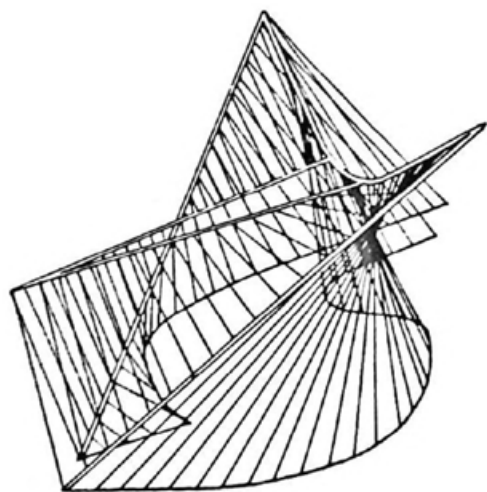


Il suono dello spazio multidimensionale. Come la musica d'avanguardia ha prefigurato l'intelligenza artificiale

The Sound of Multidimensional Space: How Avant-Garde Music Foreshadowed Artificial Intelligence



Padiglione Philips all'Esposizione Universale di Bruxelles (1958). Schema del plastico (1956). Si veda a p. 118.

Gli attributi di "bello" o "brutto" non hanno senso per il suono, né per la musica che ne deriva; la quantità di intelligenza portata dalle sonorità deve essere il vero criterio di validità dell'una o dell'altra musica¹.

IANNIS XENAKIS

The qualification "beautiful" or "ugly" makes no sense for sound, nor for the music that derives from it; the quantity of intelligence carried by the sounds must be the true criterion of the validity of a particular music¹.

IANNIS XENAKIS

1. Iannis Xenakis, *Formalized Music. Thought and Mathematics in Composition*, Pendragon Press, New York 1992, p. 295 (ed. or. Iannis Xenakis, *Musiques formelles. Nouveaux principes formels de composition musicale*, in "La revue musicale", n. 253-254, 1963).

1. Iannis Xenakis, *Formalized Music. Thought and Mathematics in Composition*, Pendragon Press, New York 1992, p. 295 (or. ed. Iannis Xenakis, 'Musiques formelles. Nouveaux principes formels de composition musicale', *La revue musicale*, 253-254, 1963).

I "MOLTI SPAZI" DELLA MUSICA PRIMA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

THE "MANY SPACES" OF MUSIC BEFORE AI

Quando, alla fine della sua carriera, l'eclettico Iannis Xenakis propose un programma per generare musica al computer utilizzando tecniche probabilistiche, descrisse il proprio progetto in termini tutt'altro che modesti: "Ci troviamo di fronte a un tentativo, il più obiettivo possibile, di creare un'arte automatizzata, in cui l'uomo non interferisce se non all'inizio, per dare il primo impulso e stabilire alcuni presupposti, come nel caso del Demiurgo nel *Politico* di Platone, di Yahveh nell'Antico Testamento, o perfino del Nulla nella teoria del Big Bang"². Come interpretare una tesi tanto esuberante di automazione musicale? Nel XX secolo Xenakis si è inoltrato come pochi altri nel processo di decostruzione della musica, giungendo a formalizzarla come un artefatto di "complessità multidimensionale". Nell'era dell'intelligenza artificiale, i suoi sforzi sperimentali acquisiscono però un significato diverso.

Com'è noto, Xenakis concepiva la musica come un "politopo" - un termine geometrico che letteralmente significa "di molti spazi" - e costruiva performance che coinvolgevano gli ascoltatori in molteplici dimensioni spazio-temporali³. Uno dei suoi lavori più noti fu il *Polytope de Cluny*, eseguito nella chapelle de l'hôtel de Cluny del Musée national du Moyen Âge di Parigi nel 1972. Il lavoro prevedeva un complesso sistema di luci, proiezioni e suoni, portati da numerosi cavi che correvano attraverso lo spazio e articolati in una coreografia in grado di creare un'esperienza audiovisiva ipnotica. Un altro politopo memorabile fu il *Polytope de Montréal*, eseguito all'Expo 1967 di Montréal. Pensato per un'esecuzione all'aperto, prevedeva un'imponente serie di altoparlanti e luci colorate disposti intorno a una grande cupola geodetica.

