

Informatica e arte: contradizione, rivoluzione, evoluzione

Mario Verdicchio

Sommario

Nello scenario piuttosto confuso delle teorie dell'arte si è affacciata nella seconda metà del XX secolo l'informatica, quando tre scienziati hanno deciso indipendentemente di usare i loro computer per creare disegni a scopo artistico. Le critiche che hanno sollevato sono le stesse critiche mosse agli albori dell'informatica, e vertono sull'impossibilità di ottenere risultati originali o sorprendenti da un computer. Il presente lavoro si propone di investigare il rapporto tra informatica e arte per dimostrare che la realtà dei fatti è significativamente diversa.

Abstract

In the second half of the 20th century, computer science entered the unsettled context of theories of art thanks to three scientists, who independently started using their computers for artistic purposes. The critiques raised by such attempts are the same as the ones moved against computer science in its beginnings, and deal with the impossibility of obtaining any original or surprising results from a computer. This work aims at investigating the relation between computer science and art to show that the actual situation is significantly different.

Keywords: Computation, Computer Art, Generative Art, Interactive Art, Philosophy.



1. Introduzione

Se l'arte è una delle attività che caratterizza l'uomo da più tempo, si pensi ad esempio alle pitture paleolitiche di animali nelle grotte di Altamira in Spagna, lo stesso non si può certamente dire dell'informatica, dal momento che il primo computer elettronico digitale risale agli anni '30, per opera di John Vincent Atanasoff nell'Iowa State College negli Stati Uniti.

Nonostante la relativa brevità della sua storia, l'informatica si è diffusa negli ultimi decenni in maniera così profonda in così tanti aspetti della nostra vita da rendere un incontro con l'arte un evento inevitabile. Tale incontro potrebbe essere interpretato in vari modi: come uno scontro tra discipline basate su concetti radicalmente diversi, come una sovrapposizione passeggera dettata dalla moda o da un desiderio di novità, come un'intersezione tra campi dello scibile umano che induce al ripensamento di alcune idee e pratiche consolidate e ne crea di nuove.

Il presente articolo si propone di gettare luce in questa direzione non per fornire delle risposte al lettore, ma per equipaggiarlo con i concetti fondamentali per aggiungersi, se lo desidera, a una delle discussioni più nuove ed effervescenti della cultura globale.

2. Le fondamenta incerte di informatica e arte

Per poter affrontare in maniera appropriata lo studio delle influenze reciproche di due discipline, bisognerebbe diligentemente partire dai concetti fondamentali e dalle loro definizioni per tracciare nel modo più preciso possibile i confini degli ambiti di tali discipline. Ecco che subito ci si imbatte in una questione problematica: "che cos'è un'opera d'arte?" o "che cos'è un algoritmo?" sono due domande tutt'altro che banali, e potrebbe non essere possibile fornire una risposta esauriente.

Questo non vuol dire che lo studio del rapporto tra arte e informatica sia una partita persa in partenza, ma sicuramente tale analisi richiederà una limitazione del contesto in modo da poter concentrare lo sforzo su questioni sì complesse, ma almeno affrontabili con gli strumenti a disposizione. In altre parole, si devono fare domande più specifiche di quelle sopracitate: forse non si risolveranno i nodi fondamentali alla base dell'arte e dell'informatica, ma almeno si otterrà una visione più chiara su come le due discipline si stanno vicendevolmente influenzando nelle accademie, nei laboratori e nei musei nel mondo.

2.1 Informatica: computazione o computer?

Il lettore più attento avrà già notato che certe restrizioni di contesto sono state già fatte nell'introduzione di questo articolo. Iniziamo dall'informatica, perché è la disciplina che pone meno problemi, almeno dal punto di vista delle definizioni fondamentali. È passato il messaggio, seppur in maniera implicita, che l'informatica ha avuto inizio con la costruzione del primo computer elettronico digitale, il che sembra implicare una definizione di questa disciplina come la "scienza dei computer elettronici digitali".

Si tratta di una definizione universalmente accettabile? A voler essere rigorosi si dovrebbe rispondere in maniera negativa perché si possono facilmente reperire esempi di risultati che rientrano a pieno titolo nell'ambito dell'informatica pur non avendo un legame diretto con tali computer: si pensi al progetto risalente alla prima metà del XIX secolo di un calcolatore interamente meccanico come lo "Analytical Engine" di Charles Babbage [1], ispirato al telaio Jacquard e programmabile per eseguire le quattro operazioni aritmetiche, oppure si pensi al "Timsort", l'algoritmo di ordinamento di numeri dalle migliori prestazioni creato da Tim Peters nel 2002 unendo le caratteristiche di due algoritmi preesistenti come il "Merge Sort" e lo "Insertion Sort" [2].

Questi due esempi mostrano chiaramente come si possa fare informatica senza computer elettronici, e quindi la definizione di cui sopra parrebbe eccessivamente restrittiva. Ovviamente è lecito chiedersi che cosa leghi i computer elettronici digitali alla macchina di Babbage o all'algoritmo di Peters, ovvero che cosa ci permette di considerare in maniera indisputabile tutti questi risultati come parte del contesto dell'informatica: questo fattore comune sarebbe il candidato più naturale per una definizione generale della disciplina.

Si tratta del fondamentale concetto di computazione, ossia dell'attività di far di conto: lo "Analytical Engine" esegue operazioni aritmetiche, il "Timsort" è una tecnica per ordinare numeri mediante una combinazione efficiente di confronti tra valori, i computer elettronici digitali sono composti da circuiti costruiti in modo tale da rispondere a degli stimoli opportuni con degli impulsi che seguono le regole della aritmetica.

Usando la lingua italiana per parlare di informatica non si apprezza questo forte, anzi, definitorio legame con la computazione, ma il discorso è ben diverso in inglese. Uno dei padri della disciplina, Alan Turing, quando parlava di "computer" in uno dei suoi più importanti lavori [3] intendeva una "persona che fa di conto", esattamente come "player" è una persona che gioca, o giocatore. Nel suo articolo, Turing presenta la sua visione di automatizzazione, per mezzo di una macchina, delle operazioni che avvengono nella testa di un essere umano mentre fa di conto. Nella seconda metà del XX secolo, quando ai pionieristici sforzi di Babbage, Atanasoff e Turing seguirono innumerevoli successi nella creazione di tali macchine, il termine "computer" andò perdendo il suo significato originale, per acquisire quello che gli associamo noi oggi, e in lingua inglese è andato consolidandosi il nome "computer science" per designare la disciplina informatica¹.

Resisi conto che il nome stesso della disciplina distoglie l'attenzione dalla computazione e la focalizza sulle macchine che la realizzano, numerosi scienziati impegnati nel dibattito sullo status disciplinare dell'informatica hanno fatto diverse proposte di ridenominazione, con lo scopo di ribadire il ruolo fondamentale alla pari di altre scienze di base come la fisica e la chimica. Peter Denning, ad esempio, uno dei più quotati "opinion maker" del settore e di fatto il portavoce della Association for Computing Machinery (ACM), preferisce parlare

¹ In italiano è invece prevalsa la traduzione del termine "informatik", contrazione di "informazione" e "automatica", coniato dal fisico e informatico tedesco Karl Steinbuch negli anni '50 [4].

di “computing” piuttosto che di “computer science” [5], e non è un caso che il più recente e completo libro di Matti Tedre che fa il punto della situazione a riguardo sia intitolato “The Science of Computing” [6].

