

VFX Compositing: aberrazioni ottico-anamorfiche per la rappresentazione narrativa ed emozionale

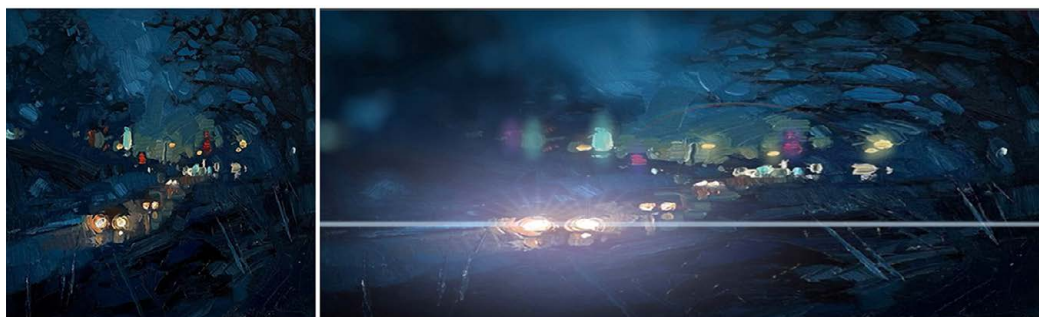
Emanuela Lanzara

Abstract

Obiettivo del contributo è approcciare, tra ricerca e didattica, l'utilizzo di VFX_Visual Effects nel campo della CGI_Computer-Generated Imagery favorendo l'interdisciplinarietà tra le Scienze della Rappresentazione, le Digital Humanities e le Scienze della Formazione, Psicologiche e della Comunicazione. In particolare, con riferimento ai fondamenti della Geometria proiettiva e dell'Ottica fisica e geometrica, lo studio indaga e sistematizza le regole di proporzionamento e gli effetti ottico-geometrici (aberrazioni) generati dall'utilizzo, reale o virtuale (post-produzione), di ottiche anamorfiche per il compositing (elaborazione, implementazione o correzione) di immagini (disegni, render, AI generated image, foto). L'approccio STEAM adottato mira a sistematizzare ed esplicitare i processi geometrico-compositivi alla base dei principali effetti visivi generati dalle ottiche anamorfiche per l'elaborazione e la manipolazione speditiva e sostenibile (costi, tempo e risorse), di immagini statiche e sequenze animate, reality based o illusorie, quali prodotti per la rappresentazione e comunicazione narrativa ed emozionale (es. digital illustration, storytelling). Inoltre, la conoscenza di principi, workflow e terminologia specialistici favorisce l'utilizzo consapevole, oltre che l'implementazione, degli AI image generator (Text/Image-to-Image, 3D Model, Video) nei processi finalizzati alla creazione di scenari concettuali, fotorealistici o immaginari caratterizzati da tali effetti.

Parole chiave

ottica anamorfica, aberrazione, VFX, compositing, digital illustration.



VFX Compositing: trasformazione di un'illustrazione in ripresa acquisita con ottica anamorfica (a sinistra: olio su tavola ©Chris Long, 2024; a destra: elaborazione dell'autrice).

Introduzione: VFX per la simulazione di anamorfismi figurativi e figurati

La CGI è un'applicazione della computer grafica per la resa di effetti visivi speciali [Das 2023]: il VFX *compositing* [1] e la NRT_ *Near Real Time virtual production* [Stump 2021] consentono di costruire e/o manipolare immagini e sequenze, implementandone la dimensione figurativa e figurale e, di conseguenza, il potere di rappresentazione narrativa [Chieri 2019] spazio-temporale. In ambito cinematografico, la simulazione degli effetti generati dalle ottiche anamorfiche è tra le soluzioni più ricercate [Fauer 2015]: distorsioni e aberrazioni geometriche e cromatiche emulano la visione percepita dall'occhio umano, generando sensazioni coinvolgenti e atmosfere surreali.

Tra illusioni ottiche e prospettiche [Pagliano 2024], nell'arte, in letteratura, in fotografia e nel cinema, il ricorso ad anamorfismi figurativi e figurati, indotti da filtri attraverso cui guardare, innesca e veicola il coinvolgimento spazio-temporale ed emozionale del fruitore: gli studi letterari tracciano diversi casi di ricorso ad anamorfosi espresse in forma retorica, come nel caso delle *twenty shadow* (molteplici ombre) generate dalle *blinding tears* (lacrime accecanti) attraverso cui Shakespeare [Shakespeare 1595] esprime la visione confusa e distorta della realtà causata dal dolore [Shickman 1978]; nei secoli XVIII e XIX, il *Claude glass* (*black mirror* o lente di Claude) [2], uno specchio nero e convesso, era utilizzato per riflettere prospettive aberrate, caratterizzate da saturazione dei colori e perdita di dettagli, restituendo l'effetto visivo tipico della pittura paesaggistica dell'epoca [Maillet 2004], (fig. 1a); nel XX secolo, Arthur Samuel Mole e John D. Thomas sfruttarono l'anamorfosi per veicolare contenuti patriottici attraverso la fotografia [Mole 2015] (fig. 1b); Marcel Duchamp, in *Étant donnés: 1° la chute d'eau/2° le gaz d'éclairage* (1946-1966) guida l'osservatore verso il punto di vista preferenziale (fig. 1c).

Le restituzioni spaziali dei *visual media* sono categorizzabili in funzione dei rapporti tra spazio rappresentato e spazio fisico (concettuale), schermo (geometrico) e racconto (perceptivo), [Attademo 2023].

In una sequenza cinematografica, il passaggio tra inquadrature più o meno estese supporta la comunicazione delle variazioni spazio-temporali ed emozionali; il *defocus* (sfocatura) definisce i rapporti gerarchico-visivi tra elementi e/o personaggi che compongono la scena (*background/foreground*); effetti quali *bokeh* [3] e *flare* (bagliori) emulano i difetti visivi dell'occhio umano e generano particolari atmosfere vintage e immaginarie (fig. 2).

L'adozione di VFX simulanti effetti ottici, fisici e geometrici (distorsioni, aberrazioni) generati dalle ottiche anamorfiche, veicola la dimensione narrativa spazio-temporale di immagini e/o sequenze concettuali, fotorealistiche o iperrealistiche, con inevitabili ricadute sul piano emozionale, ottimizzando i costi del processo (es. produzione e acquisto di ottiche anamorfiche; tempi/oneri computazionali per il rendering), (fig. 3).

Nella cinematografia digitale, l'utilizzo di ottiche anamorfiche trova, ad oggi, ampio supporto nella generative AI per la simulazione degli stessi effetti visivi [Iovinella 2022]. Direttori della fotografia, *CG artist* e *compositer* mappano, traducono e riproducono iterativamente



Fig. 1. *Claude glass*, ©Alex McKay; b. *Human Statue of Liberty*, Mole&Thomas (1918), ©StatueLibertyNPS; c. *Étant donnés: 1° la chute d'eau/2° le gaz d'éclairage*, Marcel Duchamp (1946-66), ©Steve Fernie.



Fig. 2. Principali effetti visivi di riprese acquisite con ottiche anamorfiche. In alto, da sinistra, in senso orario, frames tratti dai film *Bringing Out the Dead* (1999); *The Dark Knight* (2008); *Blade Runner* (1982); *Star Trek Into Darkness* (2013). Elaborazioni dell'autrice (da: StudioBinder 2021).



Fig. 3. Da sinistra: helpx.adobe.com/illustrator/using/tool-techniques/flare-tool.html; Clip Studio TIPS, How to make a simple lens flare; prompthunt.com, SD prompt: attack on titan, hyperdetailed, PFP, lens flare, octan, high quality; avvesione.wordpress.com/2012/10/13/roboticsnotes-1/; froyok.fr/blog/2021-09-ue4-custom-lens-flare/; r/unrealengine, What's the best way to make lens flares like in MGSV? Elaborazione dall'autrice.

gli effetti generati dalle ottiche anamorfiche quasi in real time (NRT), allineando effetti reali e virtuali (calibrazione dell'obiettivo, machine learning e rendering in real time), [Heater 2023]. Gli strumenti di analisi (es. griglie e allineamenti) supportano la mappatura degli effetti e l'estrazione dei metadati della camera da trasmettere in *streaming* al software, al fine di migliorare l'effetto mediante appositi sistemi di apprendimento automatico. Inoltre, la conoscenza di fondamenti teorici e processi applicativi per la generazione di effetti visivi è condizione necessaria per l'implementazione e il corretto utilizzo di *text-to-image* e *image-to-image* AI Image generator.

Principi geometrico-proporzionali: *Aspect Ratio* and *Pixel Aspect Ratio*

Tecnologicamente, il cinema può essere definito come combinazione di movimento, immagine e proiezione [Candeloro 2006]. Una sequenza cinematografica è un insieme di immagini impresse sulla pellicola che esaurisce un episodio narrativo [4]; analogamente, un video rendering consiste in una sequenza di immagini digitali. Il pioniere del cinema britannico Cecil Hepworth (1874-1953) fu il primo a suggerire di "restringere e accostare le immagini per creare brevi sequenze o episodi"; contestualmente, nel 1926, il fisico e astronomo francese Henri-Jaques Chrétien (1879–1956) brevettò l'Hypergonar, ottica costituita da un aggiuntivo di lenti cilindriche, sovrapposto a una lente sferica, utilizzato come visore grandangolare per carri armati.

La prima produzione cinematografica in ripresa anamorfica risale al 1952, quando la 20th Century Fox acquisì la licenza su proposta di Chrétien e produsse il film *The Robe in CinemaScope*, influenzando le attuali tecnologie di produzione cinematografica. I formati che prevedono l'uso di lenti anamorfiche, dal *Cinemascope* (pellicola formato 4:3, negativo 35 mm e lenti anamorfiche) all'*Ultra Panavision* (pellicola a grande formato, negativo 70 mm e lenti anamorfiche) sfruttano l'anamorfosi per restituire un'inquadratura più ampia a partire da un dato formato di immagine e supporto, mediante trasformazioni geometrico-proporzionali tra *Aspect Ratio* e *Pixel Aspect Ratio* (figg. 4, 5).

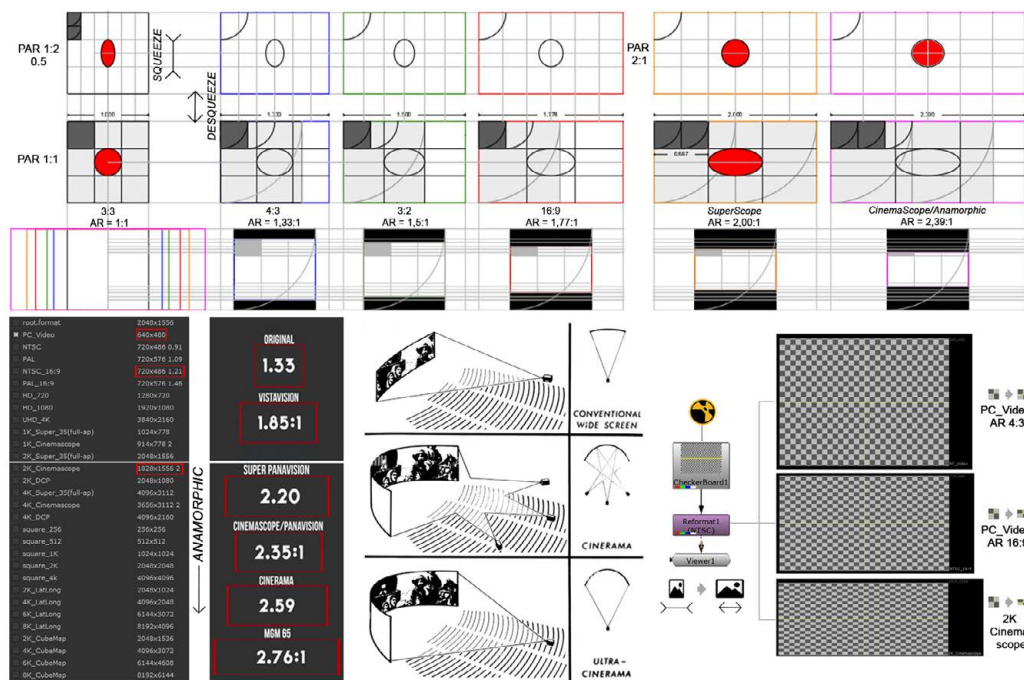


Fig. 4. Aspect Ratio e Pixel Aspect Ratio (schemi proporzionali e Reformat, Nuke, Foundry). Elaborazioni dell'autrice.



