

Estetica în artă în perioada IA 2.0

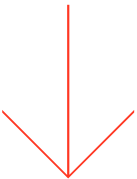
Ciprian Daniel Neagu,
Martin Caissial,
Hugo Laffont

Abstract

This paper proposes to highlight the rationale of the necessity of human-computer communication in the domain of arts within the current age of big data, artificial intelligence and chatbot versions of smart interactions. Starting with a succinct review of the progress stages of AI and defining the aesthetics requirements for quantitative ways of communication between the humans and the computers, this article presents some experimental evidence, supporting the presumption that art is inextricably dependent of humans' ideas and feelings expressed aesthetically. This challenge supports new research opportunities through widening the horizon of communications between artists, AI experts and artificial intelligence.

Rezumat

Lucrarea de față își propune să motiveze rațiunea necesității colaborării om – mașină în domeniul artistic în noua epocă a colecțiilor largi de date, a inteligenței artificiale (IA) și a variantelor *chatbot* de comunicare inteligentă. Trecând în revistă în mod succint etapele dezvoltării inteligenței artificiale și definind nevoile esteticii din punct de vedere cantitativ, pentru dezvoltarea comunicării dintre artist și mașina computațională, articolul prezintă câteva evidențe experimentale care arată că arta rămâne indisolubil legată de ideile și trăirile umane exprimate estetic. Această provocare motivează oportunitățile de cercetare, prin lărgirea orizontului de comunicare dintre artiști, specialiști în inteligența artificială și calculator.



Introducere

Trăim într-o perioadă caracterizată și marcată profund de progrese științifice și tehnologice majore, care oferă atât oportunități, cât și provocări filosofice, comerciale, sociale și etice. Viteza de transformare și adaptare a tehnologiilor creează un mediu dinamic cu consecințe academice, profesionale, comunitare și legislative.

Tehnicile computaționale au evoluat pe baza progresului echipamentelor de calcul, în primul rând al capacității de calcul a microprocesoarelor, dar și al capacității de stocare și memorare a informațiilor în format digital. Acestea permit dezvoltări și salturi tehnologice, de la produsele software secvențiale și limitate ale anilor 1960–1980, la tehnicile de inteligență artificială generative ale anilor 2020+. Automatizarea, robotizarea și formele de inteligență computațională sunt prezente de zi cu zi, acum, pentru toți membrii comunității umane.

În acest context, arta și produsele artistice se văd atât amenințate de potențialul de falsificare și furt de identitate la scară internațională¹, cât și beneficiare ale produselor și suportului tehnic de creație², memorare, vizualizare și chiar tranzacționare, negândite cu zece ani în urmă³. Artiștii și audiența acestora, precum și consumatorii de artă se simt sub presiunea schimbărilor, dar, în același timp, se bucură de roadele evoluțiilor tehnologice.

Lumea și societatea umană, așa cum am învățat să le percepem până nu demult atât filosofic, cât și artistic erau ceea ce s-ar numi spații binare (definite doar de dimensiunile universale, fizice, spațiale [3D] sau spațio-temporale [4D], și de cele ale societății umane). Astăzi însă, tendința este să ne trăim existența în spații ternare (care adaugă, în definiție, dimensiunile cibernetice sau computaționale ale momentului)⁴.

În acest mediu de trai social și profesional atât de dinamic, definițiile creativității, efortului și talentului artistic se schimbă. Pentru a simplifica discursul și argumentul prezentei lucrări, ne vom concentra asupra picturii tradiționale. Aceasta este definită prin crearea de suprafețe (de ex., pânze) bidimensionale, utilizând culori, linii, forme, texturi și alte aspecte perceptual-vizuale, ca să exprime idei și sentimente⁵. Evident, ceea ce este expus în continuare se poate aplica, folosind adaptările de rigoare, altor forme de manifestare artistică, precum sculptura, literatura, muzica, dansul și altele.

În mediul încă tradițional binar, comunicarea artistului se face, în mod normal, cu membrii societății umane, cu semenii noștri. Odată transferați în mediul ternar, în care echipamentul computațional este perceput ca membru activ al societății, care își introduce proprii parametri și elementele sale de procesare între dimensiunile spațiului fizic și membrii societății umane, comunicarea devine nu numai multidimensională, dar și afectată de valorile și limitele noilor contribuitori (calculatoarele, programele și bazele de date moderne, precum și inteligența artificială, ca sinergie integrativă a tuturor elementelor digitale menționate).

Elementele cantitative și calitative ale creațiilor artistice în mediul binar se rezumau (și continuă) să comunice cu entitatea umană prin cele șapte simțuri ale sale. Picturile, drept contribuții și forme de artă vizibile elementului uman, se rezumă, în mod tradițional, să transfere, să traducă și să reproducă ideile, trăirile și mesajul artiștilor către audiență, prin simțul văzului. Astfel, comunicarea dintre pictor și auditoriul său urmează strict așteptările și valorile fiziologice și intelectuale umane, pentru a crea viziunile și trăirile consumatorului de artă. Informația este direct procesabilă și interpretabilă de mintea umană prin simțul văzului.

Elementele cantitative și calitative ale creațiilor artistice în mediul ternar ridică însă noi opțiuni și provocări, atât din cauza noilor actori (computaționali), cât și a modalităților multiple de comunicare. Mașina de calcul reprezintă chintesența dintre arhitectura digitală, bazată pe operațiile de calcul ale microprocesoarelor, stocarea informației etranslate în memoria binară (încă) și programele care utilizează algoritmi mai mult

¹ <https://www.msn.com/en-xl/news/other/artists-fight-ai-programs-that-copy-their-styles/ar-AA196GH9>.