In realtà, almeno per quanto riguarda i nostri scopi, il dibattito concettuale su computazione e computer non è particolarmente problematico. Innanzitutto, dal punto di vista operativo qualunque forma di computazione, anche una originariamente concepita per un telaio meccanico, può essere realizzata su un computer elettronico digitale; che il cuore della disciplina risieda nel concetto più astratto di computazione e non negli artefatti concreti che sono i computer non costituisce una questione critica nello studio del rapporto tra arte e informatica perché, come vedremo presto, tale relazione è nata proprio quando degli informatici hanno iniziato, poco dopo la metà del XX secolo, a fare esperimenti con i loro computer. È un uso nuovo del computer e non una nuova applicazione della computazione che ha aperto le porte al modo di fare arte di cui vogliamo occuparci in questo articolo: se ci concentrassimo sul ruolo del calcolo puro, slegato dai computer, nell’arte, allora dovremmo anche includere in questa analisi lavori come le splendide geometrie sulle pareti dell’Alhambra a Granada oppure le meticolose tassellature di M. C. Escher, ma non è questo il nostro scopo. Invitiamo il lettore a tenere a mente la sottile ma netta distinzione tra computazione e computer, perché ci aiuterà a comprendere meglio le problematiche che affronteremo poi.

2.2 Arte: funzione o istituzione?

Anche se il dibattito sullo status disciplinare dell’informatica non ha ancora raggiunto una conclusione soddisfacente per tutti gli esperti del settore, almeno sui concetti fondamentali su cui tale dibattito poggia non ci sono molte controversie: ad esempio, se anche esistono diverse tecnologie con cui costruire un computer, le caratteristiche definitorie di un computer sono universalmente accettate. Tutt’altra è la situazione nel contesto dell’arte: il dibattito su che cosa sia un’opera d’arte va avanti da svariati secoli ed è stato reso ancora più acceso dalle rivoluzionarie proposte delle avanguardie del XX secolo. La varietà di modi in cui si può fare di conto, con un telaio, con carta e penna, con un circuito elettronico, ecc., non si può nemmeno paragonare alla vastità dell’orizzonte artistico umano.

L’impossibilità di fare paragoni non è una semplice iperbole: se da un lato, quello informatico, abbiamo il computer o, se vogliamo, la computazione come oggetto principale della disciplina, dal lato dell’arte non si ha alcun riferimento o, almeno, non si hanno delle caratteristiche necessarie e sufficienti universalmente accettate che ci permettano di riconoscere in maniera inequivocabile un’opera d’arte. In altre parole: se quando si fa informatica si utilizza tipicamente un computer per eseguire processi di computazione, che cosa si fa quando si fa arte?

È molto difficile rispondere a tale domanda non per una mancanza, bensì per un eccesso di risposte possibili che si possono trovare, tutte molto interessanti ma ognuna insufficiente a fornire una definizione universale di arte. Come già detto, il dibattito va avanti da tempo e non sarà certo questo articolo a risolverlo. Un

sintetico ma molto efficace compendio è fornito da Tiziana Andina [7], la quale ci aiuta a individuare i principali fattori in gioco nella creazione, nella presentazione e nella fruizione di oggetti e eventi quando questi vengono considerati opere d'arte: nel corso dei secoli diverse proposte sono state fatte, ognuna ponendo l'accento su un particolare aspetto. Il discorso inizia con Platone, secondo cui l'arte ha lo scopo di imitare la natura, a sua volta imitazione del mondo delle idee, per arrivare a teorie più recenti come quella estetica di John Dewey [8], secondo cui un'opera d'arte è tale solo se è stata concepita dall'autore con lo scopo di donare allo spettatore un'immediata quanto difficilmente analizzabile sensazione inclusiva di completezza e riesce in tale scopo, oppure la teoria artefattuale di Randall Dipert [9], secondo cui un'opera d'arte è un artefatto senza alcun risvolto pratico ma che mira solo a comunicare qualcosa di diverso da sé, o ancora la teoria istituzionale proposta da Arthur Danto [10] e perfezionata da George Dickie [11], secondo cui un'opera d'arte diviene tale nel momento in cui il suo valore viene sancito da un membro di un'istituzione non ufficiale composta da artisti, esperti e galleristi: il cosiddetto "artworld", o mondo dell'arte².

Da notare che queste teorie sull'arte non sono state citate in ordine cronologico, a parte l'ovvia distanza temporale che ci separa da Platone, bensì in ordine decrescente rispetto alla quantità di prescrizioni sul contenuto di un'opera d'arte: partendo dall'imitazione della natura, siamo passati a definizioni sempre meno direttive, per finire con una teoria, quella istituzionale, che non pone alcuna restrizione contenutistica ma richiede solo il placet di un gruppo di persone. A voler semplificare, potremmo contrapporre la teoria istituzionale a tutte le altre, poste sotto il cappello delle teorie funzionali, ovvero teorie che attribuiscono alle opere d'arte una qualche funzione (imitativa, estetica, etc.).

In una mossa passibile di un'accusa di cinismo, potremmo adottare la teoria istituzionale e toglierci dalle spalle il peso di dover giustificare l'esistenza delle opere d'arte in funzione di un qualche scopo. Questo, però, non potrebbe essere considerato come un punto di arrivo, semplicemente perché la teoria è forse una delle proposte più problematiche dal punto di vista filosofico, dal momento che nasconde nella sua definizione una pericolosa circolarità: nega l'esistenza di criteri oggettivi che qualifichino le opere d'arte eppure richiede l'intervento di un gruppo di persone qualificate a cui delegare tale responsabilità. Le opere d'arte nascono perché scelte da persone che conoscono le opere d'arte; in altre parole, l'arte nascerebbe dal nulla.

Nonostante le sue limitazioni, crediamo che la teoria istituzionale dell'arte abbia conosciuto grande fortuna nel XX secolo perché forniva una spiegazione piuttosto semplice (semplicistica, direbbero i detrattori) a dei fenomeni nel mondo dell'arte difficilmente comprensibili sotto altri punti di vista: ci stiamo riferendo, naturalmente, alle avanguardie del primo Novecento di cui Marcel

² Non si deve scandalizzare il lettore esperto di estetica per la mancata menzione di filosofi come Baumgarten o Kant: qui non si sta parlando del "bello" (oggetto di studio dell'estetica) ma di arte. Questa distinzione, che ha portato alla nascita della filosofia dell'arte come disciplina indipendente dall'estetica, si è fatta sempre più netta nel corso del XX secolo.

Duchamp è forse il rappresentante più famoso, grazie alla sua opera "Fountain", presentata alla prima mostra della "Society of Independent Artists" a New York nel 1917, che consisteva in un urinale acquistato in un negozio di ceramiche su cui l'artista ha apposto la firma e la data "R. Mutt 1917". Un lavoro del genere difficilmente trova riscontro nelle teorie funzionali, mentre quella istituzionale lo qualifica come opera d'arte semplicemente in quanto presentata a uno degli eventi dello "artworld".

