



Lab to Lead: Università, Impresa, Sviluppi Professionali e Carriere

AI generativa per il manifatturiero: dalla ricerca accademica all'innovazione pratica

Nicolò Sabetta

*Phd candidate Sapienza Università di Roma
Next Gen-AI commission E.N.I.A*

Roma, 26 giugno 2026



Agenda

- 1 Il mio percorso: dalla laurea al dottorato
- 2 La GenAI per il manifatturiero
- 3 La gestione della conoscenza industriale con LLM e VLM
- 4 Assistanti digitali a supporto dell'operatore
- 5 Dalla ricerca alla pratica: il gap e la sinergia con le aziende
- 6 Due mindset e uno sguardo avanti



Il percorso accademico

Dal liceo al dottorato



Liceo scientifico

La formazione di base



Laurea triennale in Ingegneria Gestionale

Sapienza Università di Roma



Laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Sapienza Università di Roma. Focus su produzione industriale; tesi su assistenti virtuali basati su LLM.



Dottorato in Ingegneria Industriale e Gestionale *(in corso)*

Sapienza Università di Roma



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Il punto di partenza

Come immaginavo il bivio, da neolaureato

ACCADEMIA

- Ricerca pura e teoria
- Tempi lunghi
- La “torre d’avorio”, lontana dal mondo reale

IMPRESA

- Pratica, prodotto, risultati
- Velocità e mercato
- Il “vero” lavoro da ingegnere

*Due mondi separati, da scegliere una volta per tutte. **Spoiler: era un’immagine sbagliata.***

Perché il dottorato? La curiosità per la GenAI, nata dalla tesi di laurea e dal mio relatore, poi supervisor, e la voglia di continuare a studiare.

Un campo nato sotto i piedi

2021–2022

Quasi nulla: poche decine di lavori l'anno. La GenAI nell'industria è una curiosità di nicchia.

2023–2025

Esplosione: da 338 a quasi 5.000 lavori l'anno. La big tech rilascia, l'industria rincorre.



Fonte: Scopus

Fare ricerca su un campo mentre il campo ti nasce sotto i piedi — e passare, in concreto, dalla ricerca all'innovazione pratica.



La domanda di ricerca

La conoscenza industriale vive in due forme — e spesso non circola.

ESPLICITA manuali, procedure, documenti. Codificata, ma dispersa in silos.

TACITA gesti, esperienza, know-how dell'operatore. La parte preziosa — e la più difficile da catturare.

Domanda di ricerca. Come possono LLM e VLM acquisire questa conoscenza — esplicita e tacita — e restituirla dove serve, nelle operazioni di assemblaggio manuale e nella safety?

Distinzione tacito / esplicito: Nonaka.



Due movimenti, due domini

La stessa idea in due direzioni: tirare fuori la conoscenza, e rimetterla in circolo.

	ASSEMBLAGGIO	SAFETY
ESTRARRE	Riconoscimento delle azioni dell'operatore → ricostruzione del processo e della conoscenza tacita	Azioni pericolose da video di incidenti; narrative LOTO → Knowledge Graph
DIFFONDERE	Assistente digitale all'operatore: voce → voce + visione	<i>Sviluppi futuri</i>



Un collega, non un sostituto

Industria 5.0 / Operatore 5.0: la tecnologia potenzia l'operatore, non lo sostituisce.

ASSISTENTE DIGITALE

Voce: l'operatore chiede senza fermare il lavoro.

Visione: mostra il componente, l'assistente lo riconosce.

supporta



OPERATORE

Mantiene il controllo e la decisione.

L'AI amplifica il suo know-how; non lo sostituisce.

Sinergia, non sostituzione. Il sistema rende il lavoro più facile e meno faticoso; la responsabilità resta all'operatore.

DIAs a supporto dell'assemblaggio manuale



Guida passo-passo

Istruzioni sequenziali durante l'intero processo di assemblaggio

Istruzioni contestuali

Informazioni specifiche fornite su richiesta dell'operatore

Risposte in tempo reale

Risoluzione immediata di dubbi operativi durante il lavoro

Riduzione complessità

Eliminazione della necessità di consultare manuali cartacei o sistemi complessi

DIAs a supporto dell'assemblaggio manuale



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Computers in Industry

journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/computers-in-industry



Assessment of a large language model based digital intelligent assistant in assembly manufacturing

Silvia Colabianchi, Francesco Costantino, Nicolò Sabetta *

Department of computer, control, and management engineering Antonio Ruberti, Sapienza University of Rome, Via Ariosto 25, Rome 00185, Italy

ARTICLE INFO

Keywords:

