

# Artificial Intelligence and Music. A Literature Review / Binomul inteligența artificială și muzica. Revizuirea literaturii de specialitate

**Alexandra BELIBOU**

Transilvania University of Brașov, Romania / Universitatea Transilvania din Brașov, România  
alexandra.belibou@unitbv.ro

**Liviu IFTENE**

Transilvania University of Brașov, Romania / Universitatea Transilvania din Brașov, România  
liviu.iftene@unitbv.ro

## ABSTRACT

*In the ever-evolving landscape of the music industry, a transformative wave has erupted with the advent of artificial intelligence (AI) interventions. This technological marvel has not only altered the way we conceive, produce, and consume music, but has injected an unparalleled dynamism into the very fabric of music innovation. This article aims to highlight the research directions - from 2020 to the present - in relation to the binomial of artificial intelligence and music, with the various layers that define this relationship. The final question of this research that is written as a literature review is: to what extent do researchers encourage AI-assisted music practices and what are the possible dangers that result from this attitude?*

## Keywords

Artificial intelligence, music composition, music analysis, computer music information

## INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) has penetrated many areas of our lives, transforming the way we work, learn, and spend our leisure time. In recent years, one of the most fascinating and innovative application areas of AI has become music. The combination of artificial intelligence and music opens new horizons for artistic creation, production, music recommendation and even deep understanding of the essence of music. This article aims to explore the dynamics and potential of the pairing of artificial intelligence and music as it emerges from research over the last 4 years. From automatically generated compositions that mimic the styles of the great masters to virtual instruments that respond to human emotions, AI is succeeding in expanding the boundaries of musical expressiveness. At the same time, music recommendation systems are becoming increasingly sophisticated, personalizing the listening experience to an almost intimate level, whilst music data analysis provides valuable insights into cultural trends and listener preferences.

Artificial intelligence (AI) is a segment of information technology focused on the development of software and computer systems capable of performing functions that normally require specific human intelligence. It includes

## REZUMAT

*În peisajul în continuă evoluție a industriei muzicale, un val transformator a izbucnit odată cu apariția intervențiilor inteligenței artificiale (IA). Această minune tehnologică nu numai că a modificat modul în care concepem, producem și consumăm muzică, dar a injectat un dinamism de neegalat în însăși structura inovației muzicale. Articolul de față își dorește să pună în lumină direcțiile de cercetare – din anul 2020 până în prezent – în ceea ce privește binomul inteligența artificială și muzică, cu diversele paliere care definesc această relație. Întrebarea finală a acestei cercetări, de tip recenzie a literaturii de specialitate, este: în ce măsură cercetătorii încurajează practicile muzicale asistate de IA și care sunt posibilele pericole care rezultă din această atitudine?*

## Cuvinte cheie

Inteligența artificială, creație muzicală, analiză muzicală, informație muzicală computerizată.

## INTRODUCERE

Inteligența artificială (IA) a pătruns în numeroase domenii ale vieții noastre, transformând modul în care lucrăm, învățăm și ne petrecem timpul liber. În ultimii ani, unul dintre cele mai fascinante și inovatoare domenii de aplicare ale IA a devenit muzica. Combinația dintre inteligența artificială și muzică deschide noi orizonturi pentru creația artistică, producție, recomandare muzicală și chiar înțelegerea profundă a esenței muzicale. Acest articol își propune să exploreze dinamica și potențialul binomului inteligența artificială și muzică, așa cum reies din cercetările din ultimii 4 ani. De la compoziții generate automat, care imită stilurile marilor maeștri, până la instrumente virtuale care răspund la emoțiile umane, IA reușește să extindă limitele expresivității muzicale. Totodată, sistemele de recomandare muzicală devin din ce în ce mai sofisticate, personalizând experiența auditivă la un nivel aproape intim, în timp ce analiza datelor muzicale oferă *insight*-uri valoroase despre tendințele culturale și preferințele ascultătorilor.

Inteligența artificială (IA) este un segment al tehnologiei informației axat pe dezvoltarea de software și sisteme informatice capabile să îndeplinească funcții care, în mod normal, necesită inteligența specifică umană. Acesta

activities such as speech recognition, learning from experience, complex problem solving, language interpretation and pattern identification. Artificial intelligence can be divided into two basic types: weak AI, which specialises in performing a single task (such as filtering spam emails or virtual assistants), and strong AI, which aims to replicate the thinking and adaptability of the human mind extensively, thus making it easier for machines to understand and react in a wide variety of scenarios. Advances in AI are based on methods such as machine learning, artificial neural networks, fuzzy logic, and natural language processing, with profound impact on diverse sectors from healthcare and education to manufacturing and services (Baum and Owe, 2023; Liao, Singh, Zhang and Bellamy, 2020; Peeters, van Diggelen, van den Bosch, Bronkhorst, Neerincx, Schraagen and Raaijmakers 2021; Taylor, O'Dell and Murphy, 2023).

