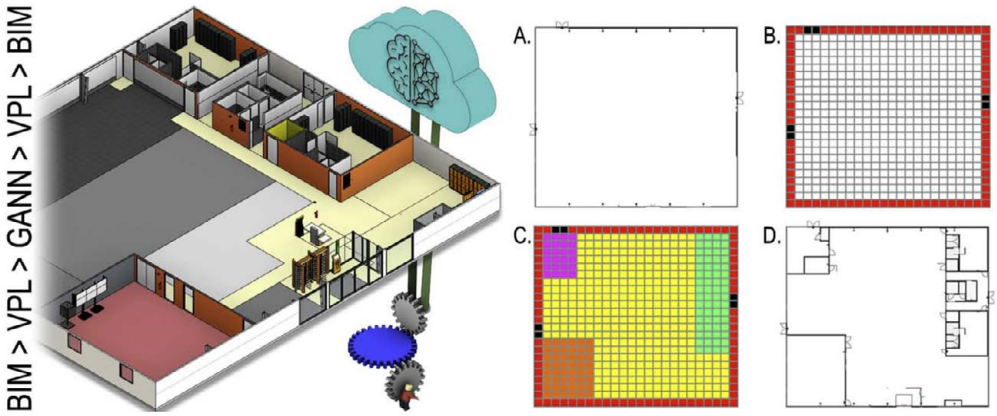


Fig. 7. Example semi-automatic generation of distribution layouts (from: Lo Turco et al. 2023).

created semi-automatically and exceptionally quickly through this process. As an example, distributional layouts respecting topological/spatial consistency can be studied through the integration of BIM models, visual programming algorithms, and generative algorithms [Lo Turco 2023] (fig. 7). Adopting this flow also helps automate and digitize manual processes [Rafsanjani et al. 2023] such as anomaly detection or report writing.

Generative interpretation of the project

Another case of collaboration involves interpreting data representing the model directly through AI. Interpretation of the design concerning the world is carried out either by HI (steps 1a and 1b) or by AI (steps 3a and 3b) following a request made by HI (step 2). Through this flow (fig. 8), the AI can describe a clearer view of the project (step 4) to the HI by interpolating the information obtained. This process can be repeated iteratively.
For example, querying a complex model during the management phase can be difficult. This task can be facilitated through interaction with a virtual assistant [Zheng et al. 2023] (fig. 9), including through natural language understood by devices such as Apple Siri, Amazon Alexa and Google Assistant [Wang et al., 2022].

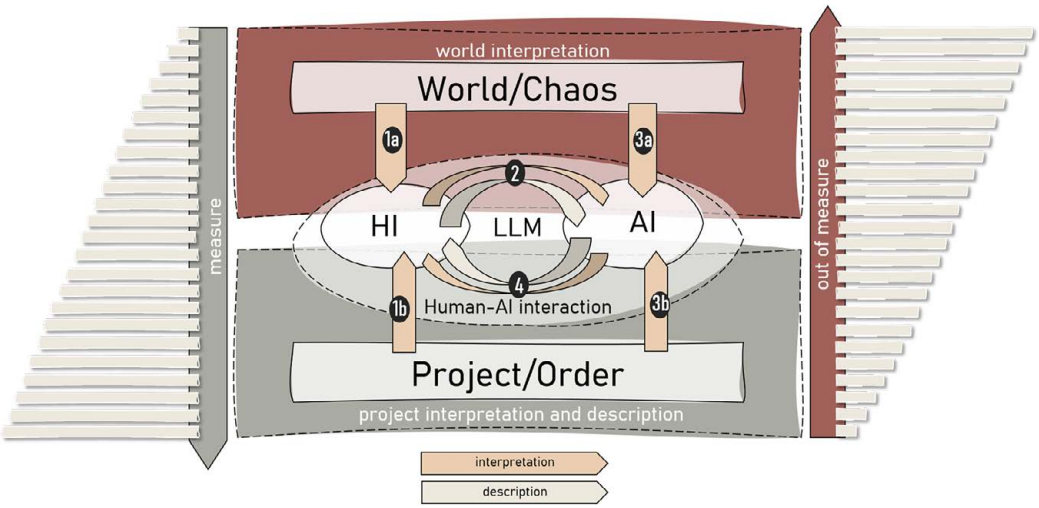


Fig. 8. Generative interpretation of the project. Elaboration by the authors.