Chatbot
Experimental design
Artificial intelligence
Natural language processing
Industry 4.0
Industry 5.0

ABSTRACT

The use of Digital Intelligent Assistants (DIAs) in manufacturing aims to enhance performance and reduce cognitive workload. By leveraging the advanced capabilities of Large Language Models (LLMs), the research aims to understand the impact of DIAs on assembly processes, emphasizing human-centric design and operational efficiency. The study is novel in considering the three primary objectives: evaluating the technical robustness of DIAs, assessing their effect on operators' cognitive workload and user experience, and determining the overall performance improvement of the assembly process. Methodologically, the research employs a laboratory experiment, incorporating a controlled setting to meticulously assess the DIA's performance. The experiment used a between-subjects design comparing a group of participants using the DIA against a control group relying on traditional manual methods across a series of assembly tasks. Findings reveal a significant enhancement in the operators' experience, a reduction in cognitive load, and an improvement in the quality of process outputs when the DIA is employed. The article contributes to the study of the DIA's potential and AI integration in manufacturing, offering insights into the design, development, and evaluation of DIAs in industrial settings.





Percezione degli Operatori

Maggiore facilità

Esecuzione delle operazioni più semplice e intuitiva

Minore frustrazione

Esperienza lavorativa più positiva e gratificante

Riduzione sforzo mentale

Minore affaticamento cognitivo durante le attività

Maggiore coinvolgimento

Partecipazione attiva e motivata nel compito

📄 Il sistema è stato percepito come un supporto utile e non come un vincolo.



Riduzione del carico cognitivo



Riduzione affaticamento

Gli operatori si sentono significativamente meno stanchi



Maggiore concentrazione

Capacità di focalizzazione migliorata durante le attività



Sicurezza nelle azioni

Incremento della fiducia nelle proprie decisioni operative

I risultati mostrano una riduzione significativa del carico cognitivo percepito. Questo è particolarmente rilevante in attività ripetitive e ad alta variabilità.



Qualità del processo e degli output



Riduzione errori

Diminuzione significativa degli errori umani durante l'assemblaggio



Miglioramento qualità

Standard qualitativi più elevati nell'assemblaggio finale



Coerenza procedurale

Maggiore uniformità nel rispetto delle procedure operative

Anche quando i tempi non risultano significativamente ridotti, la qualità complessiva del processo migliora.



Generative AI Multimodale nella Smart Factory

In ambito industriale, molte informazioni sono visive: componenti, assemblaggi, difetti e posture operative.



Componenti

Identificazione e classificazione automatica delle parti.



Assemblaggi

Verifica della corretta sequenza di montaggio.



Difetti

Rilevamento anomalie e non conformità.

La generative AI multimodale collega ciò che l'operatore vede con ciò che il sistema conosce.



DIA Multimodali per il Supporto all'Assemblaggio

Input visivo

Telecamere e immagini catturano il contesto operativo reale.



Input linguistico

L'operatore formula domande e richieste in linguaggio naturale.