"Fountain" è solo l'esempio più noto di una lunga serie di lavori che hanno messo in discussione le fondamenta dell'arte ancor prima di poterle definire e comprendere appieno: possiamo ricordare il ferro da stiro chiodato di Man Ray ("Gift", 1921) oppure le riproduzioni di scatole di spugnette abrasive di Andy Warhol ("Brillo Box (Soap Pads)", 1964). Tuttavia, Marcel Duchamp è da considerarsi il personaggio più significativo tra tutti coloro che hanno sfidato i canoni tradizionali dell'arte di allora, almeno nel contesto di questa analisi di arte e informatica, in quanto è l'artista di riferimento di Frieder Nake, uno dei pionieri e massimi teorizzatori della cosiddetta "Computer Art".

3. Computer Art: nuovi lavori, vecchie polemiche

Tracciare la storia degli albori della Computer Art, ossia dei primi lavori a scopo artistico realizzati con un computer, è piuttosto semplice grazie proprio a Nake, che ha sempre accompagnato alla sua attività di informatico/artista (o "algorista", come si sono definiti i primi a cimentarsi in questo campo) un significativo lavoro di cronistoria e analisi filosofica, brillantemente riassunto in un suo recente saggio [12], in cui, come accennato prima, prende Duchamp come personaggio di riferimento nell'analisi della teoria dietro l'uso dell'informatica in campo artistico. Dal momento che Nake fece ricorso al pensiero di Duchamp per difendere le prime opere di Computer Art, vediamo prima come fossero tali opere e quali accuse venissero mosse nei confronti di chi le aveva realizzate.

3.1 Gli albori della Computer Art

L'inizio della Computer Art può essere fatto risalire agli anni 60 del XX secolo, quando, quasi contemporaneamente, tre informatici hanno iniziato, in maniera del tutto indipendente, a usare il computer per fare disegni geometrici: George Nees presso la Siemens a Erlangen in Germania, Michael Noll nei laboratori Bell nel New Jersey negli USA, e lo stesso Nake presso l'Università di Stoccarda, Germania. Per una curiosa coincidenza tutti i loro cognomi iniziano con la stessa lettera, ed i tre sono infatti noti con lo scherzoso nomignolo de "le tre N" della Computer Art. In realtà c'erano stati già altri esperimenti negli anni '50 che avevano previsto l'uso di computer a fini artistici, ma vogliamo considerare le tre N come i veri iniziatori della disciplina per due motivi: sono stati i primi ad usare dei computer digitali, mentre quelli usati nel decennio precedente erano sistemi analogici abbinati a degli oscilloscopi, e inoltre i loro lavori sono stati i primi ad essere esposti non nei laboratori in cui sono stati fatti gli esperimenti, bensì in vere e proprie gallerie d'arte: ad esempio, i lavori di Nake sono stati esposti, assieme ad alcuni lavori di Nees, alla galleria "Wendelin Niedlich" di Stoccarda nel novembre del 1965.

Le iniziali del cognome non sono l'unica caratteristica che accomuna i tre algoristi: i lavori da loro proposti sono tutti straordinariamente simili, a tal punto che risulta difficile credere che siano stati sviluppati in maniera del tutto indipendente. Si tratta in tutti i casi di composizioni grafiche di linee spezzate orientate in maniera casuale a formare poligoni aperti o chiusi. Nake stesso fornisce una spiegazione convincente a riguardo citando addirittura Nietzsche che avrebbe scritto nel 1882 al suo segretario Köselitz, riguardo una macchina da scrivere con sole lettere maiuscole, che "il nostro strumento di scrittura partecipa al nostro pensiero", per dire che anche una forma molto libera di pensiero come potrebbe essere la creatività di un artista sia comunque accompagnata lungo linee guida determinate dalle possibilità offerte dallo strumento prescelto per la creazione. Nel caso delle tre N tale strumento era il computer digitale degli anni '60 con le sue limitatissime capacità grafiche che includevano poco più che la funzionalità di tracciare un segmento tra due punti. Nake afferma che chiunque con una qualche velleità artistica che avesse a disposizione solo questo tipo di figura geometrica sarebbe naturalmente giunto a risultati come quello in figura 1, intitolato "Random Polygons".



Figura 1
F. Nake, "Random Polygons" (1965), stampa con plotter su carta. Dall'archivio digitale del Victoria & Albert Museum, per gentile concessione.

Prima di analizzare il lavoro di Nake e scoprirne gli aspetti rivoluzionari, passiamo in rassegna le critiche che questo tipo di opera ha suscitato, perché tra queste vi è una polemica che ha accompagnato l'informatica fin dai suoi inizi, ancora prima che la questione dell'arte venisse sollevata, ma che sembra trovare nella Computer Art una sorta di soluzione.

3.2 Critiche e contraddizioni

Una critica mossa all'informatica e, in particolare, all'intelligenza artificiale, ossia la branca dell'informatica che mira a riprodurre meccanismi di ragionamento e di elaborazione delle informazioni tipicamente umani per mezzo di un computer, fu mossa ante litteram nel 1843 dalla matematica e nobildonna inglese Ada

Lovelace, quando completò la traduzione dall'italiano all'inglese del saggio del matematico Luigi Federico Menabrea sullo Analytical Engine di Babbage aggiungendo delle note personali [13]. In tali note, Lovelace dimostrava una eccezionale lungimiranza sulle possibili applicazioni future di macchine simili a quella di Babbage e aggiunse delle metodologie da lei concepite per risolvere numerosi problemi matematici, tanto da venire considerata il primo programmatore della storia: non è un caso che esista un linguaggio di programmazione chiamato "Ada", nato nel 1980 e tuttora in uso dopo numerose revisioni. Scrisse, però, anche che non bisognava aspettarsi alcuna originalità dallo Analytical Engine: esso può eseguire qualunque cosa noi siamo in grado di ordinarci di eseguire, ma non ha il potere di anticipare alcuna relazione o verità analitica.

Questa che è poi diventata nota come l'obiezione Lovelace a ogni tentativo di creare qualcosa di originale per mezzo di un computer è stata ripresa un secolo dopo da Turing nell'articolo "Computer Machinery and Intelligence" [14] in cui l'informatico propone il famoso test per valutare l'intelligenza delle macchine: anticipando critiche basate sulla suddetta obiezione alla sua visione di un futuro con macchine in grado di conversare come essere umani, Turing afferma che la matematica inglese si sarebbe ricreduta se esposta alle possibilità dell'informatica nel XX secolo.

In realtà, quello a ricredersi, se fosse stato ancora vivo, sarebbe stato lo stesso Turing, visto che, quasi un ventennio dopo, pionieri informatici come lui si sarebbero trovati ad affrontare la stessa obiezione. Per essere precisi, le critiche mosse ai lavori delle tre N erano ovviamente declinate verso un discorso di carattere artistico. Un ragionamento tipico era il seguente: dal momento che le macchine eseguono semplicemente gli ordini, non possiamo aspettarci alcuna creatività da parte loro, quindi i lavori degli algoristi, se sono frutto di un processo creativo, risultano da un processo che avviene interamente nella mente degli algoristi; gli algoristi sono matematici o ingegneri (ai tempi non erano ancora chiamati informatici) ma non artisti, quindi i loro lavori sono il frutto di un processo mentale sicuramente non artistico e perciò non possono essere considerati opere d'arte.