² <https://www.bbc.com/news/technology-62788725>.

³ <https://www.bbc.com/news/uk-wales-66099850>.

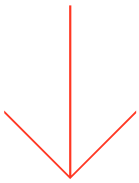
⁴ <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.04.018>.

⁵ <https://www.theartstory.org/definition/formalism/>.

sau mai puțin optimizați pentru căutarea, interpretarea și transformarea datelor. Cum însă mașina de calcul presupune că oamenii sunt parte din lanțul său „trofic”, ea este adaptată să traducă propriile date și rezultate în formatul tributar utilizatorului uman (văz, prin tipărire și afișare pe ecran sau la imprimante, dar și auz și văz, prin rularea înregistrărilor audio și video, și chiar în cazuri restrânse, tactil, olfactiv și gustativ). Și astfel, mașina de calcul, ca element activ al spațiului ternar, își impune prezența atât prin acțiunile și producțiile de digitalizare (inclusiv ale actului creator artistic), cât și prin comunicarea cu artistul și consumatorul de artă. Inteligența computațională își revendică astfel prezența în spațiul „trofic”, ternar al artei, inclusiv al picturii.

Iar de aici începe noua provocare: cum definim estetica în noul sistem ternar? Cum și cine/ce identifică valoarea și calitatea actului artistic? Ne vom preocupa în cele ce urmează de provocările și nivelul dialogului dintre actorii principali din spațiul ternar și așteptările lor: omul (artistul, dar și beneficiarul/consumatorul uman al actului artistic) și universul informațional computațional (memorie binară, calculatoare și inteligența computațională generativă, adică *inteligenta artificială/IA*).

Restul articolului introduce în capitolul al doilea un rezumat al motivației și dezvoltării istorice și tehnologice, dar și al problematicii actuale a noului actor în spațiul ternar (IA), cu reflecții asupra impactului său asupra universurilor umane și artistice, o trecere succintă în revistă a esteticii în artă și a digitizării sale. Capitolul al treilea se concentrează pe argumentarea critică a dialogului actual despre interpretarea esteticii în pictură între diferiții actori umani ai spațiului ternar (artist, consumator de artă și programatorii de IA), producând evidențe experimentale ale limitărilor actorului IA (în diferitele sale ipostaze de produs *software*) în aplicații de recunoaștere ale feței umane în picturi religioase. Capitolul al patrulea deschide oportunitatea reflecției și a viziunii artistice estetice în arta percepută în spațiul ternar.



O trecere în revistă a problematicii actuale

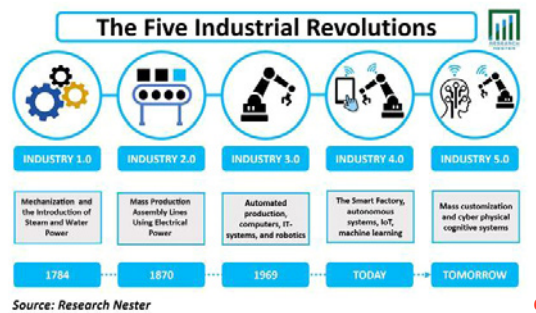
În această secțiune vom trece, mai întâi, în revistă evoluția inteligenței artificiale, în contextul revoluțiilor industriale din societatea umană modernă, cu scopul identificării factorilor mecanic și uman în spațiul ternar. În a doua parte a acestei secțiuni vom privi către traducerea esteticii în context computațional, cu săgeți către realizările și actualele sale lipsuri.



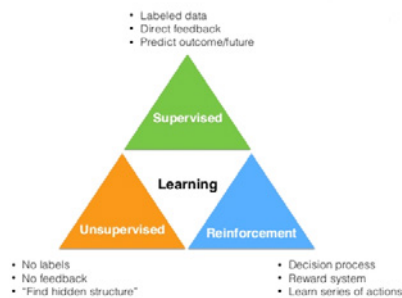
Inteligența Artificială (IA), revoluțiile industriale și științifice

Societatea modernă a produs o serie de revoluții industriale (Fig. 1), concentrate pe progresul și aplicarea dezvoltărilor tehnologice care să înlocuiască utilizarea repetitivă, mecanică și oboseitoare a forței și prezenței umane în ciclul de producție. Revoluția industrială 1.0 a fost despre mecanizare, pe baza energiei motoarelor cu aburi (înainte și în timpul perioadei victoriene). Revoluția 2.0 a introdus liniile de asamblare, folosind puterea și energia electrică. Revoluția 3.0 a consolidat, pentru prima dată, folosirea sistemelor computaționale și a roboților industriali. Revoluția 4.0 este încă în dezvoltare, produce și dezvoltă fabrici și linii de producție inteligente, folosind *Internet of Things (IoT)* și învățarea automată. Ceea ce lipsește în aceste dezvoltări piramidale, care consideră energia și datele la baza funcționării lor, este componenta umană, reprezentată prin cunoștințele și valorile interpretărilor (conștiente) umane.

