UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Artificial Intelligence Research and Innovation Center (AIRI)

Gramat: super-risoluzione generativa per rendering di interni ad alta definizione

Gramat è un sistema di intelligenza artificiale sviluppato in collaborazione con Maticad Srl, software house con sedi a Pesaro e Sassuolo specializzata in soluzioni di progettazione d'interni per il settore ceramico e dell'arredo bagno. Il sistema affronta un problema concreto: il costo computazionale di un rendering fotorealistico cresce con la risoluzione dell'immagine finale. Con Gramat il motore di rendering calcola l'immagine a bassa risoluzione, e una rete di super-risoluzione generativa basata su modelli di diffusione la riporta all'alta risoluzione.
La rete ricostruisce i dettagli fini della scena, come le venature del marmo, le fughe delle piastrelle e le trame di legni e tessuti, con particolare attenzione alla fedeltà dei materiali, elemento decisivo per chi presenta prodotti ceramici e di arredo. La tecnologia alla base di Gramat è stata pubblicata alla conferenza internazionale ICPR 2026 e il codice è disponibile in forma open source.

Laboratorio	AIRI
Area di specializzazione	Digitale, Edilizia e Costruzioni
Referenti	Lorenzo Baraldi
Keyword	Intelligenza Artificiale Generativa, Super-Risoluzione, Modelli di diffusione, Rendering di interni

"Rendering fotorealistici di interni ad alta risoluzione, a una frazione del costo di calcolo"



Fig. 1: Da rendering a bassa risoluzione a immagine fotorealistica ad alta definizione con Gramat.

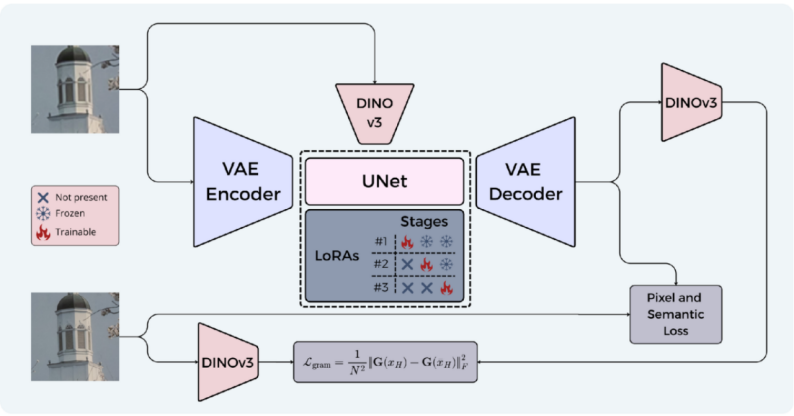


Fig. 2: Architettura di Gramat. DINOv3 guida il generatore a diffusione, mentre tre moduli LoRA ottimizzano fedeltà, dettagli semantici e coerenza delle texture.

Descrizione

Gramat è un modello di super-risoluzione a singolo passo costruito su un generatore di immagini a diffusione pre-addestrato su larga scala (Stable Diffusion). Il generatore viene adattato al compito tramite moduli leggeri di adattamento (LoRA), senza modificare i pesi del modello di base.

I principali moduli:

• **Condizionamento visivo:** i metodi esistenti guidano il generatore con una descrizione testuale dell'immagine, prodotta da un modello di captioning. Gramat estrae invece direttamente dall'immagine a bassa risoluzione delle feature visive dense, con un encoder auto-supervisionato (DINOv3). Queste feature sono allineate spazialmente con l'immagine e ne descrivono sia la struttura complessiva sia i dettagli locali.

• **Modulo di fedeltà (livello pixel):** rimuove sfocatura, rumore e artefatti di sottocampionamento, mantenendo l'immagine ricostruita aderente a quella di partenza.

• **Modulo semantico:** genera dettagli percettivamente realistici e coerenti con il contenuto della scena.

• **Modulo di texture (matrici di Gram):** allinea le correlazioni tra le feature visive delle diverse porzioni dell'immagine ricostruita con quelle dell'immagine di riferimento, preservando la regolarità dei pattern ripetuti come piastrelle, venature e trame.

I tre moduli sono addestrati in sequenza, ciascuno con il proprio obiettivo; al momento dell'uso il loro contributo può essere dosato in modo indipendente.

Aspetti innovativi

• **Condizionamento visivo invece che testuale:** elimina il passaggio intermedio della descrizione testuale e fornisce al generatore un'informazione spazialmente allineata con l'immagine.

