

LUNGO I
CONFINI
DEL TYPE DESIGN:
Sperimentare
l'intelligenza
artificiale
per
l'innovazione
nel type design

Corso di laurea di primo livello in Grafica d'arte

Tesi di Laurea

**Lungo i limiti del type design:
sperimentare l'intelligenza artificiale
per l'innovazione nel type design.**

Relatore

Prof. Fabrizio Sebastiani
Disciplina Tecniche grafiche
speciali

Candidata

Maria Chiara Colonna

Matricola

1161

Indice

Abstract	7
1 Introduzione	10
1.1 Domande di ricerca	12
1.2 Obiettivo e applicazione	11
2 Nascita ed evoluzione del type design	16
2.1 Storia della tipografia	17
2.2 L'avvento del computer	20
2.3 Il design generativo	24
3 Ricerca	28
3.1 Impatti dell'AI e Machine Learning	29
3.2 Le reti neurali	30
3.3 Analisi casi studio	32
3.4 Metafont	34
3.5 Process Studio, Uncanny Values	36
3.6 Erik Bernhardsson	38
3.7 Aesthetic Imperfections	40
3.8 Considerazioni casi studio	42
4 Documentazione di progetto	46
4.1 Modelli generativi e GAN	47
4.2 Immagini digitali	49
4.3 Carattere tipografico e font	52
4.4 Strumenti e preparazione dataset	54
5. GlyphAI	57
5.1 Addestramento	59
5.2 Esecuzione	60
5.3 Risultato	64
6. AlphAI	69
6.1 Obiettivi e struttura del progetto	71
6.2 Typeface	72
6.3 Leggibilità	88
7. Conclusioni e sviluppi futuri	91
Bibliografia	94
Sitrografia	95
Contributo sviluppo modello generativo	98

Abstract

La costante innovazione tecnologica degli ultimi secoli ha fornito risorse e strumenti di straordinario potenziale nel campo del type design. Questi strumenti hanno accelerato il processo di progettazione e semplificato la produzione di caratteri tipografici, apendo nuove prospettive nell'ambito dell'ispirazione creativa. In conseguenza di ciò, si è iniziato a esplorare procedure basate su algoritmi e generazione automatica, come i font variabili o la creazione tipografica generativa.

La tipografia, come elemento centrale di connessione tra il mondo scritto e visuale, assume un ruolo fondamentale nella comunicazione contemporanea. Tra i cambiamenti nel campo del type design, emerge l'innovazione rappresentata dall'automazione nella progettazione. Tuttavia, quali sono le aspettative correnti relative all'approccio generativo? Potrebbe apportare benefici dal punto di vista funzionale?

La stesura di questa tesi costituisce un contributo a tali interrogativi, segnando il primo passo verso la realizzazione di un'intelligenza artificiale capace di generare glifi che compongono un carattere tipografico. Inoltre, essa rappresenta l'esplorazione di un approccio innovativo, apendo così nuove opportunità creative nell'ambito della tipografia generativa.

1 - Introduzione

L'avvento del computer ha rivoluzionato profondamente il modo in cui le persone interagiscono con le informazioni. Nel XIX secolo, i lettori hanno assistito a un notevole aumento nella diversità tipografica, il che è stato il risultato di una serie di fattori, tra cui l'industrializzazione della stampa, l'espansione delle città e del pubblico di lettori, oltre all'avvento della pubblicità.

Negli anni '60 e '70, l'introduzione della fotocomposizione, seguita poco dopo dalla composizione digitale, ha liberato la tipografia dai vincoli del metallo, incoraggiando ulteriormente la diversificazione. Alla fine degli anni '80, l'accessibilità di software per la progettazione dei caratteri tipografici ha rappresentato un ulteriore stimolo per l'innovazione tipografica.

La tecnologia ha sempre svolto un ruolo cruciale nello sviluppo della tipografia nel corso della storia. Negli ultimi decenni, i designer hanno esplorato la creazione di caratteri tipografici generativi, realizzati principalmente attraverso il ricorso a codici e algoritmi.

Come può essere ottimizzato il flusso di lavoro dei designer attraverso l'automazione nella creazione di caratteri tipografici?

Quali sono i limiti attuali della generazione automatica di caratteri tipografici e come potrebbero essere superati?

Nel mondo moderno dove l'intelligenza artificiale ha assunto un ruolo sempre più centrale, quale sarà il ruolo del designer?

Questo progetto si propone di fornire ai designer uno strumento per ottimizzare il processo di creazione di caratteri tipografici, esaminando lo stato attuale dell'intelligenza artificiale e riconoscendo le sue attuali limitazioni. L'obiettivo principale è di aprire nuove prospettive sull'impiego dell'intelligenza artificiale nel campo della tipografia. L'indagine si concentra sulle ultime evoluzioni, allo scopo di comprendere come la relazione con gli strumenti digitali si svilupperà in futuro.

2 - Nascita ed evoluzione del type design

Nella prima parte di questo capitolo, mi dedico a una breve ricerca sul ruolo della tipografia nell'era dell'informatica.

Approfondisco l'interazione tra la tipografia e l'avanzamento tecnologico segnato dall'emergere del computer, analizzando come tale progresso abbia esercitato un impatto significativo sulla tipografia.

L'intento è di offrire una visione completa di come l'ingresso nell'epoca digitale abbia trasformato il settore della tipografia.

Nella parte finale del capitolo, mi concentrerò brevemente sull'introduzione del design generativo.



Stampa a caratteri mobili in una xilografia del 1568.

2.1 Breve storia della tipografia

La tipografia si è sviluppata a partire dalla seconda metà del Quattrocento, quando Johannes Gutenberg inventò i caratteri mobili e aprì la possibilità di riprodurre testi in modo efficiente.

Gutenberg incise ogni lettera su punzoni metallici, usati per forgiare le matrici da cui poter ricavare i caratteri mobili attraverso un processo di fusione metallica a temperature relativamente basse.

Prima dell'invenzione della stampa, la produzione di libri e altri materiali scritti era un processo lungo e costoso, spesso affidato ai copisti che trascrivono manualmente ogni copia.

La stampa a caratteri mobili ha consentito la produzione in serie di libri e altri documenti, rendendo il processo

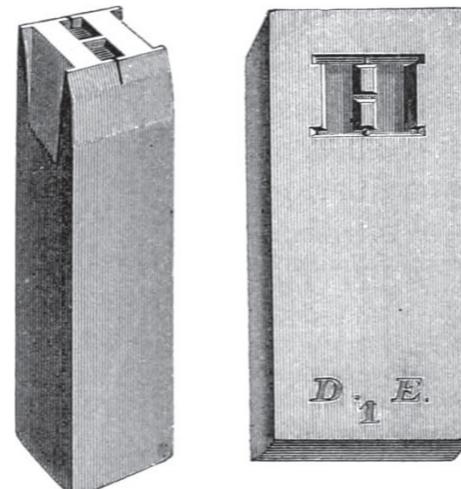
molto più efficiente ed economico.

I testi stampati erano un mezzo per preservare la parola, di conseguenza l'alfabetizzazione aumentò poiché la lettura era fondamentale per acquisire conoscenza.¹

In questi primi anni di rivoluzione, si assistette all'origine di una vasta gamma di caratteri tipografici.

Nel corso del XIX secolo, con l'avvento della rivoluzione industriale, l'uso della tipografia si estese per rispondere alle crescenti esigenze del commercio in espansione.

Intorno al 1880, emersero nelle stamperie macchinari quali la Linotype e la Monotype, che consentivano la composizione diretta di linee di testo e caratteri.



Punzone e matrice di un carattere.



Vista parziale di una cassa tipografica.

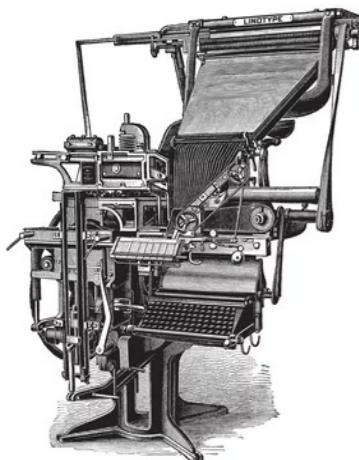
¹ Siegfried H. Steinberg, Cinque secoli di stampa, 1968.

Entrambe queste macchine furono impiegate a scopi commerciali fino agli anni '80, quando la fotocomposizione e, in seguito, la composizione digitale si affermarono perché consentirono di abbattere i costi.²

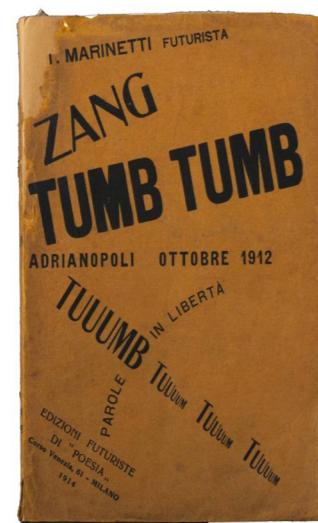
La prima metà del XX secolo è segnata da conflitti mondiali, e dopo la Prima Guerra Mondiale, la tipografia subisce una rottura nei suoi canoni stilistici, in linea con quanto accaduto durante le avanguardie storiche.

Nel 1928, Jan Tschichold introdusse un nuovo approccio all'uso dei caratteri tipografici e all'impaginazione con "Die Neue Typographie", basato sui principi del funzionalismo e del modernismo.

Rivoluzionare l'impaginazione e la scelta dei caratteri rivoluzionava l'inte-



Macchina Linotype.



Il futurismo, lo sconvolgimento dei canoni anche in ambito tipografico. Zang Tumb Tumb di F.T. Marinetti, 1914.