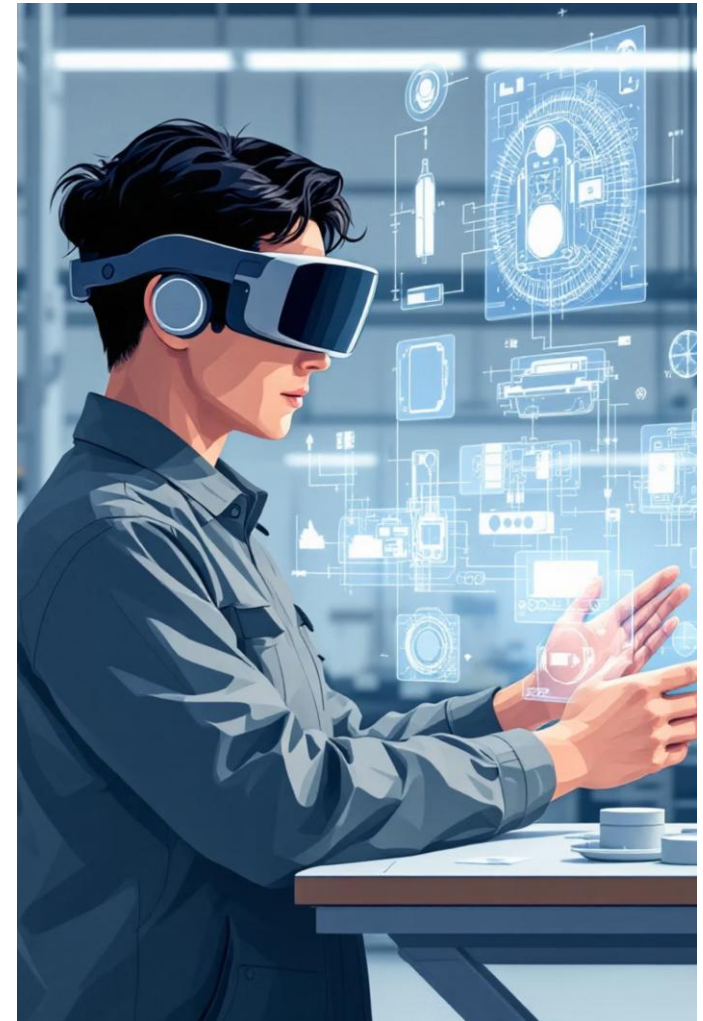
Analisi contestuale

Il sistema integra le informazioni visive e linguistiche.



Risposta mirata

Fornisce supporto specifico e contestualizzato all'attività.



Supporto operativo in tempo reale

Chiedere spiegazioni

L'operatore ottiene chiarimenti su procedure e operazioni complesse.

Ricevere conferme

Validazione immediata delle azioni eseguite per maggiore sicurezza.

Ottenere suggerimenti

Raccomandazioni proattive per ottimizzare le attività operative.



Il supporto avviene in linea con un approccio human-centric, valorizzando l'esperienza dell'operatore.

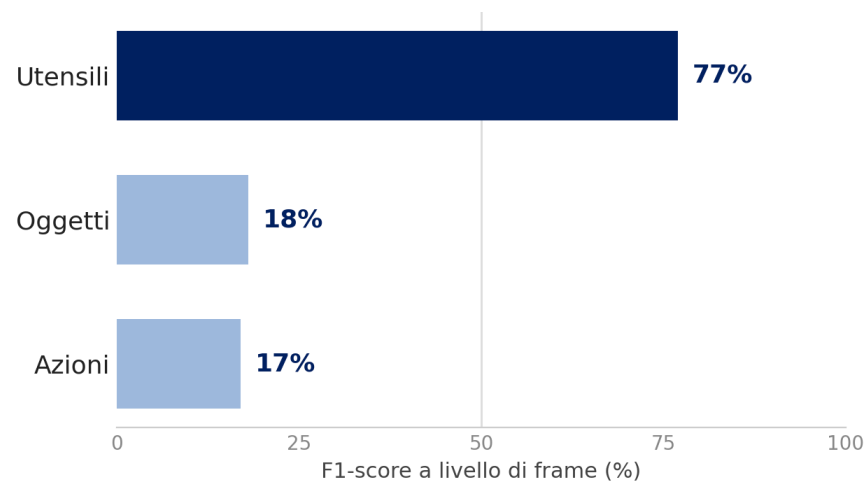
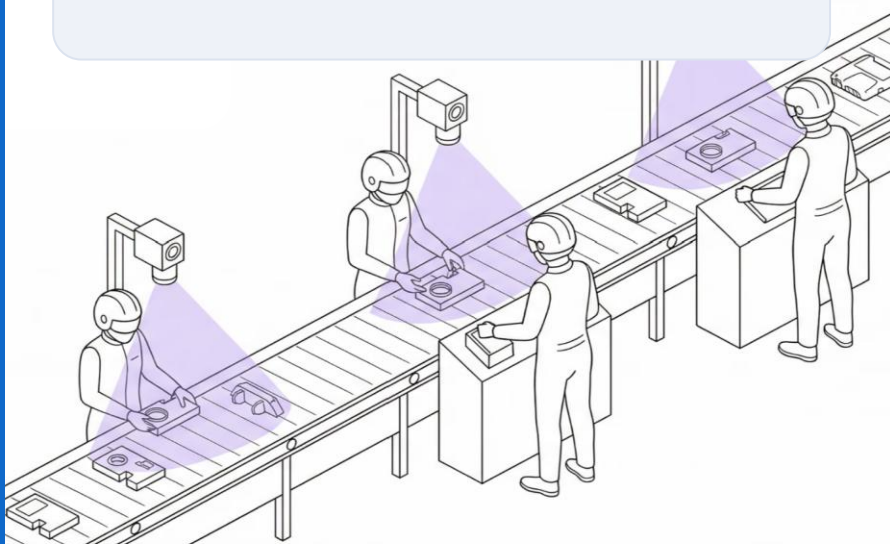


Estrarre dall'osservazione

Il movimento opposto al DIA: non diffondere conoscenza all'operatore, ma estrarla osservandolo.