## DISCUSSION

### 1. Artificial intelligence and the music composition process

At the heart of this revolution is the amalgamation of human creativity and machine intelligence. Artificial intelligence interventions in music have gone beyond simple algorithmic calculations; they have evolved into true co-creators, able to collaborate seamlessly with musicians. This synergy has breathed new life into the creative process, generating compositions that go beyond what was previously conceivable. The field of AI-driven composition is a testament to the symbiotic relationship between human ingenuity and computational skills. Artificial intelligence models, trained on diverse musical styles and historical compositions, possess an amazing ability to generate original musical pieces that resonate with emotional depth. By learning the subtleties of different musical genres, these artificial intelligence systems can compose pieces that evoke nostalgia, elation or introspection – a feat that was once the exclusive domain of human composers.

In the last 4 years, 25 articles have been indexed in Web of Science discussing the involvement of artificial intelligence in the music-making process.

Attempting to explore the concept of satisfaction with AI-generated music, the authors of a paper concluded that AI-composed music with anthropomorphic characteristics is more likely to be appreciated by listeners. Humanoid qualities in music increase its appeal and satisfaction compared to AI-generated music without human likenesses (Sun, Wang and Xiong, 2023). An interesting experiment investigated the possible bias of individuals towards AI-composed music, showing no significant differences in participants' satisfaction after learning whether the music was composed by a human or AI (Zlatkov, Ens and Pasquier, 2023). Later research examined the same issue, however, finding a bias against AI-generated classical music, leading to a decrease in satisfaction with the music listening process (Shank Shank, Stefanik, Stuhlsatz, Kacirek and Belfi, 2023). In a study of 446 participants, both music lovers and music professionals, an overall negative perception of artificially composed music was observed (Tigre Moura and Maw, 2021).

include activități precum recunoașterea vorbirii, învățarea din experiență, soluționarea problemelor complexe, interpretarea limbajului și identificarea patternurilor. Inteligența artificială poate fi împărțită în două tipuri fundamentale: IA slabă, specializată în realizarea unei singure sarcini (cum ar fi filtrarea e-mailurilor spam sau asistenții virtuali) și IA puternică, al cărei scop este să ajungă la capacitatea de gândire și adaptabilitate a minții umane în mod extensiv, facilitând astfel mașinilor să înțeleagă și să reacționeze într-o varietate largă de scenarii. Progresul în domeniul IA se bazează pe metode precum învățarea mașinilor, rețelele neurale artificiale, logica *fuzzy* și procesarea limbajului natural, având un impact profund asupra diverselor sectoare, de la sănătate și educație, la producție și servicii (Baum și Owe, 2023; Liao, Singh, Zhang și Bellamy, 2020; Peeters, van Diggelen, van den Bosch, Bronkhorst, Neerincx, Schraagen și Raaijmakers 2021; Taylor, O'Dell și Murphy, 2023).

## DISCUȚIE

### 1. Inteligența artificială și procesul de compoziție muzicală

În centrul acestei revoluții se află amalgamarea creativității umane și a inteligenței mașinilor. Intervențiile inteligenței artificiale în domeniul muzical au depășit simplele calcule algoritmice; acestea au evoluat în adevărați co-creatori, capabili să colaboreze fără probleme cu muzicienii. Această sinergie a dat un suflu nou procesului de creație, generând compoziții care depășesc limitele a ceea ce era de conceput anterior. Domeniul compoziției bazate pe inteligența artificială este o dovadă a relației simbiotice dintre ingeniozitatea umană și abilitățile de calcul. Modelele de inteligență artificială, antrenate pe diverse stiluri muzicale și compoziții istorice, posedă o capacitate uimitoare de a genera piese muzicale originale, care rezonază cu profunzime emoțională. Învățând subtilitățile diferitelor genuri muzicale, aceste sisteme de inteligență artificială pot compune piese care evocă nostalgia, exaltarea sau introspecția – o performanță care, cândva, era domeniul exclusiv al compozitorilor umani.

În ultimii 4 ani, au fost indexate în Web of Science 25 de articole care discută despre implicarea inteligenței artificiale în procesul de creație muzicală.

Încercând să exploreze conceptul de satisfacție în legătură cu muzica generată prin inteligență artificială, autorii unui articol au concluzionat că muzica compusă de IA, cu caracteristici antropomorfe, este mai probabil să fie apreciată de ascultători. Calitățile umanoide din muzică îi cresc atractivitatea și satisfacția, comparativ cu muzica generată de IA fără asemănări umane (Sun, Wang și Xiong, 2023). Un experiment interesant a cercetat posibilul bias al indivizilor față de muzica compusă de IA, fără a arăta diferențe semnificative în satisfacția participanților după ce au aflat dacă muzica era compusă de un om sau IA (Zlatkov, Ens și Pasquier, 2023). Cercetări ulterioare au analizat același aspect, descoperind totuși un bias împotriva muzicii clasice generate de inteligența artificială, ceea ce a dus la o scădere a satisfacției procesului de ascultare a muzicii (Shank, Stefanik, Stuhlsatz, Kacirek și Belfi, 2023). Într-un studiu cu 446 de participanți (atât melomani, cât și profesioniști în muzică), s-a observat o percepție general negativă față de muzica compusă artificial (Tigre Moura și Maw, 2021).