Fig. 5. A sinistra: Manuale per 8mm obiettivo anamorfo [Chretien, 1926]; a destra: squeeze (effetto chiusura) e desqueeze (effetto apertura) dai frames del film Mummy (2014).

Data un'immagine raster, geometricamente descritta come griglia di pixel (campionamento e quantizzazione), si definisce *AR_Aspect Ratio* (X:Y) la proporzione (rapporto) tra larghezza (X) e altezza (Y) dell'immagine o schermo di un dispositivo [Kavanaugh 2023]: è noto che un formato 16:9 (AR 1.77:1) corrisponda a un formato più esteso, dunque visivamente più ampio, rispetto al formato 4:3 (AR 1.33:1). Dato un *Pixel_picture element*, si definisce *PAR_Pixel Aspect Ratio* la proporzione tra altezza e larghezza dell'elemento o cella.

Il formato complessivo di memorizzazione e visualizzazione di un filmato è rappresentato dalla seguente formula: $PAR = DAR/SAR$, dove $DAR = Display Aspect Ratio$ e $SAR = Storage Aspect Ratio$. Per $DAR = SAR$, $PAR = 1$ (1:1, px quadrato); diversamente, l'ottica anamorfica comprime o estende l'immagine in larghezza, dunque $PAR < 1$ o > 1 (e.g. 1:2 o 2:1, px rettangolare).

Un'ottica sferica registra l'immagine sul sensore per la sua intera larghezza: tuttavia, accomodando un AR maggiore su un supporto di formato inferiore, il fotogramma viene proiettato con due bande nere e l'area utile non risulta interamente sfruttata. In fase di acquisizione, le ottiche anamorfiche (gruppi di lenti cilindriche), comprimono orizzontalmente (*pull-down* verticale) un'inquadratura panoramica (*widescreen*) su un dato formato, deformandola (*squeeze*, effetto di chiusura). Pertanto, in post-produzione, è necessario ridurre la distorsione geometrica indotta e restituire il formato esteso (*desqueeze*, trasformazione inversa, effetto di apertura), [Brighel 2018], abilitando la modalità anti-compressione in dotazione nella macchina, utilizzando un dispositivo esterno oppure un software, e indicando il fattore di compressione (*squeeze ratio*) o rapporto anamorfico utile ai fini della corretta restituzione/visualizzazione dell'immagine.

Principi fisici e geometrici: le ottiche anamorfiche

L'ottica descrive le proprietà e l'interazione della luce con la materia: l'ottica geometrica studia i fenomeni ottici assumendo che la luce si propaghi attraverso mezzi di diversa natura mediante raggi rettilinei; l'ottica fisica studia i fenomeni di propagazione della luce come radiazione elettromagnetica. "Le leggi che regolano la rifrazione attraverso diottri sferici risultano estremamente complesse [...] per semplificare il problema, si rientra nei limiti della cosiddetta 'ottica gaussiana', il che comporta delle condizioni-limite teoriche, cui ci si può accostare per approssimazione [...] e ciò è molto importante ai fini della conoscenza del fenomeno visivo, se si considera l'analogia che indubbiamente esiste tra l'occhio umano e un diottero sferico composto" [Catalano 1987]. L'immagine è ottenuta mediante lenti che concentrano i raggi luminosi su una superficie (fotografia); lenti che rifrangono i raggi luminosi generando immagini virtuali (cannocchiali); specchi che generano immagini riflesse. In conformità con le caratteristiche di lenti e specchi, le immagini possono essere dritte, rovesciate o variamente deformate [De Rubertis 2011]. La lente è un mezzo trasparente limitato da due superfici, i cui centri sono allineati, lungo l'asse ottico, con il centro ottico e il fuoco, punto in cui convergono tutti i raggi paralleli all'asse ottico. Lenti sferiche o cilindriche, convergenti e divergenti deviano la luce che le attraversa, producendo immagini reali e virtuali e generando diversi tipi di aberrazione (fig. 6), in base alla distanza e posizione dell'oggetto osservato.

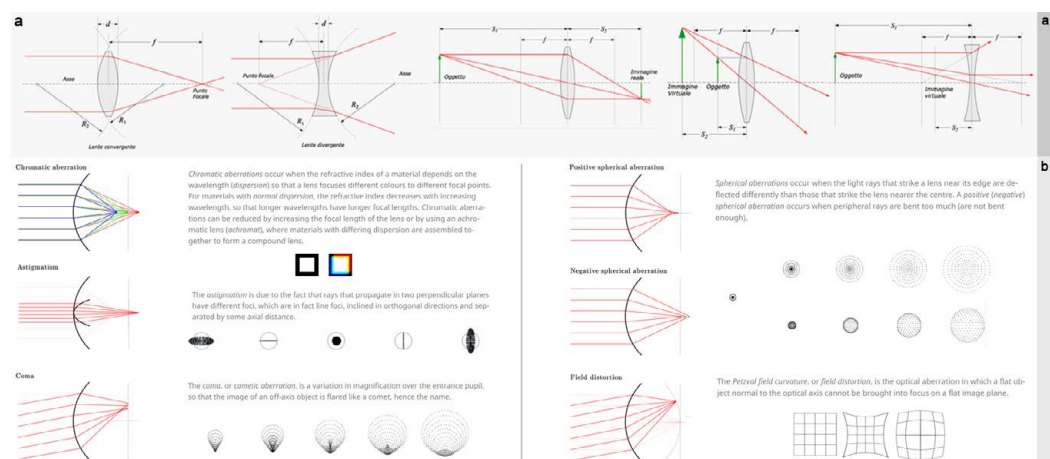


Fig.6. a. Lenti convergenti e divergenti (da: Torelli 2010); b. principali effetti di aberrazione (da: Jones et al. 2015). Elaborazioni dell'autrice.

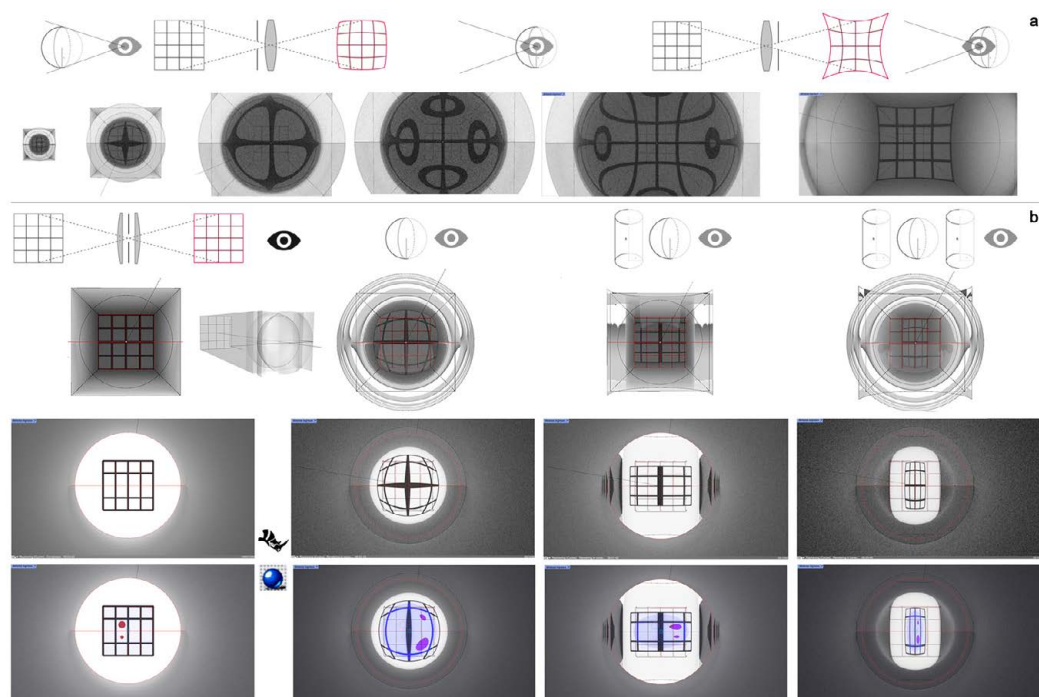


Fig. 7. a. Distorsione di una griglia piana (lente sferica convessa); b. Simulazione ottico-geometrica anamorfica ideale di barrel distortion, bokeh, light fall-off e flare (lenti sferiche e cilindriche convesse). Raytracing (Rhino). Elaborazioni dell'autrice.

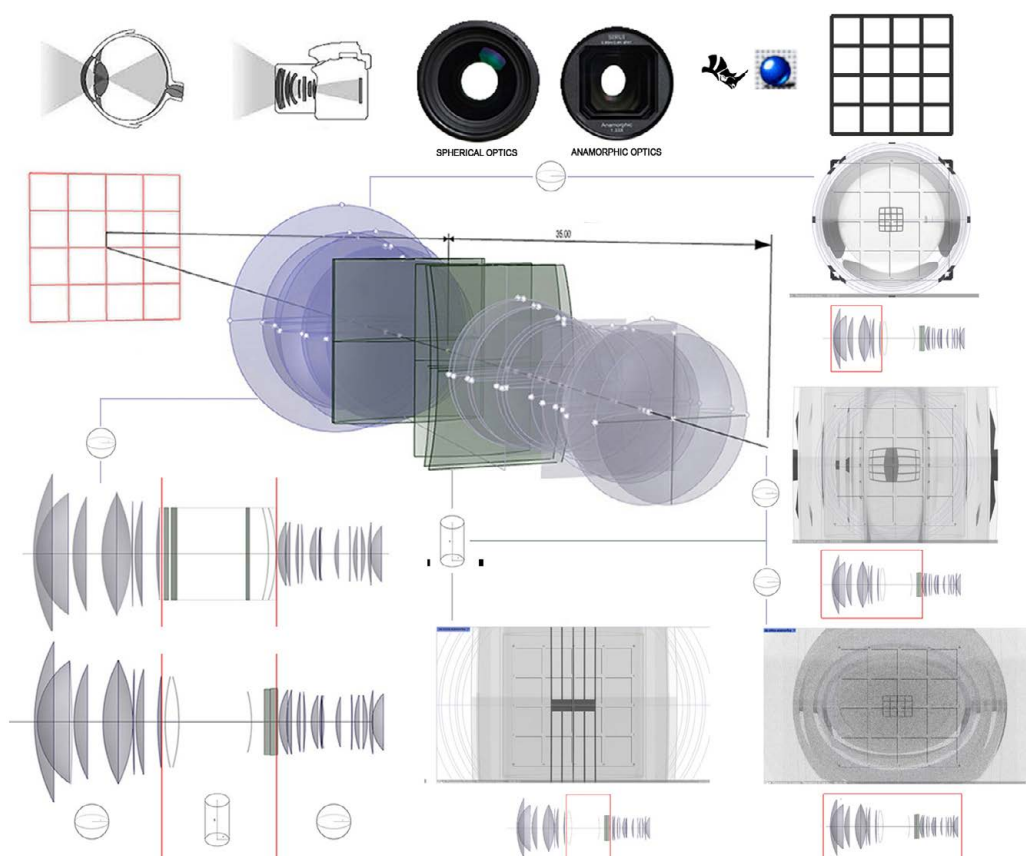


Fig. 8. Modello 3D dell'ottica anamorfica Laowa Venus Optics Prime Kit NanoMorph Ambra DL Cine (AR 2.4:1, AR sensore 16:9, f 35mm, 1.5x compressione anamorfica costante), simulazione in Raytracing (Rhino), della distorsione generata dai gruppi di elementi. Elaborazioni dell'autrice.