Come altri musicisti, Xenakis vedeva la musica

When, at the end of his career, polymath Iannis Xenakis proposed a computer program to generate music using probabilistic techniques, he described the project in no small terms: "We find ourselves in front of an attempt, as objective as possible, of creating an automated art, without any human interference except at the start, only in order to give the initial impulse and a few premises, like in the case of the Demiourgos in Plato's *Politicos*, or of Yahveh in the Old Testament, or even of Nothingness in the Big Bang Theory"². How to interpret such an exuberant proposition of music automation? In the twentieth century, Xenakis ventured out into the deconstruction of music like few other composers and formalised it as an artefact of "multidimensional complexity". In the age of AI, his experimental efforts acquire a different meaning.

Famously, Xenakis envisioned music as a "polytope" - a geometrical notion which literally means "of many spaces" - and constructed performances that engaged the listeners on multiple spatio-temporal dimensions³. One of his best known works was the *Polytope de Cluny*, which was performed in the chapelle de l'hôtel de Cluny of the Musée national du Moyen Âge in Paris in 1972. This piece featured a complex array of lights, projections, and sound, installed on many cables that ran through the space and choreographed to create a mesmerising audiovisual experience. Another notable polytope was the *Polytope de Montréal*, which was performed at the Expo 1967 in Montreal. Designed to be performed in an outdoor environment, it featured a massive array of loudspeakers and coloured lights positioned around a large geodesic dome.

Like other musicians, Xenakis saw music as a

2. *Ibidem*.

3. Un poligono è una forma piatta bidimensionale con lati rettilinei, mentre un poliedro è una forma solida tridimensionale a facce piane. Entrambi sono esempi di politopi, cioè di forme multidimensionali con lati di dimensionalità inferiore. Questa definizione di politopo può essere estesa a solidi con più di tre dimensioni.

2. *Ibid.*

3. A polygon is a two-dimensional flat shape with straight sides, while a polyhedron is a three-dimensional solid shape with flat faces. They are both examples of a polytope, that is a multi-dimensional shape with sides of a lesser dimensionality. This definition of polytope can escalate to solids of further dimensions.

come un'entità multidimensionale la cui complessità andava rappresentata con tecniche nuove. A causa della sua formazione in architettura e dei suoi interessi per gli aspetti matematici e computazionali, in particolare, Xenakis concepì la performance musicale come una molteplicità di parametri da proiettare entro una nuova geometria; creò conseguentemente anche nuove forme di notazione musicale⁴. Nel linguaggio musicale attuale si potrebbe affermare che i politopi di Xenakis erano al contempo un esercizio di "parametrizzazione" e di "spazializzazione" – ed è interessante notare come l'uso di queste due operazioni avvicini il suo lavoro alle tecniche di intelligenza artificiale sviluppate nei decenni successivi.

LA DECONSTRUZIONE DELLA MUSICA DA PARTE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Nel gennaio 2023 i ricercatori di Google hanno presentato MusicLM, un grande modello di intelligenza artificiale in grado di generare musica ad alta fedeltà a partire da semplici comandi verbali come "una melodia rilassante di violino accompagnata da un riff distorto di chitarra"⁵. Il modello MusicLM può anche essere utilizzato, per esempio, per trasformare una melodia fischiettata o canticchiata in una parte per uno strumento, tipo il violino. Sembra che MusicLM sia in grado, in ambito musicale, di replicare le notevoli performance di altri grandi modelli usati per generare immagini (per esempio DALL-E 2, Stable Diffusion, Midjourney) e testi (come GPT, Bert, LaMDA)⁶.

multidimensional entity whose complexity had to be represented by new techniques. Because of his training in architecture and interests in mathematics and computation, Xenakis specifically envisioned music performance as a manifold of parameters to be projected onto a new geometry and, accordingly, also invented new forms of music notations⁴. In today's music language, one could say that Xenakis' polytopes were at the same time an exercise of "parameterization" and "spatialization"—two operations that interestingly align his work with the rise of AI techniques in the following decades.

THE DECONSTRUCTION OF MUSIC BY AI

In January 2023, Google AI researchers introduced MusicLM, a large AI model capable of generating high-fidelity music based on simple textual prompts such as "a calming violin melody backed by a distorted guitar riff"⁵. The MusicLM model can also be used to transform a whistled or hummed melody, for instance, into the style of a different instrument, such as the violin. MusicLM seems to repeat the remarkable performances of other large AI models regarding image generation (e.g. DALL-E 2, Stable Diffusion, Midjourney) and text generation (e.g. GPT, Bert, LaMDA)⁶.