La stilizzazione di gusto decò risulta ancora attuale. Fortunato Depero, copertina per Vanity Fair, 1930.

2.1 Breve storia della tipografia

ro sistema di comunicazione.

Con i principi della Nuova Tipografia, si cominciò a impaginare in modo moderno, adottando layout asimmetrici e dinamici, e privilegiando caratteri senza grazie al posto dei caratteri gotici o graziati.³

Un'altra importante influenza sulla tipografia, da cui Jan Tschichol trasse ispirazione per i suoi concetti sulla Nuova Tipografia, fu la scuola del Bauhaus.

Questa istituzione, grazie al suo approccio razionale, ebbe un ruolo significativo nella diffusione dell'uso dei caratteri senza grazie.

Un notevole contributo provenne da Herbert Bayer, studente e insegnante al Bauhaus. Egli propose un carattere universale che non solo eliminava la

2.1 Breve storia della tipografia

necessità delle grazie, ma aboliva anche l'uso delle lettere maiuscole, concentrando l'intero carattere esclusivamente sulle lettere minuscole.⁴

Un'altra rivoluzione importante nel campo tipografico fu la fotocomposizione nel 1944, essa introdusse il primo software di impaginazione, aprendo la strada al desktop publishing.

Al posto delle complesse fonditrici come la Linotype e la Monotype, si utilizzava una macchina fotografica, al posto del tradizionale metallo si impiegavano segni in negativo su pellicola trasparente.

Questa rivoluzione contribuì all'affermazione dell'offset come il principale metodo di stampa.⁵

L'arte tipografica nei secoli successivi

equivale a ciò che Beatrice Warde descrisse nel suo saggio "Il calice di cristallo" o "tipografia invisibile".

Secondo Warde, la tipografia doveva essere come un calice di cristallo, un contenitore trasparente per il suo messaggio.

Questa metafora sottolinea l'importanza della chiarezza e della trasparenza nella tipografia.⁶



László Moholy-Nagy. Alcune copertine per i Bauhausbücher, furono pubblicati quattordici titoli tra il 1925 e il 1930

² Bann David, La stampa oggi, 2008, p. 11.

³ Riccardo Falcinelli, Filosofia del graphic design, 2022, pp. 49-69.

⁴ Ivi, pp. 89-94.

⁵ Bann David, La stampa oggi, 2008, p. 12.

⁶ Riccardo Falcinelli, Filosofia del graphic design, 2022, pp. 81-87.

2.2 L'avvento del computer

Il cambiamento più rivoluzionario del secolo è rappresentato dall'avvento, a metà degli anni '80, dei personal computer; insieme a essi, giungono i software dedicati alla composizione grafica e al fotoritocco delle immagini.

Prima dell'avvento del computer, solo un piccolo gruppo di persone privilegiate aveva accesso agli strumenti.⁷

Tuttavia, con l'introduzione dei personal computer avviene una rottura con la tradizione.

Nel 1981, lo Xerox Star è il primo sistema sul mercato a rivoluzionare il concetto di interazione con il computer.

Prima di questo avanzamento, la comunicazione con la macchina si basava esclusivamente su stringhe di codice che dovevano essere apprese; Xerox

introduce nel panorama informatico l'interfaccia grafica nota come WIMP, caratterizzata dal principio di finestre, icone, mouse e menu a discesa.

Questa interfaccia si diffonde nel mercato con l'introduzione del Macintosh nel 1984.

In questa fase, il personal computer diventa accessibile a un pubblico più vasto, non necessariamente composto da esperti che comprendevano il sistema operativo Mac OS.

Questo fenomeno ha rilevanti implicazioni anche per il campo della grafica, parallelamente alle interfacce e ai programmi di elaborazione testi, emergono linguaggi di programmazione destinati a descrivere gli elementi di una pagina virtuale, facilitando la



Personal Computer Apple sviluppato da Jef Raskin, 1984.



Monitor e tastiera di una workstation Xerox Star.

2.2 L'avvento del computer

connessione con i relativi dispositivi di output, come le stampanti.⁸

Adobe Systems nel 1982 introduce il linguaggio di descrizione PostScript, con la prima stampante laser PostScript, la Apple LaserWriter, introdotta nel 1985.

Grazie a questo linguaggio si realizza per la prima volta l'unificazione dei processi di impaginazione e stampa.

PostScript permette di descrivere digitalmente i caratteri all'interno della pagina e rasterizzarli, garantendo una qualità senza compromessi.

Tale innovazione conduce PostScript a diventare una delle tecnologie fondamentali per ciò che sarà successivamente denominato Desktop Publishing.⁹

In un decennio, tutti i grafici passano all'uso del computer. Mentre molti lo vedono come un diverso strumento o un mezzo per aumentare la velocità delle operazioni, solo pochi, nella metà degli anni '80, riflettono profondamente sul cambiamento in corso e sulla trasformazione inevitabile dei processi di pensiero e lavoro che ne conseguono.

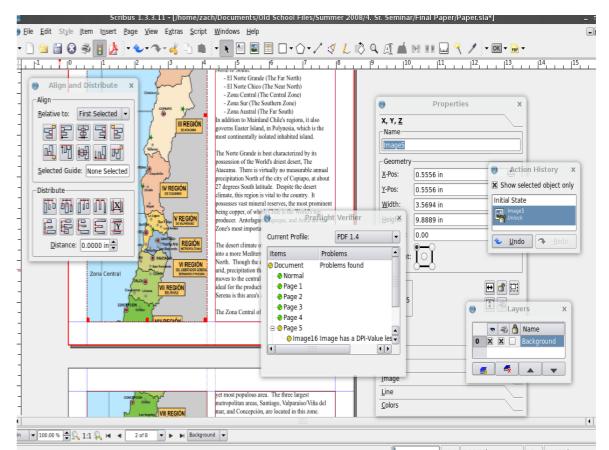
In questo contesto di cambiamento, nel 1984 Zuzana Licko e Rudy VanderLans, fondarono la rivista grafica Emigre, nota per aver creato alcuni dei primissimi layout digitali e progetti di caratteri tipografici.

La rivista venne interamente realizzata in casa grazie al desktop publishing.

Ciò che distinse Licko fu la creazione



Apple LaserWriter (1985).



Impaginazione di un documento editoriale con Scribus, un programma open source di desktop publishing.

⁷ Neville Brody & Jon Wozencroft, FUSE 1-20, 2012, p. 9.

⁸ Storia del computer, Wikipedia.

⁹ Robin Kinross, Tipografia moderna. Saggio di storia critica, 2005.

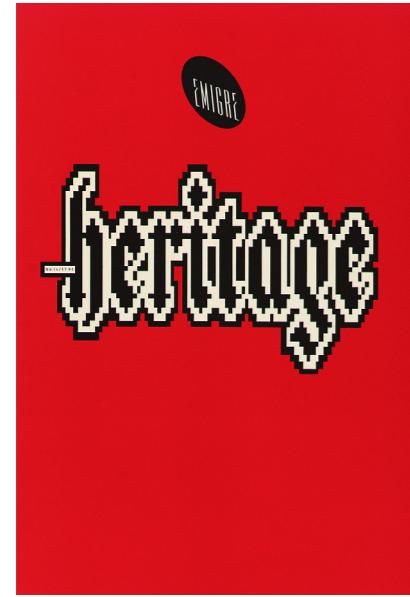
dei primi caratteri tipografici progettati completamente al computer, senza ricorrere alla digitalizzazione di disegni preesistenti.

Questo non rappresenta solo un diverso approccio pratico, ma anche la premessa di una nuova forma di espressione artistica nel campo della progettazione tipografica.¹⁰

Si comincia a promuovere l'idea che i caratteri tipografici sono più di semplici strumenti di comunicazione.

Invece di seguire l'approccio funzionale dei modernisti svizzeri, figure come quella di Zuzana Licko, cercano di infondere nei caratteri una sorta di espressività unica.¹¹

Pochi anni dopo, nel 1991, Neville Brody e Jon Wozencroft fondarono FUSE.



Emigre #14: Heritage
43 x 29 cm, 1990
Design e produzione: Rudy VanderLans
Typeface designs: Zuzana Licko.



Interno di Emigre #14

2.2 L'avvento del computer

Questa rivista trimestrale, comprendeva una scatola di cartone contenente un disco con quattro o più font al suo interno, oltre a cinque poster.

Questo progetto è sempre stato considerato come uno strumento d'esplorazione per i designer e tipografi sperimentali di caratteri digitali.¹²

Con l'avvento del Macintosh, vengono introdotti una maggiore diversità di font, consentendo agli utenti di scegliere tra stili e dimensioni di caratteri differenti.

In seguito, con lo sviluppo della tecnologia PostScript, si verifica una vera rivoluzione nell'ambito dell'editoria e della grafica.¹³

A differenza dei font bitmap, limitati alla loro dimensione naturale, i font

2.2 L'avvento del computer

vettoriali, descritti tramite formule matematiche, diventano scalabili, mantenendo una qualità visiva ottimale anche a diverse dimensioni.

Con l'introduzione del PostScript di Adobe negli anni '80, si verificarono dei progressi nei formati di carattere.

Grazie alla sua natura vettoriale, il formato PostScript permise una descrizione più accurata e una migliore scalabilità dei font.

Il formato Type 1, sviluppato nel 1984 come formato vettoriale basato su PostScript per la stampa, è stato il principale nell'editoria per oltre un decennio.