Un'ottica anamorfica è composta da un gruppo di lenti cilindriche anteposto o interposto rispetto all'obiettivo tradizionale al fine di catturare sul sensore un campo visivo più vasto, comprimendo orizzontalmente l'immagine (distorsione a barile), generando bagliori o flare effect e sfocatura dei punti luce o bokeh ellittici (fig. 7). In particolare, le lenti cilindriche, da sempre sfruttate per generare effetti "magici e irreali" [Thielemann 2009], sono responsabili di aberrazioni da astigmatismo tangenziali e sagittali [Peruggi 2019]: se integrate all'interno di sistemi ottici, generano le caratteristiche deformazioni ellittiche più o meno allungate dei punti luce circolari, in base al livello di aberrazione [Bemporad et al. 2019]. Se i cilindri sono anteposti agli elementi sferici per la messa a fuoco dell'immagine, il rapporto di compressione anamorfica varierà al variare della messa a fuoco, causando effetti indesiderati. Nelle ottiche anamorfiche tecnologicamente più avanzate, la messa a fuoco avviene prima dei blocchi cilindrici, conservando un rapporto di compressione costante (fig. 8).

Applicazione: traduzione dei principi ottico anamorfici in VFX Compositing

Sul piano applicativo, i principali effetti indotti dalle lenti anamorfiche sono stati sistematizzati, tradotti in VFX *compositing* (Nuke, Foundry), e applicati sul dipinto (olio su tavola) di un ambiente notturno [Long 2024].

Il seguente elenco riporta i principali nodi di riferimento per la traduzione algoritmica del processo (figg. 9, 10, 11): 1. proporzionamento [Desqeeze (rapporto AR/PAR), (Photoshop, Adobe: Correzione proporzioni pixel | Nuke: nodi *Reformat*, *Transform*); 2. distorsione (indotta: barile/correzione: cuscino), (nodo *Lens Distorsion*); 3. *defocus*, *falloff* and *rolloff* (nodi *Defocus*, *Ramp*) + *bokeh* (nodi *Defocus*, *Glow_simula sfocatura FOV*, *Keyer_luminance*); 4. vignettatura, *light fall-off* o caduta di luce, aberrazione cromatica, (nodi *Roto*, *Blur*); 5. *lens flare* (bagliori, riflessi), (nodi *Flare*, *Blur*, *Merge*).

La variazione dei valori attribuiti ai differenti parametri in corrispondenza di differenti intervalli (timeline), consente l'animazione degli effetti introdotti per immagini statiche o una data sequenza (STMaps).

Conclusioni e lavori futuri

Il contributo sistematizza ed esplicita i principali effetti ottico-geometrici al fine di simulare riprese eseguite con ottiche anamorfiche per elaborare immagini o sequenze animate concettuali, fotorealistiche e/o iperrealistiche. La transizione tra differenti AR supporta la comunicazione visiva e narrativa spazio-temporale ed emozionale, nel caso di racconti in cui multi-dimensionalità e multi-temporalità costituiscono la componente dominante; effetti quali *defocus*, *bokeh*, *glow*, *light fall-off* e *flares* simulano la reale percezione visiva e generano atmosfere suggestive.

La conoscenza di principi, *workflow* e terminologia specialistici favorisce l'implementazione e l'utilizzo consapevole degli *AI image generator* nei processi finalizzati alla creazione di scenari caratterizzati da tali effetti. Tuttavia, ad oggi, tra i limiti degli *AI image generators* emergono carenze nell'esecuzione dei metodi di proiezione e restituzione di fenomeni ottico fisici e geometrici (rifrazione, riflessi, luci/ombre), [Mancini et al. 2023].

Segue, pertanto, l'elaborazione mediante *text-to-image AI image generator* (ChatGPT) di immagini statiche di un contesto notturno urbano *eye height* acquisite con ottica anamorfica e successivamente implementate mediante *image-to-image AI image generator* (Dezgo) al fine di testare e confrontare, quale attività in corso, *AI image generative process* e VFX *Compositing* nell'elaborazione di *digital illustration* (fig. 12).

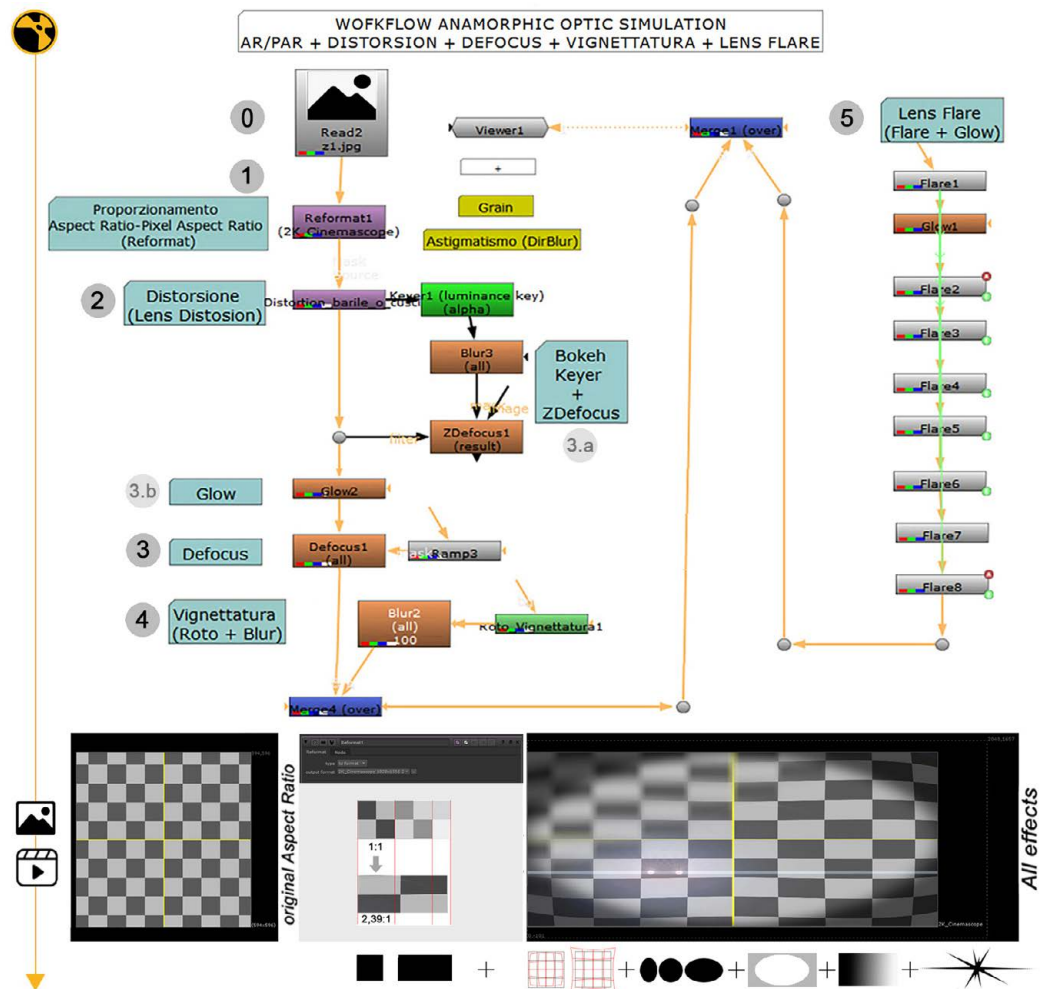


Fig. 9. Workflow base per la simulazione dei principali effetti ottico-anamorfici in VFX Compositing (Nuke). Elaborazione dell'autrice.

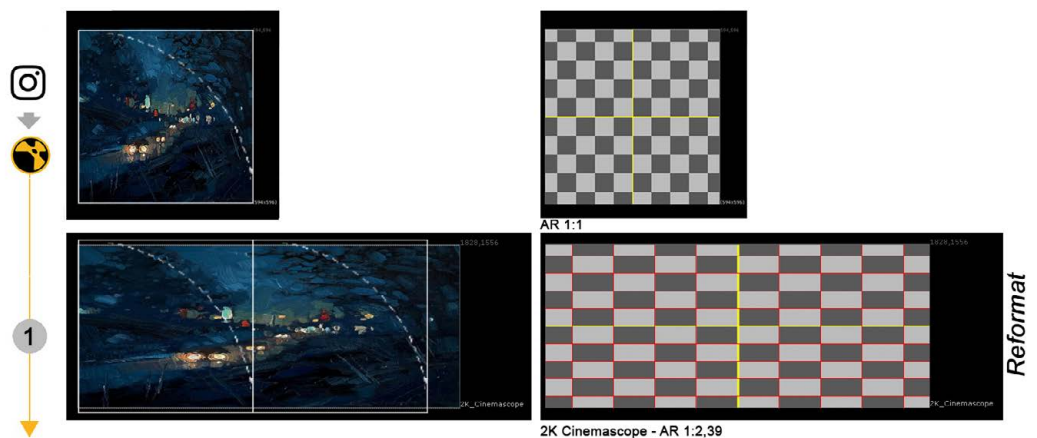


Fig. 10. Simulazione de-squeeze (da: illustrazione AR~1:1 (594x596) a formato anamorfico 2K Cinemascope (AR 1:2,39)). In alto: elaborazione dell'autrice; a sinistra: olio su tavola, courtesy of ©Chris Long, 2024.

Fig. 11. VFX Compositing: esplicitazione dei principali effetti/aberrazioni generati dall'utilizzo di ottiche anamorfiche (Nuke, Foundry). Elaborazione dell'autrice.