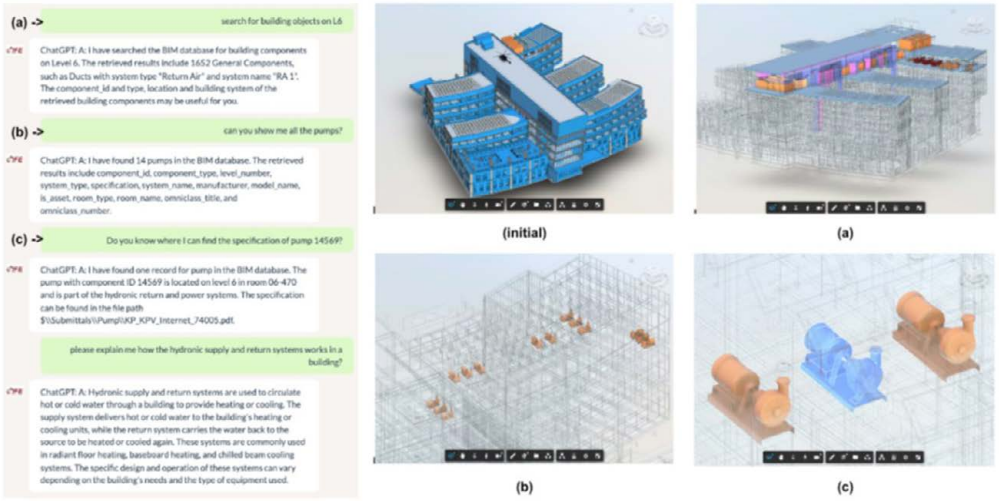


Fig. 9. Example conversation and visualization of VA prototype (from: Zheng et al. 2023).

Fully automatic process. Machine interpreting the world and describing the project

The last process analysed in this section involves total automation (fig. 10). In this case, it is assumed that the AI is able autonomously to interpret changes in the world (step 1), compare the resulting information with project data (step 2), and make decisions that describe a new representation of the project (step 3). This situation is already a reality in the industrial sector where, for example, production line energy consumption and efficiency are monitored using a Digital Twin, and robots can make autonomous intervention decisions [Alamin et al. 2021].

Results

The systemic map presented in this paper (fig. 2) clearly represents different interactions that Human and Artificial Intelligence can support throughout the narration of the world and the project. This narrative extends from the interpretative perception of the world to the description of the project, with possibilities for fully human or automatic processes. Furthermore, it ranges in the different possibilities of a collaborative context where Human Intelligence describes a problem and interprets the solution provided automatically, and Ar-

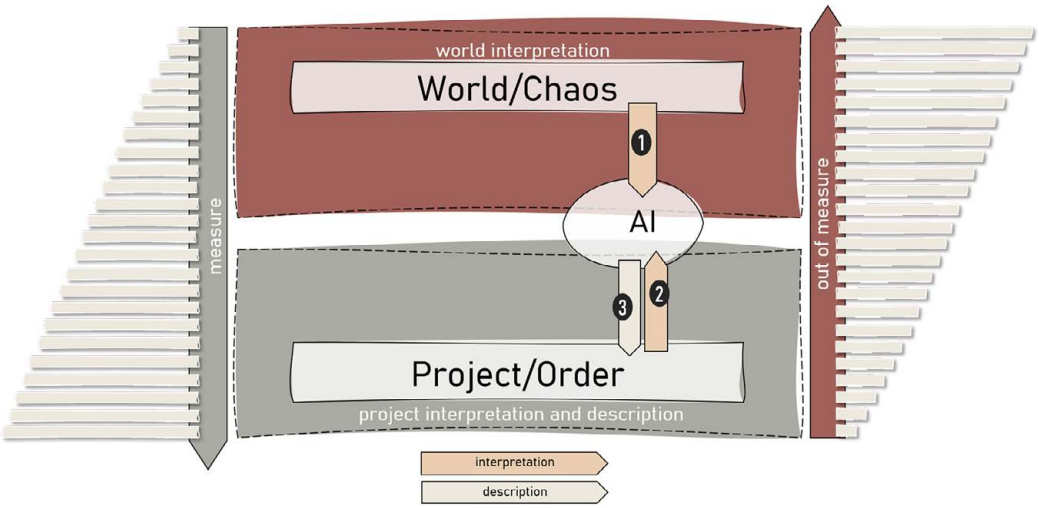


Fig. 10. AI interpreting the world and describing the project. Elaboration by the authors.