To comprehend MusicLM's breakthrough, one may follow how, over the last century, the music score has been translated into the parameters of digital formats such as MIDI,

Per comprendere la portata rivoluzionaria di MusicLM si osservi il processo attraverso il quale, durante lo scorso secolo, la partitura musicale è stata tradotta nei parametri di formati digitali come il MIDI, e come tali parametri si sono evoluti negli stratificati e multidimensionali parametri dell'intelligenza artificiale che definiscono uno spazio di maggiore complessità. In sostanza, è successo che la musica è stata tradotta da una rappresentazione "bidimensionale" a una "oligodimensionale" e poi "multidimensionale". Prendiamo in esame più da vicino questi passaggi, che si sono verificati sia nella formalizzazione della musica sia nelle nuove tecnologie come l'intelligenza artificiale.

La notazione musicale è una tecnica che, da tempo immemorabile, ha rappresentato visivamente il suono secondo almeno due dimensioni, il tempo e l'altezza⁷. L'avvento dei media digitali ha ulteriormente codificato la rappresentazione visuale della musica in una matrice di parametri numerici (la cosiddetta "digitizzazione")⁸. Il formato visuale del testo musicale è quindi stato trasferito nel formato MIDI, che permette agli strumenti digitali di automatizzare l'esecuzione di composizioni complesse. I file MIDI rendono possibile manipolare contemporaneamente più parametri del suono, come l'intonazione e il timbro di uno strumento sintetizzato⁹.

Con la digitizzazione la musica è divenuta una questione di matrici di numeri manipolabili da esseri umani o da macchine secondo le loro proprietà numeriche. Ma la digitizzazione ha implicato un ulteriore passaggio chiave: dal momento che nella

and how they then have evolved into the intricate multidimensional parameters of AI which define a space of higher complexity. Essentially, music has been translated from a "two-dimensional" into a "few-dimensional" and finally into a "multi-dimensional" representation. Let's take a closer look at these stages that took place both in the formalisation of music and in new technologies such as AI.

Musical notation is a technique that, since time immemorial, has visually represented sound according to at least two dimensions, time and pitch⁷. The advent of digital media has further encoded the visual representation of the music score into a matrix of numerical parameters (so-called "digitisation")⁸. The visual format of sheet music was then translated into the MIDI format, which allows digital instruments to automate the execution of complex compositions. MIDI files make it possible to manipulate multiple parameters simultaneously, such as increasing the tuning of a synthesised instrument and its timbre at the same time⁹.

Digitisation has led to music becoming a matter of matrices of numbers which can be manipulated by humans or machines according to the numerical properties of these matrices. But digitisation implied a further key passage. Because in digital music both music notation and actual recordings can be represented by numerical files, it is a technique with which previously different dimensions can be collapsed and considered under the same general equiva-

4. Sulla parametrizzazione si veda Christopher Dobrian, *Real-time Stochastic Decision Making for Music Composition and Improvisation*, in *Xenakis Matters*, UC Irvine: Integrated Composition, Improvisation and Technology (ICIT), 2012, consultato al link <https://escholarship.org/uc/item/7ww3h3xx>. Sulla spazializzazione si veda Maja Trochimczyk (Maria Anna Harley), *Space and Spatialization in Contemporary Music. History and Analysis, Ideas and Implementations*, tesi di dottorato, McGill University, School of Music, 1994, Montréal, Québec, Canada, Moonrise Press, Los Angeles 2016.

5. *MusicLM: Generating Music From Text*, in "arXiv", 26 gennaio 2023, <https://arxiv.org/abs/2301.11325>

6. Gli informatici che hanno sviluppato MusicLM si sono serviti del dataset MusicCaps, che contiene la descrizione testuale dettagliata di 5.500 brani musicali scritti da musicisti, probabilmente come lavoretto occasionale online. Si veda <https://www.kaggle.com/datasets/googleai/musiccaps>

4. On parameterization see: Christopher Dobrian, *Realtime Stochastic Decision Making for Music Composition and Improvisation*, in *Xenakis Matters*, UC Irvine: Integrated Composition, Improvisation and Technology (ICIT), 2012, retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/7ww3h3xx>. On spatialization see: Maja Trochimczyk (Maria Anna Harley), *Space and Spatialization in Contemporary Music. History and Analysis, Ideas and Implementations*, PhD dissertation, McGill University, School of Music, 1994, Montreal, Quebec, Canada, Moonrise Press, Los Angeles 2016.