Il discorso si complica perché siamo di fronte alla sovrapposizione di almeno due diverse questioni: quella informatica sulla capacità di un computer di creare opere d'arte, che quindi può essere vista come una prosecuzione e una specializzazione della discussione indiretta tra Lovelace e Turing, e quella artistica sull'essenza della natura delle opere d'arte. Iniziamo dalla seconda perché è quella che presenta la contraddizione più evidente, che ci fa capire ancora meglio l'inadeguatezza della teoria istituzionale dell'arte.

In precedenza abbiamo spiegato la circolarità di questa teoria, ma le polemiche nate attorno ai lavori delle tre N mettono in luce un altro problema di carattere più pragmatico che logico: numerosi artisti respingevano i lavori di Nake e dei suoi colleghi considerandoli come giochi matematici stampati su carta, ma di fatto ci furono galleristi tedeschi e statunitensi che hanno esposto questi lavori nei loro spazi. In altre parole: come si devono considerare i lavori che suscitano reazioni contrastanti all'interno dello "artworld"? La teoria istituzionale non

0

1

0

1

0

fornisce alcuna risposta, mentre Nake fa tesoro delle parole di Duchamp: "... l'artista non è da solo quando porta a compimento l'atto creativo; c'è anche lo spettatore che stabilisce il contatto fra l'opera e il mondo esterno, decifrando e interpretando le sue qualità profonde, e che, così facendo, aggiunge il proprio contributo al processo creativo. Questo contributo è ancora più evidente nel momento in cui la posterità pronuncia il verdetto definitivo e riabilita artisti che erano dimenticati." [15]

Superando le limitazioni delle teorie preesistenti, Duchamp per la prima volta riconosce allo spettatore un ruolo comprimario nella creazione di un'opera d'arte. Se molti artisti hanno respinto sdegnati una tale proposta, Nake l'ha abbracciata completamente, e l'ha fatta sua nel rispondere alle critiche secondo cui "Random Polygons" e gli altri lavori erano stati creati "solo da dei matematici o ingegneri". I lavori delle tre N sono esteticamente molto semplici appunto perché solo matematici e ingegneri avevano accesso ai computer ed erano in grado di usarli per creare disegni. Naturalmente, se persone con una formazione artistica si fossero cimentate con la programmazione per poter realizzare i loro lavori, si sarebbero potute ottenere opere di Computer Art più complesse e interessanti. Tuttavia, ragiona Nake, se a sancire il valore di un'opera è anche il pubblico, non importa che i primi lavori di Computer Art siano stati creati da matematici piuttosto che da artisti in senso tradizionale, perché il pubblico avrebbe senza dubbio apprezzato l'innegabile contenuto rivoluzionario di questi segmenti disegnati al plotter. Una rivoluzione non solo artistica, non solo informatica, ma, come vedremo, anche culturale.

4. La rivoluzione dei computer: casualità e autorialità

Il lettore non pensi che ci siamo dimenticati della polemica a distanza temporale tra Lovelace e Turing sulla possibilità o meno di aspettarsi qualche risultato originale da un computer, specializzatasi, dopo l'avvento dei primi algoristi, nella questione se un computer possa essere caratterizzato da una qualche forma di creatività artistica. Questo problema è strettamente legato a un forte contrasto tra i principi alla base del funzionamento dei computer e quelli che invece caratterizzano l'attività creativa dell'uomo: il rigore delle regole matematiche da una parte e, diametralmente opposta dall'altra, l'assoluta libertà che sembra essere concessa agli artisti, soprattutto alla luce delle sconcertanti opere di Duchamp, Ray e Warhol.

C'è una considerazione molto semplice da fare in questo contesto: poiché i computer sono macchine per il calcolo automatico costituite da circuiti elettronici, è impossibile che possano essere creative come lo sono gli esseri umani, che sono esseri biologici coscienti con una sempre crescente esperienza del mondo alle spalle. Potrebbe suonare come una conclusione, ma in realtà è solo il nostro punto di partenza.

4.1 Il compromesso sulla casualità

I computer, dal momento che sono macchine automatiche, devono necessariamente funzionare in maniera deterministica, ossia al termine dell'esecuzione di un'operazione in un programma deve essere già

univocamente stabilito quale sarà l'operazione successiva da eseguire, perché, a differenza di un essere umano, un computer non può trovarsi in una situazione in cui deve scegliere come proseguire nella risoluzione di un problema. Un essere umano può prendere decisioni sulla base di esperienze passate simili a quella che sta vivendo, un computer, naturalmente, no.

Dal momento che ogni azione del computer è determinata prima di venire eseguita, il corso d'azione è interamente stabilito fin dall'inizio e le uniche variazioni che si possono avere dipendono esclusivamente dai dati in ingresso, i quali, comunque, devono rientrare negli intervalli previsti dal programma in esecuzione. Per fare un esempio dalla vita quotidiana, il computer che gestisce un bancomat può ricevere solo una gamma prestabilita di input, quella mostrata sullo schermo, e, a seconda delle scelte dell'utente umano, risponderà di conseguenza in maniera deterministica, a meno di guasti. Da questo punto di vista non vi è alcuna differenza tra il bancomat sotto casa e il più sofisticato e potente computer in un centro di calcolo della NASA. Naturalmente, nel funzionamento deterministico di un computer non c'è spazio per alcun fenomeno casuale: determinismo e casualità si escludono a vicenda. Siamo quindi di fronte a due limiti: nello svolgere le operazioni un computer non può essere creativo né agire a caso.

Il confronto tra Lovelace e Turing si è risolto indubbiamente con una netta vittoria della prima. Eppure uno dei lavori di Nake si intitola "Random Polygons", ovvero "poligoni casuali". Si tratta di un titolo ingannevole? Non esattamente. Occorre analizzare nel dettaglio le modalità con cui Nake ha concepito e realizzato la sua opera.

Dal punto di vista della creatività, intesa come quel processo mentale che ha portato alcuni informatici negli anni 60 del XX secolo a usare il loro computer per fare disegni geometrici, non possiamo che limitarci a riconoscere che le capacità grafiche degli apparati informatici di allora possono avere influenzato le scelte delle tre N. Il computer ha sì avuto un ruolo attivo, ma esclusivamente dopo che tali decisioni sono state prese: essendo una macchina deterministica non ha fatto che eseguire i comandi impartitigli dai suoi programmatori umani, che avevano deciso, appunto, di disegnare poligoni.