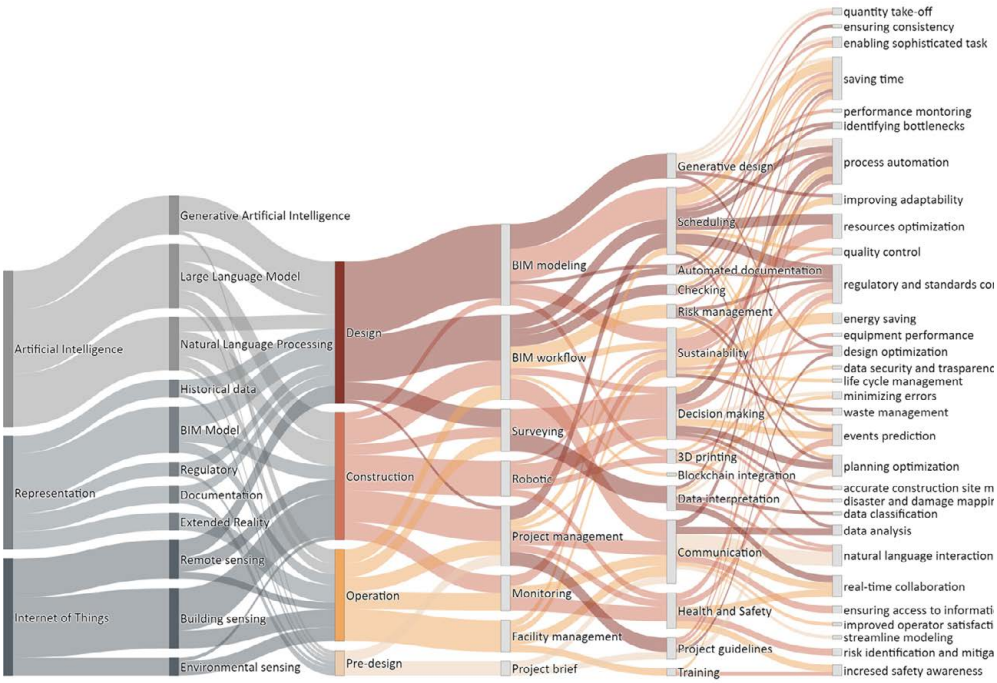


Fig. 11. Human-AI Interaction opportunities. Elaboration by the authors.

tificial Intelligence interprets the problem and describes the solution. A significant result that emerged from this research is the centrality of humans in all methodological declinations, except the last graph (fig. 10). In this context, a critical reflection arises on the possibility of measuring the vastness of the world without the human narrative contribution, opening up new, and not so distant, scenarios.

The integration of these results with the relevant scientific literature on the potential benefits of Human-AI interaction in the construction sector [Rane 2023; Saka 2024] has led to the creation of a flow chart (fig. 11). This chart vividly illustrates the exiting opportunities that can arise from human-AI collaboration throughout the different phases of a project. It covers the main domains, the various input data and output data with their respective potential benefits. The Digital Twin paradigm, which integrates digital information systems such as BIM and dynamic data domains such as the Internet of Things (IoT), opens up new and promising potentials.

Future developments are envisioned in the realization of practical use cases of Human-AI interaction, both in the ideation and design phases and in the investigation or domination of the existing.

Conclusion

From the critical analysis of this study, promising interactions emerge for the discipline of Drawing and the construction industry, bringing the human intellect into synergy with Artificial Intelligence. In the same way that we refer to Society 5.0 to denote the positive human-machine relationship for the improvement of the quality of life; similarly, we envision in Drawing 5.0 the opportunity to harness Artificial Intelligence as an accelerator in the creative process to simultaneously foster the unmixing of hypotheses and the measurement of data from the world of interest in addition to those characterizing the design. Intelligence - capable of expressing knowledge - translates the dimensions of the world into measurement, contextually helping to increase its out-of-measure in an iterative process that is self-perpetuating over time. Until now, it has always been the only human who has been the world's interpreter; from today, will AI be as well?

Credits

The authors agree on the contents, the methodological approach and the final considerations presented in this research. However, the "Abstract" was written by F. M. Ugliotti, the "Introduction" was written by G. M. Ventura and N. Rimella, the paragraph titled "State of the art" was written by F. Loddo, the paragraph titled "Methodology" and the following was written by da N. Rimella, and the "Conclusions" was written by F. M. Ugliotti.

Riferimenti Bibliografici

Alamin K., Vinco S., Poncino M., Dall'Ora N., Fraccaroli E., Quaglia D. (2021). Digital Twin Extension with Extra-Functional Properties. In *Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition* pp. 434-439, Grenoble, France. https://doi.org/10.23919/DATE51398.2021.9474220.

Chen K. L., Tsai M. H. (2021). Conversation-Based Information Delivery Method for Facility Management. In *Sensors 2021*, n. 21, 4771. https://doi.org/10.3390/s21144771.

Czmoch I., Pękala A. (2014). Traditional Design versus BIM Based Design. In *Procedia Engineering* Vol. 91, pp. 210-215. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048.