One of the articles (Suh, Youngblom, Terry and Cai, 2021) demonstrated that artificial intelligence can play important roles in influencing social dynamics during creativity (the case study was directed at creating music themes in groups using AI), including: implicitly setting common ground at the beginning of collaboration, acting as a psychological safety net in taking creative risks, mitigating interpersonal friction. Thus, it is suggested that the AI-assisted group music-making process has favourable outcomes in terms of social dynamics. The question arises: does AI become a mediator for human relationships?

In current research there is also concern for transforming collaborative mechanisms in music composition with AI by optimizing software parameters. A 2022 study investigated musical parameters to determine the most satisfying software for music generation with AI, focusing on individuals' satisfaction levels with different composition software options. This experiment proves the plethora of options in AI-assisted music composition, which calls into question the understanding of the word composer (Chu, Kim, J., Kim, S., Lim, Lee, H., Jin, Lee, J., Kim, T. and Ko, 2022). In research on user needs when using AI in composition, it was observed that it can overload clients with too much musical content and frustrate them with unpredictable results. In response, researchers have created tools for targeting AI to improve the co-creation process (Louie, Coenen, Huang, Terry and Cai, 2020). We thus observe how the human mind aids and trains AI to facilitate the creative process facilitated or taken over entirely by it.

In their paper, Tran, Lee, and Jung talk about a genre of music that was subjected to topological data analysis, then the music data was reconstructed in the form of a graph. Through the analysis of the constructed graph, a matrix was decided based on which AI can compose new creations in the same musical genre (2024). This approach is not new (Pico-Ripoll, Percybrooks și Viloriana-Nunez, 2022), as we can see from a simple search on the YouTube platform, where we are offered various AI-generated creations in different musical styles, or supposed performances of established artists (e. g. Beethoven X: The AI Project – a project in which musicologists trained AI to generate a Beethoven Tenth Symphony, Frank Sinatra's voice performing rock songs, or Freddie Mercury singing *My Heart will go on*, etc.). The question that concerns us is: how much more human training is needed for AI? Will AI become independent/self-learning?

One research paper from 2023 casts a perspective on the entanglement of generative AI and the implications for music composition, mentioning the challenges the topic proposes (Mihaescu, C. and Mihaescu, M., 2023).

Emotions are considered part of the uniqueness of the human being. However, a 2022 study proposes generating, with the help of trained AI, musical repertoires tailored to listeners' emotions so that they can drive safely in a beneficial emotional regulation process. Thus, not only is the AI trained to compose ambient music suitable for moments when one is driving a car, but it adapts the music to the listener's emotional needs (Huang and Huang, 2022).

Unul dintre articole (Suh, Youngblom, Terry și Cai, 2021) a demonstrat că inteligența artificială poate juca roluri importante în influențarea dinamicilor sociale în timpul creativității (studiul de caz a fost direcționat către crearea unor teme muzicale în grupuri, cu ajutorul IA), incluzând: setarea implicită a unui teren comun la începutul colaborării, acționarea ca o rețea de siguranță psihologică în asumarea riscurilor creative, atenuarea fricțiunilor interpersonale. Astfel, se sugerează că procesul de creație muzicală în grup, asistat de IA, are rezultate favorabile din punct de vedere al dinamicii sociale. Se ridică întrebarea: devine IA un mediator pentru relațiile umane?

În cercetările actuale există, de asemenea, preocuparea pentru transformarea mecanismelor de colaborare în compoziția muzicală, cu IA, prin optimizarea parametrilor softurilor. Un studiu din 2022 a investigat parametrii muzicali pentru a determina softul cel mai satisfăcător pentru generarea muzicii cu ajutorul IA, concentrându-se pe nivelurile de satisfacție ale indivizilor cu diferite opțiuni de software pentru compoziție. Acest experiment dovedește multitudinea de opțiuni în ceea ce privește compoziția muzicală asistată de IA, fapt care pune sub semnul întrebării înțelegerea cuvântului compozitor (Chu, Kim, J., Kim, S., Lim, Lee, H., Jin, Lee, J., Kim, T. și Ko, 2022). Într-o cercetare despre nevoile utilizatorilor în momentul folosirii IA în compoziție, s-a observat că aceasta poate supraîncărca utilizatorii cu prea mult conținut muzical și să îi frustreze cu rezultate imprevizibile. Ca răspuns, cercetătorii au creat instrumente pentru direcționarea IA, pentru a îmbunătăți procesul de co-creație (Louie, Coenen, Huang, Terry și Cai, 2020). Observăm, deci, cum mintea umană ajută și antrenează IA pentru a ușura procesul de creație facilitat sau preluat în întregime de aceasta.

În articolul lor, Tran, Lee și Jung vorbesc despre un gen de muzică ce a fost supus analizei topologice a datelor, apoi datele muzicale au fost reconstruite sub forma unui grafic. Prin analiza graficului construit, s-a decis o matrice pe baza căreia IA poate să compună noi creații în același gen muzical (2024). Această abordare nu este nouă (Pico-Ripoll, Percybrooks și Viloriana-Nunez, 2022), după cum putem observa dintr-o simplă căutare pe platforma YouTube, unde ne sunt propuse diverse creații generate de IA în diverse stiluri muzicale, sau interpretări presupuse ale unor artiști consacrați (de exemplu, *Beethoven X: The AI Project* – proiect în care muzicologii au antrenat IA pentru a genera o zecea simfonie de Beethoven –, vocea lui Frank Sinatra interpretând piese rock, ori Freddie Mercury cântând *My Heart will go on* etc.). Întrebarea care ne preocupă este: pentru cât timp mai este nevoie de antrenament uman pentru IA? Oare IA va deveni independentă/autodidactă?

O cercetare din 2023 aruncă o perspectivă asupra îngemănării dintre IA generativă și implicațiile în compoziția muzicală, menționând provocările pe care subiectul le propune (Mihaescu, C. și Mihaescu, M., 2023).

Emoțiile sunt considerate parte din unicitatea ființei umane. Cu toate acestea, un studiu din 2022 propune generarea, cu ajutorul unei IA antrenate, de repertorii muzicale adaptate emoțiilor ascultătorilor, pentru ca aceștia să conducă în siguranță, într-un proces de reglare emoțională benefică. Astfel, nu numai că IA este antrenată să compună o muzică ambientală potrivită pentru momentele în care cineva conduce o mașină, ci adaptează muzica la nevoile emoționale ale ascultătorului (Huang și Huang, 2022).



The evolution of the concept of co-creation is visible due to the multiple variants of collaboration between humans and AI. Among AI-based programs for music composition we mention: AIVA - which generates orchestral compositions according to the user's chosen style and emotional state; Audialab - which introduces the Emergent Drums plugin, producing original drum samples compatible with various DAWs; Audoir - trained with thousands of hits, analyzes successful musical structures, combining lyric and new music according to observed and stored hit recipes; Daaci - facilitates music composition through a meta-composition interface, allowing real-time modifications and iterations to create unique tracks.

We consider it important to note that only one article indexed in the researched database raises the issue of authenticity in creation (Popean and Căpățînă, 2023), speaking at length about the danger of widespread enthusiasm in connection with AI and its use in any of the creative fields.

## 2. Artificial intelligence and music analysis

One of the most amazing facets of artificial intelligence in music is its ability to analyse huge amounts of music data at a speed and scale far beyond human capacity. This allows composers and producers to understand complex patterns and trends that serve as the basis for their creative explorations. From genre-blending experiments to harmonic innovations, AI-driven analysis is laying the groundwork for revolutionary sonic adventures.

Of the 218 articles that appear as results in the Web of Science database for the keywords "AI music analysis", 13 are relevant to this study.

AI-assisted or completely AI music analysis is envisioned in several research directions. Two of the articles in the last 4 years talk about the importance of involving AI analytics in video game music. Both articles provide a comprehensive literature review on AI-assisted music classification in video games, such that computer analysis aims to classify music according to various criteria set by musicians (Xia, 2023; Yang and Nazir, 2022).

The analysis for the classification of music with the help of AI is also discussed in other researches, where the emphasis is placed on the emotional component of the analyzed music, either for the creation of repertoires with certain characteristics, or for the composition of creations with specific sentimental features (Faizan, Intzes, Cretu and Meng, 2023; Gómez-Cañón, Gutiérrez-Páez, Porcaro, Porter, Cano, Herrera-Boyer, Gkiokas, Santos, Hernández-Leo, Karreman and Gómez, 2023; Gupta, Marwah and Briskilal, 2022; Wang and Pan, 2023). This category also includes a research that focused on J. S. Bach and the emotions generated by 300 of his chorales. Through a musical feature selection strategy and a transdisciplinary methodology (with approaches from psychology, musicology, and computer science), the researchers aimed to initiate a dialogue about emotion detection in music (Parada-Cabaleiro, Batliner, Zentner and Schedl, 2023).

Analyzing harmonic progressions and generating rule sets, as well as extracting lyrics from certain creations, overlaid on harmonies can be actions provided by AI, as current research indicates (Gao, Gupta and Li, 2022;

Evoluția conceptului de co-creație este vizibil datorită multiplelor variante de colaborare între om și IA. Dintre programele bazate pe IA pentru compunere muzicală menționăm: AIVA – care generează compoziții orchestrale în funcție de stilul și starea emoțională alese de utilizator; Audialab – care introduce pluginul Emergent Drums, care produce mostre de tobe originale compatibile cu diverse DAW-uri; Audoir – antrenat cu mii de hituri, analizează structurile muzicale reușite, combinând generarea de versuri și muzică în funcție de rețetele de succes observate și stocate; Daaci – facilitează compoziția muzicală printr-o interfață de meta-compoziție, permițând modificări și iterații în timp real pentru a crea piese unice.

Considerăm important de menționat faptul că doar un articol indexat în baza de date cercetată pune problema autenticității în creație (Popean și Căpățînă, 2023), vorbind pe larg despre pericolul entuziasmului răspândit în conexiune cu IA și utilizarea în oricare dintre domeniile creative.

## 2. Inteligența artificială și analiza muzicală

Una dintre cele mai uimitoare fațete ale inteligenței artificiale în domeniul muzical este capacitatea sa de a analiza cantități uriașe de date muzicale la o viteză și la o scară care depășesc cu mult capacitatea umană. Acest lucru le permite compozitorilor și producătorilor să înțeleagă modele și tendințe complexe care servesc drept bază pentru explorările lor creative. De la experimentele de îmbinare a genurilor la inovațiile armonice, analizele ghidate de inteligența artificială pun bazele unor aventuri sonore revoluționare.

Din cele 218 articole ce apar ca rezultate în baza de date Web of Science pentru cuvintele cheie „AI music analysis”, 13 sunt relevante pentru studiul de față.

Analiza muzicală asistată sau asigurată complet de IA se întrevide în mai multe direcții de cercetare. Două dintre articolele din ultimii 4 ani vorbesc despre importanța implicării analizelor IA în ceea ce privește muzica pentru jocurile video. Ambele articole oferă o evaluare cuprinzătoare a literaturii de specialitate privind clasificarea muzicii asistate de IA în jocurile video, astfel că analiza computerizată are ca scop clasificarea muzicii după diverse criterii setate de muzicieni (Xia, 2023; Yang și Nazir, 2022).

Analiza pentru clasificarea muzicii cu ajutorul IA este discutată și în alte cercetări, în care se pune accentul pe componenta emoțională a muzicii analizate, fie pentru crearea de repertorii cu anumite caracteristici, fie pentru compunerea de creații cu trăsături sentimentale specifice (Faizan, Intzes, Cretu și Meng, 2023; Gómez-Cañón, Gutiérrez-Páez, Porcaro, Porter, Cano, Herrera-Boyer, Gkiokas, Santos, Hernández-Leo, Karreman și Gómez, 2023; Gupta, Marwah și Briskilal, 2022; Wang și Pan, 2023). Tot din această categorie face parte și o cercetare care l-a avut în centrul atenției pe J. S. Bach și emoțiile generate de 300 dintre coralele sale. Printr-o strategie de selecție a caracteristicilor muzicale și o metodologie transdisciplinară (cu abordări din psihologie, muzicologie și informatică), cercetătorii și-au propus să inițieze un dialog despre detectarea emoțiilor în muzică (Parada-Cabaleiro, Batliner, Zentner și Schedl, 2023).

Analiza progresiilor armonice și generarea unor seturi de reguli, precum și extragerea versurilor din anumite creații, suprapuse peste armonii, pot fi acțiuni asigurate de IA, după cum indică cercetările actuale (Gao, Gupta și

Kantarelis, Dervakos, Kotsani and Stamou, 2023). AI can also point out irregularities in human musical creations, with the aim of classifying pieces of music as predictable in structure, so that various repertoires can be used successfully, in the context mentioned by Meyer in his book – *Emotion and Meaning in Music* (1961) – the idea that the structure of the musical content in a piece can affect the listener's perception (Mihelac and Povh, 2020).

All of the above makes us wonder whether musicology and the psychology of music will remain fields of human interest. The same concerns were shared by the researchers who gave birth to a highly complex music analysis website that works with the help of AI (Miller, Rauscher, Keim și El-Assady, 2022): CorpusVis (<https://corpus.musicvis.dbvis.de/app/>). With the help of this app, the user can discover elements of musicological analysis regarding an impressive number of works in the history of music, grouped by historical eras, musical genres, musical forms, as well as other musical details chosen by the user. From a simple search of the keyword “Menuet”, we find theoretical information about the genre and form, the composers who wrote the “Menuet” over time, as well as elements of musicological analysis for each of the creations present in the database - the intervallic used, dynamic, rhythmic, interpretive landmarks, etc.

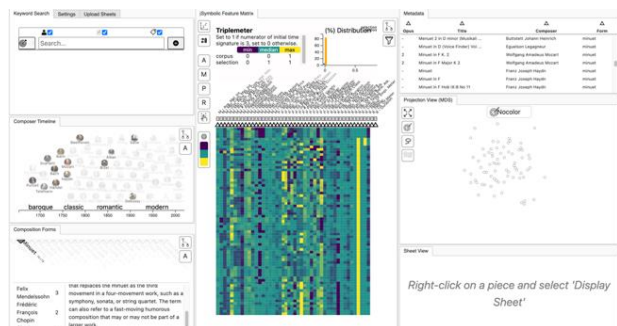


Figure 1. CorpusVis – search window

In order to facilitate the learning of a musical instrument, Li proposes in his research the analyses made by AI regarding piano performance, so that the work of the teacher is simplified (Li, 2022). The same idea of dehumanizing the music learning process is also proposed by apps and platforms like Yousician, Chordify, Skoove, Flowkey and Tonara. They fascinate with the personalized educational recipe they propose, with a learning pace adapted to the student's needs and the comfort of having all the necessary information a click away.

Music recommendation systems, powered by artificial intelligence, curate personalized playlists that respond to individual preferences, revealing a world of sonic diversity that might otherwise have remained hidden. The democratization of musical exploration is thus raised to unprecedented heights, as listeners cross genres, eras and cultures under the guidance of AI-like curators.

The efficiency of song classification is gaining importance in the expanding music industry, with a growing demand for advanced classification algorithms and elaborate playlist generation systems, especially with the online orientation of new generations. Traditionally, musical genre and emotion served as the main bases of

Li, 2022; Kantarelis, Dervakos, Kotsani și Stamou, 2023). De asemenea, IA poate să indice iregularități în creațiile muzicale umane, cu scopul de a clasifica bucăți muzicale ca fiind previzibile în structură, pentru ca diverse repertorii să fie utilizate cu succes, în contextul de care amintește Meyer în cartea sa *Emotion and Meaning in Music* (1961) – ideea că structura conținutului muzical dintr-o piesă poate afecta percepția ascultătorului (Mihelac și Povh, 2020).