Caratterizzato dall'impiego di curve di Bezier cubiche, questo formato offriva glifi di alta qualità.¹⁴

L'installazione richiedeva però l'utilizzo di

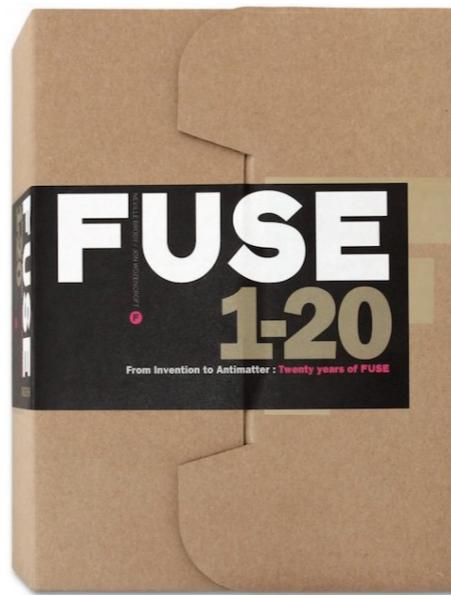
due file distinti e i caratteri non erano multiplattforma, per cui era necessario avere file separati per Mac e Windows.

Negli anni '80, Apple e Microsoft svilupparono TrueType, un formato vettoriale di carattere per competere con Type 1.¹⁵

TrueType mirava a essere versatile su diverse piattaforme, con l'uso di curve di Bezier quadratiche per una rapida elaborazione.

Nel 1994, Adobe e Microsoft collaborarono per creare OpenType, una fusione innovativa di TrueType e Type 1.¹⁶

OpenType mirava alla multiplattforma e supportava tutti i sistemi di scrittura globali tramite lo standard Unicode.



Pubblicazione sperimentale di Neville Brody e Jon Wozencroft su caratteri e tipografia.



Alphabet, un carattere tipografico creato da Paul Elliman per FUSE 5.

¹⁰ Riccardo Falcinelli, Filosofia del graphic design, 2022, pp. 235-238.

¹¹ Robin Kinross, Tipografia moderna. Saggio di storia critica, 2005.

¹² Neville Brody & Jon Wozencroft, FUSE 1-20, p. 358.

¹³ PostScript, Wikipedia.

¹⁴ Type 1, Wikipedia.

¹⁵ TrueType, Wikipedia.

¹⁶ OpenType, Wikipedia.

Nel precedente capitolo, è stata esaminata brevemente l'evoluzione storica della tipografia, mettendo in particolare rilievo l'impatto che ha introdotto il personal computer.

La tipografia ha avuto un percorso storico ricco e complesso, partendo dall'invenzione della stampa a caratteri mobili, passando per l'introduzione di nuovi caratteri e tecniche di stampa nel corso dei secoli, fino all'avvento delle macchine automatiche Linotype e Monotype nel XIX secolo.

Oggi, ci troviamo di fronte a una rivoluzione nel campo della tipografia, grazie all'avvento dell'intelligenza artificiale.

In particolare, il design generativo sta aprendo nuove frontiere nella generazione di caratteri tipografici.

Questo approccio creativo impiega algoritmi di apprendimento automatico addestrati su una vasta quantità di dati per generare grafica visiva.

A differenza della progettazione convenzionale dove il processo è considerato un mezzo per raggiungere un

risultato finale specifico, nella progettazione generativa, l'attenzione del designer è centrata sul processo stesso.¹⁷

Nel contesto della tipografia, è interessante menzionare uno dei primi significativi casi di design generativo; Metafont, concepito da Donald Knuth.

Lanciato negli anni '80, è un sistema di descrizione di caratteri che utilizza equazioni geometriche e parametri per definire la forma di ogni carattere.

In modo simile, i sistemi generativi utilizzano algoritmi e regole per creare della grafica visiva.

Metafont può essere considerato un precursore nell'idea di sfruttare algoritmi e codice per la creazione di design, introducendo la programmazione nel processo di design.¹⁸

L'impiego dell'intelligenza artificiale nel generative design è emerso successivamente, in parallelo agli avanzamenti nell'apprendimento automatico e nell'AI.

Questi approcci moderni hanno dato vita a sistemi capaci di apprendere dai dati e di generare soluzioni progettuali

in modo più autonomo.

Il generative design rappresenta soltanto l'inizio di un'epoca in cui l'intelligenza artificiale sarà sempre più coinvolta nel processo creativo.

¹⁷ Il Generative Design, NewsImpresa.

¹⁸ Metafont, Wikipedia.

3 - Ricerca

Uno dei temi di maggiore rilevanza nei decenni a venire, con impatti significativi in tutti gli ambiti della nostra vita, è l'intelligenza artificiale.

Tra i numerosi contributi che l'intelligenza artificiale offre al campo della progettazione grafica, uno degli elementi chiave è l'automazione delle attività ripetitive e monotone.

In questo contesto, la tipografia, fondamentale nell'ambito della comunicazione visiva, sta vivendo una rivoluzione senza precedenti.

La crescente diffusione di caratteri generati dall'intelligenza artificiale sta ridefinendo il ruolo tradizionale della tipografia.

Nel corso di questo capitolo, esploriamo l'impatto dell'AI sulla tipografia, concentrando principalmente sui principi fondamentali del machine learning, con particolare attenzione alle reti neurali.

Nella sezione conclusiva saranno presenti i casi studio insieme alle relative analisi, utili nella fase di ricerca che nel processo di progettazione.

L'AI e il machine learning stanno sperimentando un'evoluzione rapida preannunciando un impatto significativo sulla società nel prossimo futuro.

Il machine learning, un settore dell'AI e dell'informatica, si focalizza sull'impiego di dati e algoritmi per imitare il processo di apprendimento umano, perfezionando progressivamente la sua accuratezza.¹⁹

Nel campo del design, la tecnologia generativa sta emergendo con forza.

L'utente stabilisce i requisiti del software, come processi di produzione e vincoli, e il modello di AI genera progetti che rispettano tali parametri.

Questa metodologia, basata su algoritmi e parametri, favorisce la creazione di soluzioni innovative, ampliando i confini dei tradizionali approcci di progettazione.²⁰

Il machine learning è un elemento chiave nell'espansione del settore della data science.

Gli algoritmi di machine learning sono spesso sviluppati attraverso framework come **TensorFlow** e **PyTorch**, che forniscono un'infrastruttura solida e potente per l'addestramento e l'implementazione.

È importante sottolineare le differenze tra machine learning e deep learning, termini che spesso vengono usati in modo interscambiabile.

L'AI comprende vari sottocampi, tra cui il machine learning, il deep learning e le reti neurali.

Le reti neurali rappresentano un sottocampo del machine learning, mentre il deep learning è una specializzazione all'interno delle reti neurali.

I modelli di machine learning rientrano in tre categorie principali.

Il **machine learning supervisionato** si basa su dati etichettati per addestrare algoritmi che classificano i dati o prevedono risultati.

Questo processo implica l'aggiustamento dei pesi del modello man mano che i dati vengono inseriti, fino a raggiungere un adattamento ottimale.

Dall'altra parte, il **machine learning non supervisionato** analizza e raggruppa dati non etichettati utilizzando algoritmi di machine learning.

Questi algoritmi sono in grado di identificare gruppi di dati senza l'intervento umano.

Infine, il **machine learning per rinforzo** è un tipo di apprendimento che, pur essendo simile all'apprendimento supervisionato, non si basa su dati di esempio per l'addestramento.

Questo modello apprende attraverso un processo di tentativi ed errori durante l'utilizzo, e una serie di risultati positivi viene rinforzata per sviluppare la migliore soluzione per un problema specifico.²¹

¹⁹ Machine learning, IBM.

²⁰ Generative Design, Wikipedia.

²¹ Machine learning, IBM.

Le reti neurali, o ANN (artificial neural network), hanno origini negli anni '40 e '50. Tuttavia, la diffusione pratica e l'interesse crescente si sono manifestati soprattutto negli anni '80 e '90.

La loro denominazione e struttura sono ispirati al cervello umano, replicando il modo in cui i neuroni biologici trasmettono segnali.

Queste reti sono esperte nel riconoscimento di pattern e giocano un ruolo significativo in applicazioni come la traduzione del linguaggio naturale, il riconoscimento di immagini, riconoscimento vocale e la generazione di immagini.

Le reti neurali artificiali sono formate da strati di nodi che includono un livello di input, uno o più strati nascosti e un livello di output.

Ogni nodo, noto anche come **neurone artificiale**, è collegato ad altri nodi con pesi e soglie associati.

Se l'output di un nodo supera la soglia stabilità, attiva il nodo successivo nella sequenza della rete, trasmettendo così i dati.

In caso contrario, il passaggio dei dati al livello successivo viene interrotto.

Le reti neurali si basano sui dati di addestramento per apprendere e perfe-

zionare la loro precisione nel tempo.

Esistono diverse categorie di reti neurali, ciascuna utilizzata per scopi specifici.

Le **reti neurali feedforward** sono costituite da un livello di input, uno o più livelli nascosti e un livello di output.

Questi modelli ricevono di solito i dati per l'addestramento e costituiscono la base per la visione artificiale, l'NLP (natural language processing) e altre reti neurali.

Le **reti neurali convoluzionali** (convolutional neural network, CNN) sono simili alle reti feedforward, ma vengono generalmente impiegate per il riconoscimento di immagini, di pattern e la visione artificiale.

Il livello convoluzionale svolge il ruolo di rilevatore di pattern nell'immagine utilizzando un filtro che funge da finestra scorrevole.

Questo filtro, considerando gruppi di pixel alla volta, è in grado di identificare angoli, curve e anche geometrie più complesse.

Infine troviamo le **reti neurali ricorrenti** (recurrent neural network, RNN) sono caratterizzate dai loro cicli di feedback.

Questi algoritmi di apprendimen-

to sono particolarmente utili quando si lavora con dati di serie temporali per fare previsioni su risultati futuri, come le previsioni del mercato azionario o le previsioni di vendita.²²

²² Neural Networks, IBM.