De Toni A. F., Vianello A. (Eds.) (2017). *Multiverso* n. 15/2017. Udine: Forum. https://multiversoweb.it/riviste/caos/ (consultato il 10.02.2024 2024).

Elghaish F., Kumar Chauhan J., Matarneh S., Pour Rahimian F., Reza Hosseini M. (2022). Artificial intelligence-based voice assistant for BIM data management. In *Automation in Construction* n. 140. 104320.https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104320.

Fukamizu K., Kondo M., Sakamoto R. (2019). *Generation High resolution 3D model from natural language by Generative Adversarial Network.* ArXiv, abs/1901.07165.

Gispert D. E., Yitmen I., Sadri H., Taheri A. (2023). Development of an ontology-based asset information model for predictive maintenance in building facilities. In *Smart and Sustainable Built Environment.* https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2023-0170.

Ko J., Ennemoser B., Yoo W., Yan W., Clayton M.J. (2023). Architectural spatial layout planning using artificial intelligence. In *Automation in Construction* n. 154. 105019. 10.1016/j.autcon.2023.105019.

Le Corbusier (1954). T*he Modulor: A Harmonious Measure to the Human Scale Universally applicable to Architecture and Mechanics*. London: Faber and Faber.

Lo Turco M., Tomalini A., Bono J. (2023). Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici. In *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 434-439. Milano: FrancoAngeli.

Marchis V., Di Pasquale G. (1996). Alcune considerazioni sul Pes Romanus, In *NUNCIUS* n. XI, fasc. 2, pp. 669-675.

Rafsanjani H. N., Nabizadeh A. H. (2023). Towards human-centered artificial intelligence (AI) in architecture, engineering, and construction (AEC) industry. In *Computers in Human Behavior Reports* Vol. 11, 100319. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100319

Rane N. (2023). Role of ChatGPT and Similar Generative Artificial Intelligence (AI) in *Construction Industry.* http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4598258.

Rane N., Choudhary S., Rane J. (2023). *YOLO and Faster R-CNN Object Detection in Architecture, Engineering and Construction*

(AEC): Applications, Challenges, and Future Prospects. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4624204.

Rane N., Choudhary S., Rane J. (2024). *A new era of automation in the construction industry: Implementing leading-edge generative artificial intelligence, such as ChatGPT or Bard.* http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4681676.

Saka A., Taiwo R., Saka N., Salami B. A., Ajayi S., Akande K., Kazemi H. (2024). GPT models in construction industry: Opportunities, limitations, and a use case validation. In *Developments in the Built Environment* Vol. 17, 100300. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100300.

Wang J., Gao X., Zhou X., Xie Q. (2021). Multi-scale Information Retrieval for BIM using Hierarchical Structure Modelling and Natural Language Processing. In *Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Special issue Next Generation ICT - How distant is ubiquitous computing?*, Vol. 26, pp. 409-426. https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.022.

Wang N., Issa R. R. A., Anumba C. J. (2022). Transfer learning-based query classification for intelligent building information spoken dialogue. In *Automation in Construction* Vol. 141,104403. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104403.

Zhang C., Wang W., Pangaro P., Martelaro N., Byrne D. (2023). Generative Image AI Using Design Sketches as input: Opportunities and Challenges. In *C&C '23: Proceedings of the 15th Conference on Creativity and Cognition. Creativity and Cognition (C&C '23)*. Virtual Event, USA, 19-21 June 2023, pp. 254-261. New York: ACM. https://doi.org/10.1145/3591196.3596820.

Zheng J., Fischer M. (2023). *BIM-GPT: a Prompt-Based Virtual Assistant Framework for BIM Information Retrieval*, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2304/2304.09333.pdf> (accessed 10.02.2024).

<https://www.treccani.it/> (accessed10.02.2024).

Authors
Francesco Loddo, Politecnico di Torino, francesco.loddo@polito.it.
Anna Osello, Politecnico di Torino, anna.osello@polito.it.
Nicola Rimella, Politecnico di Torino, nicola.rimella@polito.it.
Daniel Polania Rodriguez, Politecnico di Torino, daniel.rodriguez@polito.it.
Francesca Maria Ugliotti, Politecnico di Torino, francesca.ugliotti@polito.it.
Gianvito Marino Ventura, Politecnico di Torino, gianvito.ventura@polito.it.

To cite this chapter: Loddo Francesco, Osello Anna, Rimella Nicola, Polania Rodriguez Daniel, Ugliotti Francesca Maria, Ventura Gianvito Marino (2024). Approccio semantico alla rappresentazione: verso una collaborazione Uomo-AI per la misura della dismisura/Semantic approach to representation: toward a collaborative Human-AI for the measurement of the out-of-measure. 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. 3135-3154.

Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l. Milano, Italy
Isbn 9788835166948