Akademie múzických umění v Praze
Filmová a televizní fakulta
Katedra zvukové tvorby

BAKALÁRSKA PRÁCA

Sonifikácia ako umelecký prostriedok

Bc. Dávid Procházka

Vedúci práce: Ing. Martin Ožvold
Prideľovaný akademický titul: BcA.

Praha, 8/2023

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/magisterskou/disertační práci s názvem

Sonifikácia ako umelecký prostriedok

vypracoval(a) samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a s použitím pouze uvedené literatury a pramenů a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu. Souhlasím s tím, aby práce byla zveřejněna v souladu se zákonem a vnitřními předpisy AMU.

Praha, dne 14.8.2023 ……..

Dávid Procházka

Poďakovanie

Veľká vďaka patrí Martinovi Ožvoldovi nielen za podnetnú spätnú väzbu pri kryštalizácii samotnej práce, ale predovšetkým za rozvoj konceptuálneho myslenia, podnecovanie experimentátorského hladu a nedozierne rozšírenie obzorov počas celého bakalárskeho štúdia. Ďakujem aj Borisovi Vitázkovi za možnosť nazrieť pod pokrievku jeho práce. V neposlednom rade patrí zdravica Kamilovi Zbružovi za prvotný impulz vedúci k tejto téme.

Abstrakt

Bakalárska práca sa zameriava na problematiku sonifikácie ako nástroja umeleckej tvorby, opierajúc sa o súbor výkladov jej definičného rámca vyplývajúcich z viac ako troch dekád prieskumu a publikácií. Cieľom práce je analyzovať potenciálny rozpor tejto konceptualizácie vymedzenými princípmi sonifikácie s použitím transformácie dát do zvukovej domény v rámci kontextu umeleckého diela. Ako prípadová štúdia pre demonštráciu týchto téz je zvolený zvukový objekt - grafofón. Na ňom sa ilustruje široká škála definícií a prístupov k procesu transcodingu dát do zvukovej formy.

Výstup tejto práce pomocou tejto štúdie naznačuje, kde sa nachádza hranica pre tento fenomén, a akú dôležitú úlohu hrá exaktné definičné a taxonomické zakotvenie pre tento proces v tak subjektívnej sfére ako je umenie, či je nevyhnutné pre adekvátne využitie, alebo či ponechanie sonifikácie v otvorenejšom rámci môže umožniť väčšiu kreativitu a umeleckú subjektivitu. V širšom rámci by mal smerovať k diskusii o význame definícií a hraníc v kontexte umenia.

Abstract

This bachelor's thesis focuses on the matter of sonification as a tool for artistic creation, drawing on a set of interpretations within its definitional framework that have emerged from over three decades of research and publications. The aim of the thesis is to analyze the potential discrepancy between the conceptualization outlined by the defined principles of sonification versus the application of data transformation into the auditory domain within the context of artistic work. These premises are illustrated as a case study of the sound object - grafofón. The case study showcases a broad range of definitions and approaches to the process of transforming data into auditory domain.

The output of this work, facilitated by this study, suggests the delineation of boundaries for this phenomenon and the (in)significance of precise definitional and taxonomic anchoring in this process within the subjective realm of art. It questions whether such definition is necessary for adequate utilization, or if leaving sonification in a more open framework could foster greater creativity and artistic subjectivity. In a broader context, this should contribute to the discussion about the significance of definitions and boundaries in the artistic domain.