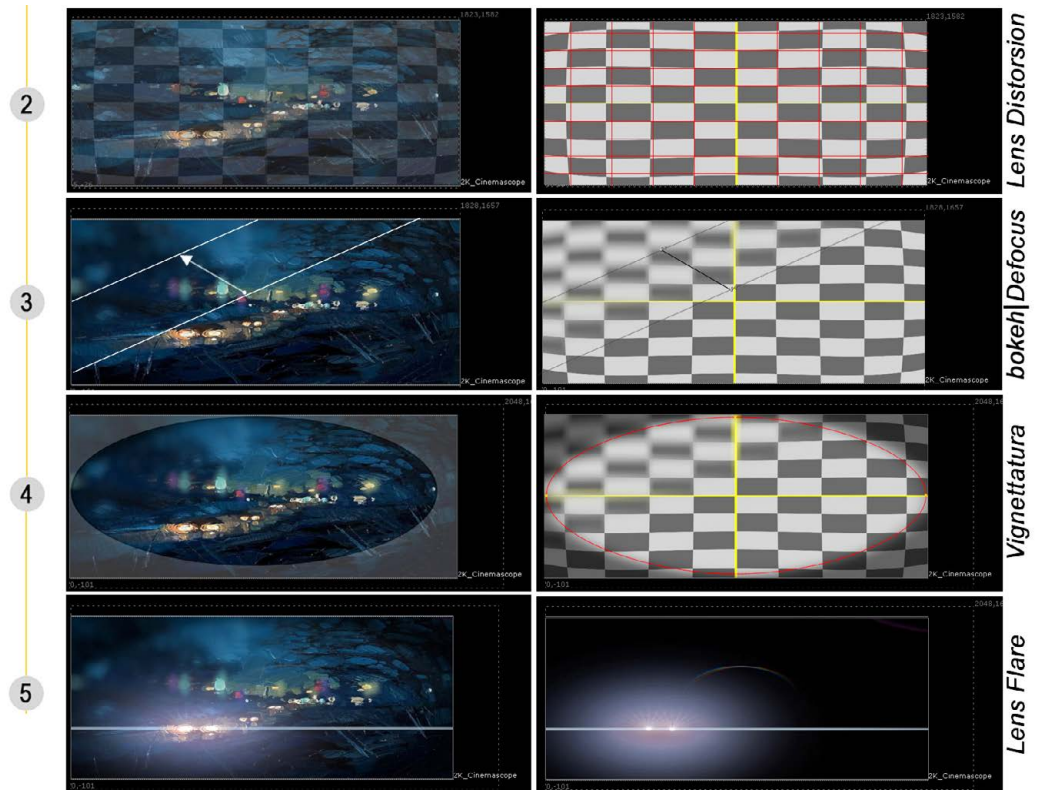
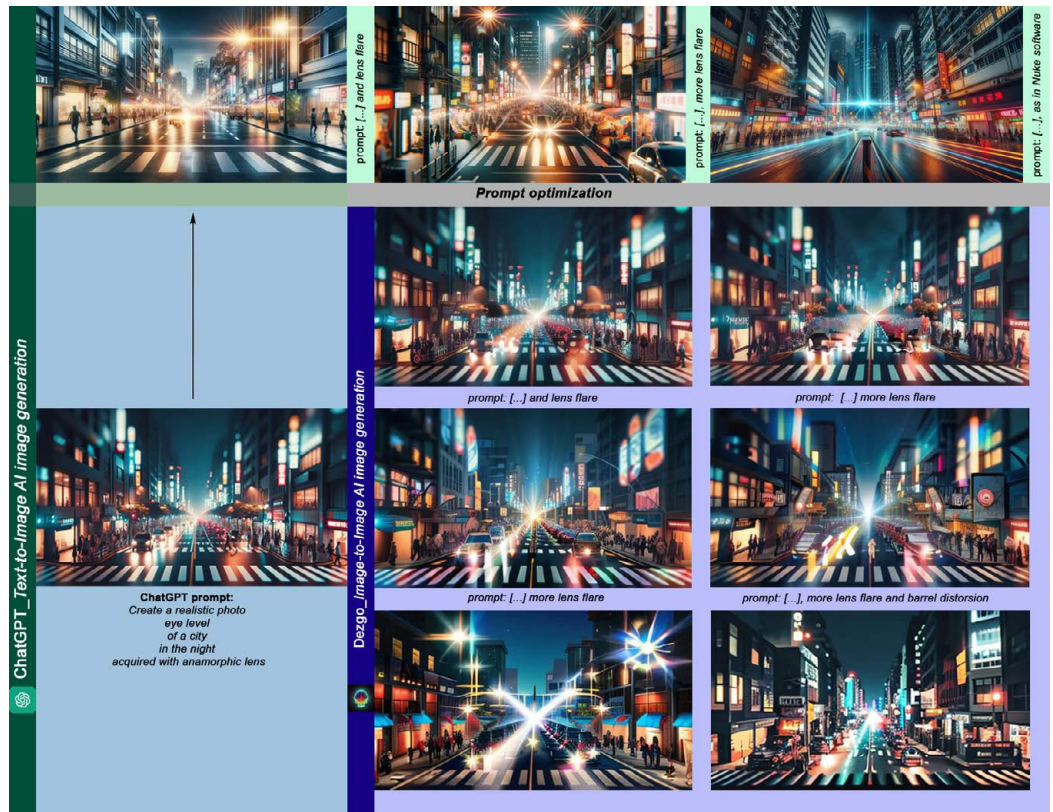


Fig. 12. Text-to-image AI image generation di una ripresa statica con ottica anamorfica (ChatGPT); Image-to-image AI image generative process per implementazione effetti ottico-anamorfici (Dezgo). Elaborazione dell'autrice.



Note

[1] Nuke (Foundry), Adobe Premiere Pro (Adobe), Final Cut Pro (Apple Inc.), iMovie (Apple Inc.), DaVinci Resolve (Blackmagic Design) sono tra i principali software per il VFX *Compositing*.

[2] Il nome specchio di Claude deriva da Claude Lorrain, paesaggista del XVII secolo, che utilizzò uno specchio nero e convesso per realizzare le sue opere, tentando di emularne gli effetti, tra cui la graduazione tonale.

[3] La parola *bokeh* è di origine giapponese e significa "sfocatura" o "confusione mentale".

[4] "Il frame cinematografico, preso autonomamente rispetto alla concatenazione di immagini che compongono la pellicola del film, non si discosta da una semplice fotografia e si può considerare come l'unità minima dell'inquadratura cinematografica" [Di Marino 2003].

Riferimenti bibliografici

Attademo G. (2023). *Lo spazio narrativo nei videogiochi. La rappresentazione dello spazio virtuale come nuova modalità narrativa negli Entertainment Games e nei Cultural Games*, collana: Beyond Accessibility n. 3. Napoli: Federico II University Press. <https://doi.org/10.6093/978-88-6887-198-7>.

Bemporad E., De Felici D. (05.02.2019). *Fondamenti di microscopia ottica in riflessione. Corso di alta formazione in microscopia*. Università degli Studi Roma Tre. <<https://limeacademy.uniroma3.it/wp-content/uploads/2019/02/Fondamenti-di-microscopia-ottica-in-riflessione-Bemporad-De-Felici.pdf>> (consultato il 18.02.2024).

Brighel S. (19.04.2018). Introduzione alle ottiche anamorfiche. In *Digitalproduction.tv*, n. 5. <<https://transaudiovideo.com/it/news/introduzione-alle-ottiche-anamorfiche>> (consultato il 18.02.2024).

Calvano M. (2018). *Geometry in Spherical Panoramas for Architectural Surveying*. In *Dienne* n. 3, pp. 7. Roma: Dei, Tipografia del Genio Civile.

Candeloro J. P. (2006). *Immagini in movimento e nuove tecnologie. Lo sviluppo dell'industria cinematografica tra radio, televisione e scenari digitali*. Tesi di Dottorato in Scienze della Comunicazione, tutor prof. G. Richeri, SUPSI, Università della Svizzera italiana, Dipartimento ambiente, costruzioni e design, Istituto design (Ide). <<https://repository.supsi.ch/9865/>> (consultato il 18.02.2024).

Catalano G.M. (1987). Occhio e prospettiva. In *Architettura del Bello, Architettura del Sublime: le risposte del Disegno. Terzo Seminario di Primavera*, maggio 1987. Università degli Studi di Palermo. Dipartimento di Rappresentazione U.I.D. <https://www.researchgate.net/profile/Giuseppe-Catalano-2/publication/309786862_EYE_AND_PERSPECTIVE/links/582370ec08aeebc4f89748e/EYE-AND-PERSPECTIVE.pdf> (consultato il 18.02.2024).

Chieri A. (2019). *Il tempo della narrazione. I fondamenti cognitivi dello storytelling*. Tesi di Dottorato in Filosofia, tutor prof. P. Virno. Università degli studi Roma Tre, Dipartimento di Filosofia, Comunicazione e Spettacolo <<http://hdl.handle.net/2307/40554>> (consultato il 18.02.2024).

Das S. (2023). The evolution of visual effects in cinema: a journey from practical effects to CGI. In *JETIR* Vol. 10, Issue 11, pp. 7 <<http://www.jetir.org/papers/JETIR2311442.pdf>> (consultato il 18.02.2024).

De Rubertis R. (17.11.2011). *Immagine. In Teknoring. Il portale delle riflessioni tecniche*. <<https://www.teknoring.com/wikitecnica/rappresentazione-e-media/immagine/>> (consultato il 18.02.2024).

Di Marino B. (2003). Fotogramma. In *Enciclopedia del Cinema*. <[https://www.treccani.it/enciclopedia/fotogramma_\(Enciclopedia-del-Cinema\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/fotogramma_(Enciclopedia-del-Cinema))> (consultato il 18.02.2024).

Fauer J. (2015). All About Anamorphic. A review of Film and Digital Times Articles since 2007 about Anamorphic Widescreen. In *Film and Digital Times. Art, Technique and Technologies*. Editorial offices in New York City. <<https://www.fdtimes.com/pdfs/articles/anamorphic/FDTimes-Anamorphic-Special-May2015.pdf>> (consultato il 18.02.2024).

Heater A. (17.10.2023). *David Stump and Jim Geduldick: Shooting Virtual Productions*. <<https://postperspective.com/david-stump-and-jim-geduldick-shooting-virtual-productions/>> (consultato il 18.02.2024).

Hullin M., Eisemann E., Seidel H. P., Lee S. (2011). Physically-Based Real-Time Lens Flare Rendering. In *ACM Transactions on Graphics. Proceedings of SIGGRAPH 2011*. Vancouver, British Columbia, Canada Vol. 30, n. 4, 7-11 August 2011. <<https://resources.mpi-inf.mpg.de/lensflareRendering/pdf/flare.pdf>> (consultato il 18.02.2024).

Iovinella M. R. (16.06.2022). *L'intelligenza artificiale sta cambiando Hollywood*. Wired. <<https://www.wired.it/article/intelligenza-artificiale-ai-hollywood/>> (consultato il 18 febbraio 2024).

Jones P. H., Maragò O. M., Volpe G. (2015). *Optical Tweezers: Principles and Applications*. Cambridge University Press. <<http://opticaltweezers.org/>> (consultato il 18.02.2024).

Kavanaugh T. (2023). Aspect Ratio nel mondo della TV e sul grande schermo. In *Aspect ratio: la guida completa alle proporzioni, cosa sono e come scegliere quelle giuste*. <<https://www.adobe.com/it/creativecloud/video/discover/aspect-ratio.html>> (consultato il 18.02.2024).

Long C. (06.02.2024). *Tennessee Nocturne (6"x6" Oil on cradled wood panel)*. <<https://www.instagram.com/p/C3AwVAYsTbA/>> (consultato il 18.02.2024).

Maillet A. (2004). *The Claude Glass: Use And Meaning Of The Black Mirror In Western Art*. New York: Zone Books, Princeton University Press.

- Mancini M. F., Menconero S. (2023). AI-aided Design? Text-to-image Processes for Architectural Design/AI-aidedDesign? Processi text-to-image per il disegno di architettura. In *Diségno* n. 13, pp. ? <<https://doi.org/10.26375/disegno.13.2023.8>> (consultato il 18.02.2024).
- Mole A. (2015). *Living Photographs*. Parigi: RVB Books.
- Muratori M. (2008). Distorsioni nella stereoscopia tradizionale. In *Elettronica e Telecomunicazioni*, n. 1, pp. ? <<http://www.crit.rai.it/eletel/2008-1/81-2.pdf>> (consultato il 18.02.2024).
- Pagliano A. (2024). Optical and Perspective Illusion. In A. Pagliano. *Geometries of Anamorphic Illusions*. The Urban Book Series, pp. 23-41. Cham: Springer.
- Peruggi F. (2019/2020). *Fisica della visione*. Napoli: Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Fisica Ettore Pancini. <<https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/34241541>> (consultato il 18.02.2024).
- Shakespeare W. (1595). *The Tragedy of King Richard the Second*. London: P. S. for Thomas Milling.
- Shickman A. (1978). The "Perspective Glass" in Shakespeare's Richard II. In *Studies in English Literature, 1500-1900* Vol. 18, n. 2, Elizabethan and Jacobean Drama, pp. 217-228. Houston: Rice University. <<https://www.jstor.org/stable/450358>> (consultato il 18.02.2024).
- Stöger F. L. (23.05.2023). *How anamorphic lenses influence cinematography. Comparing anamorphic and spherical optics and how they impact the viewer*. Vienna. <https://www.marshallplan.at/images/All-Papers/MP2023/St%C3%B6ger_Felix_Laurin_2039.PDF> (consultato il 18.02.2024).
- StudioBinder (15.11.2021). *What is an Anamorphic Lens — Anamorphic vs Spherical Lens Explained*. <<https://www.youtube.com/watch?v=iiiwihwJH5Y>> (consultato il 18 febbraio 2024).
- Stump D. (08.06.2021). VES HANDBOOK: LENS MAPPING FOR VFX. VFXV. The magazine of the Visual Effects society, issue summer 2021. In J. A. Okun, S. Zwerman (Eds). 2020. *The VES Handbook of Visual Effects — 3rd Edition* <<https://www.vfxvoice.com/ves-handbook-lens-mapping-for-vfx/>> (consultato il 18.02.2024).
- Tavazzi S. (17.02.2020). *Corso di ottica e optometria - Lezione di Ottica geometrica*. Università degli Studi di Milano — Bicocca (consultato il 18.02.2024).
- Thielemann A. (2009). Lenti e specchi nella scienza e nella pittura del primo Seicento. In R. Sinisgalli (a cura di). *L'arte della matematica nella prospettiva. Atti del Convegno internazionale di studi: Istituto svizzero di Roma, Centro internazionale di studi Urbino e la prospettiva*, Roma-Urbino, 9-11 ottobre 2006, pp. ?. Foligno: Cartei & Bianchi.
- Torelli A. (2010). *Principi di ottica e lenti sottili*. <<https://www.aristidetorrelli.it/Tutorial.html>> (consultato il 18.02.2024).

Autrice

Emanuela Lanzara, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli, emanuela.lanzara@unisob.na.it

Per citare questo capitolo: Lanzara Emanuela (2024). VFX Compositing: aberrazioni ottico-anamorfiche per la rappresentazione narrativa ed emozionale/VFX Compositing: optical-anamorphic aberrations for narrative and emotional representation 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, 3105-3126.

VFX Compositing: optical-anamorphic aberrations for narrative and emotional representation

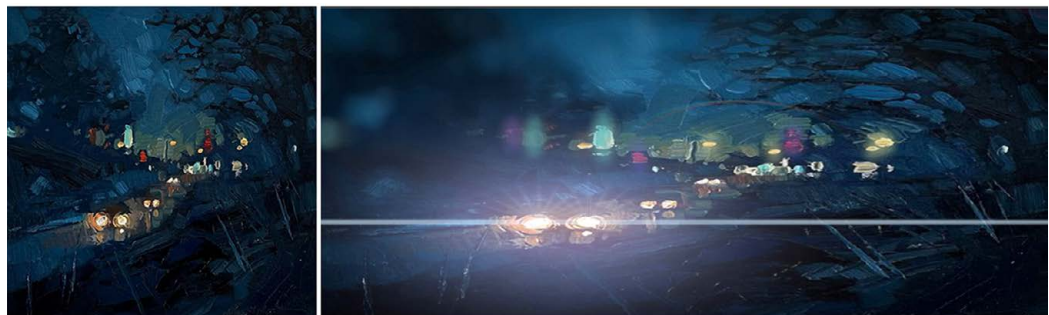
Emanuela Lanzara

Abstract

This contribution is aimed to approach, between research and teaching, VFX_Visual Effects in the field of CGI_Computer-Generated Imagery, promoting interdisciplinarity between the Sciences of Representation, Digital Humanities and Communication Sciences. More specifically, in accordance with Projective Geometry, Physical and Geometric Optics, this study investigates and systematizes the basic principles of proportionality and optical-geometric effects (distortions and aberrations) generated by real or virtual use (post-production) of anamorphic optics for compositing (elaboration, implementation or correction) of images (drawings, renders, AI generated image, photos, footage). The STEAM adopted approach aims to systematize and explicit the geometric-compositional processes behind the main visual effects generated by anamorphic optics for fast and sustainable data processing and editing (cost, time and resources) of reality based or illusory images and sequences as products for narrative and emotional representation and communication (e.g. digital illustration, storytelling). In addition, knowledge of principles, workflow and terminology promotes a conscious use and implementation of AI image generators (Text/Image-to-Image, 3D Model, Video) to elaborate conceptual, photorealistic or fantastic scenarios characterized by such effects.

Keywords

anamorphic optics, aberration, VFX, Compositing, digital illustration.



VFX Compositing:
transformation from
illustration to shooting
with anamorphic
optics. (left: oil on panel
©Chris Long, 2024;
right: elaboration by the
author).

Introduction: VFX for the simulation of figural and figurative anamorphic effects

CGI is an application computer graphics for rendering of visual effects [Das 2023]; VFX Compositing [1] and NRT_Near Real Time virtual production [Stump 2021], allow the restitution or manipulation of images, implementing their figurative and figural dimension, then the space-time narrative representation [Chieri 2019].

The simulation of visual effects generated by anamorphic optics (analog or simulations) is highly coveted [Fauer 2015]: geometric and chromatic distortions and aberrations emulate the human vision, generating immersive sensations and surreal atmosphere.

Between optical and perspective illusion [Pagliano 2024], in art, literature, photography and cinema, the use of figurative and figurative anamorphisms induced by filters, triggers and conveys the spatial-temporal and emotional involvement of the user: literary studies trace several cases of descriptive/narrative anamorphosis in rhetorical form, as in the case of the “twenty shadow” generated by the “blinding tears” that Shakespeare [Shakespeare 1595] uses to express the confused, distorted vision of the reality due to pain [Shickman 1978]; in the 18th and 19th centuries, the *Claude glasse* (also *Claude lens* or black mirror) [2], [Maillet 2004], a convex black mirror, was used to reflect aberrated perspectives, characterized by saturation of colors and loss of detail, generating the visual effect of landscape reproductions typical of the time (fig. 1.a).

In the 20th century, Arthur Samuel Mole and John D. Thomas used anamorphosis to convey patriotic content through photography [Mole 2015], (fig. 1.b). Marcel Duchamp, in *Étant donnés: 1° la chute d'eau / 2° le gaz d'éclairage* (1946-1966) imposes the observer's point of view (fig. 1.c).

The spatial restitutions of visual media can be categorized according to the relationships between represented and physical space (conceptual); represented space and screen (geometric); represented space and story (perceptual), [Attademo 2023].

In a film, the transition between more or less extended shots supports the communication of space-time and emotional variations; defocus (blur) defines the hierarchical-visual relationships between elements and/or characters in the scene, according to their specific role (background/foreground); effects such as bokeh [4] and flares (glares) emulate the human visual defects and generate particular vintage and imaginary atmospheres (fig. 2). The adoption of VFX simulating physical and geometric effects (distortions, aberrations) generated by anamorphic optics conveys the spatial-temporal narrative dimension of photorealistic or hyperrealistic images and/or conceptual sequences, with inevitable emotional effects. VFX compositing optimizes these results in terms of costs (e.g. production and purchase of anamorphic optics; computational rendering times/charges), (fig. 3).

In digital cinematography, as in gaming, the use of anamorphic optics is particularly sought, finding wide support in generative AI [Iovinella 2022]. Cinematographers, CG artists and composers map, translate and iteratively reproduce the effects generated by anamorphic optics almost in real time (NRT), aligning real and virtual effects (target calibration, machine



Fig. 1. a. *Claude glass*, ©Alex McKay; b. *Human Statue of Liberty*, Mole&Thomas (1918), ©StatueLibertyNPS; c. *Étant donnés: 1° la chute d'eau / 2° le gaz d'éclairage*, Marcel Duchamp (1946-66), ©Steve Fernie.

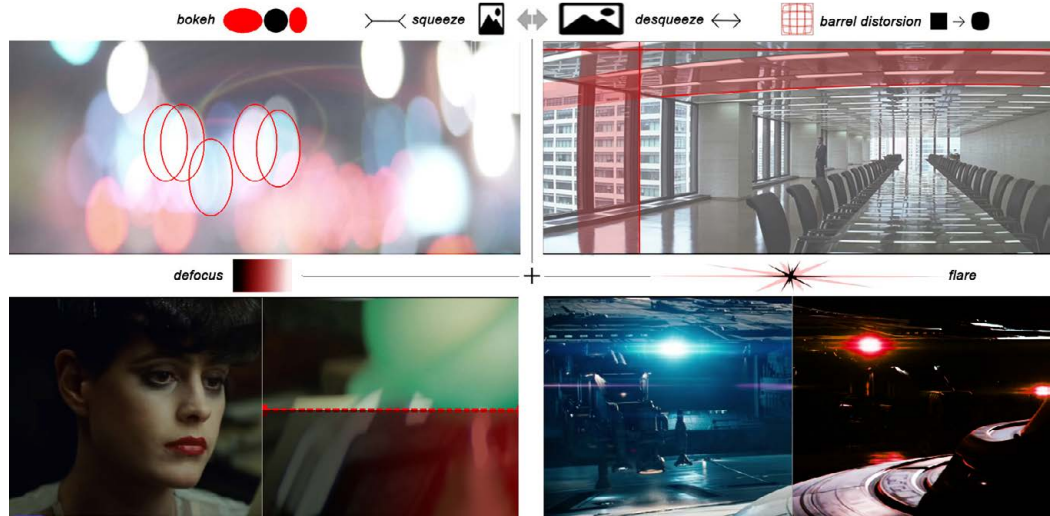


Fig. 2. Main visual effects of cinematographic footage with anamorphic optics. Top, from left, clockwise, some frames from film *Bringing Out the Dead* (1999); *The Dark Knight* (2008); *Blade Runner* (1982); *Star Trek Into Darkness* (2013). Author elaboration (from StudioBinder 2021).



Fig. 3. From the left: helpx.adobe.com/illustrator/using/tool-techniques/flare-tool.html; Clip Studio TIPS, *How to make a simple lens flare*; prompthunt.com, SD prompt: attack on titan, hyperdetailed, PFP, lens flare, octan, high quality; avisione.wordpress.com/2012/10/13/roboticsnotes-1/; froyok.fr/blog/2021-09-ue4-custom-lens-flare/; r/unrealengine, *What's the best way to make lens flares like in MGSV?* Collage by author.

learning and real-time rendering), [Heater 2023]. The analysis tools (e.g. grids and alignments) map the effects and support extraction and transmission of the camera metadata to the software, improving the effect with machine learning. Furthermore, knowledge of VFX theoretical foundations and application processes is a necessary condition for a proper implementation and use of text-to-image and image-to-image AI *Image generator*.

Geometric-proportional principles: Aspect Ratio and Pixel Aspect Ratio

Cinema can be technologically defined as a combination of motion, image and projection [Candeloro 2006]. A cinematic sequence is a set of images or a narrative episode imprinted on the film [4]; similarly, a video rendering consists of a sequence of digital images. The pioneer of British cinema Cecil Hepworth (1874-1953) was the first to suggest “narrowing and juxtaposing images to create short sequences or episodes”; in 1926 the French physicist and astronomer Henri-Jaques Chrétien (1879-1956) patented the Hypergonar, an optics consisting of an additional cylindrical lens, superimposed on a spherical lens, used as a wide-angle viewer for tanks. The first production in anamorphic film shooting dates back to 1952, when 20th Century Fox acquired the license to produce the film *The Robe* in Cinemascope, influencing current cinematographic technologies. Formats that require the use of anamorphic lenses, from Cinemascope (4:3 format film, 35mm negative and anamorphic lenses) to Ultra Panavision (large format film, 70mm negative and anamorphic

lenses) exploit the anamorphosis to return a wider frame from a given format of image and support in accordance with geometric-proportional transformations between Aspect Ratio e Pixel Aspect Ratio (figg. 4, 5).

Given a raster image described as a pixel grid (sampling and quantization), AR_Aspcet Ratio (X:Y) is defined as the proportion (ratio) between the width (X) and height (Y) of an image or screen device [Kavanaugh 2023]: AR 16:9 (1.77:1) corresponds to a larger format, therefore visually wider than AR 4:3 (1.33:1). Given a pixel_picture element, PAR_Pixel Aspect Ratio is defined as the proportion between the height and width of the element or cell.