Nelle pagine che seguono, si trovano vari casi studio che hanno sostenuto sia la fase di ricerca che quella di progettazione.

Questi casi studio sono stati organizzati in diverse categorie, e per ciascuna categoria, è stato fornito un criterio dettagliato per l'analisi.

Questo metodo di organizzazione e analisi consente una comprensione approfondita dei contesti specifici in cui sono stati condotti i casi studio.

Inoltre, fornisce una visione chiara delle metodologie di valutazione adottate, permettendo così una valutazione più precisa e completa.

- 3.3 Analisi dei casi studio
- **Donald Knuth, Metafont, 1979**
Metafont è un sistema di tipografia computazionale sviluppato da Donald Knuth, è stato il primo strumento che ha cambiato l'approccio alla tipografia.
 - **Process Studio, Uncanny Values, 2019**
È l'identità visiva della mostra Uncanny Values, un'opera d'arte generativa e un processo piuttosto che un singolo fotogramma. L'installazione permette al pubblico di sperimentare l'AI.
 - **Erik Bernhardsoon, Analyzing 50k fonts using deep neural networks, 2016**
L'ex ingegnere di Spotify, Erik Bernhardsoon, ha addestrato un modello successivamente impiegato per la generazione di caratteri bitmap.
 - **Gianpaolo Tucci, Aesthetic Imperfections 2023**
Il designer Gianpaolo Tucci svolge una ricerca che lo porta a scoprire l'imperfezione estetica come unicità dell'intelligenza artificiale.

Metafont, basato su un approccio algoritmico, è un linguaggio per la creazione di caratteri parametrici scritto dallo scienziato informatico Donald Knuth.²³

L'utente, in questo contesto, svolge un ruolo fondamentale stabilendo le regole e i parametri, mentre il sistema genera i caratteri seguendo queste direttive.

In Metafont i glifi sono definiti come i tratti di una penna, dove sia la forma dei tratti che la forma della penna possono essere descritte astrattamente da un insieme di equazioni simultanee.

Tuttavia, a differenza dei sistemi di intelligenza artificiale, Metafont non integra processi di apprendimento automatico.

Il machine learning, invece, funziona attraverso un processo che coinvolge un oggetto da osservare (il dataset di apprendimento), uno strumento di osservazione (l'algoritmo di apprendimento) e una rappresentazione finale (il modello statistico).

Nonostante i suoi punti di forza, come

la precisione matematica e il controllo dettagliato, Metafont presenta alcune limitazioni.

La sua complessità di apprendimento può rappresentare una sfida per gli utenti meno esperti di programmazione.

Inoltre, la mancanza di adattabilità dinamica, una caratteristica tipica dell'intelligenza artificiale, potrebbe limitare la sua applicazione in contesti che richiedono una maggiore flessibilità.

In conclusione, Metafont offre un approccio unico alla tipografia, caratterizzato da un'impronta matematica e digitale fin dalle sue origini.

Sebbene questa metodologia conferisca precisione e controllo, impone anche delle limitazioni che influenzano la sua versatilità e adattabilità rispetto ai sistemi di intelligenza artificiale.

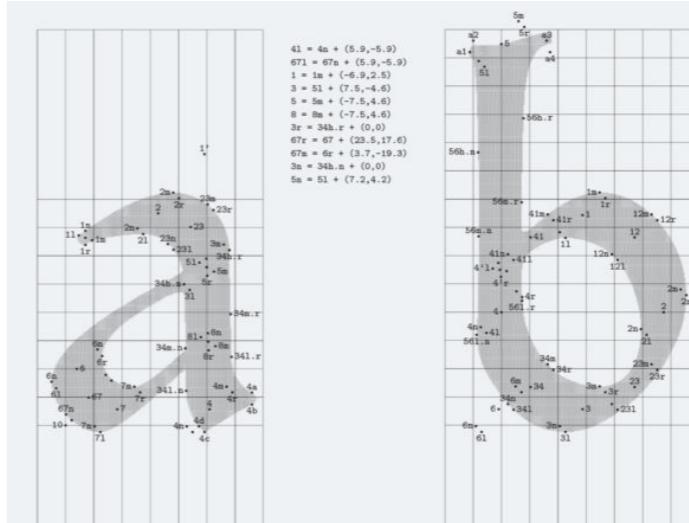
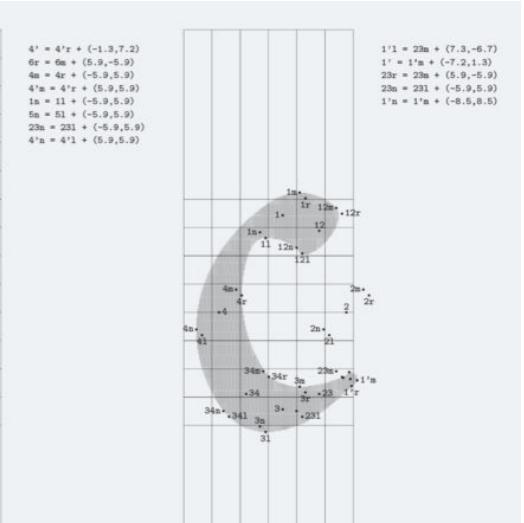


Fig. 1



mathematics
mathematics

Fig. 2

Fig. 1 Dettagli di tre lettere con la visualizzazione dei tratti descritti con Metafont.

Fig. 2 La possibilità di incidere con una variazione random sul disegno di carattere.

²³ Metafont, Wikipedia.

3.5 Process Studio, Uncanny Values

Nel 2019, la Biennale di Vienna ha presentato un'innovativa forma di comunicazione visiva denominata "Uncanny Values"²⁴, basata sull'uso di una rete generativa avversaria (GAN).

Questa mostra ha introdotto al mondo "Almoji", un insieme di emoji generate attraverso l'intelligenza artificiale.

L'approccio adottato per la creazione di queste emoji ha coinvolto l'uso di un vasto dataset contenente migliaia di emoji comunemente utilizzate.

Attraverso l'addestramento non supervisionato di una rete neurale come una GAN, l'obiettivo era la creazione di variazioni completamente originali di emoji.

In parallelo, è stato sviluppato un sistema dedicato alla generazione di nuovi caratteri, utilizzando una metodologia simile.

Questo sistema mirava a imitare con precisione un vero carattere, producendo un output visivo che richiamasse la sua estetica.

L'output dinamico si traduceva in una transizione fluida tra stili di caratteri di-

versi, con una generazione diversa per ogni frame.

Ciò che rende affascinante questo progetto è il processo sottostante: una macchina ha analizzato una serie di emoji, comprendendo le caratteristiche che le definiscono.

Insieme all'Almoji, l'identità visiva di Uncanny Values integra anche il progetto denominato Alfont.

In conclusione, il continuo passaggio delle lettere generate però suggerisce più una metamorfosi fra stati diversi che una semplice generazione di un nuovo carattere.

Sebbene questo progetto dimostra in modo significativo come l'Ai può essere utilizzata per generare nuove forme di comunicazione visiva, la sua applicazione nel campo tipografico rimane limitata.

Un'area in cui questa limitazione è particolarmente evidente è la generazione di grafica vettoriale scalabile (SVG).

3.5 Process Studio, Uncanny Values



Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1 Installazione di una forma di comunicazione unica, basata su l'intelligenza artificiale.

Fig. 2 Questo lavoro fa parte del concept grafico e del progetto di comunicazione per la mostra "Uncanny Values".

²⁴ Process Studio, Uncanny Values, Identity.

Erik Bernhardsson, ex ingegnere di Spotify, ha sviluppato un **modello di rete neurale** utilizzando un vasto dataset di diversi font, escludendone alcuni per una successiva fase di test.

L'obiettivo del progetto è la generazione di nuovi caratteri basandosi su un set di dati preesistenti.

I font sono stati raccolti in un dataset e successivamente convertiti in bitmap per addestrare la rete neurale.

Il modello dimostra una buona capacità nella generazione di immagini per la maggior parte dei glifi esclusi durante l'allenamento.

Tuttavia, emergono difficoltà con i glifi caratterizzati da sottili linee nere.

Questa difficoltà potrebbe derivare dal fatto che il modello non è in grado di acquisire in modo preciso le caratteristiche delle linee sottili durante la fase di addestramento.

Il rendering di una linea composta da pochi pixel comporta un costo computazionale superiore rispetto al rendering di uno spazio vuoto.

La rete neurale dimostra una capaci-

tà limitata nella creazione di nuovi caratteri, mostrando una chiara inclinazione a ispirarsi fortemente ai caratteri presenti nel set di addestramento.²⁵



Fig. 1

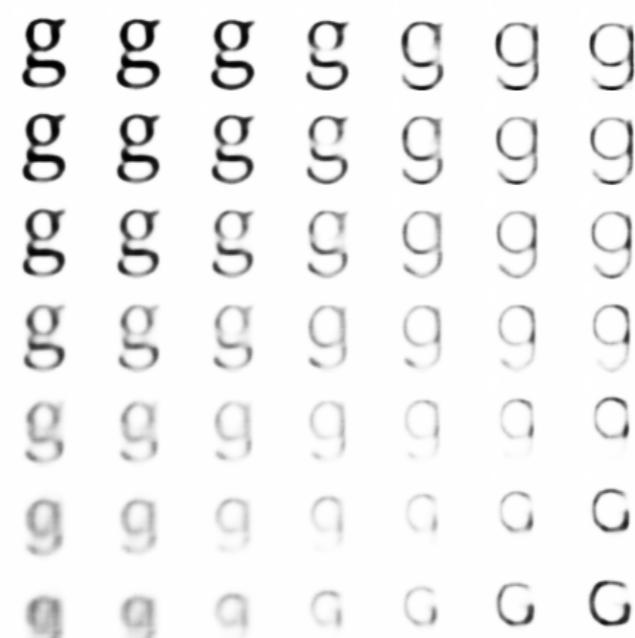


Fig. 2

²⁵ Erik Bernhardsson, Analyzing 50k fonts using deep neural network.