Dal punto di vista dell'esecuzione dell'idea, invece, l'informatica offre uno strumento molto interessante che a un'analisi superficiale potrebbe apparire come un trucco, ma che pone delle questioni epistemologiche significative: i numeri pseudocasuali. Nake non ha programmato il suo computer con istruzioni che specificassero esplicitamente le coordinate di tutti i vertici nella sua opera: tali coordinate sono state calcolate sulla base di funzioni matematiche piuttosto complesse e parametrizzate secondo diversi valori presenti all'interno del computer stesso, come ad esempio l'ora e i minuti segnati dal clock, in modo tale che, pur essendo il risultato di un calcolo perfettamente deterministico, i risultati appaiono agli occhi dell'utente umano come una sequenza di valori casuali. Il trucco è questo: un computer non è in grado di creare valori a caso ma, opportunamente programmato, può generare valori che sembrano tali.

Nake aveva un'idea abbastanza precisa del disegno che stava per creare, ma non poteva prevedere con esattezza in che posizione si sarebbero trovati i vertici dei poligoni disegnati, perché non era in grado, o semplicemente non aveva il bisogno né il desiderio, di fare i calcoli che il computer avrebbe eseguito per stabilire le coordinate di tali punti. Al momento della realizzazione del disegno, quindi, l'artista si trovò di fronte a un risultato in parte inaspettato. Turing, nel rispondere all'obiezione Lovelace, scrisse di essere convinto che i computer non fossero completamente prevedibili, ma che avessero la capacità di sorprenderci, in particolare grazie a risultati che gli esseri umani non sono in grado di ottenere immediatamente; i lavori basati sui numeri pseudocasuali sembrano dare ragione a Turing. La disciplina che fa uso dei numeri pseudocasuali dei computer per creare opere d'arte ha un nome: si chiama Generative Art, per sottolineare il carattere generativo di questo *modus operandi*.

Sia chiaro: esistono numerosi altri modi di ricreare l'effetto della casualità senza ricorrere all'uso di un computer. D'altronde, le funzioni matematiche che generano i numeri pseudocasuali potrebbero essere calcolate a mano, oppure si potrebbe ricorrere al fenomeno aleatorio per antonomasia: lanciare un dado. Esiste un catalogo davvero notevole di opere d'arte non al computer basate sulla casualità [16] in cui si può leggere di procedure assai curiose, come quella adottata dall'artista François Morellet nel 1971 per creare "40,000 carrés", una serie di otto serigrafie derivate da un dipinto costituito da una griglia di 200 x 200 quadrati, a ognuno dei quali l'artista associò un numero sulla base delle letture dell'elenco telefonico a cui costrinse sua moglie e i suoi figli nelle serate in famiglia; i quadrati con un numero pari vennero dipinti di blu, e quelli con un numero dispari di rosso. L'intero processo generativo durò quasi un anno.

Questo è forse un esempio estremo, ma mostra il chiaro vantaggio di lavorare con i computer: la continua evoluzione della tecnologia elettronica digitale garantisce ogni anno prestazioni migliori, ossia tempi più brevi per la realizzazione di opere anche molto complesse. Basti pensare che se nel 1965, l'anno in cui "Random Polygons" è stato creato³, un computer considerato a buon mercato per i parametri del tempo come l'IBM 1620 (prezzo: 85,000 dollari di allora) necessitava di 17,7 millisecondi per eseguire una moltiplicazione tra due numeri in virgola mobile⁴, oggi (gennaio 2015) con poco più di 900 dollari si può costruire un computer con un processore Intel Celeron G1830 e una scheda grafica AMD Radeon R9 295x2 (dotata anch'essa di un processore) in grado di eseguire più di 11500 miliardi di operazioni con numeri in virgola mobile al secondo.

³ Per un'interessante coincidenza, il 1965 è anche l'anno di pubblicazione del famoso articolo di Gordon E. Moore, co-fondatore della Intel, in cui si prevedeva un raddoppio ogni anno del numero di transistor in un processore: la cosiddetta "legge di Moore" [17]. Le previsioni sono state successivamente corrette a un raddoppio ogni anno e mezzo.

⁴ La rappresentazione in virgola mobile di un numero razionale in un computer prevede una divisione non fissa ma, appunto, mobile tra lo spazio in memoria dedicato alla parte intera e quello dedicato alla parte decimale della mantissa del numero nella sua rappresentazione in notazione scientifica.

Per apprezzare questo sviluppo tecnologico, forse più efficace delle cifre è un lavoro contemporaneo di arte generativa, ad opera di uno dei suoi più famosi esponenti, Matt Pearson, autore anche di un libro intitolato proprio "Generative Art" [18]. L'opera si chiama "Tube Clock" ed è mostrata in figura 2. Come messo in evidenza dallo zoom al 300% di un particolare dell'opera (vedi figura 3), questa struttura tubulare è in realtà ottenuta da una miriade di ellissi a distanza molto ravvicinata l'una dall'altra. L'idea di base dell'artista di tracciare ellissi lungo un percorso circolare è accompagnata da un fattore di moderata perturbazione dato dalla pseudocasualità del rumore aggiunto ai valori delle coordinate e delle dimensioni degli ellissi. La questione delle prestazioni del computer torna alla ribalta: se anche è possibile ottenere un disegno come quello di Nike senza l'ausilio di un computer, un disegno come quello di Pearson è impossibile da realizzare con strumenti manuali, se non per un problema di tempo (pur armandosi di una pazienza come quella della famiglia Morellet), almeno per un problema di precisione e destrezza.

4.2 Una nuova autorialità

La tradizionale posizione dell'artista in pieno controllo del processo di creazione dell'opera sembra essere stata minata dall'introduzione di uno strumento come il computer che, se anche del tutto privo della creatività dell'essere umano, è effettivamente dotato di caratteristiche di cui l'artista è carente: come illustrato sopra, la potenza di calcolo. Se l'introduzione della pseudocasualità fa sì che l'artista non abbia più una visione precisa di quello che sarà il risultato finale del suo lavoro, il vertiginoso aumento delle prestazioni del computer ha fatto sì che tale visione non solo si offuscasse ulteriormente (maggiore è il numero delle

operazioni pseudocasuali eseguibili dal computer nell'unità di tempo, maggiore è la variabilità del risultato finale), ma anche potesse spaziare su orizzonti altrimenti irraggiungibili. Un artista come Pearson crea opere che sono possibili solo per mezzo del computer: dobbiamo allora pensare che l'uomo abbia in qualche modo ceduto potere alla macchina? Dovrebbe Pearson condividere il merito delle sue creazioni con i computer utilizzati per realizzarle? In realtà la decisione finale e più importante è ancora saldamente nelle mani dell'artista: di tutti i possibili risultati della computazione pseudocausale, quale scegliere come opera da presentare al pubblico? Il computer riesce a esplorare in tempi ridotti lo spazio delle possibili opere, ma l'ultima parola è ancora quella

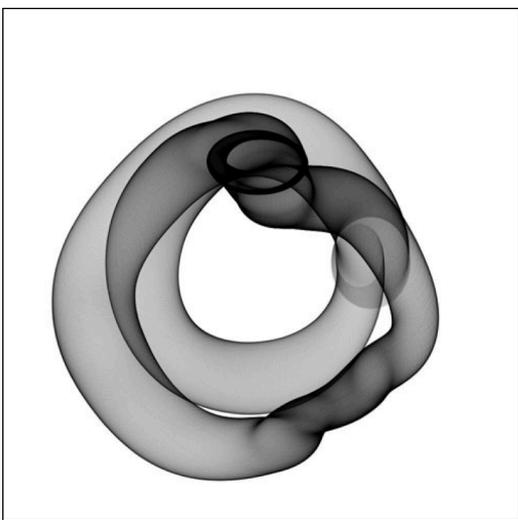


Figura 2
M. Pearson, "Tube Clock" (2009),
renderizzazione su schermo. Per gentile
concessione dell'artista

dell'artista in quanto non esiste la possibilità di delegare tale processo di decisione al computer. Per fare ciò dovremmo essere in grado di scrivere un programma che prenda in considerazione tutti i fattori che influenzano la scelta finale dell'artista, ma già da anni filosofi come Dreyfus hanno ribadito più volte con argomenti piuttosto convincenti che ogni tentativo di costruire un elenco computabile ed esaustivo degli aspetti del pensiero umano è destinato a fallire [19], [20].