→ Fig. 1
Revoluțiile industriale 1.0–5.0,
integrând IA 1.0 și IA 2.0

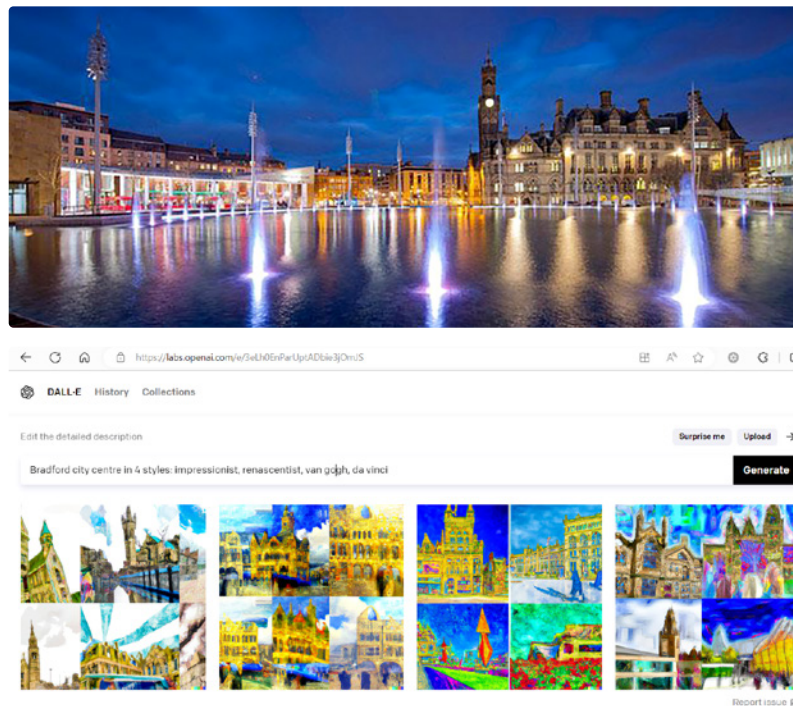


→ Fig. 2
Formele de învățare IA



Inteligența Artificială, versiunea 1.0 (IA 1.0), a cunoscut maximul de dezvoltare în anii 1970–1990 și a fost definită ca reprezentând modele de cunoștințe care produc ieșiri caracterizate ca inteligente, indiferent de forma lor de implementare. Deși puteau folosi și modele inspirate biologic de procesare, modelare și optimizare (rețele neuronale, algoritmi genetici), formele IA 1.0 erau încă tributare sistemelor de învățare bazate pe reguli sau/și pe modele statistice.

Inteligența Artificială, versiunea 2.0 (IA 2.0), a cunoscut o dezvoltare cu o dinamică neegalată încă în rezultate și cunoștințe, prin accesul la datele publice din internet, biblioteci, forumuri și rețele sociale online, precum și versiunile electronice ale cărților, articolelor științifice și bazelor de date largi. IA 2.0 însă a adăugat valoare prin umanizarea interfețelor către utilizatorul uman cu chatbot, transformând testul Turing în realitate. Astfel de sisteme sunt acum capabile de personalizarea interfeței scrise, auditive și video, adăugând dimensiuni umane multasteptate contextului computațional și spațiului ternar. IA 2.0 a cunoscut astfel schimbări decisive, transformând inteligența computațională din „produsul computațional care simulează inteligența” în una dintre direcțiile următoare: 1) sisteme inteligente hibride, care combină calculatoarele și expertii umani; 2) sisteme inteligente bazate pe combinarea distribuită a echipamentelor inteligente, oamenilor și rețelelor (inclusiv internet); 3) sisteme inteligente complexe (de ex., comunitățile inteligente), care combină oameni, societăți și sisteme cibernetice.

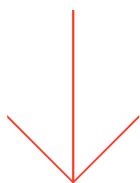


→ Fig. 3
 Produse artistice cu DALL-E 2, pentru
 o fotografie a centrului orașului Bradford

Inteligența Artificială, ca produs computațional, a cunoscut dezvoltări în etape, datorate capacităților de furnizare a rezultatelor așteptate de comunitatea de finanțatori și utilizatori. A cunoscut câteva ramuri distincte de implementare, urmând atât fundamentele sale de dezvoltare, cât și aplicațiile: 1) sisteme expert (modele IA 1.0, capabile să preia cunoștințe și reguli de la expertul uman); 2) automatizări și roboți care sunt elemente ale revoluției industriale 3.0 și se bazează pe învățarea prin consolidare (cumva, un model bazat pe implementarea reflexelor pavloviene către mașină); 3) învățarea supervizată și nesupervizată prin construcții *software*, plecând de la date bazează pe modele matematice, statistice sau biologice, v. Fig. 2, cu variantele *deep learning* și *IA generativă* (elemente ale revoluției industriale 4.0, v. Fig. 1). Modelele *deep learning* au astăzi aplicații de progres în procesarea imaginilor (de ex., Rețelele Neural Convoluționale *CNN*) și ale textului (*Large Language Models LLM*).

Prin învățare supervizată, folosind modelele *deep learning* cu adăugare de date în strategie adversarială, formele IA 2.0 (*GPT3.5–5.0*, *Bard*, *Bing Chat*⁷) demonstrează capacități excelente de procesare a imaginilor și textului în context multimedia sau/și hypermedia, plus comunicare umanizată. Dar ceea ce a adăugat valoare modelelor IA 2.0 este și slăbiciunea lor, *de facto*. Modelele IA 2.0 sunt creative fără acoperire, generând și informații false sau neconfirmate cu evidențe⁸. Prin extrageri de descrieri și învățare ale elementelor repetitive, IA 2.0 recunoaște forme, modele și reguli care sunt însă dependente de valoarea și relevanța datelor de antrenament, mai ales ale celor etichetate corespunzător. Am creat, spre exemplificare, folosind *DALL-E 2* (sistemul IA 2.0 creativ de imagini al *OpenAI*⁹) copii în stiluri de pictori (de ex., Van Gogh, da Vinci) și de expresie modernă din fotografii (Fig. 3).

latașadar prima parte a ecuației noastre de definire a esteticii în perioadele revoluțiilor industriale moderne. Deși capabile de rezultate caracterizate ca inteligente, modelele IA 2.0 nu au înțelegerea intrinsecă a noțiunilor pe care le reprezintă, deși învață din datele relevante aflate la dispoziție, ci doar mimează comunicarea umană cu succes. Cu alte cuvinte, ne oferă pentru articolul de față următoarea provocare: *Este IA de azi capabilă să interpreteze și să simtă ideile și trăirile din mesajul creației artistice în formă de picturi?*



Estetica în artă, potențialii beneficiari și utilizatori

Estetica este un subiect enigmatic atât din punct de vedere filosofic, psihologic, cât și artistic. Obiecte artistice estetice pot impresiona și captiva interesul sau chiar atenția sentimentală a unor semeni ai noștri, dar, în același timp, îi pot lăsa pe alții total neutri.

Din punct de vedere filosofic, estetica studiază percepția frumuseții din obiectele de artă, natură sau alte medii. Aceasta include noțiunile de simț artistic/estetic și criterii de identificare ale esteticii. Estetica în artă se bazează pe simțul estetic al oamenilor: o pictură este considerată ca având valoare estetică atunci când privitorul uman simte plăcere privind-o. Această definiție însă ridică problema subiectivității interpretării esteticii și a faptului că nu vom putea găsi o definiție unanimă frumuseții ideale¹⁰. Pe de altă parte, Gordon Graham¹¹ considera că noțiunea de *plăcere* nu este suficientă pentru identificarea esteticii dintr-o lucrare de artă. Cu alte cuvinte, estetica este atât rațiunea creării unui obiect de artă, cât și caracteristica definitorie a produsului artistic.

⁷ The 11 Best ChatGPT Alternatives (lifewire.com).

⁸ Webinar: An introduction to Responsible AI | BCS.

⁹ DALL-E 2 (openai.com).

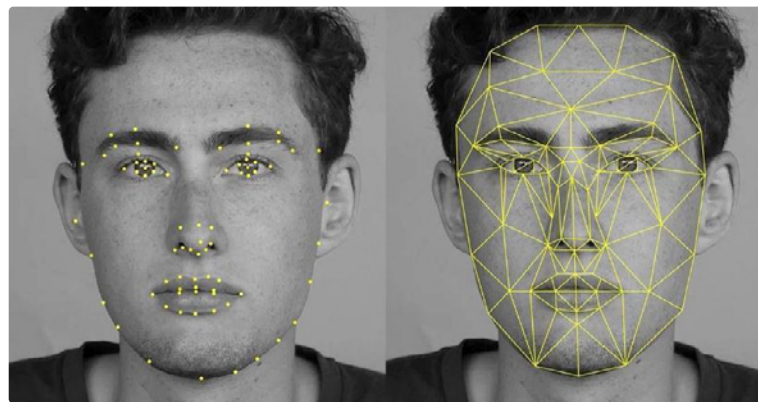
¹⁰ Theodore Gracyk, *Hume's Aesthetics*, în Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Metaphysics Research Lab, Stanford University, Winter 2021 edition, 2021.

¹¹ Gordon Graham, *Philosophy of the arts: An introduction to aesthetics*, Routledge, 2005.

În spațiul ternar actual, în contextul dezvoltării implementărilor IA 2.0, necesitatea creării modelelor creative artistice implică și includerea esteticii în învățarea și interpretarea automată a creațiilor artistice. Estetica este astfel și o noțiune științifică, nu doar filosofică, iar estetica computațională reprezintă legătura dintre știință și artă. În acest scop, comunicarea *artă – artist – IA – utilizator uman* necesită dezvoltarea unei variante computaționale a esteticii. Acest efort poate începe să consolideze eforturile anterioare de dezvoltare a modelelor matematice ale frumuseții și esteticii și, pentru învățarea asistată, are nevoie, de asemenea, de caracteristici ale esteticii traduse numeric.

Modelele matematice ale esteticii sunt, în mare măsură, explicabile, recunoscute și pot da direcții importante în identificarea unor reguli estetice. Exemple sunt simetriile, formele de aur, inclusiv secțiunea de aur, șirul Fibonacci și fractalii. Dar astfel de modele pot oferi, în cel mai bun caz, exemple estetice. În contextul IA 2.0, învățarea bazată pe date are nevoie de cuantificarea unor variabile ale picturilor în vederea aplicării algoritmilor supervizați tradiționali sau de învățare automată (*deep learning*). În acest efort, raporturi de culori și raporturi cromatice și caracteristici numerice ale prezenței formelor, texturilor și ale altor aspecte perceptual-vizuale (de ex., raporturi geometrice, semantice, ritmuri muzicale¹²) sunt binecunoscute și adaugă valoare în dialogul multi-partener în spațiul ternar, prin completarea elementelor cantitative¹³ care ar putea fi în centrul algoritmilor de învățare asistată și de suport de decizii.

Măsurarea esteticii computaționale oferă astfel posibilitatea identificării soluțiilor algoritmice pentru măsurarea esteticii și pentru generarea creațiilor artistice ca rezultate de IA. Toate caracteristicile cantitative amintite mai sus pot fi, într-adevăr, aplicate oricărei imagini artistice sau fotografii, v. Fig. 4. Astfel, aplicațiile esteticii computaționale includ identificarea și gruparea imaginilor similare, regăsirea sau descoperirea stilurilor caracteristice autorilor, compararea imaginilor și a eventualelor falsuri.



→ Fig. 4
Caracteristici faciale identificabile cu
funcții de recunoaștere de imagini

Printre caracteristicile cantitative ce pot fi extrase din formatul digital al unei picturi putem enumera:

- Ritmurile (sunt modele sau schimbări regulate în elemente ale imaginii/picturii) și regularitățile (forme ale ritmului caracterizate prin uniformitatea elementelor pe baza unui principiu sau plan) imaginii.

¹² Cătălin Bălescu, *Archive of Artistic Archetypes*, <https://3a.ro/author/catalinb/> (cons. 29.05.24).

¹³ *Refinement of Clustering Solutions Using a Multi-label Voting Algorithm for Neuro-fuzzy Ensembles* | SpringerLink.

¹⁴ <https://www.linkedin.com/pulse/mind-blowing-ai-tools-video-productivity-marketing-chatbot/>.

- Fractalii, ca modele complexe recursive, menționând o structură similară în-diferent de scara de observație, sunt recunoscuți ca elemente de reducere a stresului observatorilor¹⁵.
- Triunghiul de aur, pătratul de aur, pentagonul de aur și secțiunea/spirala de aur¹⁶.
- Echilibrul culorilor se referă la distribuția armonioasă și coordonarea culorilor în pictură.
- Balanța între pondere optică și echilibru depinde de culoarea și dimensiunea obiectelor (obiectele mai mari și mai închise la culoare au o pondere optică mai mare, fiind, astfel, elemente dominante în picturi).
- Simplitatea și complexitatea sunt, din nou, legate de numărul de obiecte diferite din imagine și de alinierea punctelor de interes din imagine. O pictură considerată prea simplă sau prea complicată este considerată, în general, mai puțin estetică.
- Densitatea reprezintă proporția imaginii acoperite de obiectele relevante ale picturii¹⁷. O densitate prea mare reduce estetica imaginii sale.
- Simetria (verticală, orizontală sau radială) reprezintă acea distribuție egală a elementelor în jurul unei axe centrale sau punct central, aducând armonie și ordine, și este caracteristică fețelor din imagini și picturi.
- Regula treimilor consideră că imaginea este separată în treimi verticale și orizontale și măsoară captivarea atenției privitorului la elementele de intersecție ale acestor linii¹⁸.
- Echilibrul unei picturi se referă la poziția centrului de greutate al imaginii față de centrul fizic al imaginii.
- Economia este determinată de numărul de forme, culori și obiecte identificate în pictură. Folosirea unei teme consistente și unitare prin integrarea acelorași seturi și tipuri de forme și culori este considerată (mai) estetică.
- Secvența obiectelor în imaginea artistică se referă la aranjamentul obiectelor mai mari și mai colorate, către obiectele mai mici și mai pale, spre exemplu, dacă privirea observatorului este atrasă de la stânga la dreapta, atunci imaginea este considerată mai bine proporționată estetic.
- Coeziunea reprezintă gradul de unitate vizuală, conexiune și armonie al imaginii, iar un grad de coeziune mai mare reprezintă o pictură mai estetică.
- Unitatea este cazul mai multor obiecte caracterizate ca făcând parte din aceeași entitate, prin obiecte de dimensiuni asemănătoare, de aceeași culoare sau formă.
- Omogenitatea descrie distribuția cât mai uniformă în cele patru cadrane ale picturii. Se calculează folosind complementar conceptul entropiei, care descrie gradul de haos din imagine¹⁷. Haosul, însă, poate fi considerat estetic, în anumite cazuri.

În concluzie, existența diferitelor variabile cantitative sau hibride (cantitative raportate la privitor) determină o poziție optimistă privitoare la continuarea dialogului cu mașina

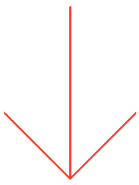
¹⁵ Christoph Redies Anselm Brachmann, *Computational and experimental approaches to visual aesthetics*, în *Frontiers in Computational Neuroscience*, 2017.

¹⁶ Gyan Bahadur Thapa, Rena Thapa, *The relation of golden ratio, mathematics and aesthetics*, în *Journal of the Institute of Engineering*, 14(1): 188–199, 2018.

¹⁷ John G. Byrne, David Chek Ling Ngo, Lian Seng Teo, *A mathematical theory of interface aesthetics*, în *Visual Mathematics*, 10(8): 0–0, 2000.

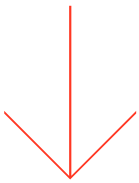
¹⁸ Kang Zhang, Yihang BO, Jinhui Yu, *Computational aesthetic and applications*, în *Visual Computing for Industry, Biomedicine and Art*, 2018.

de calcul și cu inteligența computațională, în actualul univers ternar căruia îi suntem martori și participanți activi.



Evidențe experimentale incipiente: recunoașterea trăsăturilor faciale între tehnologie și artă

Pentru evidențierea și discutarea statutului actual al esteticii ca parte a dialogului între coordonatele universului 3D/4D, Inteligența Artificială și participanții umani, ne vom limita, în ceea ce urmează, doar la procesarea feței umane în tehnologie și artă. După o scurtă trecere în revistă a tehnologiilor de procesare a feței umane, vom fi în măsură să identificăm potențialul și carențele tehnologiilor actuale, astfel încât să putem măsura evidențele experimentale și să concluzionăm privitor la momentul actual și la dezvoltările viitoare.



Aspecte curente ale tehnologiilor de procesare a imaginilor, centrate pe recunoașterea trăsăturilor umane (faciale)

Principiile din spatele abilității omului de a recunoaște o persoană pe baza caracteristicilor faciale sunt parte din dezvoltarea speciei umane, din cele mai vechi timpuri. Extinderea acestor principii din spațiul binar în cel ternar presupune, pentru dezvoltarea și alimentarea algoritmilor de inteligență computațională, atât date, cât și tehnici specializate. Astfel de succese ale IA creează multiple oportunități, dar și probleme, mai ales pe drumul automatizării unor astfel de tehnologii.

Recunoașterea facială de către om presupune un rezultat al unei percepții holistice a feței (inclusiv cu elemente sociale), incluzând și o sumă de elemente discrete în care doar elementele vizibile (ochii, sprâncenele, buzele, nasul, culorile atașate) sunt separate în elemente critice (forme ale părților feței) și elemente necritice (culoarea pielii, forma nasului). Astfel, oamenii cu percepții de înaltă calitate ale feței sunt denumiți *super-identificatori*, iar cei fără astfel de abilități sunt numiți ¹⁹ *prosopagnostici*.

Recunoașterea facială este utilizată în multe domenii, printre care securitatea în aeroporturi și a tranzacțiilor comerciale. Acestea deschid însă și multiple probleme etice

și legale, de la stocarea informațiilor biometrice la sensibilitatea modelelor de IA centrate doar pe date. Acest ultim argument pleacă de la problematica ratelor mari de insucces pentru sistemele de recunoaștere facială, în special atunci când modelele sunt supuse testelor și validărilor, mai ales cu date și cazuri de diferite etnii, gen, vârste și dizabilități. Tehnic vorbind, modelele de IA pentru recunoașterea feței umane creează stereotipuri determinate de datele de antrenare.

Dar cum sunt datele faciale reprezentate în modelele IA 2.0? În principiu, sistemele de învățare (primordial supervizată) includ cel puțin 47 de caracteristici faciale²⁰ (v. Fig. 4). Pentru ca astfel de modele să fie efective și robuste, seturi extensiv de largi de date biometrice faciale sunt necesare. Colectarea unor astfel de date este, în general, dificilă, din cauza dificultății găsirii voluntarilor, precum și a opțiunilor de identificare a variabilelor cantitative cele mai relevante.

Astfel de aplicații pot avea implicații cu impact asupra drepturilor civile, afectând, încă disproporționat, persoanele reprezentante ale minorităților. În consecință, Legea UE privind IA limitează astfel de utilizări ale sistemelor de recunoaștere facială și biometrică automată la controlul vamal, introducând reguli și cerințe stricte. În cazul modelelor IA pentru identificarea fețelor în opera de artă, dificultățile pot fi și mai mari din cauza caracteristicilor speciale care adaugă complexitate în învățare. Acestea se referă la tipologia caracterelor din picturi datorate perioadei și culturii respective²¹, precum și la topologia arhetipurilor artistice^{22 23}.

Algoritmii de recunoaștere a feței umane există, iar modelele generate de aceștia sunt promovate cu diferite grade de performanță. În susținerea acestui articol am proiectat următorul experiment.

Algoritmi și funcții clasice de recunoaștere a feței umane din biblioteci tradiționale ale limbajului de programare *Python* au fost folosiți pentru recunoașterea fețelor nu din fotografii și videouri, ci din baza de date a imaginilor picturilor religioase, raportată de Andrei Simion în teza sa de doctorat²⁴. Experimentul include următorii pași: câte cinci picturi cu o față, două fețe, trei fețe și mai multe fețe au fost selectate din baza de date. Odată aplicați algoritmi de învățare automată supervizată pentru recunoașterea fețelor, modelele au fost verificate pentru acuratețea identificării corecte a numărului de fețe și a zonei de reprezentare a acestora.

Bibliotecile de programare selectate sunt: *Py aesthetics*, *OpenCV*, *Dlib*, *YOLOv3*.

*Py aesthetics*²⁵ este o bibliotecă *Python* care permite extragerea indicatorilor cantitativi pentru evaluarea esteticii și a fețelor prezente într-o imagine. Printre caracteristicile

20 Terhörst, P., Kolf, J.N., Huber, M., Kirchbuchner, F., Damer, N., Moreno, A.M., Fierrez, J. și Kuijper, A., *A comprehensive study on face recognition biases beyond demographics*. *IEEE Transactions on Technology and Society*, 3(1), pp. 16–30. <https://3a.ro/wp-content/uploads/2020/03/Lucian-Bruma-anul-II-sem-I-studii-doctorale-1.pdf>.

21 <https://3a.ro/author/catalinb/>.

22 D. Neagu, S. Zhang și C. Bălescu, „A multi-label voting algorithm for neuro-fuzzy classifier ensembles with applications in visual arts data mining”, 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA'05), Warsaw, Poland, 2005, pp. 245–250, doi: 10.1109/ISDA.2005.10.

24 Simion Eduard-Andrei, *Arta italiană din perioada 1200–1400 și arta bizantină din perioada 1300–1600 în Grecia și Rusia. Explorări gramaticale comparative*, teză de doctorat, Universitatea Națională de Arte din București, Facultatea de Arte Plastice, 2022.

25 Giulio Gabrieli, Giulia Scapin și Gianluca Esposito, *A Python package designed to estimate visual features concerning the aesthetic appearance of a still image*, 2022.

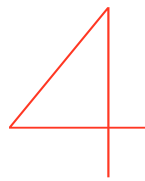
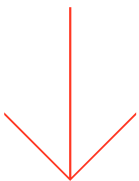
cantitative extrase se numără luminozitatea, complexitatea vizuală, simetria, coloratura, distribuția culorilor, prezența și numărul fețelor umane, numărul obiectelor distincte din imagine, suprafețele vizuale și textuale.

OpenCV este o bibliotecă *Python* extrem de populară, oferind o gamă bogată de posibilități pentru procesarea imaginilor și a videourilor în aplicații de vizualizări computaționale, recunoașterea fețelor și detectarea formelor²⁶. Funcțiile relevante oferă posibilitatea identificării și semnalizării feței umane din imaginea selectată.

Dlib este o bibliotecă *Python* de grafică pe calculator care folosește direct algoritmi de învățare supervizată pentru recunoașterea fețelor în imagini, cu preponderență fotografii și imagini digitale²⁷. Rezultatele din *Anexa 3* demonstrează efectivitate crescută când numărul de fețe din imagine este mic. Pentru un număr mai mare de fețe în imagini (deci potențial cu mai puține detalii) și o complexitate crescută, modelele din această bibliotecă nu reușesc să identifice niciuna dintre fețe.

Biblioteca *You Only Look Once (YOLOv3)* cuprinde algoritmi de detecție a obiectelor din imagini sau înregistrări video, care ar putea fi utili în detectarea fețelor în picturile religioase alese. *YOLOv3* este apreciată pentru viteza și eficiența sa în învățare²⁸. Și în acest caz, modelele sunt mai eficiente pentru un număr de fețe mai mic pe o suprafață mai mare. Modelele au chiar și rezultate fals pozitive – cazul bărcii identificată ca față umană.

Rezultatele antrenării și validării modelelor cu funcțiile caracteristice bibliotecilor selectate sunt cuprinse în *Anexele 1–4*. *Py aesthetics* este un caz cu variații, dar rezultatele nu sunt concludente. Pentru *OpenCV*, rezultatele sunt mai puțin bune pentru un număr mic de fețe și ceva mai bune când numărul de fețe crește, dar creează totuși și cazuri fals-pozitive, deci are o sensibilitate mai scăzută.



Concluzii

Spre deosebire de așteptările noastre inițiale, rezultatele prezentului experiment cuprind contradicții, cu vești chiar bune pentru artiști și cercetători. În toate cazurile, algoritmi de extragere a caracteristicilor cantitative și de învățare supervizată au demonstrat lacune majore și erori consistente în recunoașterea fețelor din picturile religioase. Acestea par să se focalizeze în distorsiunile create de imaginile artistice prin comparație cu imaginile din fotografii și înregistrări video.

²⁶ Alexander Mordvintsev și Abid Rahman, *OpenCV-python tutorials documentation*, release 1, 2017.

²⁷ Davis E. King, *Dlib-ml: A machine learning toolkit* în *Journal of Machine Learning Research*, nr. 10/2009.

²⁸ Dr. S.V. Viraktamath and Madhuri Yavagal, „Object detection and classification using yolov3”, în *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2021.

Aceste evidențe propun și câteva opțiuni demne de interes în spațiul ternar. Există nevoia colaborărilor inteligente multidisciplinare, a utilizării robuste și responsabile a modelelor IA 2.0, în special în ceea ce privește identificarea caracteristicilor cantitative care să definească estetica pentru modelele de inteligență artificială în mod consistent. Până atunci, astfel de modele demonstrează un spectru destul de larg de performanță care motivează actualul răspuns la întrebarea din secțiunea 2.1: *Este IA de azi capabilă să interpreteze și să simtă ideile și trăirile din mesajul creației artistice în formă de picturi?* Răspunsul este schițat în rândurile următoare.

Amintindu-ne că abilitățile umane de vizualizare ocupă intervalul dintre *hyperphantasia* (când omul poate crea imagini mentale dinamice și pline de viață) și *aphantasia* (când oamenii experimentează lipsa totală de imaginație vizuală)²⁹, putem spune că modelelor IA 2.0 le lipsesc, cu desăvârșire, motivația umană a imaginației vizuale și creativitatea, motivate astfel. Deși sisteme IA 2.0 de tipul *DALL-E 2.0* sunt creative, creativitatea lor nu se bazează pe idei și trăiri, ci pe elemente cantitative ale imaginilor stocate în memorie și informații despre acestea. Cu alte cuvinte, IA demonstrează (încă) *pseudophantasia*, cu elemente parțiale de *prosopagnosia*.

Despre autori

Ciprian Daniel Neagu este Dr. Inginer Informatician și Professor of Computing la Universitatea din Bradford, Marea Britanie, unde este totodată liderul grupului de cercetare în Inteligență Artificială. Cercetările sale sunt concentrate pe domeniile de algoritmi și reprezentare de cunoștințe pentru inteligența computațională responsabilă. A condus peste 30 de doctorate în inteligența artificială și aplicațiile sale și este coautor a peste 150 de articole științifice în reviste, conferințe, cărți și prezentări cu expunere internațională.

Martin Caissial și Hugo Laffont sunt studenți, în anul IV, ai disciplinei de Știința Calculatoarelor la École Nationale Supérieure d'électronique, d'informatique, d'hydraulique et des télécommunications (ENSEEIH), din Toulouse. Partea experimentală din acest articol a fost produsă de coautorii Martin Caissial și Hugo Laffont, sub coordonarea prof. C.D. Neagu, în perioada lor de studiu ca studenți interni, în timpul practicii, din perioada verii 2023, în grupul de cercetare în IA, la Universitatea din Bradford.

↓ Anexa 1
Teste cu algoritmi Pyaesthetics

Test with one face

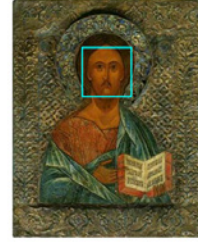
Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 1



→ Fig. 1.1
Teste cu o față umană cu modele
IA 2.0 produse cu Pyaesthetics

Test with two faces

Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 1



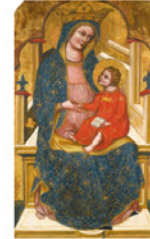
Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



→ Fig. 1.2
Teste cu două fețe umane cu modele
IA 2.0 produse cu Pyaesthetics

Test with three faces

Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 3



→ Fig. 1.3
Teste cu trei fețe umane cu modele
IA 2.0 produse cu Pyaesthetics

Test with more than three faces

Number of recognised faces: 4



Number of recognised faces: 5



Number of recognised faces: 4



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 3



Number of recognised faces: 1



→ Fig. 1.4
 Teste cu mai mult de trei fețe umane cu
 modele IA 2.0 produse cu *Py aesthetics*

↓ Anexa 2
 Teste cu algoritmi *OpenCV*

Test with one face

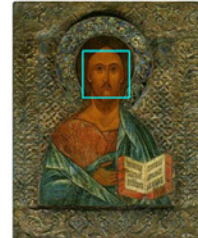
Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 4



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 1



→ Fig. 2.1
 Teste cu o față umană cu modele
 IA 2.0 produse cu *OpenCV*

Test with two faces

Number of recognised faces: 0



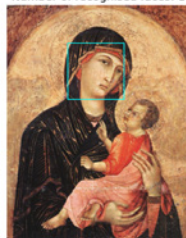
Number of recognised faces: 4



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 2



→ Fig. 2.2
 Teste cu două fețe umane cu modele
 IA 2.0 produse cu *OpenCV*

Test with three faces

Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 5



→ Fig. 2.3
Teste cu trei fețe umane cu modele
IA 2.0 produse cu *OpenCV*

Test with more than three faces

Number of recognised faces: 7



Number of recognised faces: 15



Number of recognised faces: 6



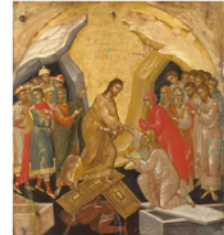
Number of recognised faces: 5



Number of recognised faces: 7



Number of recognised faces: 12



→ Fig. 2.4
Teste cu mai mult de trei fețe umane
cu modele IA 2.0 produse cu *OpenCV*

↓ Anexa 3
Teste cu algoritmi *Dlib*

Test with one face

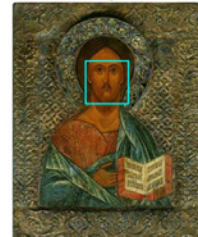
Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 1



→ Fig. 3.1
Teste cu o față umană cu modele
IA 2.0 produse cu *Dlib*

Test with two faces

Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 0



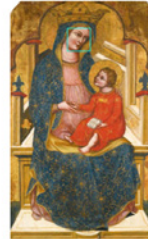
Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



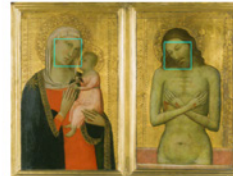
→ Fig. 3.2
Teste cu două fețe umane cu
modele IA 2.0 produse cu Dlib

Test with three faces

Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 2



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 3



→ Fig. 3.3
Teste cu trei fețe umane cu
modele IA 2.0 produse cu Dlib

Test with more than three faces

Number of recognised faces: 1



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 0



Number of recognised faces: 6



→ Fig. 3.4
Teste cu mai mult de trei fețe umane
cu modele IA 2.0 produse cu Dlib

↓ Anexa 4
Teste cu algoritmi YOLOv3

Test with one face



→ Fig. 4.1
Teste cu o față umană cu modele
IA 2.0 produse cu YOLOv3

Test with two faces



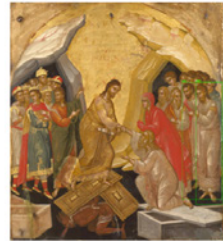
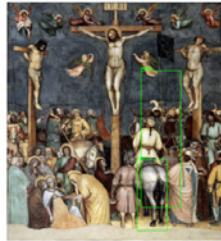
→ Fig. 4.2
Teste cu două fețe umane cu modele
IA 2.0 produse cu YOLOv3

Test with three faces



→ Fig. 4.3
Teste cu trei fețe umane cu modele
IA 2.0 produse cu YOLOv3

Test with more then three faces



→ Fig. 4.4
Teste cu mai mult de trei fețe umane
cu modele IA 2.0 produse cu YOLOv3

Artă și epifanie
Construcție, discurs și viziune în Adorația Magilor,
de Leonardo da Vinci

Luigi Bambulea