5. Andrea Agostinelli et al., "MusicLM: Generating Music From Text", *arXiv*, January 26, 2023, <https://arxiv.org/abs/2301.11325>

6. Computer scientists built MusicLM with the help of the MusicCaps dataset, which contains detailed text descriptions of 5,500 music pieces written by musicians, who probably fulfilled this task as online gig workers. See <https://www.kaggle.com/datasets/googleai/musiccaps>

7. La trascrizione della musica su una partitura è sempre stata un caso di riduzione di dimensionalità, cioè di riduzione di un fatto complesso entro un numero minore di coordinate. Si veda Thomas Forrest Kelly, *Capturing Music. The Story of Notation*, W. W. Norton, New York 2014.

8. Sulla rappresentazione bidimensionale (o "appiattita") degli artefatti culturali si veda Sybille Krämer, *Should We Really "Hermeneutise" the Digital Humanities? A Plea for the Epistemic Productivity of a "Cultural Technique of Flattening" in the Humanities*, in "Journal of Cultural Analytics", n. 4, vol. 7, gennaio 2023.

9. La trascrizione e visualizzazione della musica per mezzo di un sistema di notazione comporta l'esclusione di molte caratteristiche. Così mentre i compositori di avanguardia come Xenakis superavano le convenzioni della scrittura musicale tradizionale e riempivano le loro partiture di forme innovative, il formato digitale MIDI ha fissato la notazione utilizzando un sistema riduttivo.

7. The transcription of music into a score has always represented a form of dimensionality reduction, i.e. reduction of a complexity into fewer coordinates. See Thomas Forrest Kelly, *Capturing Music. The Story of Notation*, W.W. Norton, New York 2014.

8. On the two-dimensional representation (or "flattening") of cultural artefacts see: Sybille Krämer, "Should We Really 'Hermeneutise' the Digital Humanities? A Plea for the Epistemic Productivity of a 'Cultural Technique of Flattening' in the Humanities", *Journal of Cultural Analytics*, 4-7, January 2023.

9. The transcription and visualisation of music according to a notational system implies leaving out many characteristics. And so, while avant-garde composers such as Xenakis disregarded conventions of sheet music and drew innovative patterns across the staves, the digital MIDI format fixed notation according to a reductive system.

musica digitale sia la notazione che la musica registrata possono essere rappresentate da file numerici, con questa tecnica è divenuto possibile accoppiare le due dimensioni, prima separate, in una forma omogenea. Il processo di omogeneizzazione fa parte della rivoluzione dei “big data” avvenuta negli ultimi decenni, durante la quale diversi aspetti della società (o diverse dimensioni culturali) sono stati omogeneizzati nella forma di dati informatici ed elaborati nello stesso modo, aprendo la strada all'applicazione dell'intelligenza artificiale a tali sistemi di dati.

Come funziona MusicML? Questo modello di AI “apprende” le componenti di diversi brani musicali associate alle loro descrizioni testuali e diventa successivamente in grado di generare artefatti musicali corrispondenti a ogni permutazione di tali descrizioni testuali. Ciò è possibile perché ogni brano è proiettato su diverse dimensioni (o parametri), in base alle quali può dunque essere facilmente manipolato in un modello di linguaggio. In altre parole, si potrebbe dire che le “stringhe” di un modello sonoro sono connesse alle “stringhe” di un modello verbale, e che l'azione su di uno influisce sull'altro come in un gigantesco, astratto strumento (come in un “politopo”, si è tentati di dire). Da un certo punto di vista, i modelli musicali di intelligenza artificiale hanno automatizzato quelle tecniche di parametrizzazione e spazializzazione che erano state l'intuizione di compositori come Xenakis.