Toate cele de mai sus ne fac să ne întrebăm dacă muzicologia și psihologia muzicii vor rămâne domenii de interes uman. Aceleași preocupări le-au avut și cercetătorii care au dat naștere unui site de analiză muzicală extrem de complex, care funcționează cu ajutorul IA (Miller, Rauscher, Keim și El-Assady, 2022): CorpusVis (<https://corpus.musicvis.dbvis.de/app/>). Cu ajutorul acestei aplicații, utilizatorul poate să descopere elemente de analiză muzicologică în ceea ce privește un număr impresionant de lucrări din istoria muzicii, grupate pe epoci istorice, genuri muzicale, forme muzicale, precum și alte detalii muzicale alese de utilizator. Dintr-o simplă căutare a cuvântului cheie „Menuet” aflăm informații teoretice despre gen și formă, compozitorii care au scris menuete de-a lungul timpului, precum și elemente de analiză muzicologică pentru fiecare dintre creațiile prezente în baza de date – intervalica folosită, dinamică, ritmică, repere interpretative etc.

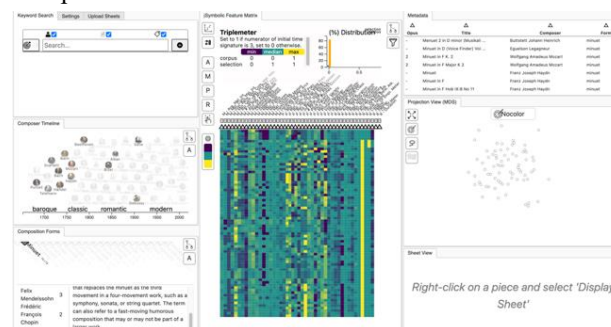


Figura 1. CorpusVis – fereastră de căutare

Pentru a facilita învățarea unui instrument muzical, Li propune în cercetarea sa analizele realizate de IA în ceea ce privește interpretarea pianistică, pentru ca munca profesorului să fie simplificată (Li, 2022). Aceeași idee de dezumanizare a procesului de învățare muzicală este propusă și de aplicații și platforme precum Yousician, Chordify, Skoove, Flowkey și Tonara. Acestea fascinează prin rețeta educațională personificată pe care o propun, cu ritm de învățare adaptat nevoilor studentului și confortul de a avea toate informațiile necesare la un click distanță.

Sistemele de recomandare muzicală, alimentate de inteligența artificială, alcătuiesc liste de redare personalizate care răspund preferințelor individuale, dezvăluind o lume de diversitate sonoră care altfel ar fi putut rămâne ascunsă. Democratizarea explorării muzicale este astfel ridicată la cote fără precedent, deoarece ascultătorii traversează genuri, epoci și culturi sub îndrumarea curatorilor sub formă de inteligență artificială.

Eficiența clasificării melodiilor capătă importanță sporită în industria muzicală aflată în expansiune, cu o cerere în creștere pentru algoritmi de clasificare avansați și sisteme elaborate de generare a playlist-urilor, în special odată cu orientarea online a noilor generații. Tradițional, genul muzical și emoția serveau drept baze principale de

music classification for generating repertoires, but the merging of genres by artists adds complexity to this process. A 2022 paper recommends implementing a fuzzy genetic system that introduces a new classification methodology based on audio frequencies called “contemporaneity”. This innovation allows algorithms to incorporate genre, emotion, and contemporaneity to provide more accurate and sophisticated music classifications and recommendations (Terry and Cohen, 2022). When it comes to the word fuzzy, we must refer to Fuzzy Logic, an idea explored by researchers such as Kosko, McNeill and Freiburger, Bandemer and Gottwald in their work in the 1990s (1993, 1993, 1995), which represents a branch of artificial intelligence dedicated to addressing vague and imprecise notions. This introduces an expanded interpretation of truth, going beyond the traditional true/false dichotomy by recognizing a wider spectrum of truth values. Fuzzy logic is distinguished by its ability to model human reasoning in situations of uncertainty, allowing the evaluation of variable degrees of membership and facilitating decisions based on partial or unclear information. In music, this principle is very easy to integrate into training AI for music analysis and repertoire generation, because music cannot be limited to simple mathematical information.

## CONCLUSION

From the literature review research of the last 4 years, it appears that researchers are predominantly interested in improving and streamlining the AI-musician relationship. So, instead of conclusions, we want to repeat questions that are found in many of the discussions that have AI as a topic, but that we did not notice pronounced in the research that we discussed previously:

- What are the jobs in the music field that cannot be subjected to dehumanization?
- How can we preserve young people’s interest in research, creation, performance, pedagogy in the field of music in the context where many of the activities required for improvement and teaching can be done by AI?