Ad ogni modo, la dipendenza di un artista dal computer per la realizzazione di un'opera d'arte non è una caratteristica determinante della Computer Art: basti pensare alla dipendenza di un pianista dal suo pianoforte, oppure di un pittore dai suoi pennelli. Da questo punto di vista, il computer è semplicemente un nuovo strumento, tecnologicamente molto avanzato, che si è aggiunto alla vasta gamma di strumenti a nostra disposizione per creare opere d'arte. La vera rivoluzione dell'autorialità che Nike aveva scoperto con i suoi lavori pionieristici non si basava su una questione di prestazioni (tra l'altro piuttosto limitate nel 1965) del computer come strumento di calcolo, bensì su una questione di astrazione, intesa come passaggio dall'esecuzione di un atto materiale alla costruzione di un modello matematico di tale atto, resa possibile dal computer inteso come macchina. Nike tiene a sottolineare la distinzione tra strumento e macchina, essendo quest'ultima un'entità ben più complessa, dotata di uno stato interno in grado di evolvere nel tempo e di tenere traccia di tale evoluzione. Per mezzo del computer, l'artista non disegna più una linea da un punto A a un punto B, e al posto dell'azione ne costruisce una descrizione sotto forma di istruzione di programma, la quale è per sua stessa natura parametrica: non fa riferimento a una singola specifica azione, ma a uno schema di cui l'azione sarà un'istanza. Come già detto prima, l'artista mantiene il controllo della creatività ma, rimuovendosi dalla dimensione delle gestualità artistiche tradizionali, la sposta da una dimensione materiale a una dimensione semiotica: il contesto di lavoro non è più fatto di pennelli e colori, bensì di segni, quelli che verranno elaborati in maniera automatica dal computer.

Il cambiamento radicale introdotto dall'uso del computer nell'arte è che l'artista non crea più un'opera, ma una classe di opere: anche se non fa ricorso ai numeri pseudocasuali un programma può essere sempre visto come istanza di un gruppo più generale di operazioni, e una semplice modifica dei suoi parametri numerici permette l'esplorazione di tale gruppo. Queste considerazioni hanno un carattere universale e trascendono dall'evoluzione della tecnologia: valevano così ai tempi di Nike come oggi, ai tempi di Pearson. Non è un caso che, quando

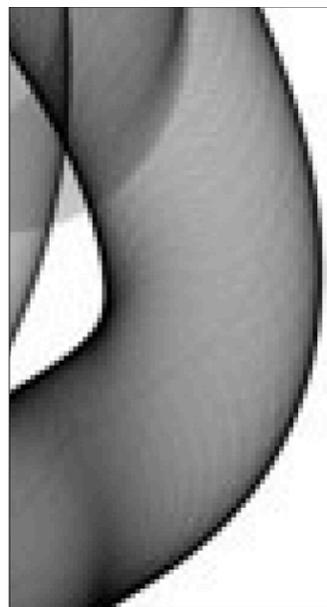


Figura 3
Particolare di "Tube
Clock", zoom al 300%.

abbiamo richiesto un'immagine ad alta risoluzione di "Tube Clock" per questo articolo, l'artista ci abbia risposto fornendoci un'altra immagine "prodotta dal sistema Tube Clock" rispetto a quella presentata sul suo sito, la cui versione "high-res" è andata persa.

5. Oltre Duchamp: interazione e evoluzione

Occorre fare a questo punto una precisazione per evitare che il lettore possa pensare, sulla base di quanto detto finora, che esista solo un tipo di Computer Art, ossia la Generative Art basata sui numeri pseudocasuali, e che l'evoluzione tecnologica che ci permette di avere computer con prestazioni sempre migliori giochi un ruolo sì interessante ma non significativo in questo contesto. Tali sospetti sono entrambi del tutto infondati e una sola opera di un particolare artista ci basterà a dimostrarlo.

5.1 I confini dell'interattività

Scott Snibbe è un artista nato a New York quattro anni dopo la presentazione di "Random Polygons", quindi chiaramente di una generazione successiva rispetto a quella delle tre N, ma anch'egli può essere a suo modo considerato un pioniere, in quanto uno dei primi a lavorare con la cosiddetta "interattività" per mezzo di un proiettore controllato da un computer. In particolare, il suo lavoro più famoso in questo senso è "Boundary Functions", presentato per la prima volta al festival "Ars Electronica" a Linz nel 1998 e poi in numerose altre mostre in giro per il mondo, di cui l'ultima nel 2008 presso il Milwaukee Art Museum negli Stati Uniti [21]. L'opera consiste nella proiezione dall'alto di linee su un pavimento in modo da dividere le persone presenti le une dalle altre (vedi figura 4).

Le linee tracciate costituiscono un diagramma di Voronoi sul pavimento, prese le teste dei partecipanti viste dall'alto come riferimenti: tale diagramma traccia i confini dei luoghi dei punti che sono più vicini a un particolare riferimento che a tutti gli altri. Il diagramma proiettato è dinamico: le linee mutano al muoversi delle persone, in modo da mantenere sempre una linea di confine tra qualunque coppia. Snibbe vuole dimostrare per mezzo di un'opera d'arte che, nonostante noi consideriamo il nostro spazio personale come appartenente interamente a noi stessi, i suoi confini sono in realtà tracciati in funzione delle persone che ci stanno intorno e cambiano spesso al di fuori del nostro controllo. L'intenzione dell'artista è quella di mostrare, in maniera quasi giocosa, l'importanza dell'accettazione delle persone intorno a noi: un messaggio ancora più carico di significato se si pensa che il titolo dell'opera è ispirato alla tesi di dottorato in matematica di Theodore Kaczynski, il serial killer noto come Unabomber.

Indipendentemente dal messaggio che Snibbe vuole trasmettere con la sua opera, è chiaro che "Boundary Functions" è un esempio di Computer Art non generativa, o meglio, non basata sull'uso di numeri pseudocasuali: il calcolo di un diagramma di Voronoi è una ben nota procedura algoritmica e, data una certa configurazione di persone sulla piattaforma, l'artista è perfettamente in grado di prevedere il risultato di tale procedura. Non ci sono sorprese e il computer non stupisce l'artista, per riprendere il tema della polemica Lovelace/Turing.