L'intelligenza artificiale è parte di questi grandi processi di digitizzazione e omogeneizzazione delle dimensioni culturali. In modelli come MusicLM ogni rappresentazione digitale di un'entità musicale (i metadati, i campioni audio e le descrizioni testuali) diventa un vettore indipendente in uno spazio multidimensionale dalle relazioni geometriche vertiginose. Queste dimensioni non sono solo caratteristiche musicali, come l'altezza dei suoni, ma anche caratteristiche astratte che possono derivare da qualunque attributo di un brano musicale. Immaginate di catalogare una raccolta di registrazioni musicali non solo sulla base del genere o della tonalità, ma “contemporaneamente” sulla base di altre proprietà arbitrarie come la presenza di applausi, l'intensità dei suoni nello spettro delle basse frequenze, certe successioni di accordi e determinate caratteristiche di un compositore.

lent. This process of homogenisation is also part of the “big data” turn of the last decades during which different aspects of society (or cultural dimensions) have been homogenised as “data points” and computed in the same way, breaking ground for the application of AI to these datasets.

How does MusicML work? This AI model “learns” the components of different music pieces in association to textual descriptions and it is able, afterwards, to generate music artefacts corresponding to any permutation of these textual descriptions. This is possible because any music piece is projected into multiple dimensions (or parameters), and can then be easily manipulated according to corresponding dimensions in a language model. In other words, one could say that the “strings” of a sound model are connected to the “strings” of a word model, and that an action on one affects the other like in a large-scale, abstract instrument (like in a “polytope”, one is tempted to say). In a certain regard, AI music models have automated those techniques of parameterization and spatialization that were once also the vision of composers like Xenakis.

AI is part of these large processes of digitisation and homogenisation of cultural dimensions. In AI models such as MusicLM each single numerical representation of a musical entity (metadata, audio samples, and textual labels) becomes an independent vector in a multidimensional space of vertiginous geometric relations. These dimensions are not only musical features such as pitch, but abstract features that can be derived from any pattern in a musical piece. Imagine categorising a collection of music recordings not only according to genre or key, but ordering them “simultaneously” according to arbitrary features such the presence of applause, loudness of the lower frequency spectrum, specific chord progressions, and composer-specific signatures.

WHAT IS A MULTIDIMENSIONAL SPACE?

How do AI models build a multidimensional representation of data? First, in the stage called “training”, an AI algorithm analyses each music file from a dataset, calculates the corresponding

CHE COS'È UNO SPAZIO MULTIDIMENSIONALE?

Come fanno i modelli di AI a costruire una rappresentazione multidimensionale dei dati? Nella prima fase, detta “training”, l'algoritmo analizza ogni file musicale di un certo sistema di dati, calcola i parametri o le dimensioni corrispondenti e li proietta in una matrice multidimensionale. In questo spazio, il file numerico di un brano musicale non è rappresentato da una sequenza lineare di cifre (come avviene di solito nei file digitali) ma da un “vettore multidimensionale”, o un singolo punto con coordinate su n dimensioni. Le due modalità in cui l'intelligenza artificiale può utilizzare le proprietà di questo spazio sono la “pattern recognition” e la “pattern generation”.

Nel caso della “pattern recognition” l'algoritmo prende un nuovo brano musicale, ne calcola le dimensioni e lo proietta come un vettore, o come un punto con coordinate su n dimensioni, nello spazio multidimensionale. Per classificare il suo stile lo confronta con i punti vicini, che rappresentano i brani musicali appresi in precedenza. Questa comparazione mette in luce il fatto che i brani musicali simili si raggruppano assieme, mentre quelli dissimili sono distanziati. Per esempio i brani in tonalità minore potrebbero raggrupparsi in una certa area, mentre quelli in maggiore ne occuperebbero un'altra. In aggiunta, è possibile prendere in considerazione gradi di somiglianza su parametri che tengano conto di un determinato stile o altre caratteristiche.

La tecnica della “pattern recognition” è stata esplorata fin dagli anni Sessanta, almeno per quanto riguarda il riconoscimento di pattern visuali. Solo nella prima decade degli anni Duemila, tuttavia, gli informatici si sono resi conto che i modelli di intelligenza artificiale potevano essere usati “al contrario”, per generare nuovi pattern. Invece di classificare un artefatto li si poteva indurre a generare l’“idea” (cioè la rappresentazione statistica) di una categoria di artefatti su cui fossero stati precedentemente addestrati. Nella “pattern generation” viene scelto un punto appartenente a una regione dello spazio multidimensionale, e quindi, a partire dalle coordinate di tale punto, può essere dedotto e generato un brano musicale che non esisteva in precedenza. Se il modello è stato

data points or dimensions, and projects them into a multidimensional matrix. In this space, the numerical file of a music piece is not represented as a linear sequence of numbers (as usually in digital files) but as a “multidimensional vector”, or a single point of n -dimensional coordinates. Two ways that AI can utilise the properties of this space are pattern recognition and pattern generation.