Obsah

Úvod 1

1 Sonifikácia ako proces 1

1.1 Kognitívne štruktúry ako predispozícia sonifikácie 2

1.2 Ohraničenie definičného rámca 3

1.2.1 Definícia podľa Kramera 3

1.2.2 Definícia podľa Scaletti 4

1.2.3 Definícia podľa Worralla 5

1.2.4 Hermannove podmienky sonifikácie 5

1.3 Taxonomické kategorizácie 7

1.3.1 Suchánkovo delenie na základe účelu 7

1.3.2 Delenie na základe dátovej reprezentácie 8

2 Umelecká sonifikácia 10

2.1 Dispozícia a individuálne stanovisko 10

2.2 Design sonifikačnej architektúry, autorské vklady 11

3 Boris Vitázek, Zuzana Sabová: Grafofón 12

3.1 Motivácia vzniku a východiskové princípy 12

3.2 Konštrukcia a sonifikačná architektúra 16

3.2.1 Prvá iterácia – *Galantské piesne,* 4D gallery 18

3.2.2 Druhá iterácia – Multiplace festival, festival Biela Noc 19

3.2.3 Tretia iterácia – *Adamčiak, začni!,* SNG 19

3.2.4 Štvrtá iterácia – festival Pohoda 19

3.3 Zhrnutie 22

Záver 23

Zoznam použitých zdrojov 24

Úvod

Bakalárska práca sa zameriava na problematiku sonifikácie ako nástroja umeleckej tvorby. Cieľom práce je analyzovať potenciálny rozpor tejto konceptualizácie vymedzenými princípmi sonifikácie s použitím transformácie dát do zvukovej domény v rámci kontextu umeleckého diela.

V prvej kapitole sa práca venuje súhrnu definičných rámcov a taxonomických kategorizácií relevantných pre následnú analýzu.

V druhej kapitole sa tieto definičné rámce aplikujú na sféru umeleckej tvorby, a načrtnú možné ťažiská autorského prístupu. Vo voľnejšej reflexii sa navrhne vhodný prienik teoretických základov a umeleckej praxe.

Ako prípadová štúdia pre demonštráciu týchto téz je zvolený zvukový objekt - grafofón. V tretej kapitole sa na ňom sa ilustruje široká škála definícií a prístupov k procesu transcodingu dát do zvukovej formy.

Výstup tejto práce vyplývajúci z tejto štúdie by mal otvárať diskusiu, či je nevyhnutné pre adekvátne využitie sonifikačného procesu v umeleckých aplikáciách definovať príslušnosť pomocou definičného rámca.

1 Sonifikácia ako proces

1.1 Kognitívne štruktúry ako predispozícia sonifikácie

Vnímanie a porozumenie podnetov okolitého sveta je pre človeka zviazané jeho piatimi zmyslami. Každý zo zmyslov má svoje jedinečné prostriedky ako vyhodnocovať prichádzajúce impulzy, avšak svet v ktorom sa pohybujeme je natoľko komplexný, že tieto vzruchy často nemožno separovať a klasifikovať na základe jedného špecifického zmyslu, alebo je vhodné využívať ich kombináciu pre kvalitatívne lepšiu a efektívnejšiu interpretáciu.

Je preto pozoruhodné, že pokiaľ ide o spracovanie dát, spravidla sa spoliehame na vizuálne stvárnenie ako na výsostnú metódu.[1] Napriek tomu, v porovnaní zo zrakom, pomocou ktorého možno rozpoznávať podnety nanajvýš v nízkych desiatkach milisekúnd[2], jemnosť vnímania sluchom, kde aj pri vzorkovacej frekvencii 44,1kHz je chýbajúca vzorka aj pre netrénovaného poslucháča identifikovateľná ako *click*, sa javí minimálne v špecifických aplikáciách ako vhodnejší spôsob. Taktiež má svoje výhody v prirodzenej schopnosti človeka odhaľovať rytmicky sa opakujúce vzory, respektíve periodické a aperiodické zmeny. Opieranie sa o sonickú analýzu ako jedinú metódu samozrejme tiež prináša svoje úskalia – napríklad nutnosť vypočuť si celý dataset, oproti vizuálnej, kde máme všetky dáta k dispozícii v jeden moment.

Rozširovanie *kognitívnej šírky pásma,* teda akéhosi vyťaženia senzorickými impulzami pomocou kombinovania niekoľkých zmyslov, je koncept hojne využívaný v mnohých sférach.[3] Tvrdí, že existuje konečná maximálna saturácia podnetmi, ktorú jedinec zvládne efektívne vyhodnotiť, ďalšie menej intenzívne impulzy sú maskované ako šum. Pre analýzu dát je preto výhodné posilniť efektivitu spracovania vzruchov kombináciou senzorických vstupov – tým je možné vzájomne odbúrať nedostatky jednotlivých zmyslových orgánov a lepšie fragmentovať kognitívnu šírku pásma. Aj pri veľkom dátovom toku tak je možné získať novú perspektívu na trend alebo spájať inak neprístupné súvislosti. Nárast praktických aplikácií používajúcich zvukového média pre analýzu sa preto z rozvojom výpočtovej techniky javí ako prirodzený.