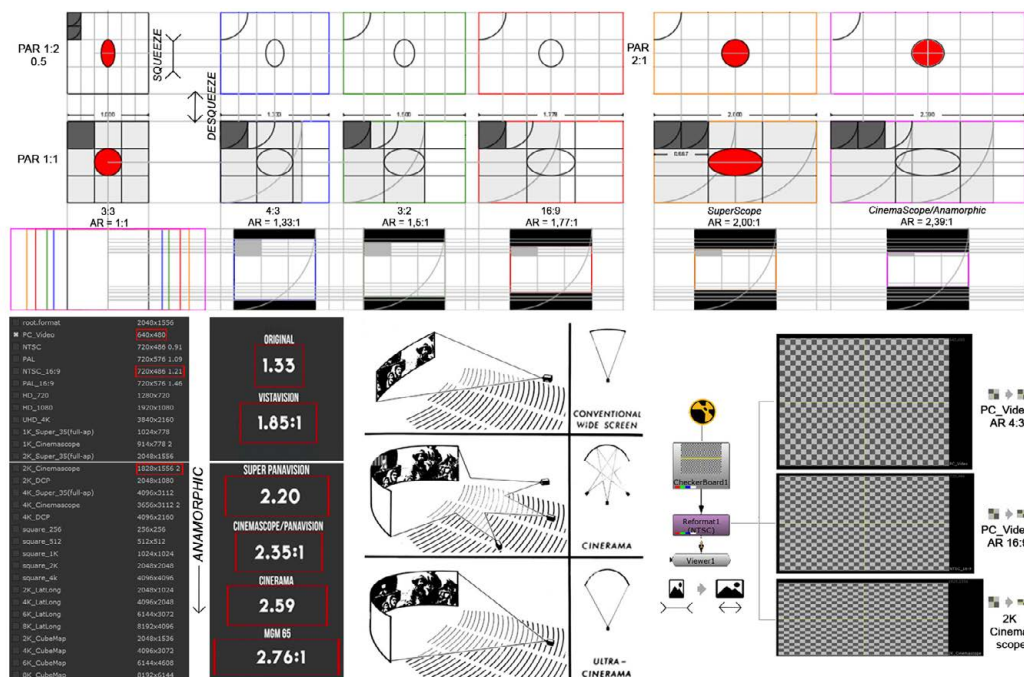


Fig. 4. Aspect Ratio and Pixel Aspect Ratio (proportional schemes and Reformat, Nuke, Foundry). Author's elaboration.



Fig. 5. Left: Manuale per 8mm obiettivo anamorfico (Chretien, 1926); right: squeeze (closing effect) and desqueeze (opening effect) from sequences taken from the film Mommy (2014).

The storing and viewing format of a movie is represented by the following formula: $PAR = DAR/SAR$, where DAR = Display Aspect Ratio and SAR = Storage Aspect Ratio. For $DAR = SAR$, $PAR = 1$ (1:1, square px); differently, anamorphic optics compresses or extends the image in width, then $PAR < 1$ or > 1 (e.g. 1:2 or 2:1, rectangular px).

A spherical optics records the image on the sensor for its entire width: however, by placing a larger AR on a reduced support, the frame is projected with two black bands and the

useful area is not fully exploited. During the acquisition, anamorphic optics (groups of cylindrical lenses), compress horizontally (vertical pulldown) a panoramic frame (widescreen) on a given format (squeeze, closing effect), deforming it. Therefore, in post-production, it is necessary to reduce the compression and extend the format (desqueeze, opening effect) and transform the geometric distortion induced by the lens [Brighel 2018], using the anti-compression mode of the machine, an external device or a software, and setting the compression factor (squeeze ratio) or anamorphic ratio for a correct display.

Physical and geometric principles: anamorphic opticse

Optics describes the properties and interaction between light and matter: according to geometric optics, light propagates in straight rays; according to physical optics, light propagates as electromagnetic radiation.

"The laws regulating refraction through spherical diopters are extremely complex [...] to simplify the problem, it falls within the limits of the so-called 'Gaussian optics', which involves theoretical boundary conditions, which can be approached by approximation [...] and this is very important for the knowledge of the visual phenomenon, if we consider the analogy that undoubtedly exists between the human eye and a spherical composed diopter" [Catalano 1987].

Image is created by lenses that concentrate the light rays on a surface (photography); lenses that refract the light generating virtual images (telescopes); mirrors that generate reflected images. In accordance with the characteristics of lenses and mirrors, images can be straight, inverted or variously deformed [De Rubertis 2011].

The lens is a transparent medium limited by two surfaces: their centers are aligned with the optical center and focus (i.e. the point where all the rays parallel to the optical axis converge), along the optical axis. Convergent and divergent lenses refract the light, producing real and virtual images and different aberrations (fig. 6), based on the distance and position of the object.

An anamorphic optic consists of a sequence/group of cylindrical lenses prepended or interposed in the traditional optics that compresses the image in order to capture a wider field of view, distorting the image (barrel distortion), generating flare effect and blur elliptical light (bokeh), (fig. 7). In particular, cylindrical lenses, capable of "magical and unreal" effects [Thielemann 2009], cause tangential and sagittal astigmatism aberrations [Peruggi 2019] and generate the elliptical deformation of circular points of light [Bemporad et al. 2019].

If the cylinders are placed before the spherical focusing elements, the anamorphic compression ratio will vary as the focus changes, causing undesirable effects. In the most technologically advanced anamorphic optics the image is focused before the cylindrical blocks, maintaining a constant compression ratio (fig. 8).

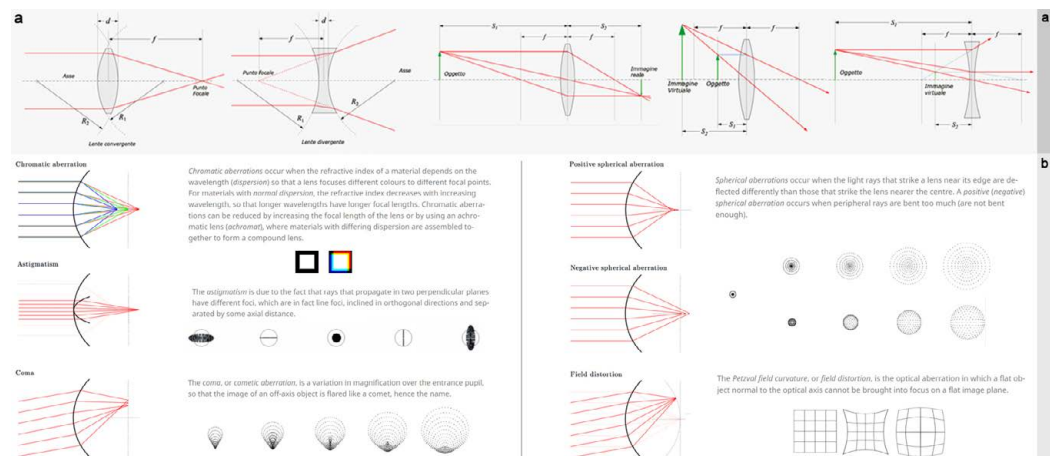


Fig.6. a. Comparison of convergent and divergent lenses (Torelli, 2010); b. main aberration effects (Jones, 2015). Collage by author.

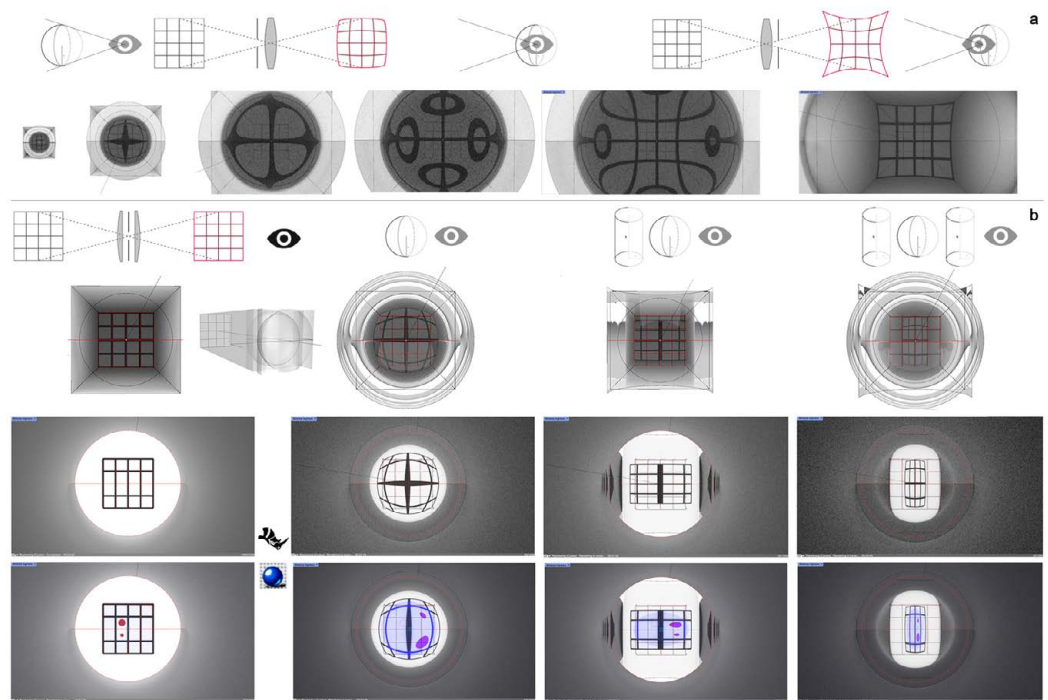


Fig. 7. a. Distortion of a flat grid (convex spherical lens); b. Simulation of ideal anamorphic barrel distortion, bokeh, light fall-off and flare effects (spherical and cylindrical convex lenses). Raytracing (Rhino). Author's modelling and elaboration.

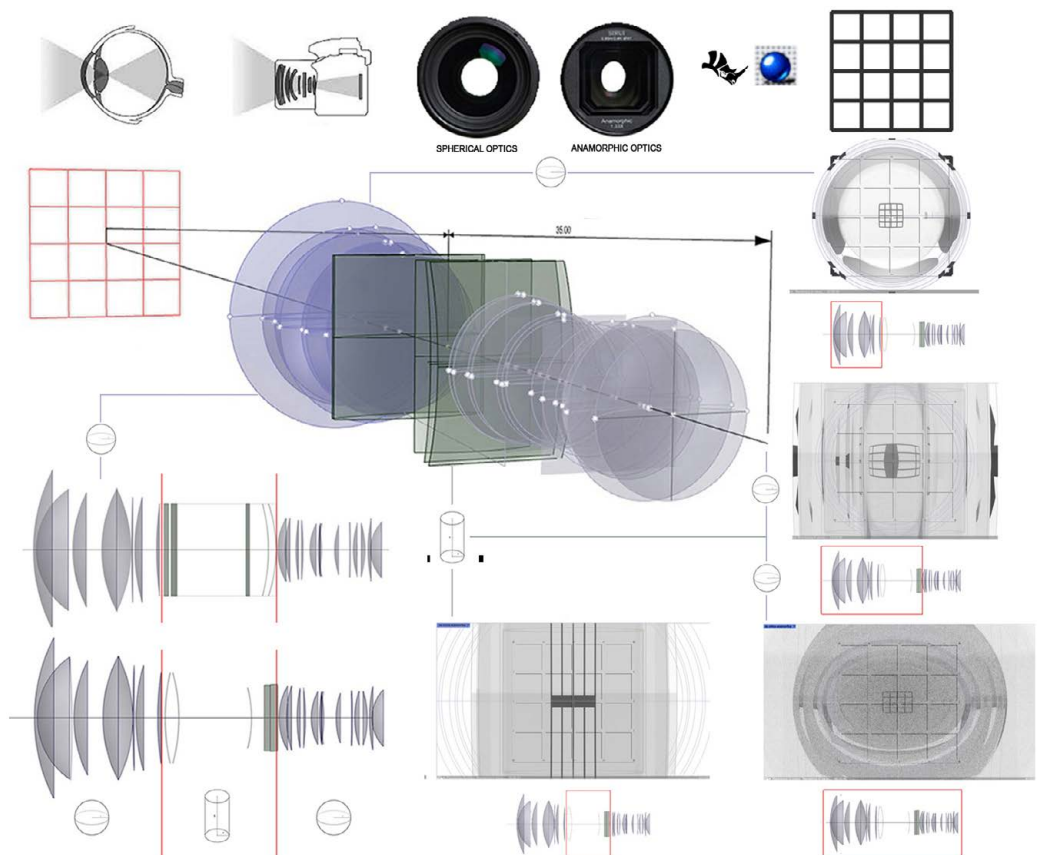


Fig. 8. 3D model of the anamorphic optics Laowa Venus Optics Prime Kit NanoMorph Ambra DL Cine (AR 2.4:1, AR sensor 16:9, f 35mm, 1.5x constant anamorphic compression ratio) and simulation of the distortion effect generated by the different groups of elements (Raytracing, Rhino). Author's modelling and elaboration.

Application: translation of anamorphic optical principles in VFX compositing

On the application level, the effects induced by anamorphic lenses have been systematized and translated into the corresponding VFX in compositing software (Nuke, Foundry), and applied on a painting (oil on cradled wood panel) of a night urban context [Long 2024]. The following list shows the main reference nodes for algorithmic translation of the processes (figs. 9, 10, 11): 1. proportioning|Desqueeze (AR/PAR), (Photoshop, Adobe: Pixel Aspect Ratio Correction|Nuke: Reformat, Transform nodes; 2. distortion (barrel and pillow for correction), Lens Distorsion node; 3. defocus, falloff and rolloff (Defocus, Ramp nodes) + bokeh (Defocus, Glow nodes to simulate FOV defocus/blur, Keyer_luminance.); 4. vignetting, light fall-off, chromatic aberration (Roto, Blur nodes); 5. lens flare (Flare, Blur, Merge nodes).

The variation of the values for different parameters (settings) and different intervals on the timeline, allows the animation of the effects introduced for single static image or for a sequence (STMaps).

Conclusions and future works

This work systematizes and makes explicit the optical-geometric effects, distortions and aberrations, to simulate anamorphic shooting and process conceptual, photorealistic and/or hyperrealistic images or sequences. The transition between different Aspect Ratios supports narrative space-time and emotional visual communication for stories in which multi-dimensionality and multi-temporality constitute the main component; defocus, bokeh, glow, light fall-off e flares effects simulate real visual perception and generate suggestive atmospheres. Knowledge and awareness of specialized principles, frameworks and terminology support the management and use of AI image generation of these scenarios.

Moreover, among the limitations of AI image generators are shortcomings in the execution of projection and restitution of physical and geometric optical phenomena (refractions, reflections, lights/shadows), [Mancini et al. 2023]. The following images show text-to-image AI image generation (ChatGPT) of static images of an urban night context eye height acquired with anamorphic optics and subsequently implemented by image-to-image AI image generative process (Dezgo) to compare, as work in progress, AI image generative process and VFX Compositing processes for digital illustration (fig. 12).

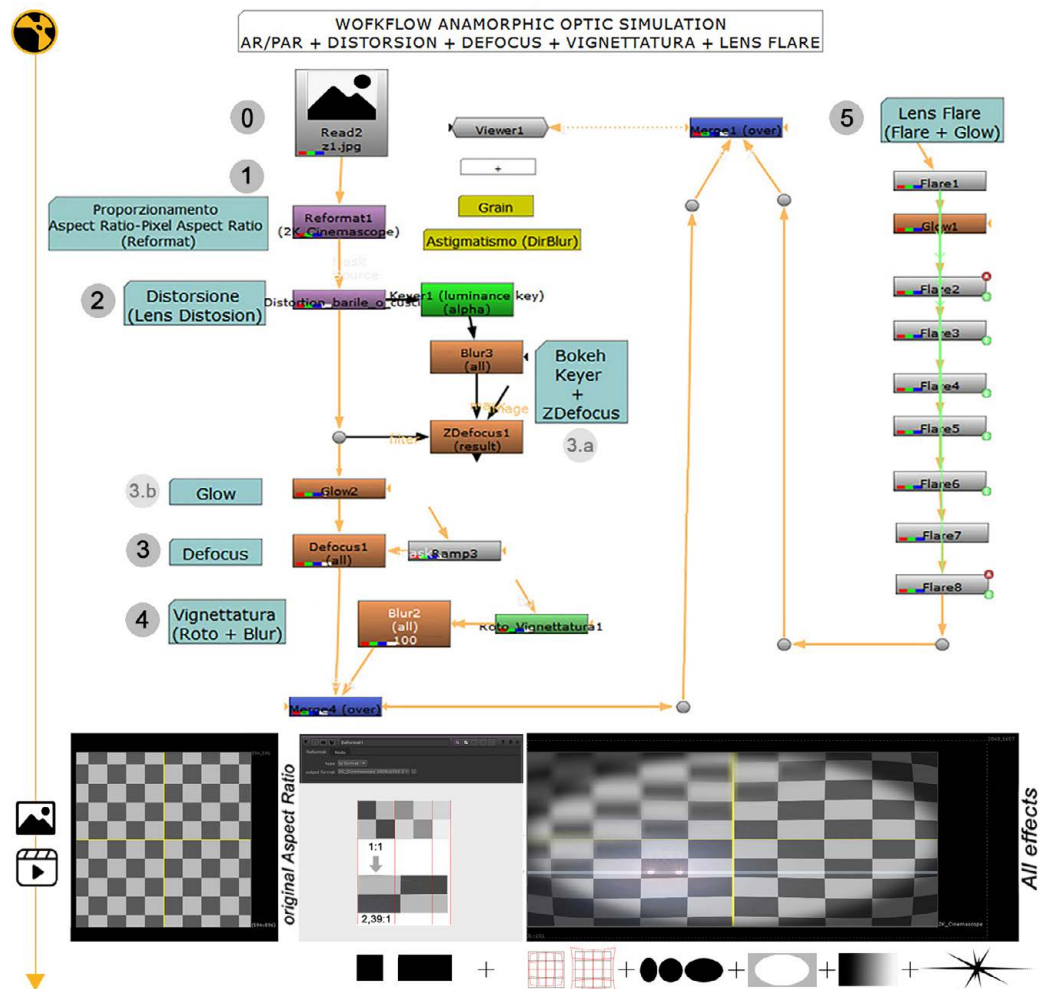


Fig. 9. Basic workflow for the simulation of the main optical-anamorphic effects in VFX Compositing (Nuke). Algorithm and elaboration by author.

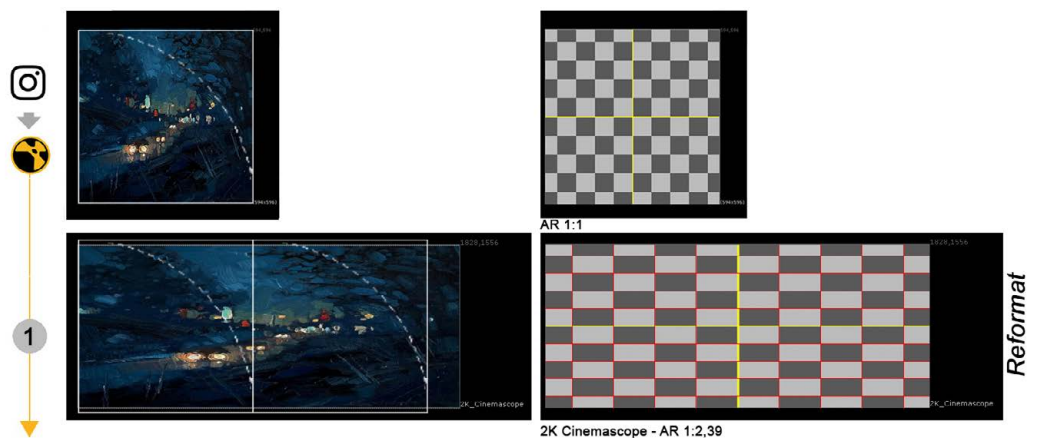


Fig. 10. Desqueeze simulation: from illustration AR~1:1 (594x596) to anamorphic format 2K_Cinemascope (AR 1:2,39). Author elaborations (top, left: oil on panel, courtesy of Chris Long, 2024).

Fig. 11. VFX Compositing: main effect/aberration generated by anamorphic optics (Nuke, Foundry). Author's elaboration.

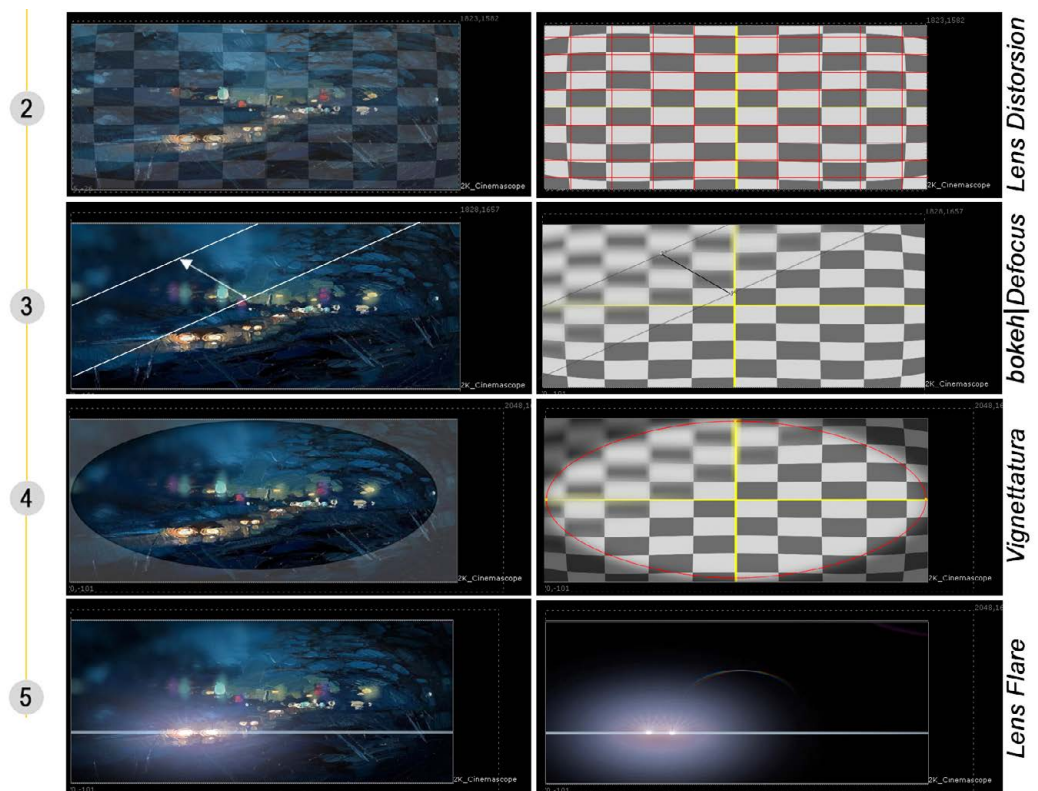
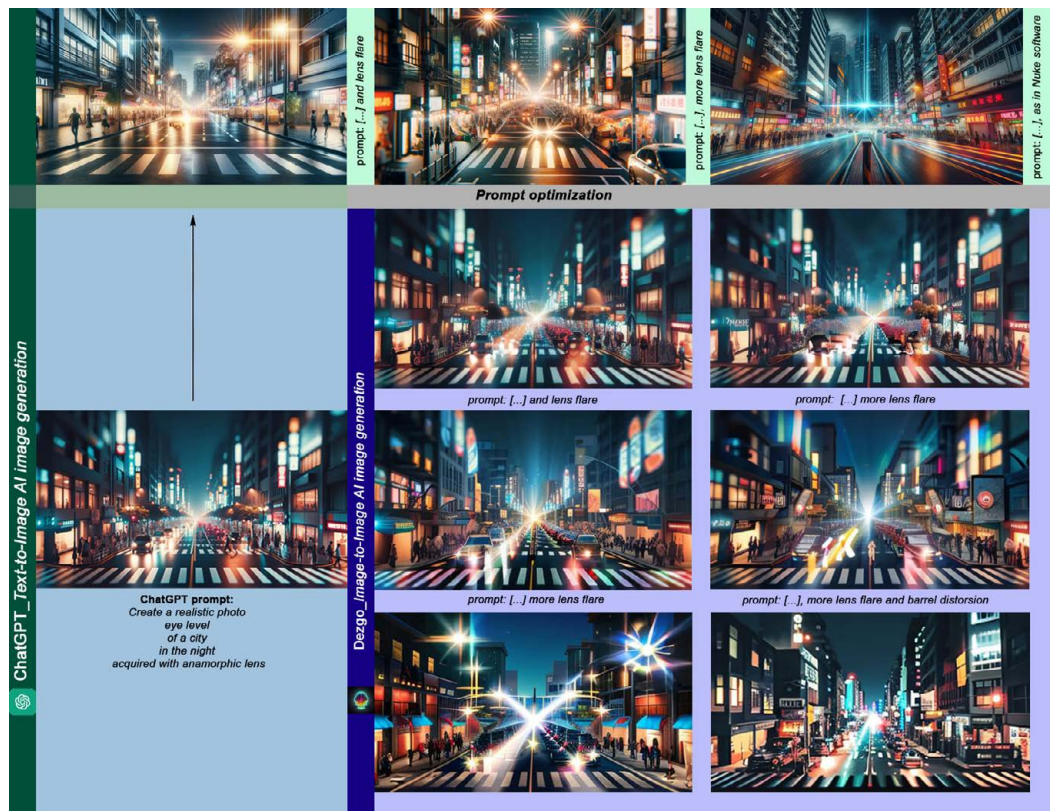