Fig. 1 A sinistra il carattere reale, a destra l'output del modello creato con l'intelligenza artificiale.

Fig. 2 Interpolazione di una g minuscola.

Il designer Gianpaolo Tucci ha realizzato un innovativo progetto nell'ambito della tipografia sperimentale, intitolato **"Aesthetics Imperfections"**, che si basa sull'impiego dell'AI.²⁶

Attraverso questa iniziativa, Tucci esplora la tipografia generata da un avanzato sistema di AI denominata Midjourney, una piattaforma simile al noto DALL-E sviluppato da OPENAI.

Con l'utilizzo di Midjourney, è possibile trasformare descrizioni testuali in immagini, sfruttando efficacemente un sistema denominato "text-to-image".

Gianpaolo Tucci, attraverso i suoi esperimenti, ha creato un portfolio di forme di lettere quasi organiche, emergenti dall'intersezione tra uomo e macchina.

Dall'ottica dell'artista, l'essenza unica dell'AI si manifesta nelle imperfezioni.

Le nuove versioni degli algoritmi stanno gradualmente orientandosi verso una rappresentazione sempre più accurata della realtà, perdendo così quel tocco distintivo delle imperfezioni, che originariamente contribuiva all'origi-

nalità.

Tucci con il suo progetto mette in luce l'importanza di adottare un approccio non lineare nell'utilizzo e nella combinazione degli strumenti e delle versioni disponibili, all'interno di un dinamico flusso di lavoro.

Questo metodo, secondo Tucci, non solo consente di plasmare la casualità dei risultati ma anche di infondere vita in esperienze visive uniche e dinamiche, in cui il movimento gioca un ruolo centrale.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

Fig. 1 Lettera R, arricchita da una texture volumetrica e creata con l'utilizzo di Midjourney.

Fig. 2 Esplorazione della lettera G in forme più sviluppate del corpo umano.

Fig. 3 Esperimento di tipografia organica con Midjourney

²⁶ Aesthetic Imperfections: Gianpaolo Tucci's AI, Typeroom.

Nel contesto attuale, la tipografia digitale è un campo in continua evoluzione.

I casi studio selezionati per questo progetto sono stati attentamente scelti per riflettere le giuste proporzioni e complementare quanto osservato nell'inquadramento teorico precedente.

Questo approccio garantisce che ogni aspetto dello stato dell'arte della tipografia digitale sia adeguatamente rappresentato.

Nonostante il successo dei modelli basati sul deep learning applicati alle immagini rasterizzate, il problema dell'apprendimento e della generazione di rappresentazioni grafiche vettoriali rimane in gran parte inesplorato.

Questa è una sfida che il mio progetto si propone di affrontare.

Pur esistendo casi studio che illustrano l'efficacia dell'AI nella creazione di nuove forme di comunicazione visiva, il suo impiego nel settore tipografico è ancora ristretto.

La produzione di grafica vettoriale

scalabile (SVG) rappresenta un campo in cui tale limitazione risulta particolarmente marcata.

È proprio in questo ambito che il mio progetto mira a esplorare in profondità.

Nel corso del mio progetto considero l'intelligenza artificiale un coautore.

Sono convinta che l'AI abbia un potenziale enorme per introdurre nuovi metodi e forme di progettazione.

Con questa visione, affronto il compito di sviluppare un modello generativo per la grafica vettoriale.

In particolare, propongo l'implementazione di un modello generativo basato su una rete GAN, che ha la capacità di generare glifi codificati in SVG.

Questo rappresenta un progresso significativo nel campo della tipografia digitale, aprendo la strada a nuove opportunità per la creazione di un carattere tipografico unico.

Questo approccio rivoluzionario alla tipografia digitale potrebbe cambiare radicalmente il modo in cui concepiamo e utilizziamo i caratteri tipografici.

4 - Documentazione di progetto

In questo capitolo vengono presentati i modelli generativi, con un focus particolare sulla struttura delle Generative Adversarial Networks (GAN), il modello generativo utilizzato per questo progetto.

Viene fatta una distinzione tra immagini bitmap e vettoriali, sottolineando l'importanza di ottenere un'immagine vettoriale da una GAN.

Nella conclusione del capitolo, illustro la collaborazione con un consulente tecnico scientifico, una figura professionale che ha guidato il lato tecnico del progetto.

Vengono presentati gli strumenti utilizzati e la preparazione del dataset, aspetti di fondamentale importanza per il successo del modello generativo.

In sintesi, questo capitolo fornisce una panoramica completa del quadro teorico e pratico alla base del modello generativo proposto.

L'intelligenza artificiale generativa rappresenta una classe di modelli avanzati di intelligenza artificiale in grado di creare contenuti originali, quali testi, immagini e musica, partendo da un insieme di dati di input.

Questi modelli di apprendimento automatico dimostrano la capacità di generare output che non solo riflettono, ma anche ricreano lo stile e la struttura dei dati iniziali.

Questa innovativa tecnologia apre le porte a un'ampia gamma di applicazioni pratiche, offrendo soluzioni creative e personalizzate nei campi più svariati.²⁷

I modelli generativi costituiscono algoritmi avanzati di apprendimento automatico che mirano a comprendere la distribuzione dei dati di input e a produrre nuovi dati che rispettino tale distribuzione.

Tra i modelli generativi di rilievo, troviamo il modello di apprendimento automatico **Transformer**²⁸, noto per la sua applicazione nel modello di linguaggio **GPT** (Generative Pre-trained

Transformer), e **BERT** (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), utilizzato per la comprensione del linguaggio e generazione di testo.

Il modello scelto per il presente lavoro di tesi si concentra sulle reti **GAN**.

Introdotte nel 2014 da Ian Goodfellow²⁹, le GAN rappresentano una forma innovativa di modelli generativi che coinvolgono due reti neurali distinte: un **generatore** e un **discriminatore**.

Le due reti vengono addestrate in modo competitivo, con il generatore che si impegna a creare nuovi dati, mentre il discriminatore lavora per distinguere tra i dati reali e quelli generati.

In un contesto di addestramento competitivo, il generatore cerca attivamente di ingannare il discriminatore, il quale, a sua volta, cerca di migliorare la sua abilità di riconoscere le immagini false.

L'iterazione continua di questo processo contribuisce a un costante affinamento delle prestazioni di entrambe le reti.

²⁷ Intelligenza artificiale generativa, Wikipedia.

²⁸ Transformer model, IBM.

²⁹ Goodfellow, Generative Adversarial Networks, 2014, ArXiv.

Il generatore aspira a migliorare la qualità delle immagini generate al fine di superare l'abilità del discriminatore, il quale, a sua volta, si perfeziona nel riconoscere immagini false.

Questa competizione tra le due reti genera un ciclo di apprendimento iterativo che conduce a progressi significativi nelle capacità di generazione e riconoscimento delle GAN.

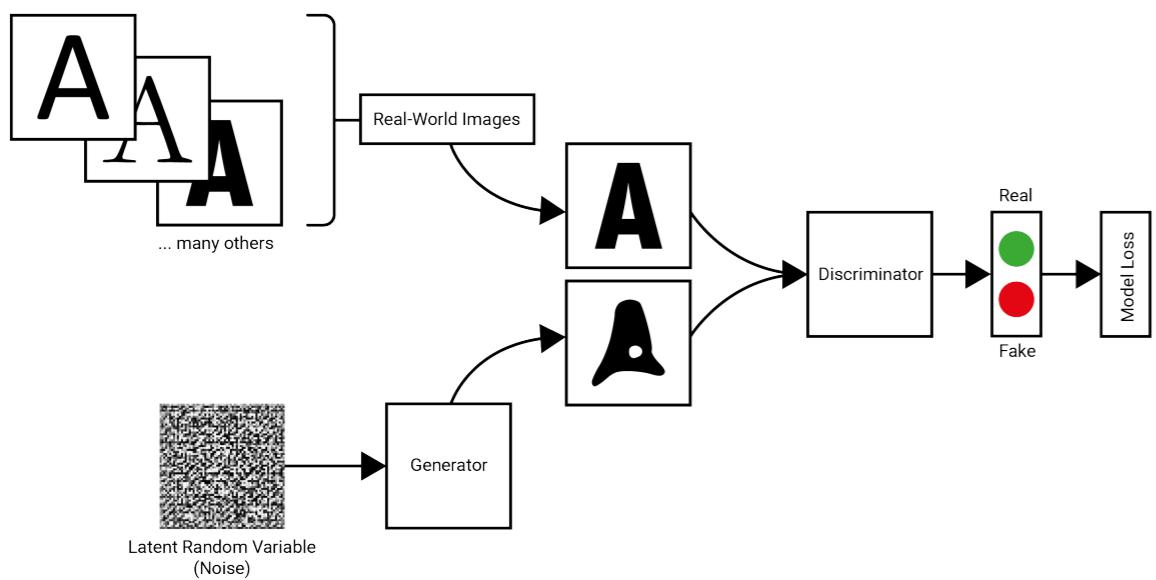


Fig. 1

Fig. 1 Architettura di una Generative Adversarial Network

Sebbene si stia assistendo a un notevole successo nella generazione di immagini rasterizzate e nella creazione di contenuti visivi, è interessante notare che finora si è dedicata una quantità limitata di sforzi alla produzione di grafica vettoriale.