[1] FILIMOWICZ, použitá literatúra [1], s. 197

[2] POTTER, použitá literatúra [2], s. 277-278

[3] KIRSCHNER, použitá literatúra [3], s. 1-10

1.2 Ohraničenie definičného rámca

Pre pochopenie definície sonifikácie je vhodné najprv vyjasniť rozdiel medzi dátami, informáciou a vedomosťou. Na dáta môžeme nazerať ako na súbor hodnôt zmien určitej veličiny, ktorá existuje nezávisle od nášho vedomia. Preskúmaním dát získavame už vedomú informáciu o danom jave, ktorú následne môžeme na základe korelácie s našimi skúsenosťami zhodnotiť na vedomosť a využiť ju tak pre následné rozhodnutie, ako s ňou efektívne naložiť.[4]

Aj keď sa prevod dát do sonickej domény objavoval už od počiatku 20. storočia, prvú definíciu, ktorá by používala termín *sonifikácia* použil zrejme až David A. Rabenhorst v roku 1990, kde na ňu odkazuje ako na „doplnkový aurálny náprotivok vizuálnej reprezentácii dát“[5]. Nakoľko sa pokusy o exaktné definičné ukotvenie tohto fenoménu objavujú až v 90. rokoch, a dovtedy už dlhé desaťročia koexistovali množstvá praktických aplikácií v širokom spektre vedeckých odborov, tieto definície sa často líšia svojou škálou ohraničenosti, čo všetko by sonifikácia mala zahrňovať – ide o logické vyústenie dlhotrvajúcej nekategorizovanej anarchie, a zažitých skúseností či poľa pôsobenia, a z toho vyplývajúcich subjektívnych preferencií každého autora.

1.2.1 Definícia podľa Kramera

V roku 1992 sa na popud Gregoryho Kramera uskutočnila konferencia *International Conference on Auditory Display – ICAD* (neskôr premenovaná na *International Community for Auditory Displays)* za účelom vytvoriť zastrešujúcu vedeckú platformu prepájajúcu výskumníkov so záujmom o využitie zvuku pre účely analýzy dát. Výstupom tohoto sympózia sa stal pioniersky ucelený zborník Auditory Display – Sonification, Audification and Auditory Interfaces (editovaný Kramerom), venujúci sa výskumnej oblasti sonifikácie.[6]

V neskôr publikovanom článku *The Sonification Report: Status of the Field and Research Agenda* Kramer uvádza:

> *Sonification is defined as the use of nonspeech audio to convey information. More specifically, sonification is the transformation of data relations into perceived relations in an acoustic signal for the purposes of facilitating communication or interpretation.*[7]

> *Sonifikácia je definovaná ako aplikácia neverbálneho zvuku za cieľom prenosu informácií. Presnejšie povedané, sonifikácia je transformácia dátových vzťahov na vzťahy vnímané pomocou akustického signálu za účelom uľahčenia komunikácie alebo interpretácie.*

[4] FILIMOWICZ, použitá literatúra [1], s. 196

[5] RABENHORST, použitá literatúra [4]

[6] SUCHÁNEK, použitá literatúra [5], s. 14

[7] KRAMER, použitá literatúra [6], s. 3

Kramer teda vo svojej téze definuje sonifikáciu ako proces, pri ktorom dochádza k transformácii dát na vstupe na akustický signál, ktorý by potenciálne mal pre poslucháča niesť určitú formu informácie (definované v úvode kapitoly 1.2), ťažko získateľnú alebo odhaliteľnú pomocou iného média. Taktiež explicitne vylučuje použitie reči ako výstupného signálu, zrejme pre odlíšenie od aplikácií prevodu textu na reč.