In pattern recognition, the AI algorithm takes a new music piece, calculates once again its dimensions, and projects it as a vector, or point of n -dimensional coordinates, into the multidimensional space. To classify its style, it is compared with the neighbouring points, which are the previously learnt music pieces. Based on this comparison, one notices that similar music pieces cluster together, while dissimilar ones are spaced far apart. For instance, pieces in minor tonality could cluster in one area of the space, while those in major tonality would occupy another. Additionally, one can navigate gradients of similarity along a dimension that represents a specific style or feature.

This technique of pattern recognition has been explored since the sixties, at least as far as the recognition of visual patterns is concerned. In the 2010s, however, computer scientists realised that AI models could be used “in reverse” to generate patterns. Instead of classifying an artefact, one could prompt them to generate the “idea” (i.e. their statistical representation) of a category of artefacts they have been trained upon. In pattern generation, a point can be chosen from a region of the multidimensional space, and then, based on the coordinates of this specific point, a corresponding music piece can be inferred and generated, even if it never existed. If the model has been trained on a consistent dataset with a good resolution, this generated artefact will maintain the same structural and stylistic proportions as the previously learnt artefacts. In other words, one can now generate artefacts according to a specific category, by turning a technique used for categorisation on its head. This is a fair technical description of what the term “AI art” actually means.

addestrato su un dataset consistente e con una buona risoluzione, l'artefatto generato avrà le stesse proporzioni strutturali e stilistiche degli artefatti precedentemente appresi. In altre parole, è ora possibile generare artefatti sulla base di una certa categoria, rovesciando una tecnica usata in principio per classificare. Questa è una descrizione tecnica abbastanza oggettiva di ciò che effettivamente significa l'espressione "arte generata dall'intelligenza artificiale".

MUSICA INCALCOLABILE E INTELLIGENZE ARTIFICIALI GIGANTI

Xenakis equiparava il valore della musica alla "quantità di intelligenza portata dalle sonorità"¹⁰. Anche se l'espressione "quantità di intelligenza" può essere intesa in senso progressista (come arte che incarna il concetto di un'intelligenza collettiva, per esempio) la pratica di misurare l'intelligenza è stata al centro di grandi controversie, come testimoniato dalla storia del famigerato test del quoziente intellettivo (QI)¹¹. La musica è certamente qualcosa di più di un metodo di misurazione dell'intelligenza: è stata sviluppata, fin da tempi antichi, nella dialettica tra esecuzione e astrazione, tra dimensione fisica e matematica, che ha sempre sfidato il "metronomo", per così dire.

A cosa si riferisce il termine "intelligenza" nell'espressione "intelligenza artificiale"? E in che modo può essere collegato all'"intelligenza della musica"? Questa è la provocazione implicita che questo breve saggio ha tentato d'inseguire. Di certo, come abbiamo appena visto, la forma di intelligenza della contemporanea AI è una tecnica in grado di navigare in uno spazio di dati multidimensionali e di manipolarli. Si tratta di una tecnica non completamente nuova, poiché si è evoluta a partire dalla statistica lungo tutto il XX secolo¹²; oggi

INCOMPUTABLE MUSIC AND GIANT AI

Xenakis considered the value of music a "quantity of intelligence carried by the sounds"¹⁰. Although the expression "quantity of intelligence" can be understood in a progressive way – as art embodying collective intelligence, for instance – the practice to measure intelligence has been fraught with controversy, as the fate of the infamous intelligence quotient (IQ) test reminds us¹¹. Music is certainly more than a metric of intelligence: it has been developed, since ancient times, in the dialectics between performance and abstraction, embodiment and mathematisation, which always challenged the "metronome", as one may say.