Figura 4

S. Snibbe, "Boundary Functions" (1998), qui presentato presso l'NTT InterCommunication Center a Tokyo, Giappone nel 1999. Immagine distribuita con licenza GFDL su http://en.wikipedia.org/wiki/Scott_Snibbe

Lo stupore, in realtà, è tutto del pubblico che partecipa attivamente all'opera: tale partecipazione è senza dubbio il fattore che differenzia nella maniera più significativa il lavoro di Snibbe da quelli di Nake e Pearson. Siamo di fronte a un altro tipo di Computer Art: un tipo di arte che nasce dall'interazione con il pubblico, la cosiddetta Interactive Art, o arte interattiva. Il concetto di interazione è talmente generale che occorre fare delle specificazioni. È naturalmente sempre possibile per il pubblico interagire con un'opera d'arte, anche tradizionale: di fronte a un quadro, ad esempio, un osservatore può spostarsi per osservarlo da diverse angolazioni ed ottenere così un'esperienza estetica sempre diversa; inoltre, certe opere con superfici riflettenti come il "Cloud Gate" di Anish Kapoor a Chicago (per intenderci, la gigantesca scultura di acciaio lucido a forma di fagiolo) sembrano proprio invitare il pubblico a interagire con esse, in un continuo gioco di riflessi deformati. L'interattività di un'opera di Interactive Art è però diversa perché definitoria e anzi necessaria per l'esistenza dell'opera stessa: se "Cloud Gate" può essere goduto anche a distanza, senza riflessi sulla sua superficie, con nessuna o una sola persona sulla piattaforma di "Boundary Functions" non esiste alcuna esperienza artistica, mentre con due persone sulla piattaforma si forma semplicemente una linea retta. È quando

queste due persone iniziano a muoversi o quando altre persone si aggiungono che l'opera prende vita e esprime tutto il suo potenziale.

Ricordiamoci delle parole di Duchamp riprese da Nake per difendere la Computer Art fatta da matematici e ingegneri; è facile rendersi conto del fatto che la Interactive Art riconosca al pubblico un ruolo addirittura ancora più importante di quello prescritto dall'artista di "Fountain": il pubblico non è chiamato a sancire il valore di un'opera d'arte, esso è chiamato a costruire, insieme all'artista, tale opera.

5.2 L'evoluzione del computer come necessità

È nel contesto della Interactive Art che diventa chiara la necessità di avere strumenti informatici dalle prestazioni adeguate. Proviamo a fare un esperimento mentale: immaginiamo di voler realizzare "Boundary Functions" senza l'aiuto dei computer. Come procederemmo? Una prima soluzione potrebbe essere quella di arricchire dal punto di vista tecnologico la piattaforma su cui si muove il pubblico con piccole bilance e LED: le bilance dovrebbero essere collegate in un reticolo tale che ogni bilancia, se premuta da un peso, trasmette parte del peso alle bilance intorno a sé; quando la situazione è stabile, i LED alle posizioni con le bilance intatte si illuminano per tracciare i confini tra le persone. Una seconda soluzione potrebbe invece sfruttare degli assistenti che, con delle torce adeguatamente modificate in modo da proiettare solo linee di luce, a seconda della configurazione del pubblico sulla piattaforma, tracciano dall'alto le linee di confine.

Naturalmente entrambe le soluzioni non solo sembrano essere di difficilissima realizzazione, ma molto probabilmente non assicurerebbero la precisione e l'estetica dei risultati che si hanno con la versione originale dell'opera.

"Boundary Functions" è resa possibile nella sua interattività dal fatto che esistono computer con un'adeguata potenza di calcolo in grado di computare in tempo reale l'output da proiettare con le linee di Voronoi sulla base delle posizioni delle persone del pubblico riconosciute tramite algoritmi di analisi dell'immagine applicati all'input proveniente dalla telecamera.

Come la macchina da scrivere di Nietzsche plasma il suo modo di pensare, così l'ispirazione di numerosi artisti viene arricchita dalle possibilità di computazione offerte dai computer: non vi è alcuna prova a riguardo, ma è ragionevole pensare che nessuno ai tempi di "Random Polygons" avrebbe potuto mai concepire un'opera come "Boundary Functions", e non perché non esistesse il concetto matematico di diagramma di Voronoi o perché non esistesse un algoritmo per risolvere il problema di tracciarne uno, bensì perché gli strumenti allora a disposizione degli artisti non avrebbero mai lasciato immaginare uno scenario in cui un computer sarebbe stato in grado di calcolare istante per istante le linee di separazione tra le persone di un gruppo in movimento su una piattaforma. Da questo punto di vista risulta più facile ammirare visionari come Turing, che più di 50 anni fa ha immaginato i computer eseguire operazioni che nemmeno oggi risultano possibili (ad esempio, conversare con una persona), nonostante i dubbi che accompagnano ogni previsione sul futuro.

6. Conclusione

Qualunque sia il futuro dei computer in generale e dei computer nell'arte in particolare, di fatto oggi esiste una nuova disciplina all'intersezione tra informatica e arte che è potuta nascere solo grazie all'avvento di sistemi con prestazioni adeguate a garantire interazioni in tempo reale tra persone e macchine. L'Interactive Art ha subito assunto un ruolo primario nel panorama artistico: storici dell'arte come Katja Kwastek ne hanno riconosciuto il potenziale di grande supporto alla ricerca di un'adeguata teoria dell'arte e hanno proposto una estetica dell'interazione con strumenti digitali [22], mentre filosofi dell'arte come Dominic McIver Lopes hanno addirittura fatto assurgere l'interattività a caratteristica definitoria della Computer Art in generale [23].

Nonostante le difficoltà nel riconoscere criteri universali che definiscano l'arte, l'Interactive Art, con la sua focalizzazione sulla tecnologia e sulla persona, sembra essere la disciplina che meglio incarna lo spirito del nostro tempo, con il merito di avere creato, sulle fondamenta gettate dai pionieri di metà XX secolo, un genere nuovo di opere d'arte non realizzabili con tecniche alternative perché fortemente dipendenti dalle più recenti innovazioni informatiche. La novità data dalla centralità dell'interazione tra lo spettatore e l'opera costituisce una forte rottura con il passato, forse paragonabile per portata a quella iniziata da Duchamp all'inizio del XX secolo, e considerando quello che è successo nei decenni successivi in termini di evoluzione dell'arte, della tecnologia e delle reciproche influenze, non possiamo che dirigerci con trepidazione verso ciò che ci attende nel XXI secolo.

Riquadro 1: “Le varie declinazioni della Computer Art”

In questo articolo parliamo di Computer Art in generale per intendere una forma d'arte le cui opere sono realizzate con il fondamentale ausilio di un computer. Secondo il modo in cui è usato lo strumento informatico, tali opere possono essere classificate in maniera più specifica: abbiamo visto che se ci avvaliamo di numeri pseudocasuali si fa Generative Art, mentre se l'opera richiede l'intervento attivo dello spettatore e si trasforma dinamicamente in funzione delle sue azioni parliamo di Interactive Art.