In questo contesto, è importante esplorare le caratteristiche e le potenzialità di entrambi i tipi di immagini digitali, riconoscendo l'importanza della grafica vettoriale.

Nel contesto delle immagini digitali, esistono due tipologie principali di file: **raster** e **vettoriali**.³⁰

Nei formati di file raster, ciascun pixel è assegnato a un valore specifico di colore e posizionato in una griglia regolare, definendo così l'aspetto globale dell'immagine.

Tuttavia, è importante notare che le immagini raster presentano una quantità fissa di pixel.

Questo significa che un'immagine rasterizzata può perdere dettagli se viene ingrandita oltre la sua risoluzione originale, poiché non vi è un aumento

effettivo di informazioni, ma solo una maggiore visualizzazione di pixel più grande.

Questa caratteristica sottolinea il motivo per cui le immagini vettoriali risultano più comunemente preferite per illustrazioni e loghi, poiché consentono una scalabilità senza perdita di qualità e una maggiore flessibilità nella gestione dei dettagli.

A differenza di un formato raster, la grafica vettoriale si basa sulle informazioni matematiche che descrivono forme geometriche come linee, punti, curve e poligoni per la creazione di immagini.³¹

Questi elementi sono definiti tramite equazioni matematiche, e la principale caratteristica della grafica vettoriale è la sua capacità di conservare la qualità indipendentemente dalle dimensioni alla quale viene ridimensionata.

Una grafica vettoriale può essere ingrandita o ridotta senza perdita di dettagli, in quanto le immagini sono formulate attraverso equazioni matematiche, a differenza di una griglia di

³⁰ File raster, Adobe.³¹ File SVG, Adobe.

pixel.

Il formato di file **SVG**, rappresenta uno strumento molto diffuso per la visualizzazione di grafica, diagrammi e illustrazioni bidimensionali sui siti web.

SVG, acronimo di **Scalable Vector Graphics**³², costituisce un formato di file vettoriale specificamente progettato per essere compatibile con il web.

Questo formato offre una flessibilità notevole nella creazione e modifica delle immagini.

Mentre è possibile manipolarli direttamente con editor di testo, spesso vengono generati da software di grafica o esportati da strumenti di disegno vettoriale.

La loro popolarità tra i designer è evidente nell'utilizzo frequente per la visualizzazione di loghi aziendali e icone sui siti web.

Un vantaggio chiave degli SVG è la loro leggibilità diretta da parte dei browser web, contribuendo a renderli una scelta ampiamente preferita per la creazione di grafica vettoriale online.

Uno degli aspetti più positivi degli SVG

è la loro capacità di adattarsi a diverse posizioni e dimensioni.

Questo deriva dalla loro caratteristica di poter essere ingranditi o rimpicciolti senza compromettere mai la qualità dell'immagine.

La facilità di modifica è un ulteriore punto a favore, in quanto gli oggetti all'interno degli SVG sono definiti da equazioni matematiche, agevolando il processo di apportare modifiche al contenuto visivo.

Inoltre, gli SVG possono essere resi interattivi tramite l'aggiunta di scripting o animazioni.

Questa caratteristica non solo consente una presentazione più dinamica delle immagini, ma permette anche esperienze utente più coinvolgenti, contribuendo così alla loro versatilità nel contesto delle applicazioni web avanzate.

Raster

.jpeg .png .gif

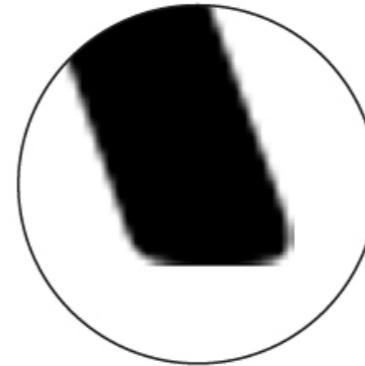


Fig. 1

Vector

.svg .ai

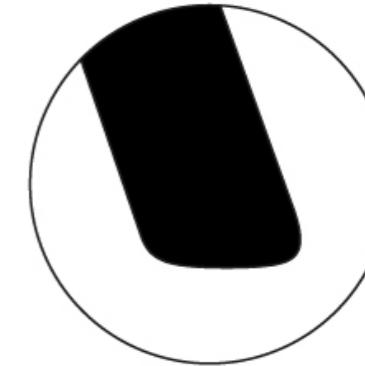
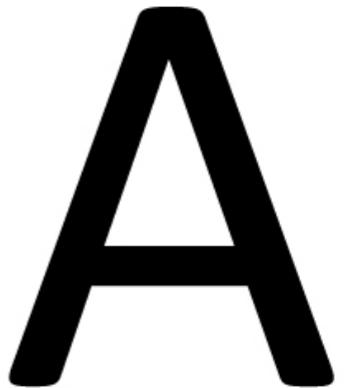


Fig. 2

³² Scalable Vector Graphics, Wikipedia.

Fig. 1 I file JPEG, utilizzati per le foto digitali, comprimono le immagini. I file PNG, simili ai JPEG, supportano anche sfondi trasparenti. La grafica raster animata è solitamente in formato GIF.

Fig. 2 Se un'immagine viene ingrandita sul tuo dispositivo mantiene una risoluzione con bordi definiti, è un'immagine vettoriale. Le estensioni di file vettoriali comuni includono SVG e AI.

Prima della composizione fotografica e del desktop publishing, c'erano pochi tipi di carattere a causa della complessità di incidere i punzoni in metallo.

L'avvento di nuovi font ha creato confusione sulla distinzione tra **carattere** e **font**, quasi rendendo i termini interscambiabili.³³

Il “**carattere**” si riferisce al design di lettere e segni di un alfabeto, con varianti come corsivo o grassetto.

La **font** invece è il file di un carattere tipografico, installato sul computer per l'uso durante la scrittura.

Dal 1990, molte persone al di fuori dell'industria tipografica usano il termine font come sinonimo di tipo di carattere.

Esistono due formati di base per la visualizzazione dei caratteri: i font bitmap e i font vettoriali.³⁴

I font bitmap consistono in una matrice di punto o pixel in ogni stile e dimensione.

Ogni carattere è rappresentato come una griglia di punti a una dimensione specifica, limitando la flessibilità nel-

la visualizzazione poiché risultano non scalabili.

La loro resa è ottimale nelle dimensioni predefinite.

Diversamente, i font vettoriali utilizzano curve di Bézier e formule matematiche per descrivere ogni carattere, rendendo i contorni dei caratteri scalabili a qualsiasi dimensione, senza comprometterne la qualità visiva.

La storia dell'evoluzione dei formati di font è strettamente legata all'avanzamento della tecnologia.

Dall'unicità dei font bitmap all'inizio dell'era tecnologica, caratterizzati da una sola dimensione e visualizzati esclusivamente su monitor, si è passati alla diversificazione dei font con l'introduzione dei primi computer Macintosh.

Tuttavia, la vera rivoluzione è avvenuta con l'avvento della tecnologia PostScript, che ha permesso la creazione di font scalabili, modificabili in dimensione senza perdita di qualità.

Questo progresso ha avuto un impatto significativo sull'industria dell'editoria e della grafica, segnando un punto

di svolta nella storia dei font e cambiando radicalmente il modo in cui i testi vengono visualizzati e stampati.

³³ Bann David, La stampa oggi, 2008, pp. 52-53.

³⁴ I formati di font, html.it.

Nel corso di questo progetto, ho collaborato con un consulente tecnico.

Questa figura professionale ha svolto un ruolo fondamentale nel processo, occupandosi del lato tecnico del progetto.

Insieme, abbiamo contribuito a sviluppare un flusso progettuale ben strutturato.

Per lo sviluppo del progetto è stato utilizzato **Python** e **PyTorch**.

Python³⁵ è un linguaggio di programmazione versatile e potente, utilizzato in una varietà di applicazioni, che vanno dallo sviluppo web e software alla data science e al machine learning.

Per la costruzione di modelli neurali è stato utilizzato **PyTorch**³⁶, un framework open source per il machine learning e il deep learning.

Sviluppato principalmente dal laboratorio di ricerca sull'AI di Facebook, PyTorch offre un insieme di strumenti che facilitano la creazione e l'addestramento di modelli di apprendimento automatico.

È stata utilizzata la libreria **Python Ele-**

mentTree e **Potrace** per la gestione dei file SVG.

Potrace³⁷, un software open source che converte immagini bitmap in grafici vettoriali, identifica i contorni dell'immagine bitmap e li rappresenta con una serie di curve e segmenti in un formato vettoriale, come SVG.

L'implementazione e l'esecuzione del codice sono state effettuate utilizzando un **Jupyter Notebook**.

Questo strumento, noto per la sua interattività, ha permesso non solo di eseguire il codice, ma anche di visualizzare i risultati in tempo reale e di documentare l'intero processo in un unico ambiente.

Per quanto riguarda l'allenamento della GAN, è stato eseguito in locale, sfruttando la potenza della **GPU** del computer utilizzato.

Le GPU, originariamente progettate per il rendering grafico, si sono rivelate strumenti adatti per l'addestramento delle reti neurali grazie alla loro capacità di eseguire operazioni parallele ad alta velocità.³⁸

L'uso delle GPU ha portato a un miglioramento significativo delle prestazioni nell'allenamento delle reti neurali, consentendo progressi più rapidi ed efficienti nell'ambito dell'AI.

Nel machine learning, un dataset è un insieme di dati usato per addestrare, validare e testare modelli.

È fondamentale per lo sviluppo del modello e la qualità influenza le prestazioni del modello e la sua capacità di generalizzare.

Il **dataset** del progetto comprende circa 400 font provenienti da **Google Fonts**, una libreria di font open source.³⁹

Questo significa che questi font possono essere utilizzati gratuitamente per scopi personali e commerciali.