The main objective of this article was to note the main trends in research related to the AI and music binomial, so that the areas of interest left uncovered will be addressed in the future. We propose that in the future we try to answer the above questions, through comparative research in the field of musical education (AI as pedagogue versus man as pedagogue), musicology (AI as musicologist versus man as musicologist), as well as

clasificare a muzicii pentru generare de repertorii, însă îmbinarea genurilor de către artiști adaugă complexitate acestui proces. Într-un articol din 2022, se recomandă implementarea unui sistem genetic *fuzzy*, care să introducă o metodologie nouă de clasificare pe baza frecvențelor audio, denumită „contemporaneitate”. Această inovație permite algoritmilor să înglobeze genul, emoția și contemporaneitatea pentru a oferi clasificări și recomandări muzicale mai precise și sofisticate (Terry și Cohen, 2022). Atunci când vine vorba de cuvântul *fuzzy*, trebuie să facem trimitere la Fuzzy Logic, idee explorată de cercetători ca Kosko, McNeill și Freiburger, Bandemer și Gottwald în lucrările lor din anii ’90 (1993, 1993, 1995), ce reprezintă o ramură a inteligenței artificiale dedicată abordării noțiunilor vagi și imprecise. Aceasta introduce o interpretare extinsă a adevărului, depășind dihotomia tradițională adevărat/fals, prin recunoașterea unui spectru mai larg de valori de adevăr. Logica *fuzzy* se distinge prin capacitatea sa de a modela raționamentul uman în situații de incertitudine, permițând evaluarea gradelor variabile de apartenență și facilitând deciziile bazate pe informații parțiale sau neclare. În muzică, acest principiu este foarte ușor de integrat în antrenarea IA spre analize muzicale și generare de repertorii, pentru că muzica nu se poate limita la informații matematice simple.

## CONCLUZII

Din cercetarea de tip revizuire a literaturii de specialitate din ultimii 4 ani reiese faptul că cercetătorii sunt predominant interesați de îmbunătățirea și eficientizarea relației dintre IA și muzician. Astfel că, în loc de concluzii, dorim să repetăm întrebări ce se regăsesc în multe dintre discuțiile ce au ca subiect IA, dar pe care nu le-am observat pronunțate în cercetările despre care am discutat anterior:

- Care sunt meseriile din domeniul muzică ce nu pot fi supuse dezumanizării?
- Cum putem conserva interesul tinerilor pentru cercetare, creație, interpretare, pedagogie în domeniul muzică în contextul în care multe dintre activitățile necesare pentru perfecționare și profesare pot fi realizate de IA?

Obiectivul principal al acestui articol a fost acela de a observa tendințele principale în cercetare în legătură cu binomul IA și muzică, pentru ca zonele de interes rămase neacoperite să fie adresate pe viitor. Ne propunem ca în viitor să încercăm să răspundem la întrebările de mai sus, prin cercetări comparative din domeniul educațional muzical (IA ca pedagog versus om-pedagog), muzicologic (IA ca muzicolog versus om-muzicolog), precum și de creație (IA ca compozitor versus om-compozitor).



## BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- [1] Bandemer, H., & Gottwald, S. (1995). *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Methods with Applications*. Chichester: Wiley.
- [2] Baum, S. D., & Owe, A. (2023). From AI for People to AI for the World and the Universe. *AI & Society, Vol. 38, No. 2*, 679-680.
- [3] Chu, H., Kim, J., Kim, S., Lim, H., Lee, H., Jin, S., Lee, J., Kim, T., & Ko, S. (2022). An Empirical Study on How People Perceive AI-generated Music. *Proceedings of the 31st ACM International Conference on Information & Knowledge Management*, 304-314.
- [4] Faizan, M., Intzes, I., Cretu, I., & Meng, H. (2023). Implementation of Deep Learning Models on an SoC-FPGA Device for Real-Time Music Genre Classification. *Technologies, Vol. 11, No. 4*, 91. <https://doi.org/10.3390/technologies11040091>.
- [5] Gao, X., Gupta, C., & Li, H. (2022). Automatic Lyrics Transcription of Polyphonic Music With Lyrics-Chord Multi-Task Learning. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, Vol. 30*, 2280-2294.
- [6] Gómez-Cañón, J. S., Gutiérrez-Páez, N., Porcaro, L., Porter, A., Cano, E., Herrera-Boyer, P., Gkiokas, A., Santos, P., Hernández-Leo, D., Karreman, C., & Gómez, E. (2023). TROMPA-MER: An Open Dataset for Personalized Music Emotion Recognition. *Journal of Intelligent Information Systems, Vol. 60, No. 2*, 549-570.
- [7] Gupta, S., Marwah, S., & Briskilal, J. (2022). AI Music Generator. *Journal of Pharmaceutical Negative Results, Vol. 13, Special Issue 03*, 67-71.
- [8] Huang, C.-F., & Huang, C.-Y. (2022). CVAE-GAN Emotional AI Music System for Car Driving Safety. *Intelligent Automation & Soft Computing, Vol. 32, No. 3*, 1939-1953.
- [9] Kantarelis, S., Dervakos, E., Kotsani, N., & Stamou, G. (2023). Functional Harmony Ontology: Musical Harmony Analysis with Description Logics. *Journal of Web Semantics, Vol. 75*, 100754. <https://doi.org/10.1016/j.websem.2022.100754>.
- [10] Kosko, B. (1993). *Fuzzy Thinking. The New Science of Fuzzy Logic*. New York: Hyperion.
- [11] Li, W. (2021). Analysis of Piano Performance Characteristics by Deep Learning and Artificial Intelligence and Its Application in Piano Teaching. *Frontiers in Psychology, Vol. 12*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.751406>.
- [12] Liao, Q. V., Singh, M., Zhang, Y., & Bellamy, R. K. E. (2020). Introduction to Explainable AI. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-4*. DOI: [10.1145/3334480.3375044](https://doi.org/10.1145/3334480.3375044).
- [13] Louie, R., Coenen, A., Huang, C. Z., Terry, M., & Cai, C. J. (2020). Novice-AI Music Co-Creation via AI-Steering Tools for Deep Generative Models. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376739>.
- [14] McNeill, D., & Freiburger, P. (1993). *Fuzzy Logic*. New York: Simon and Schuster.
- [15] Mihăescu, C., & Mihăescu, M. (2023). The Impact of Generative AI in Music Composition / Impactul inteligenței artificiale generative în compoziția muzicală. *ICTMF, Vol. 14, No. 2*, 93-102.
- [16] Mihelac, L., & Povh, J. (2020). AI Based Algorithms for the Detection Of (Ir)Regularity in Musical Structure. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, Vol. 30, No. 4*, 761-772.
- [17] Miller, M., Rauscher, J., Keim, D. A., & El-Assady, M. (2022). CorpusVis: Visual Analysis of Digital Sheet Music Collections. *Computer Graphics Forum, Vol. 41, No. 3*, 283-294.
- [18] Parada-Cabaleiro, E., Batliner, A., Zentner, M., & Schedl, M. (2023). Exploring Emotions in Bach Chorales: A Multi-modal Perceptual and Data-Driven Study. *Royal Society Open Science, Vol. 10, No. 12*, 230574. <https://doi.org/10.1098/rsos.230574>.
- [19] Peeters, M. M. M., van Diggelen, J., van den Bosch, K., Bronkhorst, A., Neerinx, M. A., Schraagen, J. M., & Raaijmakers, S. (2021). Hybrid collective intelligence in a human-AI society. *AI & SOCIETY, 36(1)*, 217-238.
- [20] Pico-Ripoll, D., Percybrooks, W. S., & Vilorio-Nunez, C. (2022). Machine Learning Assisted Composition of Traditional Music from the Colombian Caribbean Region. 2022 IEEE ANDESCON, 1-5. DOI: [10.1109/ANDESCON56260.2022.9989762](https://doi.org/10.1109/ANDESCON56260.2022.9989762).
- [21] Popean, M., & Căpățină, C. (2023). The Apocalypse of Authenticity: AI Faux Music / Apocalipsa autenticității: AI faux music. *ICTMF, Vol. 14, No. 2*, 79-91.
- [22] Shank, D. B., Stefanik, C., Stuhlsatz, C., Kacirek, K., & Belfi, A. M. (2023). AI Composer Bias: Listeners Like Music Less when They Think it Was Composed by an AI. *Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 29, No. 3*, 676-692.
- [23] Suh, M. (Mia), Youngblom, E., Terry, M., & Cai, C. J. (2021). AI as Social Glue: Uncovering the Roles of Deep Generative AI during Social Music Composition. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-11.
- [24] Sun, D., Wang, H., & Xiong, J. (2023). Would You Like to Listen to My Music, My Friend? An Experiment on AI Musicians. *International Journal of Human-Computer Interaction, 1-11*.

- [25] Taylor, R. R., O'Dell, B., & Murphy, J. W. (2023). Human-centric AI: Philosophical and Community-centric Considerations. *AI & Society*. <https://doi.org/10.1007/s00146-023-01694-1>.
- [26] Terry, M. V., & Cohen, K. (2022). *Fuzzy Tunes*. In: Rayz, J., Raskin, V., Dick, S., Kreinovich, V. (eds) *Explainable AI and Other Applications of Fuzzy Techniques. NAFIPS 2021. Lecture Notes in Network Systems, Vol. 258*, 447-452. Cham: Springer.
- [27] Tigre Moura, F., & Maw, C. (2021). Artificial Intelligence Became Beethoven: How Do Listeners and Music Professionals Perceive Artificially Composed Music? *Journal of Consumer Marketing, Vol. 38, No. 2*, 137-146.
- [28] Tran, M. L., Lee, D., & Jung, J.-H. (2024). Machine Composition of Korean Music Via Topological Data Analysis and Artificial Neural Network. *Journal of Mathematics and Music, Vol. 18, No. 1*, 20-41.
- [29] Wang, M., & Pan, D. (2023). Efficient Music Analysis Mechanism Based on AI and IoT Data Mining. *Internet Technology Letters*. <https://doi.org/10.1002/itl2.436>.
- [30] Xia, Y. (2023). Impact of AI-Assisted Music Classification in Video Games for Sustaining Effectiveness. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-08093-0>.
- [31] Yang, T., & Nazir, S. (2022). A Comprehensive Overview of AI-Enabled Music Classification and its Influence in Games. *Soft Computing, Vol. 26, No. 16*, 7679-7693.
- [32] Zlatkov, D., Ens, J., & Pasquier, P. (2023). Searching for Human Bias Against AI-Composed Music. *Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023*, 308-323.