Oltre a questi, esistono numerosi altri termini che designano la Computer Art o uno dei suoi aspetti. Ecco un elenco non esaustivo dei più comuni, da non considerarsi come mutuamente esclusivi nella classificazione di un'opera, bensì come suggerimenti per le prospettive, spesso sovrapposte, da cui osservare un'opera. Molti di questi termini, inoltre, non sono privi di problematiche di tipo concettuale.

New Media Art: forma d'arte che usa i nuovi mezzi di comunicazione. Potremmo dare per scontato che il computer sia il nuovo medium per eccellenza, ma dal punto di vista di alcuni storici dell'arte anche l'uso del televisore per installazioni artistiche rappresenta una novità, quindi non è detto che tutta la New Media Art sia necessariamente Computer Art.

Multimedia Art: forma d'arte basata sull'uso contemporaneo di mezzi di comunicazione di diverso tipo. Il computer è tradizionalmente legato al concetto di "multimediale" perché è uno strumento versatile in grado di gestire contenuti di diverso formato (testo, audio, video), ma, come nel caso precedente, la sua presenza in un'opera di Multimedia Art non può essere data per scontata.

Digital Art: disciplina artistica basata sul concetto di codifica digitale, ovvero sulla trasformazione dell'informazione da elaborare in una sequenza discreta di numeri. È sicuramente la definizione più generale, perché appunto coinvolge il principio fondamentale alla base dei computer digitali, forse fin troppo: anche una fotografia scattata con una macchina digitale potrebbe, secondo questa definizione, rientrare nell'ambito della Digital Art.

Virtual Art: l'arte che si può osservare solo per mezzo di strumenti di accesso a mondi virtuali creati con il computer. Tali strumenti sono interfacce uomo-macchina sotto forma di caschi, visori, guanti, etc. che permettono agli utenti di vedere ed eventualmente interagire con le opere d'arte presenti nell'ambiente "costruito" (le virgolette sono d'obbligo perché si tratta di una simulazione) dal computer.

Cybernetic Art: forma d'arte che mira a creare opere ispirate ai principi della cibernetica, un approccio transdisciplinare principalmente basato sulla teoria dei sistemi, che studia in particolare i sistemi dotati di un circuito di segnali che dà luogo a un feedback tra il sistema stesso e l'ambiente circostante. Tali segnali sono tipicamente codificati per mezzo di un computer, ma anche in questo caso la presenza di un computer non è essenziale.

Internet Art: nota anche come Net Art, una disciplina artistica le cui opere sfruttano le funzionalità offerte da Internet. La rete può essere semplicemente usata come canale di distribuzione alternativo al circuito tradizionale delle gallerie, oppure come parte vera e propria dell'opera d'arte, se questa si basa su servizi telematici come i siti Web o la posta elettronica, oppure se essa prevede l'interazione tra diverse persone e oggetti geograficamente distanti.

Software Art: la branca della Computer Art le cui opere sono programmi. Per riprendere la definizione di arte secondo cui un'opera è un artefatto senza un risvolto pratico, i lavori di Software Art si differenziano dagli altri programmi perché non sono da utilizzare per risolvere un problema, bensì per ottenere un'esperienza estetica.

Video Game Art: data la definizione precedente, si potrebbe pensare che questa forma d'arte abbia come oggetto i videogiochi, ma in realtà la Video Game Art è una disciplina che si li sfrutta, sia a un livello più superficiale con immagini e suoni tratti da tali giochi, sia a un livello più profondo copiando e modificandone pezzi di codice, ma per creare esperienze estetiche comunque ben distinte da una dimensione ludica.

Bibliografia

- [1] Bromley, A. G. (1982). "Charles Babbage's Analytical Engine, 1838", *IEEE Annals of the History of Computing*, 4(3), 196-217.
- [2] Hetland, M. L. (2014). *Python Algorithms: Mastering Basic Algorithms in the Python Language*, 2nd edition, Apress.
- [3] Turing, A. (1936-7). "On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem", *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42(2), 230-265.
- [4] Steinbuch, K. (1957). "Informatik: Automatische Informationsverarbeitung", *SEL-Nachrichten*, 4, 171.
- [5] Denning, P. J. (2007). "Computing as a natural science", *Communications of the ACM*, 50(7), 13-18.
- [6] Tedre, M. (2015). *The Science of Computing*, CRC Press.
- [7] Andina, T. (2012). *Filosofie dell'arte. Da Hegel a Danto*, Carocci.
- [8] Dewey, J. (1934). *Art as Experience*, Southern Illinois University Press.
- [9] Dipert, R. R. (1993). *Artifacts, Art Works, and Agency*, Temple University Press.
- [10] Danto, A. C. (1964). "The Artworld", *Journal of Philosophy*, 61(19), 571-584.
- [11] Dickie, G. (1974). *Art and the Aesthetic: An Institutional Analysis*, Cornell University Press.
- [12] Nake, F. (2012). "Construction and Intuition: Creativity in Early Computer Art" in McCormack, J. e d'Inverno M. (a cura di) *Computers and Creativity*, Springer, 61-94.
- [13] Menabrea, L. F. (1843). "Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage", *Scientific Memoirs, Selected from the Transactions of Foreign Academies of science and Learned Societies and from Foreign Journals*, 3.
- [14] Turing, A. (1950). "Computer Machinery and Intelligence", *Mind*, 59(236), 463-518.
- [15] Duchamp, A. (1957). "The Creative Act", intervento alla Convention of the American Federation of Arts, Houston, Texas, 3-6 aprile 1957, *Art News*, 56(4).
- [16] Malone, M. (2009). *Chance Aesthetics*, University of Chicago Press.
- [17] Moore, G. E. (1965). "Cramming More Components onto Integrated Circuits", *Electronics*, April 19, 1965, 114-117, ristampato in *Proceedings of the IEEE*, 86(1), 1998, 82-85.
- [18] Pearson, M. (2011). *Generative Art*, Manning Publications.
- [19] Dreyfus, H. (1972). *What Computers Can't Do*, MIT Press
- [20] Dreyfus, H. (1992). *What Computers Still Can't Do*, MIT Press.

[21] Snibbe, S. (1998). "Boundary Functions", www.snibbe.com/projects/interactive/boundaryfunctions/ (ultima visita: aprile 2015)

[22] Kwastek, K. (2013). *Aesthetics of Interaction in Digital Art*, MIT Press.

[23] Mclver Lopes, D. (2010). *A Philosophy of Computer Art*, Routledge.

Biografia

Mario Verdicchio ha conseguito il dottorato in ingegneria dell'informazione presso il Politecnico di Milano ed è ricercatore presso l'Università degli Studi di Bergamo, dove insegna Informatica teorica presso il Dipartimento di Ingegneria e Informatica per la comunicazione presso il Dipartimento di Lingue. È cofondatore e organizzatore, insieme a colleghi della Universidade do Porto, Portogallo e della University of West Scotland, Regno Unito della serie di conferenze internazionali xCoAx: Computation, Communication, Aesthetics and X (xcoax.org).

email: mario.verdicchio@unibg.it