Per costruire in modo automatizzato il dataset, è stato implementato uno script.

Questo script accetta un file di testo come input, che contiene i nomi dei font di Google selezionati per l'allenamento.

Ogni font viene scaricato come file zip e ne viene estratto il file TTF.

Per semplificare, vengono considerati solo i caratteri maiuscoli dalla A alla Z.

Per ogni carattere, viene estratta la lettera corrispondente dal file TTF e scritta in un file SVG.

Questo processo viene ripetuto per tutti i font presenti nel file di input.

Durante questo processo, viene generato un nuovo file che mappa il percorso del nuovo SVG creato con il nome del font corrispondente.

Questo file sarà poi utilizzato per l'allenamento del modello.

³⁵ Python, Wikipedia.

³⁶ PyTorch, Wikipedia.

³⁷ Potrace, Wikipedia.

³⁸ CPU e GPU a confronto per il machine learning, PureStorage.

³⁹ Google Fonts, Wikipedia.

5 - GlyphAI

Nel capitolo precedente, è stata esaminata la preparazione del dataset, un passaggio fondamentale per garantire l'efficacia del modello generativo.

Questo capitolo è dedicato alla presentazione dei risultati ottenuti dal modello generativo che è stato sviluppato, denominato **GlyphAI**.

Il nome non è casuale, ma è stato scelto per riflettere le caratteristiche e gli obiettivi del modello generativo.

Sono stati condotti una serie di esperimenti con l'obiettivo di comprendere quale percorso seguire per realizzare un typeface generato da una GAN.

L'analisi di questi risultati mi ha permesso di comprendere meglio le prestazioni del modello e di identificarne le aree in cui può essere ulteriormente ottimizzato.

L'addestramento del mio modello generativo è stato realizzato con l'utilizzo del framework **PyTorch**.

La GAN sviluppata è composta da un **generatore**, che crea nuove immagini a partire da un vettore di rumore casuale, e un **discriminatore**, che valuta la probabilità che un'immagine sia reale.

Durante l'addestramento della GAN, il generatore impara a creare dati sintetici che sono indistinguibili da quelli reali.

Un elemento chiave che ha influito sull'addestramento e l'ottimizzazione del modello sono gli **iperparametri**.⁴⁰

Questi parametri, che includono il tasso di apprendimento, la dimensione del Batch, il numero di epoch, la dimensione del rumore latente, etc., non vengono appresi direttamente dal modello durante l'addestramento, ma vengono impostati prima dell'inizio dell'addestramento.

È fondamentale sperimentare con diverse configurazioni di iperparametri per trovare la combinazione ottimale per una particolare applicazione e set di dati.

- Tasso di apprendimento

Parametro che determina la velocità con cui un modello di machine learning si adatta ai dati. Un equilibrio è necessario per evitare instabilità o rallentare l'addestramento.

- Dimensione del Batch

Rappresenta il numero di addestramenti utilizzato per ogni iterazione. Una dimensione maggiore può accelerare l'addestramento ma richiede più memoria, mentre dimensioni minori possono portare a maggior variabilità nell'aggiornamento dei pesi.

- Numero di epoch

Indica il numero di volte che l'intero set di addestramento viene presentato al modello. Un numero insufficiente di epoch può limitare l'apprendimento del modello, mentre un numero eccessivo può portare a un addestramento eccessivo.

- Dimensione del rumore latente

Indica la dimensione del vettore di rumore casuale dato al generatore, una dimensione adeguata può influenzare la variabilità e la qualità dei campioni generati.

⁴⁰ Parametri e iperparametri in Machine Learning e Deep Learning, ichi.pro.

Nel contesto della presente ricerca, è stato implementato un modello di apprendimento profondo per la generazione di glifi.

Il modello generativo è stato eseguito con la configurazione precedentemente indicata.

Durante le varie epoche dell'addestramento, si è osservato un miglioramento graduale delle immagini generate dalla rete generativa.

Dopo un periodo di addestramento di circa 3 ore, il modello ha completato il suo allenamento ed è stato in grado di generare glifi autonomamente, come può essere notato nell'epoca 134 nel **dataset 2**.

Tuttavia, è importante notare che la prima configurazione della rete, come si osserva nel **dataset 1**, genera glifi che non sono necessariamente riconducibili a delle lettere.

Questo ha suggerito ulteriori ottimizzazioni per la configurazione della rete, necessarie per affinare la capacità del modello di generare glifi specifici.



Epoca 5 - dataset 1



Epoca 64 - dataset 1



Epoca 11 - dataset 2



Epoca 24 - dataset 2



Epoca 40 - dataset 2



Epoca 134 - dataset 2

Il focus del mio progetto è fornire come output un file SVG. Poiché l'output della rete sono immagini raster, viene applicato un tracciamento SVG ogni volta che viene generato un glifo.

Questo processo di tracciamento e traduzione di un'immagine bitmap in un'immagine vettoriale coinvolge la conversione di un'immagine composta da pixel in un'immagine composta da forme geometriche, per cui viene utilizzato Potrace.

La qualità dell'immagine vettoriale finale è strettamente legata alla qualità dell'immagine bitmap di input.

Questa immagine è molto sfocata o sbavata (*fig. 1*), per cui l'immagine vettoriale risulta poco chiara e precisa.

Per questo motivo, si è pensato di applicare dei filtri sull'immagine output della rete, in particolare vengono utilizzati i filtri gaussiani e mediani, per migliorare la qualità dell'immagine vettoriale finale.

I filtri gaussiani vengono utilizzati nell'elaborazione delle immagini, per migliorarne la qualità o per eliminare il rumore.

La scelta tra i due filtri dipende dall'effetto desiderato sull'immagine finale.

Il filtro gaussiano conferà all'immagine un aspetto più "smooth", mentre un filtro mediano conserverà maggiormente la forma iniziale dell'immagine.

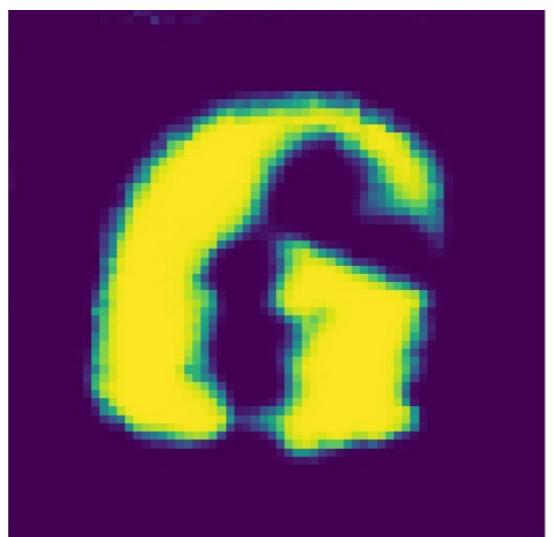


Fig. 1

Filtro gaussiano:

Questo filtro è impiegato principalmente per attenuare il rumore gaussiano per sfocare un'immagine. Viene applicato un kernel gaussiano sostituendo ogni pixel con una media ponderata dei pixel circostanti.⁴¹

Filtro mediano:

Il filtro mediano invece sostituisce il valore di ogni pixel con il valore mediano dei pixel circostanti ed è efficace per rimuovere il rumore impulsivo.⁴²



SVG senza filtri



Filtro gaussiano



Filtro mediano

⁴¹ Filtro gaussiano, Wikipedia.

⁴² Filtro mediano, Wikipedia.



6 - AlphAI

Nel capitolo precedente, è stato presentato il modello generativo che abbiamo sviluppato.

In questo capitolo, ci concentreremo sull'applicazione pratica di questo modello nel contesto del design dei caratteri.

L'obiettivo principale di questo capitolo è dimostrare come le GAN possano essere integrate in un flusso di lavoro progettuale.

Il risultato di questo processo è AlphAI, un typeface sperimentale generato con una GAN.

6.1 Obiettivi e struttura del progetto

La tipografia, un elemento fondamentale della comunicazione, ha subito una notevole trasformazione nel corso dei secoli.

Dalle prime forme di caratteri mobili, inventati da Johannes Gutenberg nel XV secolo, siamo passati all'era digitale con l'avvento dei computer e della grafica digitale.

Nell'era digitale in cui viviamo, la tipografia sta subendo ancora oggi una trasformazione radicale.

La forma e la costruzione di un carattere tipografico è sempre stata influenzata dal contesto in cui si trova.

Con lo sviluppo dell'apprendimento automatico e delle reti neurali generateive come le GAN, è emersa la possibilità di generare nuovi caratteri tipografici in modo automatizzato.

Prima di iniziare questo progetto, mi sono posta una domanda fondamentale: *"Come può essere ottimizzato il flusso di lavoro dei designer attraverso l'automazione nella creazione di caratteri tipografici?"*

Questa domanda ha stimolato una

riflessione profonda sul ruolo dell'automazione del design tipografico e mi ha portato a integrare l'utilizzo di una GAN nel mio flusso di lavoro progettuale.

Sfruttando le capacità di una GAN, GlyphAI ha permesso la creazione di un typeface, un esempio di come l'automazione può ottimizzare e rivoluzionare il processo creativo nel campo del design tipografico.

Questo non solo ha ridotto il tempo necessario per generare un flusso continuo di idee, ma ha anche creato nuove opportunità di innovazione e sperimentazione.

Dopo aver creato il mio modello generativo, **GlyphAI**, mi sono posta l'obiettivo di generare un typeface sperimentale.

Il nome scelto per il typeface, **AlphAI**, non è casuale; fonde il concetto di “**alphabetic**” (alfabeto) con “**AI**” (artificial intelligence), sottolineando la natura combinata del carattere tipografico generato da un processo guidato dall’AI.