What then is "intelligence" in the term "AI" referring to? And in which way may it be related to the "intelligence of music"? This is the underlying provocation that this short essay has been chasing. Surely, as we have just seen, the form of intelligence of contemporary AI is a technique to navigate and manipulate multidimensional dataspaces. This technique is not completely new as it has evolved from statistics throughout the twentieth century¹². Today, however, it proliferates as the essential form of rationality at play in contemporary large AI models¹³. As the recent controversy surrounding GPT4 illustrates, the scale of today's AI system is vastly different from Xenakis' optimistic rationalism and has been guiding society to a different dystopian destiny¹⁴. Today, AI has become a versatile and hegemonic paradigm for modelling not only music, but also cultural heritage, and many aspects of individual and collective labour. What "giant" AI models such as MusicLM, GPT, DALL·E 2, and so on, demonstrate is an unprecedented dimension of knowledge extractivism and power accumulation at a global scale. What needs to be studied, ultima-

tuttavia si impone come il tipo fondamentale di razionalità in gioco nei grandi modelli di intelligenza artificiale¹³. Come dimostra la recente controversia a proposito di GPT4, la potenza degli attuali sistemi di intelligenza artificiale, diversamente da quanto suggerito dal razionalismo ottimista di Xenakis, sta trascinando l'umanità verso un destino distopico¹⁴. Oggi l'intelligenza artificiale è diventata un paradigma versatile ed egemonico per modellare non solo la musica, ma il patrimonio culturale in generale, e molti aspetti del lavoro individuale e collettivo. Ciò che rappresentano i modelli "giganti", come MusicLM, GPT, DALL·E 2 e via dicendo, è una dimensione di sfruttamento del sapere e di accumulazione di potere senza precedenti su scala globale. Quello che, in conclusione, è necessario studiare è il "vettore" di tale sfruttamento culturale, che descrive la distanza tra le aziende proprietarie dei modelli e i monopoli di dati da una parte, e la prassi umana e il nostro patrimonio culturale dall'altra. Perché l'automazione non è mai stata autonoma, è sempre stata frutto del lavoro umano, degli attriti sociali, e dell'esternalizzazione di pratiche quali il linguaggio o i comportamenti collettivi. L'automazione è sempre preceduta dalla formalizzazione dei gesti e delle operazioni destinati a essere sostituiti dalla macchina. Il quesito centrale dunque non riguarda come possa essere espressa l'intelligenza. Riguarda, piuttosto, che cosa l'automazione sia in grado di sostituire e che cosa no – quali qualità e prassi musicali i modelli di intelligenza artificiale possano riprodurre esattamente e quali no – e quali possibilità di espressione artistica e politica vadano perse in tale processo.

MATTEO PASQUINELLI E ARIF KORNWEITZ
(KARLSRUHE UNIVERSITY OF ARTS AND DESIGN)

13. Cfr. *On the Opportunities and Risks of Foundation Models*, in "arXiv", 12 luglio 2022, <https://arxiv.org/abs/2108.07258>
14. Si veda anche la lettera aperta: *Pause Giant AI Experiments: An Open Letter*, in "Future of Life Institute", marzo 2023, <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>

10. Si veda la citazione di apertura.

11. Cfr. Stephen Jay Gould, *Intelligenza e pregiudizio*, trad. it. a cura di Alberto Zani, Il Saggiatore, Milano 2006 (ed. or., Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, W.W. Norton & Company, New York 1981).

12. Cfr. Matteo Pasquinelli, *The Eye of the Master. A Social History of Artificial Intelligence*, Verso, Londra 2023.

10. See opening quote.

11. Cf. Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, W.W. Norton & Company, New York 1981.

12. Cf. Matteo Pasquinelli, *The Eye of the Master. A Social History of Artificial Intelligence*, Verso, London 2023.

13. Cf. Rishi Bommasani et al., 'On the Opportunities and Risks of Foundation Models', *arXiv*, July 12, 2022, <https://arxiv.org/abs/2108.07258>

14. See also the open letter: 'Pause Giant AI Experiments: An Open Letter', *Future of Life Institute*, March 2023, <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>

tely, is the "vector" of knowledge extractivism, which describes the distance between AI corporations and data monopolies on one hand, and human praxis and cultural heritage on the other. Because automation has never been autonomous, it always grew from human labour, social frictions, and the externalisation of practices like language or collective behaviour. What always predates automation is the formalisation of precisely those gestures and operations that are supposed to be replaced. Therefore the issue is not how intelligence might be expressed. Rather, the question is what automation is able to replace and what not – which musical qualities and practices AI models can and cannot perfectly replicate – and which political and artistic possibilities of expression are left behind in this process.

MATTEO PASQUINELLI AND ARIF KORNWEITZ
(KARLSRUHE UNIVERSITY OF ARTS AND DESIGN)