• **Fedeltà delle texture:** l'allineamento delle matrici di Gram è pensato per superfici con pattern ripetuti, tipiche di ceramiche, pietre e legni.

• **Controllo regolabile:** tre parametri indipendenti permettono di bilanciare fedeltà all'originale, ricchezza di dettaglio e coerenza delle texture in base all'applicazione.

• **Inferenza in un solo passo:** i modelli di diffusione tradizionali richiedono decine di iterazioni; Gramat produce l'immagine finale con un'unica valutazione della rete, riducendo drasticamente i tempi di elaborazione.

• **Flessibilità:** il sistema opera con diverse risoluzioni di ingresso e di uscita e con diversi fattori di ingrandimento.

Applicazioni

• Accelerazione dei motori di rendering nei software di progettazione di interni, arredo e ceramica.

• Produzione rapida di immagini per cataloghi, configuratori online e showroom.

• Riduzione dei costi di calcolo, su server o in cloud, per servizi di rendering su larga scala.

• Più in generale, ingrandimento e restauro di fotografie e immagini degradate.



Fig. 3: Rendering di un bagno. Confronto tra l'originale ad alta risoluzione e la ricostruzione Gramat da input 16× ridotto, con dettaglio su legno e rivestimenti.

Esempio di applicazione

Gramat è stato applicato a rendering fotorealistici di ambienti domestici, come cucine e bagni, forniti da Maticad. Invece di calcolare direttamente l'immagine finale ad alta risoluzione, il motore produce un rendering a risoluzione ridotta di un fattore 16, che Gramat riporta alla risoluzione piena.

Sui rendering di interni forniti da Maticad, le immagini ricostruite da Gramat risultano visivamente confrontabili con i rendering calcolati direttamente ad alta risoluzione: superfici, riflessi e texture dei materiali vengono ricostruiti in modo coerente. Poiché il costo del rendering è proporzionale al numero di pixel calcolati, l'approccio riduce in modo sostanziale i tempi e le risorse di calcolo necessari.
Sui benchmark scientifici di riferimento (DIV2K, RealSR e DRealSR) la tecnologia supera i principali metodi di super-risoluzione a singolo passo basati su diffusione. Rispetto al metodo più vicino (PiSA-SR, CVPR 2025), migliora la fedeltà di ricostruzione fino a circa 1,5 dB di PSNR e riduce l'errore percettivo (LPIPS) fino al 14% sulle immagini reali.
Il progetto è un esempio di come la collaborazione tra università e impresa possa portare risultati di ricerca pubblicati a livello internazionale direttamente dentro gli strumenti usati ogni giorno da progettisti, rivenditori e produttori del distretto ceramico.

Partner coinvolti	Maticad Srl
Tempi di realizzazione	12 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 5 - tecnologia validata in ambiente rilevante
Valorizzazione applicazione	Pubblicazione scientifica alla conferenza ICPR 2026 e codice open source (github.com/aimagelab/GramSR). Integrazione nella pipeline di rendering di Maticad in fase di valutazione.

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Artificial Intelligence Research and Innovation Center (AIRI)

AIRI

Artificial Intelligence Research and Innovation Center



L'Artificial Intelligence Research and Innovation Center AIRI (ex Softech-ICT) è un Centro Interdipartimentale di Ricerca sull'ICT promosso dal Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" e dal Dipartimento di Economia "Marco Biagi" dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

AIRI è un laboratorio accreditato della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna e uno dei laboratori fondanti del Tecnopolo di Modena.

AIRI promuove, coordina e svolge attività di ricerca applicata, industriale e trasferimento tecnologico nel settore ICT, con particolare riferimento alle tecnologie basate sull'Intelligenza Artificiale, e relativi modelli organizzativi e di business grazie alle sinergie di competenze tra ingegneri informatici, elettronici, e delle telecomunicazioni e esperti di economia.

AIRI ospita anche l'AI Academy, che ha l'ambizione di avvicinare il mondo accademico al mondo industriale attraverso una nuova opportunità di matching degli interessi fruibile in maniera snella, flessibile e soprattutto personalizzata: giornate di formazione, workshop, hackathon, eventi e possibilità di sponsorizzazioni sono solo alcune delle possibilità offerte.

Sito web	http://www.airi.unimore.it/
Direttore	Rita Cucchiara
Data pubblicazione	01/10/2026