AlphAI svolge la funzione per cui è stato pensato: declinare l’idea di tipografia tradizionale incorporando nel flusso progettuale l’utilizzo di una GAN.

Per alcuni, questa scelta potrebbe sembrare impersonale.

Tuttavia, questa integrazione libera la tipografia dalla necessità di rappresentare parole, aprendo nuove possibilità di creare un nuovo sistema di scrittura.

Questo concetto rispecchia la filosofia di *FUSE*⁴³, secondo cui il linguaggio è fluido, non fisso, e i sistemi di distribuzione digitale ci consentono di diffondere idee alterabili, soprattutto nella forma visiva.

Declinando il sistema di tipografia tradizionale e andando oltre il significato letterale delle parole, AlphAI offre la possibilità di esplorare nuovi orizzonti nel campo del design tipografico.

Questo processo non solo sfida le convenzioni esistenti, ma apre anche la strada a forme di espressione e comunicazione, dimostrando il potenziale dell’AI nel campo del design tipografico.

⁴³ Neville Brody & Jon Wozencroft, *FUSE* 1-20, 2012.













4
2



6.3 Leggibilità

AlphAI è un typeface il cui scopo è quello di mettere in discussione la leggibilità stessa, questo non significa che non la consideri importante.

Al contrario, riconosce il suo ruolo fondamentale che svolge nella comunicazione scritta.

L'obiettivo è stimolare un dibattito sulla flessibilità del concetto di leggibilità, per dare maggiore spazio alla sperimentazione della forma.

AlphAI esplora la distinzione tra il linguaggio scritto e parlato, portando alla creazione di un sistema di segni visivi con regole e strutture proprie.

Questo processo si basa sulle teorie di Ferdinand de Saussure, fondatore della linguistica moderna, che nel suo "Corso di linguistica generale", ha sottolineato l'importanza di considerare il linguaggio scritto e parlato come due sistemi distinti.⁴⁴

Secondo Saussure, ogni lingua è un sistema di segni che esprime idee, e la relazione tra un segno e il suo significato è arbitraria e convenzionale.

Questo implica che non esiste una

connessione intrinseca o necessaria tra la forma del segno e ciò che rappresenta.⁴⁵

In conclusione, AlphAI invita a ripensare e ridefinire il concetto di leggibilità, creando un'esperienza visiva che richiede un'osservazione più attenta e una riflessione più profonda sul significato delle lettere stesse.

⁴⁴ Ferdinand de Saussure, Corso di linguistica generale, 1983, pp. 35-38.

⁴⁵ Ivi, pp. 143-145.

7 - Conclusioni e sviluppi futuri

Dai risultati sperimentali del capitolo 5 emerge come il modello GlyphAI sia stato concepito per affrontare le questioni di ricerca sollevate all'inizio della tesi.

Tra queste, un punto chiave riguarda i limiti della generazione automatica dei caratteri tipografici e come questi possono essere superati.

Nonostante i progressi significativi nella generazione di immagini rasterizzate, come evidenziato nel capitolo 4.2, i tentativi volti alla produzione di grafica vettoriale sono stati finora limitati.

Il modello di AI presentato in questa tesi affronta questa sfida, fornendo uno strumento in grado di generare output SVG.

Ogni esecuzione di GlyphAI produce un nuovo glifo, mai creato prima.

Questa soluzione semplifica notevolmente il lavoro del designer, che può manipolare direttamente un'immagine vettoriale, integrando o modificando gli elementi con grande flessibilità.

Un'altra tematica fondamentale sollevata nella tesi riguarda il ruolo del

designer in un contesto in cui l'intelligenza artificiale assume sempre più centralità.

Nel corso dello sviluppo del progetto, l'AI è stata concepita non come un antagonista, ma come un coautore, capace di introdurre nuove modalità nel processo di progettazione.

Per quanto riguarda gli sviluppi futuri, si prevede di realizzare un'interfaccia che renda accessibile ai designer il modello generativo.

Questo rappresenta un passo significativo verso l'integrazione dell'intelligenza artificiale nel processo di progettazione di un carattere tipografico, ampliando le possibilità creative e le opportunità per i designer.

Bibliografia

Siegfried H. Steinberg, Cinque secoli di stampa, Piccola Biblioteca Einaudi, 1968.

M. Ferrara - G. Ramina, Tecnologie dei processi di produzione, Manuale di tipografia, Clitt, 2016.

Bann David, La stampa oggi, Tecniche materiali processi, Logos, 2008.

Riccardo Falcinelli, Filosofia del graphic design, Piccola Biblioteca Einaudi, 2022.

Neville Brody & Jon Wozencroft, Fuse 1-20, Taschen, 2012.

Robin Kinross, Tipografia moderna. Saggio di storia critica, Stampa Alternativa, 2005.

Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative Adversarial Networks. ArXiv.

Ferdinand de Saussure, Corso di linguistica generale, Biblioteca Universale Laterza, 1983.

Sitografia

Storia del computer: https://it.wikipedia.org/wiki/Storia_del_computer
Ultima consultazione: 29/01/2024

PostScript: <https://it.wikipedia.org/wiki/PostScript>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Type 1: [https://it.wikipedia.org/wiki/Type_1_\(formato_di_carattere\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Type_1_(formato_di_carattere))
Ultima consultazione: 29/01/2024

TrueType: <https://it.wikipedia.org/wiki/TrueType>
Ultima consultazione: 29/01/2024

OpenType: <https://it.wikipedia.org/wiki/OpenType>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Il generative Design: <https://newsimpresa.it/in-evidenza/2023/09/il-generative-design-la-nuova-frontiera-della-progettazione/>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Metafont: <https://it.wikipedia.org/wiki/METAFONT>
Ultima consultazione: 17/01/2024

Machine learning: <https://www.ibm.com/it-it/topics/machine-learning>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Generative design: https://en.wikipedia.org/wiki/Generative_design
Ultima consultazione: 29/01/2024

Neural networks: <https://www.ibm.com/it-it/topics/neural-networks>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Neural networks: <https://www.ibm.com/it-it/topics/neural-networks>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Uncanny values: <https://process.studio/works/uncanny-values/>
Ultima consultazione: 19/01/2024

Analyzing 50k fonts using deep neural networks: <https://erikbern.com/2016/01/21/analyzing-50k-fonts-using-deep-neural-networks.html>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Aesthetic Imperfections: <https://www.typeroom.eu/aesthetic-imperfections-gianpaolo-tuccis-a.i.-experiments-bring-us-a-step-closer-to-the-co-creation-era>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Intelligenza artificiale: https://it.wikipedia.org/wiki/Intelligenza_artificiale_generativa
Ultima consultazione: 20/11/2023

Transformer model: <https://www.ibm.com/topics/transformer-model>
Ultima consultazione: 29/01/2024

File raster: <https://www.adobe.com/it/creativecloud/file-types/image/raster.html>
Ultima consultazione: 29/01/2024

Sitografia

File SVG: <https://www.adobe.com/it/creativecloud/file-types/image/vector/svg-file.html>

Ultima consultazione: 29/01/2024

Scalable Vector Graphics: https://it.wikipedia.org/wiki/Scalable_Vector_Graphics

Ultima consultazione: 29/01/2024

I formati di font: <https://www.html.it/articoli/i-formati-di-font/>

Ultima consultazione: 29/01/2024

Python: <https://it.wikipedia.org/wiki/Python>

Ultima consultazione: 29/01/2024

PyTorch: <https://en.wikipedia.org/wiki/PyTorch>

Ultima consultazione: 29/01/2024

Potrace: <https://it.wikipedia.org/wiki/Potrace>

Ultima consultazione: 29/01/2024

CPU e GPU a confronto per il machine learning: <https://blog.purestorage.com/it/purely-educativo/cpu-e-gpu-a-confronto-per-il-machine-learning/>

Ultima consultazione: 29/01/2024

Google Fonts: https://it.wikipedia.org/wiki/Google_Fonts

Ultima consultazione: 29/01/2024

Parametri e iperparametri nel machine learning: <https://ichi.pro/it/parametri-e-iperparametri-in-machine-learning-e-deep-learning-187331810273708>

Ultima consultazione: 29/01/2024

Filtro gaussiano: https://it.wikipedia.org/wiki/Filtro_gaussiano

Ultima consultazione: 29/01/2024

Filtro mediano: https://it.wikipedia.org/wiki/Filtro_mediano

Ultima consultazione: 29/01/2024

Contributo sviluppo modello generativo



Durante il percorso di ricerca, ho avuto modo di collaborare con un consulente tecnico scientifico, la cui partecipazione è risultata fondamentale nella fase di sviluppo tecnico del progetto.

Laureato in *Data Science & Machine Learning* all'Università degli Studi di Salerno nel 2022, Pierluigi ha svolto un ruolo essenziale nell'addestramento del modello generativo. Le sue competenze sono emerse nel fornire consulenza su tutti gli aspetti tecnici relativi alla struttura di una Generative Adversarial Network (GAN).

La collaborazione con Pierluigi Liguori è stata un elemento chiave nel garantire il successo e il progresso del progetto. La sua professionalità e il suo impegno hanno arricchito notevolmente il lavoro svolto, aprendo nuove prospettive e ottimizzando il processo di sviluppo del modello generativo.

Specifiche Hardware utilizzato:

CPU: 12th Gen Intel® Core™ i7-12700H × 20

GPU: NVIDIA GeForce RTX 3050

RAM: 16 GB

Iperparametri:

LEARNING_RATE = 0.0001

BATCH_SIZE = 8

EPOCHS = 130

LATENT_SIZE = 256

Ulteriori informazioni sono reperibili su:

<https://github.com/fernet-ai/GlyphAI>

