

Creare, produrre e distribuire opere audiovisive nel 2034: uno scenario AI-based

di Federico Bo, Mateusz Miroslaw Lis

Abstract

This article explores the scenarios of cinematographic, audiovisual and immersive creation, production and distribution in 2034, particularly related to the advent of generative Artificial Intelligence and machine learning. Starting from studies, experiences, innovative tools already in use today, an AI-based production chain is hypothesized. This should guarantee greater creative possibilities, better workflow efficiency, wider distribution of works and “democratization of technical quality”, thanks to savings in costs and time.

Keywords: cinema, artificial intelligence, audiovisual industry, movie, film production.

Introduzione

L'arte sfida la tecnologia e la tecnologia ispira l'arte.

John Lasseter

L'Intelligenza Artificiale (IA) è utilizzata nel cinema e in generale nel settore audiovisivo da diversi anni. Dalla fase di pre-produzione, con analisi dei dati a supporto delle decisioni su cosa, come, dove produrre e distribuire alla produzione, per esempio con camere di ripresa *AI-based*, alla post-produzione, con effetti speciali come il *deaging*. L'utilizzo di strumenti e servizi legati all'intelligenza artificiale era fino a oggi riservato a grandi produzioni, agli *studios* hollywoodiani o alle piattaforme come Netflix a causa dei costi e delle competenze necessarie per avvalersene. L'avvento negli ultimi due anni dell'IA generativa e di altre IA basate sui LLM (*Large Language Models*), modelli a diffusione e *transformer*, ha creato le basi per una rivoluzione lungo tutta la filiera dell'audiovisivo, una vera e propria esplosione cambriana di possibilità. Accanto alle speranze per una tecnologia in grado di ridurre costi e tempi di produzione, di migliorare la qualità tecnica dei contenuti e di stimolare la creatività, si sono manifestate ansie e paure da parte degli operatori del settore, dagli autori agli artisti ai

tecnici. Oltre che temere la perdita del posto di lavoro, essere sostituiti dall'IA sembra paventare la fine del monopolio dell'essere umano sul processo creativo e artistico. Di qui proteste, scioperi (come quello degli sceneggiatori statunitensi), aspri dibattiti.

A dispetto di queste reazioni, sottotraccia, si stanno esplorando le potenzialità e le criticità dell'IA consapevoli dell'impatto che avrà nel giro di pochissimi anni sull'intera filiera del settore: secondo alcune previsioni, nel 2030 il valore di mercato dell'IA nel settore Media ed Entertainment arriverà a circa 100 miliardi di dollari (Research and Markets, 2023). Per il rapporto *Opportunities and challenges of artificial intelligence technologies for the cultural and creative sectors* della Commissione Europea, i vantaggi dell'adozione di queste tecnologie portano riduzione dei costi e aumento dell'efficienza, supporto alle decisioni, individuazione e coinvolgimento del pubblico, ispirazione (European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, 2022). Filmmaker, autori, tecnici stanno testando sia i servizi e gli strumenti generici come ChatGPT (per esempio come ausilio ed "enzimi di creatività" nello sviluppo di soggetti e sceneggiature, cfr. Schomer 2024) sia altri tools più specialistici come quelli per il *denoising* o l'*upscaling*; anche le case di produzione e distribuzione, soprattutto quelle medio-piccole, sperimentano le novità fornite dall'IA, considerando anche come questa tecnologia stia rapidamente apparendo nelle più famose e utilizzate suite di programmi come DaVinci, Final Draft e Movie Magic.

In questo lavoro si faranno ipotesi, ampliando l'orizzonte del futuro, su come verrà scritto, scelto, prodotto e distribuito un "film espanso" tra dieci anni. Per film espanso si intende un contenuto transmediale secondo la definizione di Henry Jenkins (Jenkins, 2014, pag. 84): in questo caso un soggetto che viene declinato come un film tradizionale, come serie per piattaforme di streaming, come esperienza interattiva e gioco nel multiverso.

Creazione

Un team di sceneggiatori ha iniziato a lavorare su un progetto audiovisivo, un film esteso sul misterioso manoscritto Voynich¹. Dopo

¹ Il manoscritto, scritto in una lingua sconosciuta, è sfuggito a ogni tentativo di decifrazione. Durante la stesura di questo articolo sembra che si sia fatto un

aver effettuato un lungo e meticoloso lavoro di ricerca, hanno riversato le informazioni e i contenuti trovati in una IA conversazionale, che li aiuterà a ritrovare e utilizzare in maniera veloce ed efficace questi dati. Gli sceneggiatori, a partire da un soggetto iniziale, cominciano a sviluppare la storia principale e le storie collaterali (Mirowski *et al.*, 2022). Una ricerca suggerisce che l'intelligenza artificiale può fungere da trampolino di lancio per la creatività umana, fornendo potenziali punti di partenza che possono portare a una "struttura ad albero" di diverse trame (Doshi e Hauser, 2023). I personaggi vengono via via trasformati in "*persona*" e associati a diverse IA che li aiuteranno a cescellare personalità, dialoghi, interazioni. Con modalità analoghe, i personaggi secondari (NPC, *Non Player Characters* nel gergo dei videogiochi) della parte virtuale e immersiva sono addestrati tramite modelli di LLM, potendo in questo modo interagire non solo con il giocatore umano ma anche tra di loro (Firth, 2024). Se si vuole aggiungere un nuovo personaggio, si può aggiornare l'intera sceneggiatura con tutte le conseguenze di quella decisione nell'intero sviluppo della storia, in tempo reale (Armstrong-Smith, 2023).

Gli autori, a seconda del proprio stile di lavoro, collaborano con le IA come centauri o cyborg, secondo la definizione di Ethan Mollick. Il centauro traccia una linea chiara tra uomo e macchina, dividendo chiaramente il lavoro tra le due entità in base alle loro capacità e punti di forza. I cyborg, d'altronde, "intrecciano" i loro sforzi con l'IA, muovendosi avanti e indietro sulla frontiera frastagliata o "*jagged frontier*" dell'interazione (Mollick, 2023). Una IA multimodale specializzata in sceneggiature transmediali tiene traccia della storia principale, delle sotto-storie, degli sviluppi, degli intrecci e aiuta a suddividere efficacemente le trame tra film, serie, metaverso. Questo modello crea anche, sotto l'input degli autori, bozze di immagini, video, suoni, musiche. A seconda del grado di intervento umano imposto dalla produzione nello sviluppo del testo vengono utilizzate diverse architetture di *prompting* sviluppate a partire dagli archetipi narrativi tradizionali (Mirowski *et al.*, 2023) o da nuovi paradigmi individuati propri dall'analisi automatica dei LLM.

passo avanti nella comprensione: uno studio ipotizza potrebbe contenere informazioni sul sesso e sul concepimento (Carmignani 2024).

Pre-produzione

Soggetto, sceneggiatura e sviluppo transmediale vengono presentati alla casa di produzione. Questa ha un sistema di scrematura delle proposte *AI-based*: un *fine-tuning* ha consentito a un modello di “assorbire” l’intero catalogo e gli archivi della società (incassi e ricavi da vendite a tv e piattaforme, premi, recensioni, giudizi del pubblico ecc.) insieme a caratteristiche e requisiti di massima che un’opera dovrebbe avere per essere presa in considerazione per la produzione. Una volta scelto, il testo iniziale della sceneggiatura viene rapidamente dissezionato e vengono prodotte tutte le documentazioni circa i fabbisogni per le scene, i piani di produzione e ogni altro piano logistico-organizzativo. Anche il casting e il *location scouting* sono automatizzati per mezzo di database vettoriali che permettono tramite modelli di *vector embeddings* (es. CLIP) di effettuare ricerche semantiche ottenendo diverse proposte circa gli attori da coinvolgere e le location più adeguate (Radford *et al.*, 2021).

Per redigere il budget si può contare su chatbot che, tramite “conversazioni” dirette con le loro controparti (fornitori, agenzie locations, assicurazioni), possono gestire, come agenti autonomi, gran parte del lavoro di contrattazione, lasciando alla componente umana i compiti di controllo e avallo (Van Hoek *et al.*, 2022). Il regista, il direttore della fotografia, il costumista, lo scenografo e altre professionalità pre-visualizzano il progetto tramite storyboard, *moodboard*, concept art e brevi animazioni preliminari con modelli generativi di immagini, video, suoni, musiche che possono già tenere conto, per esempio, dei volti selezionati o delle potenziali location.

Il VAD (*Virtual Art Department*) progetta, crea e gestisce tutte le immagini del progetto, inclusa la produzione di prototipi 3D e oggetti di scena oltre che ambienti pronti per le scene nel set virtuale (*virtual set*). Si decide anche quali elementi dovrebbero apparire virtualmente e quali dovrebbero essere oggetti fisici, per esempio i costumi di scena (realizzabili anche in stampa 3D). Il VAD in genere lavora a stretto contatto con il team di pre-visualizzazione (*previs*) per garantire una transizione senza soluzione di continuità dall’idea all’iterazione (Cheung, 2023). «La pre-produzione è ora post-produzione.» (Swords e Willment, 2024)

Strumenti di IA generativa sono utilizzati per creare oggetti e ambientazioni realistiche che saranno poi inseriti nelle scene girate sui *virtual set*. La tecnologia NeRF (“*Neural radiance fields*”) ricostruisce scene 3D complesse da un insieme di immagini 2D. In un migliora-

mento rispetto alla fotogrammetria, i NeRF mantengono e rendono dinamicamente anche tutti i riflessi, l'illuminazione e le qualità dei diversi materiali (ad esempio, trasparenza del vetro, lucentezza del metallo, pelle umana) (Schomer, 2024).

Produzione

Le IA generative, e in particolare il *text-to-video*, hanno raggiunto un apprezzabile livello di maturità. Sono utilizzate massicciamente per video aziendali, pubblicità e per un nuovo sotto-genere dell'animazione. Tuttavia, sia per problemi tecnologici (ad esempio crescita esponenziale dei dati necessaria per immagini dettagliate, cfr. Udandarao *et al.*, 2024), sia per ragioni storiche, artistiche, estetiche e contrattualistiche (Maddaus, 2024), la grande maggioranza dei film e delle serie è girata sul set, sia pure "aumentato" e permeato di IA. Il set virtuale è da decenni utilizzato per ricreare in studio ambientazioni fisiche reali o fantastiche. Passando dal *matte painting* al *chroma key* al *led wall*, le tecniche e gli strumenti hanno garantito possibilità sempre maggiori, aumentando enormemente la qualità, la velocità di produzione, la riduzione di costi e l'impatto ambientale (Tangcay, 2022).

Negli anni Trenta l'intelligenza artificiale permea ogni attività sul set virtuale ibridata con i motori grafici in tempo reale. A differenza delle tecniche di produzione tradizionali, la produzione virtuale incoraggia un processo più iterativo, non lineare e collaborativo (Pires, Rapos, Silva, 2022). Migliora il realismo e l'immersione degli ambienti digitali: creati con l'ausilio di motori grafici, sono ormai indistinguibili da quelli reali e si possono fondere con questi permettendo infinite scelte tecniche e artistiche. Movimenti di camera, angolazioni, luci, audio sono stati impostati dal *previs*. L'IA monitora i movimenti sul set, acquisendo dati in tempo reale (Swords e Willment, 2024): questo permette al regista e ai tecnici di visualizzare in anteprima e regolare le scene istantaneamente – cambio di illuminazione, modifica asset virtuali ecc. – il che non solo accelera il processo decisionale ma fa anche risparmiare tempo significativo in fase di post-produzione. Molti degli effetti visivi sono applicati direttamente in questa fase (*In-Camera Visual Effects*, ICVFX) in base a quanto deciso in pre-produzione dal VAD. La crescita di studi attrezzati per i set virtuali e tecnici con competenze adeguate rendono accessibile questa possibilità tecnico-creativa anche alle produzioni medio-piccole (Fortune Business Insights, 2024).

Le velocità di connessione Internet disponibili permettono ormai da anni di lavorare con il girato in tempo reale, con team delocalizzati in ogni parte del mondo. Con la proliferazione di software accessibili, una gamma più ampia di registi e team di produzione può sfruttare la potenza della produzione virtuale per dare vita alle proprie visioni creative (Vitrina.ai, 2024), democratizzando la rappresentazione dell'immaginario. La tecnologia di *motion capture* senza marcatori (“*markerless mocap*”) elimina la necessità di tute e telecamere ingombranti, permettendo agli attori di muoversi liberamente (Stytch, 2024). Attraverso algoritmi di intelligenza artificiale, questi sistemi registrano movimenti, espressioni e sfumature in tempo reale. Gli attori possono esibirsi in modo più naturale e intuitivo (soprattutto nelle scene movimentate), con maggiore libertà creativa e sperimentazione (Morton, 2024) sia interpretando personaggi fantastici che versioni più giovani o vecchie di sé stessi. In questo modo, quindi, il *deaging* può essere effettuato direttamente durante le riprese.

Per le scene in esterno c'è un massiccio uso di droni: non solo aerei ma anche terrestri e, all'occorrenza, acquatici. I droni-operatori di ripresa godono di una certa autonomia, essendo stati addestrati con tecniche di *machine learning* alle preferenze e agli stili di ripresa del regista e del direttore della fotografia (Nichols, 2019): questi monitorano ed eventualmente modificano le indicazioni mentre la troupe osserva attentamente i monitor che mostrano le riprese in tempo reale. Alcuni membri della troupe indossano visori AR, controllando i droni tramite interfacce di realtà aumentata. I droni non sono utilizzati solo per riprendere una scena da più punti vista ma anche come “assistenti” per i tecnici: alcuni trasportano microfoni direzionali e luci di scena aggiuntive. Gran parte della comunicazione tra la troupe e i droni (e altre attrezzature) avviene in un linguaggio naturale, “dialogando” con i dispositivi tramite IA.

Tra gli strumenti a disposizione del regista e del direttore della fotografia vi sono le mappe di salienza (Morandi, Palazzo, Spampinato, 2024) che li aiutano in tempo reale a controllare il girato, verificando che l'attenzione visiva dello spettatore nella scena sia focalizzata nei punti desiderati.

Post-produzione

Una volta in post-produzione, i modelli generativi permettono di rielaborare e migliorare le immagini andando a correggere eventuali

errori in produzione o aprendo nuove potenzialità espressive. Sistemi intelligenti consentono di organizzare tutto il girato e di proporre delle bozze di montaggio. Le inquadrature possono essere allargate tramite *out-painting* e corrette aggiungendo o rimuovendo elementi tramite *in-painting* (Quan *et al.*, 2024). Tutte queste attività, un tempo disponibili solo per grandi produzioni o comunque con alti costi e notevole quantità di tempo necessaria, sono svolte rapidamente, efficacemente da economiche IA “procedurali” appositamente addestrate.

I volti degli attori possono essere modificati, ringiovaniti o invecchiati: è ora pratica comune sostituirli con quelli di celebrità che hanno venduto il proprio diritto di immagine. Sistemi di *video-to-video* permettono di modificare radicalmente il girato andando a mantenere le forme e le composizioni generali con la possibilità quindi di trasformare sequenze realistiche in animazioni 2D e infiniti altri stili (Runway 2024). Ogni elemento dei VFX tradizionali è rinnovato da una qualche applicazione di IA generativa, dai modelli *text-to-animation* a sistemi specifici per il *rotoscoping*, il *matting* e il *compositing*. Sistemi generativi di *re-lighting* (BBC Research and Development, 2022) permettono di modificare l’illuminazione delle inquadrature e trasformare location di scarsa qualità in ambienti spettacolari. In alcuni casi, intere sequenze possono essere ri-generate da modelli *text-to-video* e *image-to-video*, magari per esplorare composizioni e punti di vista leggermente diversi. La generazione di effetti sonori, brani musicali e altri asset audiovisivi viene effettuata per mezzo di modelli generativi e semplici prompt (Stability 2024). Il *video-to-audio* (V2A) aiuta compositori e tecnici del suono creando suoni, effetti sonori, musiche per ogni clip video, generando molteplici variazioni che possono essere utilizzate in versioni differenti dell’opera, per esempio per mercati diversi dall’originale produzione (Deepmind – Generative Media Team, 2024).

Uno degli impatti chiave dell’intelligenza artificiale nell’editing video è l’automazione delle attività di base e ripetitive come il *color grading/correction*. Gli strumenti basati sull’intelligenza artificiale possono analizzare filmati, identificare le riprese migliori e persino suggerire modifiche in base a fattori come il rilevamento delle emozioni o il flusso narrativo (Bustos *et al.*, 2023). Questa automazione riduce significativamente il tempo richiesto per le fasi iniziali di editing, consentendo ai montatori di concentrarsi maggiormente sugli aspetti creativi del processo. La collaborazione con il software di montaggio – così come quella consueta con il regista – avviene soprattutto attraverso la conversazione vocale.

Le voci originali delle attrici e degli attori sono utilizzate per dop-

piare il film e il gioco immersivo in decine di lingue, mantenendo o adattando tono, prosodia, sincronizzazione del labiale: vengono utilizzati modelli *text-to-speech*, sistemi di *voice-cloning* e di *lip-synch* che rendono il processo di doppiaggio sostanzialmente automatico e il risultato eccellente (Bigioi, Corcoran, 2023). Per alcune scene del film si utilizzano filmati d'archivio. I sistemi di restauro generativo come l'*upscaling* (Li *et al.*, 2023) il *denoising*, l'interpolazione (Huang *et al.*, 2022), la colorazione per le immagini e i video (Salmona, Bouza, Delon, 2022), *audio separation* e *audio upsampling* (Kuleshov, Enam, Ermon, 2017) permettono di recuperare filmati e tracce audio d'archivio e riportarle alle qualità di trasmissione contemporanee. Le risoluzioni e il *framerate* di immagini e video possono essere migliorate artificialmente con notevoli aumenti in qualità visiva, le sequenze musicali possono essere separate nelle singole tracce audio vocali, strumentali o di rumore e restaurate completamente.

Distribuzione

Lo studio per un'appropriata distribuzione parte dall'analisi della sceneggiatura e di tutti i contenuti generati tramite IA durante la fase di creazione. L'*audience designer* costruisce profili o *personas*, che rappresentano spettatori tipo divisi per genere, età, interessi, collocazione geografica e altri parametri (Arora, 2024). Attraverso la conversazione con queste "entità statistiche" e con l'utilizzo di tecniche di *machine learning* si arrivano a definire pubblici ideali che serviranno a distribuire il film sia a livello geografico (dal quartiere ai continenti) sia a indirizzare la scelta della piattaforma e dei canali televisivi a cui vendere i diritti. L'analisi serve anche a definire meglio le caratteristiche della serie e dell'esperienza interattiva nel multiverso. Vengono inoltre individuate le migliori date di uscita dei vari formati e i festival/concorsi tradizionali e di nuova concezione a cui proporli.

Quando è pronta una versione quasi definitiva dell'opera, si effettuano proiezioni di test con il pubblico sintetico, ovvero le *personas* (in grado di analizzare e fornire pareri sul film nel suo complesso e sulle singole scene) (Bisbee *et al.*, 2023). Le analisi effettuate nelle varie fasi di produzione servono all'IA che collabora con l'ufficio stampa e il settore promozione a definire le strategie di marketing. Teaser, trailer, poster sono molteplici e attentamente targettizzati dall'IA a seconda di molti parametri geografici, anagrafici, sociali. Il titolo definitivo del film deriva anch'esso da questa fase ed è diverso a seconda dei mercati:

per l'Italia, "Passioni Cifrate: Il Codice del Piacere". Viene messo a punto un piano di rilascio di versioni con *product placement* differenziato per paese (Mirriad, 2024). Vengono create – su richiesta e come contenuti premium – versioni personalizzate del film esteso: lo spettatore può decidere alcuni elementi di contorno, come il nome di una via, di un negozio, del proprio cane o far inserire la sua controparte digitale come comparsa o l'immagine della propria casa.

Sale cinematografiche

Le sale cinematografiche accolgono il film perché «bilanciano lo spettacolo immersivo dell'arte e della tecnologia con la rete emotiva di una folla» (Wilson, 2022). Queste agorà in cui l'intrattenimento si fa socialità si sono per la maggior parte trasformate negli ultimi anni. Alcune sono diventate sale multifunzione: la funzione classica di visione (anche in live streaming per eventi come balletti, opere, concerti) viene supportata attraverso schermi (PLF o Premium Large Format) tipo Imax che coinvolgono, in alcuni casi, anche la visione periferica (come la tecnologia *ICE IMMERSIVE*® sviluppata in Francia); tecnologie avanzate per il sonoro, poltrone aptiche (D-Box 2024) e sistemi come il 4DX (Murphy 2022) che introducono effetti fisici in sala possono inoltre garantire un coinvolgimento propedeutico al metaverso. Infatti la loro nuova modularità (es. sedute removibili) le rende spazi adatti alla fruizione delle esperienze immersive del multiverso. Una ridefinizione dello spazio, visori, *ledwall* e dispositivi aptici creano esperienze in tempo reale tra le persone in loco e quelle distanti, in luoghi analoghi ma lontani, in altre città, paesi, continenti. Esperienze ludiche, culturali, artistiche. Ma anche lezioni universitarie aumentate, workshop evoluti, raduni religiosi meta-universali (Lally e Kennerk, 2021).

Il film potrà essere visto in sala e "vissuto" nella sua versione immersiva nella sala accanto. Un'altra evoluzione delle sale cinematografiche è quella dei cinema boutique (Radice 2022), piccole sale simili a salotti o club esclusivi in cui arredamento e design assumono un ruolo determinante così come le esperienze sensoriali stimulate da degustazioni enogastronomiche in tema e serate con dress code storico o futuristico.

Conclusioni

In questo articolo abbiamo descritto un possibile scenario riguardante la creazione, la produzione e la distribuzione di un'opera audiovisiva nel 2034. Le previsioni nascono dall'analisi di metodologie, pratiche, tecnologie, strumenti utilizzati attualmente. La rapida evoluzione dell'intelligenza artificiale (generativa e non), del *machine learning*, dei set virtuali, di tecnologie AR/VR porterà probabilmente a modificare il workflow produttivo: la scrittura verrà assistita dall'IA generativa (testuale, visiva, musicale), la pre-produzione assumerà un ruolo cruciale, la post-produzione permetterà anche alle piccole produzioni indipendenti e ai filmmaker di realizzare opere di qualità tecnica superiore e con soluzioni creative innovative anche a basso costo. La rapidissima evoluzione di tecnologie *AI-based* rende naturalmente difficile effettuare previsioni precise; i timori legati all'IA generativa, inoltre, incideranno sui tempi di adozione.

Continuare a monitorare il settore cinematografico e audiovisivo e le sue produzioni resta un punto fermo per elaborare gli scenari futuri: non solo quello americano e non solo quello dei grandi player come gli *studios* e le piattaforme di streaming ma anche le produzioni europee, cinesi, indiane e quelle indipendenti.

Bibliografia

- Armstrong-Smith K., *Interview with Karl Quinn – Artificial intelligence in film-making: How the rise of the AI machines is changing the industry*, “The Sydney Morning Herald”, 25 agosto 2023: <https://bit.ly/49l0edp>.
- Arora, K., *Create Dynamic User Personas with Machine Learning*, “Marvin”, 24 maggio 2024: heymarvin.com/resources/using-ai-for-personas/
- BBC Research and Development, *Automatically re-lighting scenes in post-production – using machine learning*, BBC, 16 giugno 2022: <https://bit.ly/4ijlIeB>.
- Bigioi D., Corcoran P., *Multilingual video dubbing – a technology review and current challenges*, “Frontiers in Signal Processing”, vol. 3, settembre 2023.
- Bisbee J., Clinton J.D., Dorff C., Kerkel B., Larsson J.M., *Synthetic Replacements for Human Survey Data? The Perils of Large Language Models*, SocArXiv, 2 maggio 2023: osf.io/preprints/socarxiv/5ecfa
- Bustos C., Civit C., Due B. et al, *On the use of Vision-Language models for Visual Sentiment Analysis: a study on CLIP*, arXiv, ottobre 2023.
- Carmignani S., *Manoscritto Voynich, è stato finalmente decodificato?*, “Wired Italia”, 26 aprile 2024: wired.it/article/manoscritto-voynich-deciftrato-studio/
- Cheung R., *Understanding The Virtual Production Workflow*, MASV, 29 marzo 2023: massive.io/workflow/virtual-production-workflow/
- D-Box, *D-BOX | Moving the World With Haptic Technology*, 2024: d-box.com/en
- Deepmind – Generative Media team, *Generating audio for video*, Google Deepmind, 17 giugno 2024: deepmind.google/discover/blog/generating-audio-for-video/
- Doshi A.R., Hauser O., *Generative artificial intelligence enhances creativity but reduces the diversity of novel content*, SSRN, 14 agosto 2023: papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4535536
- European Commission Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, Izsak K., Terrier A., Kreutzer S. et al., *Opportunities and challenges of artificial intelligence technologies for the cultural and creative sectors*, Publications Office of the European Union, febbraio 2022: data.europa.eu/doi/10.2759/144212
- Firth N., *How generative AI could reinvent what it means to play*, “Technology Review”, 20 giugno 2024: <https://bit.ly/3CTwzfl>.
- Fortune Business Insights, *Virtual Production Market Size, Share | Industry Report [2023]*, “Fortune Business Insight”, 10 giugno 2024: fortunebusinessinsights.com/virtual-production-market-107105
- Huang Z., Tianyuan Zhang W.H., e et al., *Real-Time Intermediate Flow Estimation for Video Frame Interpolation*, arXiv, 2022: [arXiv:2011.06294](https://arxiv.org/abs/2011.06294).
- Jenkins H., *Cultura convergente*, Apogeo Education, Milano, 2014.
- Kuleshov V.S., Enam Z., Ermon S., *Audio Super Resolution using Neural Networks*, arXiv, 2017: [arXiv.1708.00853](https://arxiv.org/abs/1708.00853).
- Lally K., Kennerk C., *How Technology is Helping Cinemas Compete in a Post-Pandemic Climate*, Boxoffice Pro, 18 agosto 2021: boxofficepro.com/to-the-rescue-technology-helps-cinemas-compete-in-a-post-pandemic-climate/

- Li G., Ji J., Niu W., et al., *Towards High-Quality and Efficient Video Super-Resolution via Spatial-Temporal Data Overfitting*, arXiv, giugno 2023: arXiv.2303.08331.
- Maddaus G., *IATSE Agreement Clears the Way to Use Artificial Intelligence as a Tool*, "Variety", 30 giugno 2024: <https://bit.ly/4g7Jhpa>.
- Mirowski P., Mathewson K.W., Pittman J., Evans R., *Co-Writing Screenplays and Theatre Scripts with Language Models An Evaluation by Industry Professionals*, arXiv, settembre 2022: arXiv.2209.14958.
- Mirriad, *Patents*, Mirriad, 2024: <https://www.mirriad.com/>
- Mollick E., *Centaurs and Cyborgs on the Jagged Frontier*, "One Useful Thing", 16 settembre 2023: oneusefulthing.org/p/centaurs-and-cyborgs-on-the-jagged
- Morandi M., Palazzo S., Spampinato C., *Transformer-based Video Saliency Prediction with High Temporal Dimension Decoding*, arXiv, giugno 2024: arXiv.2401.07942.
- Morton R.C., *AI Filmmaking and Virtual Production: The Groundbreaking Potential and Profound Challenges March 2024*, Robert C Morton, 20 marzo 2024: robertcmorton.com/ai-filmmaking-and-virtual-production/
- Murphy K., *What Is 4DX? Explaining the Movie Theaters With Moving Seats*, "Variety", 5 agosto 2022: <https://bit.ly/49fRpBH>.
- Nichols G., *Action! Autonomous drone doubles as a film director*, ZDNET, 18 ottobre 2019: zdnet.com/article/action-autonomous-drone-doubles-as-a-film-director/
- Pires F., Rapos R., Silva R., *A Survey on Virtual Production and the Future of Compositing Technologies*, International Conference Cinema – Art, Technology, Communication, Avanca, Portugal, vol. 13, luglio 2022.
- Quan W., Jiayi C., Dong-Ming Y., Wonka P., *Deep Learning-based Image and Video Inpainting: A Survey*, arXiv, gennaio 2024: arXiv.2401.03395.
- Radford A., Wook Kim J., Hallacy C., et al., *Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision*, arXiv, settembre 2021: arXiv.2103.00020.
- Radice S., *Everyman, il successo dei "cinema boutique" nel Regno Unito*, "CineGuru", 28 luglio 2022: <https://bit.ly/3CXqZsl>.
- Research and Markets, *Global AI In Media & Entertainment Market Size, Share & Trends Analysis Report by Solution (Hardware/Equipment, Services), Application (Gaming, Personalization), Region, and Segment Forecasts, 2023-2030*, researchandmarkets.com, dicembre 2023: <https://bit.ly/3OySrZ8>.
- Runway, *Gen-1: Video to Video*, Runway, 2024: runwayml.com/ai-tools/gen-1-video-to-video/
- Salmona A., Lucia B., Delon J., DeOldify, *A Review and Implementation of an Automatic Colorization Method*, "IPOL Journal", 5 settembre 2022.
- Schomer A., *How Generative AI Could Enable Synthetic Production*, "Variety", 7 febbraio 2024: <https://bit.ly/4eXcEt5>.
- Stability, *Stable Audio Open – Stability AI*, Stability AI, 5 giugno 2024: stability.ai/news/introducing-stable-audio-open.

- Stytch, *Involvement of AI in Motion Capture (MoCap)*, Stytch, 9 gennaio 2024: stytchstory.com/blog/involvement-of-ai-in-motion-capture--mocap.
- Swords J., Willment N., *The emergence of virtual production – a research agenda*, “Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies”, vol. 30, n. 5, maggio 2024.
- Tangcay J., *How Virtual Production Is Helping to Cut Costs and Reduce Carbon Footprint*, “Variety”, 20 aprile 2022: <https://bit.ly/4eUxutf>.
- Udandara V., Amey P., Adhiraj G., et al., “Zero-Shot” Without Exponential Data: Pretraining Concept Frequency Determines Multimodal Model Performance, arXiv, maggio 2024: arXiv.2404.04125.
- Van Hoek R., DeWitt M., Lacity M., Johnson T., *How Walmart Automated Supplier Negotiations*, “Harvard Business Review”, 8 novembre 2022: hbr.org/2022/11/how-walmart-automated-supplier-negotiations.
- Variety, *Generative AI & Entertainment*, Variety Media, aprile 2023.
- Vitrina.ai, *Inside the Virtual Set: A Conversation with James Blevins*, vitrina.ai. 7 aprile 2024: vitrina.ai/blog/interview/virtual-production-mesh-james-blevins.
- Wilson M., ‘Wakanda Forever’ cannot save movie theaters, but this plan might, Fast Company, 11 novembre 2022: <https://bit.ly/3CXHrss>.