L'APPROCCIO

- VLM in zero-shot: nessun dato etichettato, nessun riaddestramento.
- Su video reali di assemblaggio.
- Compito: riconoscere utensili, oggetti e azioni dell'operatore.





Dal riconoscere all'interpretare

Il salto di livello: dal frame al video, il modello smette di classificare e inizia a interpretare.

A LIVELLO DI VIDEO

Descrive la procedura, riconosce le fasi di alto livello, usa un linguaggio coerente con la scena.

Soprattutto: fa emergere micro-azioni non scritte in nessuna procedura —
stabilizzazioni, pause di ispezione, aggiustamenti informali.

È la conoscenza tacita dell'esperto, resa esplicita e riutilizzabile.

Documentazione automatica

Formazione

Cattura del know-how



La stessa idea, sulla sicurezza

La stessa capacità di osservazione, puntata sulla sicurezza.

AZIONI PERICOLOSE DA VIDEO

Sistema ad agenti che riconosce e classifica i comportamenti a rischio in video reali di incidenti.

NARRATIVE LOTO → KNOWLEDGE GRAPH

Estrazione di informazioni dai racconti di incidenti Lockout/Tagout e strutturazione in grafi di conoscenza.

Stessa tecnologia che impara dall'operatore — qui per proteggerlo.



Dal laboratorio alla linea

In laboratorio funziona. In produzione cominciano i problemi veri.

DATI

Sporchi, scarsi, riservati, chiusi in silos. Niente dataset pulito come in laboratorio.

VALIDAZIONE

Un benchmark non è una linea che produce. L'affidabilità si misura sul campo.

AFFIDABILITÀ

L'allucinazione è tollerabile in un demo, inaccettabile dove c'è la sicurezza.

ADOZIONE

L'operatore deve fidarsi e usarlo davvero: è change management, non solo tecnologia.

INTEGRAZIONE

Sistemi legacy, mondo OT/IT, vincoli reali di fabbrica.

PRIVACY

Video di operatori e di incidenti = dati personali. GDPR, consenso, rischio sorveglianza.



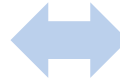
L'interfaccia con le aziende

Per questo l'azienda non è un optional: è dove la ricerca diventa reale.

L'AZIENDA PORTA

- Il problema vero
- I dati reali (sporchi e riservati)
- Il vincolo di affidabilità
- Il contesto di fabbrica

sinergia



LA RICERCA PORTA

- Il metodo e il rigore
- La valutazione sistematica
- Lo stato dell'arte
- Le competenze trasversali

La sinergia è bidirezionale. L'azienda dà il problema e i dati reali; la ricerca restituisce metodo e affidabilità.



Due modi di pensare

Accademia e impresa non sono due mondi opposti, ma due modi di pensare lo stesso problema.

IL PENSIERO SCIENTIFICO

Esplora, dubita, valida il metodo. Cerca ciò che è vero e nuovo, e convive con l'incertezza e con i tempi lunghi.

IL PENSIERO PRAGMATICO

Decide e realizza. Cerca ciò che funziona, regge in produzione e crea valore, dentro vincoli e scadenze reali.

Il punto non è scegliere: è saper passare dall'uno all'altro — riconoscere quando serve il rigore e quando la soluzione che basta.



Dal ricercatore all'ingegnere

Viviamo un'era di forte espansione tecnologica e di profonde trasformazioni nel mondo del lavoro.

IL RICERCATORE, OGGI

Fare ricerca significa inseguire un campo che cambia sotto i piedi: non si inventa da zero, si capisce e si mette a terra ciò che la tecnologia rende possibile.



la stessa logica si allarga

... E L'INGEGNERE

Il valore si sposta dall'inventare al combinare e tradurre: orchestrare strumenti potenti dentro problemi reali, sul confine tra metodo e pratica.

In un mondo del lavoro che si trasforma, conta saper vivere sul confine: **tra tecnologia e dominio, tra ciò che è nuovo e ciò che funziona.**



Uno sguardo avanti

Quando ho iniziato non c'era quasi nulla. Oggi è esplosione. Domani sarà ancora diverso.

1

Sinergia, non sostituzione

L'AI amplifica le persone — operatori e professionisti — invece di rimpiazzarle.

2

Il valore è nell'ultimo miglio

Non inventare il modello, ma capire dati, vincoli e contesto, e portarlo a terra.

3

Stare su un campo che cambia

La competenza che dura: curiosità, metodo, e il confine tra tecnologia e dominio.

Non bisogna rincorrere la singola tecnologia, bisogna conoscerla e gestirla per raggiungere i nostri obiettivi



Agenda

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

 **Nicolò Sabetta**
 nicolo.sabetta@uniroma1.it



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA