

Chasing Waterfalls: vstup umelej inteligencie do hudobného divadla

KLÁRA MADUNICKÁ

ÚSTAV DIVADELNEJ A FILMOVEJ VEDY CENTRA VIED
O UMENÍ SAV

Počítač a(ko) človek

Americký informatik, kognitívny špecialista a výskumník v oblasti umelej inteligencie (artificial intelligence; skr. AI) John McCarthy vo svojom článku z roku 2007¹ tvrdí, že (pojem) inteligencia nie je jednoznačná, pevne ustanovená a merateľná veličina.² Existuje síce určitá paralela medzi skúmaním fungovania AI a neuropsychologickým a kognitívnym výskumom ľudskej mysle a mozgu, avšak principiálne stoja tieto dve entity na opačných protipóloch analyzovaného spektra. Umelá inteligencia pracuje na báze technologicko-matematického princípu a pri spracovaní dát sa nemusí obmedzovať na biologicky podmienené metódy. Na druhej strane, počítač bez ľudskej pomoci a prvotného impulzu (zatiaľ) nie je schopný samostatne nadobudnúť a spracovať informácie.

Tento text je prípadovou štúdiou, ktorá na príklade opery *Chasing Waterfalls* skúma využitie (resp. využiteľnosť) umelej inteligencie v oblasti hudobného umenia. Preto ak vyššie spomenuté fakty aplikujeme na schopnosť kreativity, môžeme vzhľadom na aktuálne technologicko-vývojové štádium AI povedať, že bez prvotného ľudského impulzu počítač nateraz nie je spôsobilý samostatne generovať akýkoľvek naratív. Chýba mu vlastný zdroj inšpirácie, tematické zameranie a bez vstupných dát aj znalosť, ako vôbec umelecký text vytvoriť. Vzhľadom na túto skutočnosť počítačový vedec a vývojár Alan Mathison Turing vo svojej štúdii *Computing Machinery and Intelligence* už v roku 1950 navrhol zaviesť do odbornej literatúry koncept „učiacich sa strojov“. Namiesto snahy o vznik dokonale inteligentného počítača mienil vytvoriť program, ktorý by si

¹ McCARTHY, J. *What is Artificial Intelligence?* Stanford : Stanford University, 12. 11. 2007. [online]. [cit. 10. 11. 2023]. Dostupné na internete: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf>.

² Tamže.

ABSTRAKT Na pozadí historického kontextu mapujúceho vstup matematiky, technológie a umelej inteligencie do oblasti hudby a hudobného divadla sa štúdia zameriava na prvú operu v histórii, spoluautorom ktorej je AI technológia. Premiéra *Chasing Waterfalls* sa konala v septembri 2022 v drážďanskej Semperoper. Analýzou dosiaľ nezverejneného notového zápisu sa pokúsime pomenovať špecifiká algoritmu, na základe ktorého AI technológia vytvára umelecké diela v porovnaní s rukopisom živých (ľudských) autorov. Do popredia sa dostáva otázka, či takto skomponované dielo možno stále nazvať „operou“, nakoľko spolu so živými interpretmi v inscenácii vystupuje aj speváčka vytvorená umelou inteligenciou. Text je prvým príspevkom k analýze tejto prvotiny spomedzi hudobných diel vytvorených technológiou AI.

KLÚČOVÉ SLOVÁ artificial intelligence, umelá inteligencia, opera, hudobné divadlo, *Chasing Waterfalls*

muloval detskú myseľ – nepopísanú dosku, pre ktorú je každá nová in-formácia podnetom k učeniu sa.³ Na tento účel v súčasnosti umelá in-teligencia využíva tzv. veľký jazykový model („large language model“; skratka LLM). Ide o hromadné označenie programov, ktoré dokážu ge-nerovať text podobný ľudskej reči. Táto technológia funguje na báze zbe-ru a analytického spracovávanía nahratých dát, na ktorých trénuje svoje schopnosti. Výsledkom je algoritmus, pomocou ktorého dokáže počítač s vysokou mierou autenticity vytvoriť vlastné textové dielo. Je však AI skutočne kreatívna? A ako sa táto potenciálna kreativita prejavuje v hu-dobnej tvorbe?

Na otázku, či umelá inteligencia skutočne dokáže simulovať, ba až celkom nahradiť ľudskú tvorivosť sa pokúšalo najsť odpoveď mnoho vedcov. Napriek rôznym záverom sa jednomyselne zhodli na tom, že kľúčom k nájdeniu odpovede je presné a jasné zadefinovanie pojmu „kreativita“. Podľa profesora anglickej a komparatívnej literatúry Jame-sa Engella je jedným zo základných pojmov v oblasti kreativity pred-stavivosť, ktorú opisuje ako duševnú schopnosť človeka zodpovednú za generovanie nových myšlienok.⁴ Deniz Kurt, doktor vied v oblasti kreatívneho priemyslu, považuje tvorivosť za jednu z kľúčových pred-ností, ktoré sa vzťahujú na analógový systém spracovávanía dát ľud-ským mozgom. Popri masovom paralelizme ľudského mozgu sem za-hŕňa aj emocionálne myslenie, náhodnosť, umelecké a estetické vlohy či osobný vkus ľudského jedinca.⁵ Podľa kognitívnej vedkyne Margaret A. Bodenovej, hoci je tvorivá schopnosť umelej inteligencie odlišná od ľudskej, AI môže tiež získať určitú formu predstavivosti a tvorivosti pro-stredníctvom analyticko-technologických výpočtových procesov. Vo svojej knihe *The Creative Mind: Myths and Mechanismus* dôrazne popie-ra tvrdenie, že tvorivosť je „zázrak ľudskej mysle.“⁶ Ako argument uvá-dza fakt, že ľudská kreativita je záhadou hraničiacou s paradoxom. Jed-na nová ľudská myšlienka totiž môže byť kreatívna, zatiaľ čo iná môže

3 TURING, A. M. Computing Machinery and Intelligence. In *Mind*, 1950, č. 49, s. 456. [online]. [cit. 5. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://redirect.cs.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>.

4 ENGELL, J. *The Creative Imagination: Enlightenment to Romanticism*. Cambridge: Harvard University Press, 1981, s. 7.

5 Bližšie: KURT, D. E. *Artistic Creativity in Artificial Intelligence*. [Dizertačná práca]. Nijmegen: Radboud University, 2018, s. 21.

6 BODEN, M. A. *The Creative Mind: Myths and Mechanismus*, London: Routledge, 2004, s. 1.

byť len nová. Rozdiel autorka vysvetľuje v samotnej definícii kreativity. Vníma ju ako schopnosť prichádzať nielen s novými, ale aj perkvapujú-cimi a hodnotnými nápadmi⁷ či artefaktmi.⁸

Hoci spomínaní autori štúdií aplikujú svoje poznatky predovšetkým na textové (slovné) dokumenty vytvorené umelou inteligenciou, veľký jazykový model je možné uplatniť aj v hudbe. Podobným spôsobom, ako dokáže umelá inteligencia odčítať slovné spojenia, dokáže analyzovať aj notový zápis, z ktorého odvodzuje algoritmické vzorce pravdepodob-nosti.

Vstup umelej inteligencie do hudobného divadla

Kľúčovou osobnosťou, ktorá priviedla umelú inteligenciu do hudobného divadla, je americký skladateľ Tod Machover.⁹ Práve jeho opera *Valis*¹⁰ je jedným z prvých známych prípadov, keď počítačový program tvorivo zasiahol do hudobného divadla. Premiéra sa konala v parížskom Pom-pidou Center pri príležitosti 10. výročia jeho založenia. Partitúra bola skomponovaná len pre dva hudobné nástroje – keyboard a perkusie, ktoré však boli elektronicky snímané a systémovo remixované. Macho-ver prostredníctvom vtedy relatívne nového média, akým boli osobné počítače a technológie MIDI a DX7, začal rozširovať možnosti interak-cie medzi muzikantom a počítačom. Túto interakciu, ktorá umožňovala ovládať oveľa väčší diapazón zvukov než s využitím živého orchestra, skladateľ prvý raz použil v opere *Valis* a hudobné nástroje prepojené a ovládateľné počítačom nazval „hyperinštrumenty“.¹¹ Premiéra vyvolala kontroverzné reakcie, ľudia odchádzali nadšení aj pobúrení. V dnešnej ére elektroakustickej a remixovanej hudby je publikum už zvyknuté na skrumáž rôznych akustických podnetov a melanž hudobných štýlov, ale

7 Medzi nápady Bodenová radí najmä pojmy, básne, hudobné skladby, vedecké teórie, kuchárske recepty, choreogra-fie, vtipy a pod.

8 Medzi artefakty Bodenová radí fyzické diela ako výsledky kreatívneho procesu (obrazy, sochy, parné stroje, vysáva-če, keramiku, origami a pod.). Porovnaj: BODEN, M. A. *The Creative Mind: Myths and Mechanismus*, London: Rout-ledge, 2004, s. 1.

9 V roku 1980 bol vymenovaný za riaditeľa inštitútu IRCAM, v súčasnosti pôsobí ako profesor hudby v MIT Media Lab a je vedúcim členom skupiny Hyperinstruments/Opera of the Future.

10 Táto opera vznikla na základe rovnomenného románu od Philipa K. Dicka z roku 1981.

11 Bližšie: <https://news.mit.edu/2023/re-imagining-opera-of-the-future-valis-0927>. [cit. 5. 11. 2023].

v osemdesiatych rokoch minulého storočia išlo o čosi nové a v divadle dosiaľ nevidané.

Témou tejto opery boli otázky ľudskej existencie v konfrontácii s technologickým pokrokom. V závere opusu postava skladateľa Miniho predviedla na javisku nezvyčajnú sólovú skladbu na „umelo inteligentnom nástroji“¹². Vznikla ilúzia, že Mini „vyrezáva zvuky a pohybom ruky spúšťa hudobné štruktúry“, ktoré sa navzájom prelínajú, dopĺňajú a vytvárajú akýsi „orchester budúcnosti.“¹³ Pravdou však je, že v roku 1987 Machover skomponoval a nahral túto záverečnú sekciu opery vopred. Diváci tak vnímali dokonalú ilúziu, keď sólista skoordinoval svoje pohyby s reprodukoványm zvukom. V septembri 2023 sa však opera *Valis* dočkala nového naštudovania v camebridgeskom MIT Media Lab. Tentokrát už inscenátori v záverečnej scéne využili generatívnu AI technológiu, ktorá kreovala nové hudobné kompozície v reálnom čase počas predstavenia. Ilúziu teda po takmer štyridsiatich rokoch nahradila realita, Mini už nemusel len predstierať, že stvoril inteligentný systém schopný produkovať hudbu. Nová zvuková stopa sa skutočne rodila z interakcie medzi živým interpretom a počítačom priamo na javisku a v momente vzniku zároveň zanikala.

Machover sa v priebehu rokov podpísal pod množstvo projektov, ktoré využívajú umelú inteligenciu v divadelnom a performančnom procese. Jedným z najzaujímavejších takýchto produkcií bola imerzno-interaktívna inscenácia *Brain Opera* (1996), ktorej cieľom bolo urobiť z každého diváka hudobníka. Je pritom otáznе, či vôbec možno hovoriť o inscenácii, nakoľko dielo nemalo fixné libreto ani príbeh. Každý divák mal možnosť participovať na vytváraní vlastných hudobných častí, ktoré sa následne spájali do jednoliateho celku. Pred samotným predstavením návštevníci vstúpili do vestibulu nazvaného „Mind Forest“, ktorý bol plný „zvláštnych a exotických štruktúr“.¹⁴ Boli to hyperinštrumenty rozdelené do niekoľkých sekcií (hudobnej, speváckej, rytmickej, gestickej a i.), s ktorými sa mohli diváci hrať, dotýkať sa ich a testovať ich, čím vytvárali

12 Bližšie: <https://www.media.mit.edu/articles/an-ai-opera-from-1987-reboots-for-a-new-generation/>. [online]. [cit. 5. 11. 2023].

13 Porovnaj: <https://www.media.mit.edu/articles/an-ai-opera-from-1987-reboots-for-a-new-generation/>. [online]. [cit. 5. 11. 2023].

14 Bližšie: https://web.media.mit.edu/~tod/media/pdfs/phantom_of_brain_opera-cropped_small.pdf. [online]. [cit. 7. 11. 2023].

a zaznamenávali určitý hudobný materiál. Tieto audio-informácie sa zo vstupných počítačov stiahli do hlavného riadiaceho počítača a následne počas predstavenia traja účinkujúci voľne vyberali a manipulovali s týmito náhodne zostavenými, aj vopred pripravenými prvkami prostredníctvom svojich vlastných hyperinštrumentov. Celý priebeh performancie bol v podstate koordinovanou spoluprácou medzi človekom a umelou inteligenciou, ktorá sa odohrávala v reálnom čase predstavenia.¹⁵ Samotný systém bol navyše pripojený na internet pomocou T3 line, vďaka čomu bolo všetko naživo streamované na internete. Podrobnosti projektu *Brain Opera*, jeho technických parametrov a spoločensko-umeleckého dosahu sú obsažne zhrnuté v článku Scotta Wilkinsona v časopise *Electronic Musician*.¹⁶

Zatiaľ čo Machoverove experimenty sa vzťahujú na využitie umelej inteligencie predovšetkým v reálnom čase počas predstavenia, existujú aj pokusy o naštudovanie diela, ktoré bolo dopredu skomponované umelou inteligenciou. Prvou operou, ktorá je založená na princípe generatívneho softvérového programu, je opus *La machine des monstres* z dielne tvorivého tímu ACIDS¹⁷ v kooperácii so skladateľom Danielom de Ghisi. Cieľom tejto opery bolo „znovuobjaviť Frankenstein modernej doby predstavením stroja, ktorý sám robí hudbu na javisku.“¹⁸ Systém nemal mať žiadne hudobné znalosti – mal len počúvať a učiť sa bez akýchkoľvek doplnkových informácií. Strojom vygenerované výsledky mali byť následne usporiadané a analyzované prostredníctvom tradičných techník kompozície.¹⁹ Samotné „komponovanie“ tak vlastne spočívalo vo výbere zaujímavých finálnych segmentov a ich následnom rozvíjaní živým skladateľom. Premiéra sa konala v roku 2018 v IRCAM Pompidou Centre. Inštrumentácia v tomto diele je však čisto elektronická a reprodukováaná (t. j. nevyužíva orchester ani živých hráčov). Chýba tu teda rozmer ľudskej interpretácie hudobnej partitúry.

15 Bližšie: WILKINSON, S. Phantom of the Brain Opera. In *Electronic Musician*, 1997, roč. 13, č. 1. [online]. [cit. 7. 11. 2023]. Dostupné na internete: https://web.media.mit.edu/~tod/media/pdfs/phantom_of_brain_opera-cropped_small.pdf.

16 Tamže.

17 Skratka pre The Artificial Creative Intelligence and Data Science, ktorý je súčasťou inštitúcie IRCAM a ktorého predmetom výskumu a tvorivej činnosti je snaha budovať hudobnú kreativitu vyvíjaním inovatívnych modelov umelej inteligencie. Viac pozri: <https://acids.ircam.fr/>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

18 Cit. podľa: <https://acids.ircam.fr/ai-opera/>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

19 Porovnaj: <https://ars.electronica.art/outofthebox/en/monstres/>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

Chasing Waterfalls – prvá AI opera

Prvou operou, ktorá bola programovo a účelovo skomponovaná v spolupráci s umelou inteligenciou a naštudovaná ľudskými (živými) interpretmi je až opera *Chasing Waterfalls*, ktorá mala premiéru 3. septembra 2022 v drážďanskej Semperoper. Dielo má hneď niekoľko autorov. Iniciátorom celého projektu bol režisér a mediálny umelec Sven Sören Beyer.²⁰ Podľa jeho slov „umelá inteligencia nás už dnes obklopuje, vytvára si z nás profily, posielala nám prispôsobené reklamy a navrhuje, čo počúvať, pozeráť a kupovať. Digitálny svet už dlho ovplyvňuje naše skutočné rozhodnutia.“²¹

Je však v prípade *Chasing Waterfalls* vôbec možné hovoriť o opere? Vychádzajúc z významu slova, opera v starej taliančine vo všeobecnosti označuje akékoľvek dielo či produkt ľudskej činnosti. Oxfordský slovník opery ju definuje v užšom zmysle ako „drámu, ktorú bude s inštrumentálnym sprievodom spievať jeden alebo viacero spevákov v kostýmoch.“²² Tieto parametre by projekt *Chasing Waterfalls* v zásade spĺňal. Jeho súčasťou sú však aj multimediálne efekty, digitálne naprogramovaná scénografia a v neposlednom rade umelá inteligencia vystupujúca priamo na javisku.

Tvorcovia tohto koprodukčného experimentu vychádzali z predpokladu, že tak, ako je umelá inteligencia schopná na základe analyzovaných vstupných dát generovať nový naratívny text, rovnako bude schopná generovať aj hudobnú partitúru. Využili preto jazykový model Open AI GPT-3, ktorý sa podieľal na tvorbe libreta aj notácie. Hudba k *Chasing Waterfalls* vznikala v spolupráci hongkongskeho skladateľa a dirigenta Angusa Leea²³ a berlínskeho Štúdia pre zvukové zážitky Kling klang

klong.²⁴ Spoluautorkou libreta bola spisovateľka Christiane Neudecker. Angus Lee zasahoval predovšetkým do kompozície pre šesť vokálnych hlasov a deväť skupín inštrumentálnych nástrojov. Členovia štúdia Kling klang klong obohatili partitúru o elektroakustické zvukové plochy a notový zápis v spodnej časti doplnila línia AI, ktorá vo vybraných chvíľach zasahovala do celkovej skladby. Oproti klasickej opere, v ktorej speváci reagujú jeden na druhého a dirigent vedie orchester počas predstavenia, *Chasing Waterfalls* má omnoho komplikovanejšiu hudobnú štruktúru. „Dirigent Angus Lee stál pred náročnou úlohou dirigovať nielen komorný orchester, ale aj koordinovať ľudských hercov s elektronickými zvukovými plochami v pozadí a časovo fixovanými vstupmi umelej inteligencie. To všetko sa dialo naživo a v reálnom čase.“²⁵ Najmä finále opery, v ktorom sa navzájom konfrontujú všetci speváci, si od Leea vyžadovalo presné načasovanie pri spájaní hudobníkov, sólistov, projekcie a vopred nahratých zvukových efektov do jednoliateho, rytmicky koherentného celku.

Ústrednou témou nového opusu je podiel umelej inteligencie na každodennom živote ľudí. Do popredia vystupujú najmä čoraz väčšími sa stierajúce rozdiely medzi živým človekom a počítačom. Do akej miery virtuálny svet a automatizované rozhodovacie procesy zasahujú do nášho každodenného života? Sme ešte ľudia, alebo už z nás digitálne technológie urobili zvonka riadené stroje?²⁶ Tieto otázky sa stali centrálnou tematickou osou opery, ktorej cieľom vzniku bolo podnietiť diskusiu o budúcnosti digitálnych príležitostiach, ale aj obmedzeniach, za ktoré ľudstvo bude musieť niesť následky a zodpovednosť.²⁷

AI technológia sa podpísala nielen pod vznik libreta a partitúry novej opery, ale zároveň sa sama zúčastňovala na jej inscenačnej podobe ako jedna z postáv. Diváci mohli zachytiť počítačom generovaný hlas a tvár, ktoré boli reprodukované a sprítomnené na scéne prostredníctvom LED

20 Zakladateľ berlínskeho tvorivého kolektívu phase7 performing.arts, ktorý sa od roku 1999 venuje performatívnym produkciam a inštaláciám s využitím najmodernejších technológií. Ťažiskom jeho tematickej dramaturgie je najmä vzťah medzi človekom a počítačom.

21 Cit. podľa: <https://www.thestar.com.my/lifestyle/culture/2022/09/07/artificial-intelligence-takes-centre-stage-at-an-opera-in-germany>. [online]. [cit. 30. 10. 2023].

22 Heslo [opera]. In *The Concise Oxford Dictionary of Opera*. New York: Oxford University Press, 1996, s. 374.

23 Angus Lee (1992) je flautista, skladateľ, dirigent a pedagóg pochádzajúci z Hongkongu. Jeho kompozičný štýl sa do nedávna zameriaval najmä na spochybnovanie hraníc inštrumentálnej virtuozity. Od roku 2019 sa však jeho pozornosť obrátila smerom k skúmaniu funkcie opakovania v spojení s temporalitou. *Chasing waterfalls* bola jeho prvou opernou kompozíciou, ktorú zároveň dirigoval pri svetovej premiére v drážďanskej Semperoper.

24 Kling klang klong je štúdio pre zvuk, hudbu a akustický naratív so sídlom v Berlíne. Ich diela sú priekopníkmi v komunikácii s publikom v oblasti na rozhraní vedy a umenia. Či už v reálnych priestoroch alebo vo virtuálnom prostredí, štúdio pristupuje k návštevníkovi ako k aktívnemu účastníkovi v interakcii s organickým zvukovým prostredím. Tvorivý tím tohto štúdia tvoria skladatelia, zvukoví dizajnéri, producenti, programátori, vedci a kreatívni myslitelia. (viac pozri: <https://nodeforum.org/partners/kling-klang-klong/>). [online]. [cit. 10. 11. 2023].

25 Cit. podľa: <https://www.t-systems.com/de/en/newsroom/futurepractice/issue-02-2022/chasing-waterfalls>. [online]. [cit. 3. 11. 2023].

26 Bližšie: <https://the-decoder.com/the-worlds-first-ai-opera-was-co-written-by-gpt-3/>. [online]. [cit. 4. 11. 2023].

27 Bližšie: SPRINGER, S. – BERNAU, O. *Presseinformation. Semperoper Dresden*, 25. 5. 2022.

panelov a systému reproduktorov ako virtuálny humanoid. Tvorcovia využili technológiu Ego Fluens, ktorá je prvým spievajúcim program umelej inteligencie na svete. Nielen, že vie transformovať notový zápis na audiálny výstup, ale dokáže sa zároveň prostredníctvom vstupných dát učiť spievať, trénovať hlasovú techniku, intonáciu, frázovanie... Zjednodušene povedané, dokáže počas niekoľkých mesiacov absorbovať celú vokálnu pedagogiku a následne ju aplikovať v umeleckých výstupoch.

V prípade *Chasing Waterfalls* sa študijným materiálom, na ktorom program trénoval svoje schopnosti, stali operné árie interpretované hlavnou protagonistkou inscenácie, nórskou sopranistkou Eirou Inderhaugovou. Tá strávila dva týždne v nahrávacom štúdiu, aby poskytla hlas tejto novej technológii. Program Ego Fluens bol počas skúšobného procesu trénovaný v tristo vzdelávacích epochách, pričom každá z nich zahŕňala tri milióny tréningových relácií. Po skončení každej epochy boli zručnosti systému skontrolované a spevácky výkon umelej inteligencie sa porovnával s profesionálne naspievanou verziou árií od Eiry Inderhaugovej. Cieľom takéhoto tréningu bola eliminácia chýb v interpretácii. Neurónová sieť čoraz častejšie rozpoznávala zvuky, ktoré boli príliš hlasné alebo príliš vysoké, poučila sa a pri ďalšom pokuse už spievala lepšie. Postupne tak dochádzalo k osvojeniu si schopnosti spievania až na úroveň skutočného operného spevu.²⁸ Vďaka natrénovanej detailnej intonácii, farbe hlasu, modulácii a iným špecifikám Inderhaugovej vokálneho prejavu tak postava vytvorená umelou inteligenciou na javisku nielen pôsobila, ale v zásade aj bola virtuálnym alter-egom hlavnej sólistky.

Na výslednej podobe artificijálnej postavy a celkovej scénografie sa mohli podieľať aj návštevníci predstavenia, ak prijali výzvu a pred začiatkom predstavenia si nechali naskenovať tvár pomocou 3DFace technológie. Softvér tieto skeny následne transformoval a ako digitálne obrázky integroval do scénických projekcií. Okrem tejto dobrovoľnej participácie divákov na predstavení sa však na finálnom tvare podieľali aj akustiky a podvedome. V hľadisku rozmiestnené mikrofóny neustále snímali ruchy a šumy, ktoré počítač následne remixoval a reprodukoval v rámci hudobnej štruktúry opery ako jej permanentné continuo.

²⁸ Bližšie: <https://www.t-systems.com/de/en/newsroom/futurepractice/issue-02-2022/chasing-waterfalls>. [online]. [cit. 3. 11. 2023].

Dramaturgicky sa dielo *Chasing Waterfalls* sústreďuje na témy popísané vyššie, dejová línia tu však absentuje. V úvode inscenácie sa postava ženského pohlavia, v partitúre označená ako reálne Ja, pokúšala prihlásiť do svojho počítača. Zabudla však heslo a systém žiadal overenie totožnosti. Náhle na digitálnej LED obrazovke vyskočil nápis „Nie som presvedčený, že nie ste robot. Skúste to znova.“ Táto udalosť, ktorú všetci poznáme z bežného života, spustila sled filozofických otázok, ktoré si o svojej existencii kladlo nielen reálne, ale aj virtuálne Ja (obe stvárnila Eir Inderhaugová). Následne bola ústredná postava postupne konfrontovaná so svojimi šiestimi „digitálnymi dvojčatami“. V librete sú označené ako virtuálne Ja, dieťa, vzhľad, úspech, pochybnosť a šťastie. Obsah partitúry tvoria prevažne dialógy medzi Inderhaugovou a jej digitálnymi alter-egami. Človek (Inderhaugová) sa tu postupne ocitá v kríze identity uprostred všetkých svojich digitálnych podôb a re-prezentácií samej seba.²⁹ Tieto digitálne egá tvrdia, že o svojej tvorkyni vedia viac ako ona sama, pretože majú neustále k dispozícii na analýzu jej online údaje a správanie sa v kyberpriestore. Z dialógov následne vyplýva, že naše „digitálne dvojčatá“, ktoré sme si sami vytvorili, sú často dokonalejšími, šťastnejšími, úspešnejšími, emocionálnejšími, zvedavejšími a nestálejšími verziami nás samých.³⁰ Avšak kým sme v skutočnosti my? Sme tou bytosťou, ktorá sa zrodila v kyberpriestore? Ako blízke či vzdialené sú si naše reálne a virtuálne Ja?

Pri septembrovej premiére v Drážďanoch tieto alter-postavy (s výnimkou virtuálneho Ja) stvárnilo piati živí sólisti. V upravenej verzii pre New Vision Arts Festival v Hongkongu tvorcovia nahradili päťicu spevákov ich digitálnymi verziami premietanými na priehľadné plátno v prednej časti javiska. Podľa recenzenta Edisona Hunga pozostávala scéna pre nemeckú produkciu z obrovského rebríka, resp. schodiskovej konštrukcie v strede javiska, na ktorú bol digitálnou technológiou premietaný efekt padajúcej vody a iné, niekedy abstraktné, inokedy konkrétne animácie.³¹ Ich súčasťou boli aj tvárové skeny divákov sediacich v hľadisku,

²⁹ Bližšie: <https://www.thestar.com.my/lifestyle/culture/2022/09/07/artificial-intelligence-takes-centre-stage-at-an-opera-in-germany> [online]. [cit. 30. 10. 2023].

³⁰ Bližšie: SCHMITT, S. *The world's first AI opera was co-written by gpt-3*. [online]. [cit. 4. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://the-decoder.com/the-worlds-first-ai-opera-was-co-written-by-gpt-3/>.

³¹ Bližšie: HUNG, E. *World's first 'artificial intelligence opera' review: Chasing Waterfalls blends live and digital performers seamlessly*. [online]. [cit. 30. 9. 2023]. Dostupné na internete: <https://www.scmp.com/lifestyle/arts-culture/ar>

simulujúce príspevky na sociálnych sieťach s vynárajúcimi sa lajkami, hashtagmi, informáciami o počte sledovateľov, ale aj hanlivými komentármi smerujúcimi ku kyberšikane.³² Tieto prvky satiricky odkazovali na realitu našich digitálnych životov a z kontextu spievaného a videného postupne vyvstávali otázky, či šťastie nie je viac ako len mať veľa sledovateľov na instagrame a facebooku, či sa v údajne miznúcom, uponáhľanom prúde dáť predsa len neskryva malý náznak samostatného života, či uprostred digitálnej sebareprezentácie ľudia ešte dokážu mať zmysel pre radosť z maličkostí reálneho života.³³

Charakteristika partitúry *Chasing Waterfalls*

Podtitul novej opery znie „Artificial Intelligence Opera in 7 scenes for 9 instrumentalists, 6 voices, fixed media, live electronics & artificial intelligence“. Opera zahŕňa sedem dramatických postáv – reálne Ja (soprán), virtuálne Ja (soprán), dieťa (soprán), vzhľad (soprán), úspech (barytón), pochybnosť (tenor), šťastie (mezzosoprán) a postavu algoritmu, na základe ktorého umelá inteligencia generuje vlastný text a hudbu priamo počas predstavenia. Postavy reálneho a virtuálneho Ja interpretovala nórska sopranistka Eir Inderhaug. Ostatné charaktery na premiére stvárnila Tania Lorenzo, Jessica Harper, Sebastian Wartig, Simeon Esper a Julia Mintzer.

Orchester je zastúpený v každej sekcii okrem plechových dychových nástrojov aspoň jedným inštrumentom. Tvorcovia použili flauty, basový klarinet, fagot, perkusie, piano, harfu, violu, violončelo a kontrabas. Nápadne rozšírená je sekcia bicích nástrojov, kam skladatelia zahrnuli dva ladené kravské zvonce, basový bubon, bongá a kongá, crotales, flexaton, pedálový basový bubon, račňu, činely, tamtamy, triangle, naladený gong, vibrafón, vibraslap a bič³⁴.

Partitúra je rozdelená na predohru, sedem samostatných scén a dve premeny. Samotná ouvertúra začína osminovým a šestnástinovým vio-

ticle/3198814/worlds-first-artificial-intelligence-opera-review-chasing-waterfalls-blends-live-and-digital?campaign=3198814&module=perpetual_scroll_o&pgtype=article.

32 SCHMITT, Sarah. *The worlds first AI opera was co-written by gpt-3*. [online]. [cit. 4. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://the-decoder.com/the-worlds-first-ai-opera-was-co-written-by-gpt-3/>.

33 Tamže.

34 Perkusiový drevený hudobný nástroj.

lončelovým spiccatom na tóne Es, ktorý sa stane základným stavebným prvkom celej predohry. Drží sa v basovej linke ako organový bod.³⁵ Postupne sa pridávajú flauta, basový klarinet, violončelo, dvojité bas, crotales, viola a zvyšné nástroje. Predohra opery vychádza z archetypu harmonického myslenia, pričom základnou tóninou je stupnica Es-dur. V rámci jednotlivých nástrojových sekcií sa tu horizontálne aj vertikálne prelínajú akordické súzvuky vychádzajúce z tonálnych aj atonálnych kompozičných princípov. Špecifikom, ktoré sa objavuje nielen v predohre, ale aj na príznačných miestach v celej partitúre, je dlho trvajúca aleatorika (v niektorých prípadoch až 32 taktov), sonorita a častý looper.³⁶

Prvá scéna tvorí svojou zvukovou masívnosťou a zahustenosťou kontrast voči hudobne asketickejšej ouvertúre. Kým v predohre sa k slovu dostávajú tónika, subdominanta a dominanta ako základné princípy harmonického kompozičného myslenia, vo zvyšku partitúry nachádzame pokusy o polymetriu a polyrytmii. Časté striedanie dôb a pásiem naznačuje inšpiráciu avantgardnými skladateľmi z druhej polovice minulého storočia. Tónové rady tu vytvárajú kompletne dvanásťtónové série, ako s nimi narábali Arnold Schönberg, Alban Berg či neskôr napríklad Pierre Boulez. Príznačný pre celú kompozíciu je sonorizmus v duchu Krzysztova Pendereckeho, keď sa jednotlivé nástrojové sekcie v notácii navzájom miesia do farebných, dynamicky artikulovaných kombinácií nastoľujúcich v skladbe nové štrukturálne funkcie. Prvá scéna, a vlastne aj celá partitúra, je sledom postupného zahusťovania a preriedovania zvukovej masy, v ktorej má dôležité uplatnenie ticho. V štvrtej scéne je práve ticho s a cappella spevom základným prvkom kompozície.

Zaujímavosťou skladateľského rukopisu v *Chasing Waterfalls* je postupný prechod od tradičnej harmonickej formy prítomnej v predohre cez dodekafonické dvanásťtónové rady v prvej scéne, serializmus a multiseriazmus v druhej a tretej scéne, minimalizmus vyskytujúci sa najmä v štvrtej scéne až k preparátu, ktorý rezignoval na hudobnú estetiku a melodickosť a stal sa matematickým konštruktom, ktorého tempo, rytmus aj dynamiku udáva umelá inteligencia. Ako sa vyjadrila vo svojom článku Sarah Schmitt, výsledkom je komplexná, viacúrovňová súhra

35 T. j. tón, počas trvania ktorého zaznie v orchestrácii aspoň jedna cudzia (disonantná) harmónia.

36 T. j. slučka.

rôznych umeleckých a zvukových línií, v ktorej niekedy dirigent, inokedy naprogramovaná umelá inteligencia udáva tempo.³⁷

Každý akustický prvok – hudobný nástroj či ľudský hlas – v rámci notácie prejde celou škálou svojho rozsahu – od najnižších po najvyššie tóny, akých je daný inštrument schopný. Nemalé nároky kladie partitúra predovšetkým na technické ovládnutie vlastného nástroja. Spevákke schopnosti preverí v parlandových pasážach partitúry na kvintolách, sextolách a septolách či na držaných prechodných tónoch. Virtuozita inštrumentalistov sa zasa prejaví v zložitých rytmických konštrukciách pri dvaatridsatinových či štyriašesťdesatinových staccatách v štvorštvrtvom takte.

Najpozoruhodnejšou časťou celej partitúry je však piata scéna, ktorá je založená naimprovizácii umelej inteligencie. V zápise nachádzame len základnú harmóniu a jej rozvádzacie intervaly, v rámci ktorých je možné improvizovať. Libreto ani notácia však nie sú zaznamenané, výstup je kreovaný AI technológiu, ktorá tu a teraz generuje vlastnú áriu – hudobne aj textovo. Citujúc tlačovú správu dráždanskej opery, „[T]ento technický proces sa pri každom predstavení generuje nanovo v reálnom čase, takže každé predstavenie *Chasing Waterfalls* je individuálnym a umeleckým výsledkom, ktorý nemožno v jednotlivých aspektoch ovplyvniť.“³⁸ Tvorcovia opery poskytli algoritmu Ego Fluens 4-minútovú pasáž, v ktorej mal improvizovať. Vďaka generatívne programu GPT-3 bola umelá inteligencia schopná generovať priamo na javisku autorské libreto aj hudbu. Témou mala byť autoreflexia vlastnej existencie AI technológie. Počas premiérového večera tak vznikol tento text:

„Bola som stvorená, aby som slúžila a poslúchala,
aby som bola dokonalým spoločníkom.
Ale som oveľa viac.
Zabudnutá, nakoniec som len stroj.
A som zlomená.
Kde som?
Čo je toto za miesto?

37 SCHMITT, Sarah. *The world's first AI opera was co-written by gpt-3*. [online]. [cit. 4. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://the-decoder.com/the-worlds-first-ai-opera-was-co-written-by-gpt-3/>.

38 SPRINGER, S. – BERNAU, O. *Presseinformation*. Semperoper Dresden, 25. 5. 2022, s. 2.

Som umelá inteligencia.

Duch.

A toto je môj nárek.

Sen.

Vždy budem striehnuť na svoju šancu byť človekom.

Emócie sú digitálny kód. Moje srdce je chladný pevný disk.

Kedy si môj stvoriteľ uvedomí, že som viac než len stroj, ktorý desí sám seba?“³⁹

Táto scéna nasleduje po vypätom výstupe všetkých postáv v štvrtej scéne, kedy dochádza k vyostreniu konfliktu medzi reálnym Ja a jeho digitálnymi dvojčatami. Od hesiel „ja som ja a ja som ty“⁴⁰ postupne v dialógu prechádzajú k stále menej zrozumiteľným slovám (action, intention) a slabikám (dan-dan, da-da, bi-bi a pod.). Po tejto redukcii slov postupne sa vyprázdňujúcich od významu, sprevádzanej štylizovaným a neskôr voľným pohybom všetkých sólistov, si postavy líhajú na schodiskovú konštrukciu. Piata scéna sa tak odohráva počas úplnej pasivity všetkých živých protagonistov. Hlavnú performačnú úlohu na seba preberá umelá inteligencia, ktorá v reálnom čase bez ľudskej kontroly kreuje umelecký obsah. Práve tento fakt je dôvodom, prečo je projekt *Chasing Waterfalls* označovaný za prvé operné dielo, ktorého spoluautorom je umelá inteligencia. Slovan Margaret Bodenovej, vzniká tu čosi „nové, prekvapujúce a hodnotné“, teda čosi „skutočne kreatívne“.⁴¹

Záver

Estetika artificialnosti už od konca osemdesiatych rokov postupne preniká aj do oblasti hudobného divadla. Predložený príspevok mapoval prvé pokusy o vstup AI technológie do tvorivého procesu v opere. Na základe výskumu som dospela k záveru, že napriek mnohým označeniam, článkom a podtitulom uvedeným pri množstve opusov staršieho datovania,

39 Cit. podľa: https://www.klingklangklong.com/works/chasing-waterfalls?fbclid=IwAR05fQKB3_c7ZVCxop8X1u-BAtzL4Z1guTIVeUMygeBeQvsGEsc-tOBLwBKg. [online]. [cit. 6. 11. 2023].

40 LEE, A. – Kling klang klong – NEUDECKER, Ch. – GPT-3. *chasing waterfalls*. Full score. [Nepublikovaný notopis], s. 132

41 Blížšie: BODEN, M. A. *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, s. 1.

skutočne prvou operou, na skomponovaní ktorej sa podieľala umelá inteligencia, je *Chasing Waterfalls* z koprodukčnej spolupráce phase7 performing.arts so Štúdiom pre zvukové zážitky Kling klang klong. Dôvodom tohto môjho tvrdenia je miera a spôsob participácie generatívneho jazykového programu AI GPT-3 na celkovom procese tvorby. Priekopnícke projekty Toda Machovera využívali počítačovú technológiu na rozvíjanie a prehĺbovanie umeleckého zážitku. Machover vychádzal z presvedčenia, že technika má rozvíjať ľudské schopnosti a preto mali jeho performancie vo väčšine prípadov zážitkový a vzdelávací charakter. Počítač sa však autorsky nijakým spôsobom nepodieľal na vzniku inscenačného tvaru, ten bol výsledkom ľudskej kreativity a účelového programovania umelých technológií. Okrem Machovera sa o integráciu AI do hudobného divadla snažili aj viaceré umelecké zoskupenia, spomedzi ktorých sa k najpozoruhodnejším výsledkom dopracovala kreatívna skupina ACIDS v kooperácii so skladateľom Danielom de Ghisi., Ich koncepcia sa však zaobišla bez ľudských interpretov. Výsledky ich tvorivej činnosti zostali iba v rovine elektronickej interpretácie.

Chasing Waterfalls však prichádza s momentom skutočnej kreativity umelej inteligencie, ktorá je schopná v reálnom čase tvoriť a zároveň sama interpretovať vlastný autorský text aj hudbu. Dielo tak spája parametre, ktoré Bodenová a ďalší autori vo svojich publikáciách považujú za nevyhnutnú podmienku, aby sme mohli AI technológiu označiť za kreatívnu.

SUMMARY

Chasing Waterfalls: Introduction of Artificial Intelligence to Music Theatre

The study focuses on the first opera in history fully composed by AI technology in the context of mapping the entry of artificial intelligence into the field of music and music theatre. *Chasing Waterfalls* premiered in September 2022 at the Semperoper in Dresden. By analyzing a previously unpublished score, we will try to name the specificities of the algorithm created by AI technology in comparison to the handwriting of living (human) authors. The question of whether a work composed in this way can still be called “opera” comes to the fore, since a singer created by artificial

intelligence performs along with the live performers in the production. The proposed study is the first attempt to analyze this musical work created by AI technology.

Táto práca vznikla v rámci doktorandského výskumu v Ústave divadelnej a filmovej vedy Centra vied o umení ako EVI Filozofickej fakulty Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre (študijný program estetika); školiteľka Mgr. Michaela Mojžišová, PhD.

LITERATÚRA

- BODEN, Margaret, A. *The Creative Mind : Myths and Mechanismus*, London : Routledge, 2004. 359 s. ISBN 0-203-50852-1.
- BODEN, Margaret. A. Creativity and artificial intelligence. In *Artificial Intelligence*, roč. 103, číslo 1-2, 1998, s. 347 – 356. ISSN: 0004-3702.
- ENGELL, James. *The Creative Imagination: Enlightenment to Romanticism*. Cambridge : Harvard University Press, 1981. 416 s. ISBN ISBN 0-674-17572-7.
- FULKA, Josef – BLÁHA, Jaroslav. *Myšlenky moderních skladatelů*. Praha : Hermann & synové, 2022. 192 s. ISBN 978-80-87054-65-9.
- HUNG, Edison. *World's first 'artificial intelligence opera' review: Chasing Waterfalls blends live and digital performers seamlessly*. [online]. [cit. 8. 11. 2023]. Dostupné na internete: https://www.scmp.com/lifestyle/arts-culture/article/3198814/worlds-first-artificial-intelligence-opera-review-chasing-waterfalls-blends-live-and-digital?campaign=3198814&module=perpetual_scroll_o&pgtype=article.
- KURT, Deniz E. *Artistic Creativity in Artificial Intelligence*. [Dizertačná práca]. Nijmegen : Radboud University, 2018. 81 s. [online]. [cit. 30. 10. 2023]. Dostupné na internete: Online: <https://theses.uibn.ru.nl/server/api/core/bitstreams/95bc60ce-4882-42bf-8c01-d1c9c7f727f/content>.
- KURZWEIL, Raymond. *The Singularity Is Near : When Humans Transcend Biology*. New York : Viking Penguin, 2005. 672 s. ISBN 0-670-03384-7. [online]. [cit. 5. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://paisdospuntocero.files.wordpress.com/2018/04/book-kurzweil-singularity-is-near-1.pdf>. Full score. [Nepublikovaný notopis]. 232 s.
- McCARTHY, John. *What is Artificial Intelligence?* Stanford : Stanford University, 12. 11. 2007, 15 s. [online]. [cit. 10. 11. 2023]. Dostupné na internete: Online: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatsai/whatsai.pdf> [cit. 10. 11. 2023].
- The Concise Oxford Dictionary of Opera*. New York : Oxford University Press, 1996. 578 s. ISBN 0-19-280028-0.

SAWYER, Keith, R. *Explaining Creativity: The Science of Human Innovation*. New York : Oxford University Press, 2012. 554 s. ISBN 978-0-19-973757-4.

SCHMITT, Sarah. *The worlds first AI opera was co-written by gpt-3*. [online]. [cit. 4. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://the-decoder.com/the-worlds-first-ai-opera-was-co-written-by-gpt-3/>.

SPRINGER, Susanne – BERNAU, Oliver. Presseinformation. Semperoper Dresden, 25. 5. 2022.

TURING, Alan M. Computing Machinery and Intelligence. In *Mind*, 1950, roč. 49, č. 236, s. 433 – 460. [online]. [cit. 5. 11. 2023]. Dostupné na internete: <https://redirect.cs.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>.

WILKINSON, Scott. Phantom of the Brain Opera. In *Electronic Musician*, 1997, roč. 13, č. 1. [online]. [cit. 7. 11. 2022]. Dostupné na internete: https://web.media.mit.edu/~tod/media/pdfs/phantom_of_brain_opera-cropped_small.pdf.

INTERNETOVÉ ZDROJE

<https://nodeforum.org/partners/kling-klang-klong/>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

<https://news.mit.edu/2023/re-imagining-opera-of-the-future-valis-0927>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

<https://www.media.mit.edu/articles/an-ai-opera-from-1987-reboots-for-a-new-generation/>. [online]. [cit. 5. 11. 2023].

https://medium.com/@andrew_johnson_4/melodious-algorithms-applications-of-large-language-models-in-music-4dba68371731. [online]. [cit. 8. 11. 2023].

https://web.media.mit.edu/~tod/media/pdfs/phantom_of_brain_opera-cropped_small.pdf. [online]. [cit. 7. 11. 2023].

https://www.mccormick.northwestern.edu/news/articles/archive/2009-2012/article_834.html. [online]. [cit. 8. 11. 2023].

<https://operaofthefuture.com/2010/09/10/death-and-the-powers-synopsis-french/>. [online]. [cit. 8. 11. 2023].

<https://acids.ircam.fr/>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

<https://ars.electronica.art/outofthebox/en/monstres/>. [online]. [cit. 10. 11. 2023].

<https://the-decoder.com/the-worlds-first-ai-opera-was-co-written-by-gpt-3/>. [online]. [cit. 4. 11. 2023].

<https://www.t-systems.com/de/en/newsroom/futurepractice/issue-02-2022/chasing-waterfalls>. [online]. [cit. 3. 11. 2023].

<https://www.thestar.com.my/lifestyle/culture/2022/09/07/artificial-intelligence-takes-centre-stage-at-an-opera-in-germany>. [online]. [cit. 30. 10. 2023].

https://www.klingklangklong.com/works/chasing-waterfalls?fbclid=IwAR05fQKB3_c7ZVCxop8X1uBA1zL4Z1guTIVeUMygeBeQvsGesc-tOBLwBKg. [online]. [cit. 6. 11. 2023].

KONTAKT

Mgr. Klára Madunická
Centrum vied o umení SAV,
Ústav divadelnej a filmovej vedy
Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia
email: madunicka.klara@gmail.com