Fig. 12. AI Image generation: Text-to-image AI image generative process of static picture taken with anamorphic optics (ChatGPT); Image-to-image AI image generative process for implementation of optical-anamorphic effects (Dezgo). Author's elaboration.



Notes

[1] Nuke (Foundry), Adobe Premiere Pro (Adobe), Final Cut Pro (Apple Inc.), iMovie (Apple Inc.), DaVinci Resolve (Blackmagic Design) are among the main VFX Compositing software.

[2] Claude's mirror name comes from the landscape painter Claude Lorrain (XVII century), who used a convex black mirror to create his works, trying to emulate their effects, including tonal graduation.

[3] The word *bokeh* is of Japanese origin and it means "blur" or "mental confusion".

[4] "The cinematographic frame, taken independently from the concatenation of images of the film, does not differ from a simple photograph and can be considered as the minimum unit of the cinematographic framing" [Di Marino 2003].

References

Attademo G. (2023). *Lo spazio narrativo nei videogiochi. La rappresentazione dello spazio virtuale come nuova modalità narrativa negli Entertainment Games e nei Cultural Games*, collana: Beyond Accessibility n. 3. Napoli: Federico II University Press. <https://doi.org/10.6093/978-88-6887-198-7>.

Bemporad E., De Felicis D. (05.02.2019). *Fondamenti di microscopia ottica in riflessione. Corso di alta formazione in microscopia*. Università degli Studi Roma Tre <<https://limeacademy.uniroma3.it/wp-content/uploads/2019/02/Fondamenti-di-microscopia-ottica-in-riflessione-Bemporad-De-Felicis.pdf>> (accessed 18.02.2024).

Brighel S. (19.04.2018). Introduzione alle ottiche anamorfiche. In *Digitalproduction.tv*, n. 5. <<https://transaudiovideo.com/it/news/introduzione-alle-ottiche-anamorfiche>> (accessed 18.02.2024).

Calvano M. (2018). Geometry in Spherical Panoramas for Architectural Surveying. In *Dienne* n. 3, pp. 1. Roma: Dei, Tipografia del Genio Civile.

Candeloro J. P. (2006). *Immagini in movimento e nuove tecnologie. Lo sviluppo dell'industria cinematografica tra radio, televisione e scenari digitali*. Tesi di Dottorato in Scienze della Comunicazione, tutor prof. G. Richeri, SUPSI, Università della Svizzera italiana, Dipartimento ambiente, costruzioni e design, Istituto design (Ide). <<https://repository.supsi.ch/9865/>> (accessed 18.02.2024).

Catalano G. M. (1987). Occhio e prospettiva. In *Architettura del Bello, Architettura del Sublime: le risposte del Disegno. Terzo Seminario di Primavera*, maggio 1987. Università degli Studi di Palermo. Dipartimento di Rappresentazione U.I.D. <https://www.researchgate.net/profile/Giuseppe-Catalano-2/publication/309786862_EYE_AND_PERSPECTIVE/links/582370ec08aeebc4f898748e/EYE-AND-PERSPECTIVE.pdf> (accessed 18.02.2024).

Chieri A. (2019). *Il tempo della narrazione. I fondamenti cognitivi dello storytelling*. Tesi di Dottorato in Filosofia, tutor prof. P. Virno. Università degli studi Roma Tre, Dipartimento di Filosofia, Comunicazione e Spettacolo <<http://hdl.handle.net/2307/40554>> (consultato il 18.02.2024).

Das S. (2023). The evolution of visual effects in cinema: a journey from practical effects to CGI. In *JETIR* Vol. 10, Issue 11, pp. 1. <<http://www.jetir.org/papers/JETIR2311442.pdf>> (accessed 18.02.2024).

De Rubertis R. (17.11.2011). *Immagine. In Teknoring. Il portale delle riflessioni tecniche*. <<https://www.teknoring.com/wikitecnica/rappresentazione-e-media/immagine/>> (accessed 18.02.2024).

Di Marino B. (2003). Fotogramma. In *Enciclopedia del Cinema*. <[https://www.treccani.it/enciclopedia/fotogramma_\(Enciclopedia-del-Cinema\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/fotogramma_(Enciclopedia-del-Cinema))> (accessed 18.02.2024).

Fauer J. (2015). All About Anamorphic. A review of Film and Digital Times Articles since 2007 about Anamorphic Widescreen. In *Film and Digital Times. Art, Technique and Technologies*. Editorial offices in New York City. <<https://www.fdtimes.com/pdfs/articles/anamorphic/FDTimes-Anamorphic-Special-May2015.pdf>> (accessed 18.02.2024).

Heater A. (17.10.2023). *David Stump and Jim Geduldick: Shooting Virtual Productions*. <<https://postperspective.com/david-stump-and-jim-geduldick-shooting-virtual-productions/>> (accessed 18.02.2024).

Hullin M., Eisemann E., Seidel H. P., Lee S. (2011). Physically-Based Real-Time Lens Flare Rendering. In *ACM Transactions on Graphics. Proceedings of SIGGRAPH 2011*. Vancouver, British Columbia, Canada Vol. 30, n. 4, 7-11 August 2011. <<https://resources.mpi-inf.mpg.de/lensflareRendering/pdf/flare.pdf>> (accessed 18.02.2024).

Iovinella M. R. (16.06.2022). *L'intelligenza artificiale sta cambiando Hollywood*. Wired. <<https://www.wired.it/article/intelligenza-artificiale-ai-hollywood/>> (accessed 18 febbraio 2024).

Jones P. H., Maragò O. M., Volpe G. (2015). *Optical Tweezers: Principles and Applications*. Cambridge University Press. <<http://opticaltweezers.org/>> (accessed 18.02.2024).

Kavanaugh T. (2023). Aspect Ratio nel mondo della TV e sul grande schermo. In *Aspect ratio: la guida completa alle proporzioni, cosa sono e come scegliere quelle giuste*. <<https://www.adobe.com/it/creativecloud/video/discover/aspect-ratio.html>> (consultato il 18.02.2024).

Long C. (06.02.2024). *Tennessee Nocturne (6"x6" Oil on cradled wood panel)*. <<https://www.instagram.com/p/C3AwVAYsTbA/>> (accessed 18.02.2024).

Maillet A. (2004). *The Claude Glass: Use And Meaning Of The Black Mirror In Western Art*. New York: Zone Books, Princeton University Press.

Mancini M. F., Menconero S. (2023). AI-aided Design? Text-to-image Processes for Architectural Design/AI-aided Design? Processi text-to-image per il disegno di architettura. In *Disegno* n. 13, pp. 1. <<https://doi.org/10.26375/disegno.13.2023.8>> (accessed 18.02.2024).

Mole A. (2015). *Living Photographs*. Parigi: RVB Books.

Muratori M. (2008). Distorsioni nella stereoscopia tradizionale. In *Elettronica e Telecomunicazioni*, n. 1, pp. ? <<http://www.crit.rai.it/eletel/2008-1/81-2.pdf>> (accessed 18.02.2024).

Pagliano A. (2024). Optical and Perspective Illusion. In A. Pagliano. *Geometries of Anamorphic Illusions*. The Urban Book Series, pp. 23-41. Cham: Springer.

Peruggi F. (2019/2020). *Fisica della visione*. Napoli: Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Fisica Ettore Pancini. <<https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/34241541>> (accessed 18.02.2024).

Shakespeare W. (1595). *The Tragedy of King Richard the Second*. London: P. S. for Thomas Milling.

Shickman A. (1978). The "Perspective Glass" in Shakespeare's Richard II. In *Studies in English Literature, 1500-1900* Vol. 18, n. 2, Elizabethan and Jacobean Drama, pp. 217-228. Houston: Rice University. <<https://www.jstor.org/stable/450358>> (accessed 18.02.2024).

Stöger F. L. (23.05.2023). *How anamorphic lenses influence cinematography. Comparing anamorphic and spherical optics and how they impact the viewer*. Vienna. <https://www.marshallplan.at/images/All-Papers/MP2023/St%C3%B6ger_Felix_Laurin_2039.PDF> (accessed 18.02.2024).

StudioBinder (15.11.2021). *What is an Anamorphic Lens — Anamorphic vs Spherical Lens Explained*. <<https://www.youtube.com/watch?v=iiiiwihwJH5Y>> (accessed 18 febbraio 2024).

Stump D. (08.06.2021). VES HANDBOOK: LENS MAPPING FOR VFX. VFXV. The magazine of the Visual Effects society, issue summer 2021. In J. A. Okun, S. Zwerman (Eds). 2020. *The VES Handbook of Visual Effects – 3rd Edition* <<https://www.vfxvoice.com/ves-handbook-lens-mapping-for-vfx/>> (accessed 18.02.2024).

Tavazzi S. (17.02.2020). *Corso di ottica e optometria - Lezione di Ottica geometrica*. Università degli Studi di Milano – Bicocca (accessed 18.02.2024).

Thielemann A. (2009). Lenti e specchi nella scienza e nella pittura del primo Seicento. In R. Sinigalli (a cura di). *L'arte della matematica nella prospettiva. Atti del Convegno internazionale di studi: Istituto svizzero di Roma, Centro internazionale di studi Urbino e la prospettiva*, Roma-Urbino, 9-11 ottobre 2006, pp. ?. Foligno: Cartei & Bianchi.

Torelli A. (2010). *Principi di ottica e lenti sottili*. <<https://www.aristidetorrelli.it/Tutorial.html>> (accessed 18.02.2024).

Author

Emanuela Lanzara, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli, emanuela.lanzara@unisob.na.it

To cite this chapter: Lanzara Emanuela (2024). VFX Compositing: aberrazioni ottico-anamorfiche per la rappresentazione narrativa ed emozionale/VFX Compositing: optical-anamorphic aberrations for narrative and emotional representation 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. 3105-3126.