1.2.2 Definícia podľa Scaletti

Jedna z ďalších priekopníčok sonifikácie Carla Scaletti v publikácii editovanej Gregorym Kramerom vo svojej kapitole *Sound synthesis algorithms for auditory data representation* uvádza:

> *Sonification is a mapping of numerically represented relations in some domain under study to relations in an acoustic domain for purpose of interpreting, understanding, or communicating relations in the domain under study.*[8]

> *Sonifikácia je mapovanie číselne vyjadrených vzťahov v skúmanej doméne na vzťahy v akustickej doméne, za zámerom interpretácie, pochopenia alebo komunikácie vzťahov v skúmanej doméne.*

Je zjavné, že toto vymedzenie, ktoré bolo publikované ešte pred doplnenou Kramerovou definíciou (popísané v podkapitole 1.2.1) sa z jeho tézou z veľkej časti prekrývajú. Vo voľnom slovenskom preklade pôsobia takmer identicky, avšak mnoho autorov nadväzujúcich na prácu Scaletti a Kramera, citujúcich teda anglický originál, spomína zásadný rozdiel – výklad, ktorý ponúka Scaletti sa dá aplikovať jednak na *proces* reprezentácie a tiež na výsledný *objekt*. Naproti tomu Kramer presúva ťažisko na samotný proces transformácie.

Scaletti ako prvá tiež upriamuje pozornosť na dva podstatné zložky, ktoré by mala sonifikácia napĺňať – *technique* (technika; spôsob mapovania numerických dát na zvuk) a *intent* (zámer; pochopenie alebo komunikácia informácie). Nutné naplnenie druhej podmienky, teda zámeru sprostredkovať interpretáciu skúmaných dát vymedzuje sonifikáciu ako výlučne analytický prostriedok a vylučuje tým mnohé práce umeleckého charakteru.[9] Scaletti pre umelecké projekty využívajúce sonifikáciu navrhuje termín *data-driven music, data based sound art* alebo jednoducho *music*.[10]

[8] KRAMER, použitá literatúra [7], s. 224

[9] SUCHÁNEK, použitá literatúra [5], s. 17-18

[10] DEAN-MCLEAN, použitá literatúra [8], s. 380

1.2.3 Definícia podľa Worralla

Oproti dvom vyššie spomínaným náhľadom zastáva David Worrall omnoho liberálnejší názor[11], a to že „terminologické pojmy ako *audio displej* alebo *sonifikácia* je vhodnejšie používať skôr v popisnom kontexte, než ako ukotvenú definíciu v rámci striktnej taxonómie, pretože ich význam – hnaný potrebou jemnejších rozdielov – má príliš veľkú zotrvačnosť, aby bol uväznený túžbami po sémantickej čistote“. To je istým spôsobom omnoho vyzretejší názor, podložený skúsenosťami odstupu času od predchádzajúcich definícií. Zotrvačnosť, na ktorú sa Worrall odkazuje, je dozaista nielen rýchlosť vývoja sonifikačných aplikácií (spätých s rozmachom informačných technológií), ale najmä šírkou spektra sfér v ktorých sa sonifikácia uplatňuje.

Vo svojej vlastnej definícii si zámerne necháva priestor svojou nejednoznačnosťou:

Data sonification is the acoustic representation of informational data for relational non-linguistic interpretation by listeners, in order that they might increase their knowledge of the source from which the data was acquired.[12]

Dátová sonifikácia je akustická reprezentácia informačných dát pre vzťahovú nelingvistickú interpretáciu poslucháčmi, so zámerom ich možného získania vedomostí o zdroji, z ktorého boli dáta získané.

V každej z uvedených definícií je nutné istým spôsobom čítať medzi riadkami, aby boli odhalené všetky nuanse, ktoré autor zamýšľal zahrnúť, respektíve zámerne zamlčať. V prípade Worralla je nutné spomenúť zamýšľanú implikáciu o vzťahovej interpretácii, kde necháva priestor na výstup spracovaný poslucháčom v otvorenom intervale, a naznačuje, že často je dôležitejšie vnímať relatívne vzťahy a vývoj, než samotné dáta vo svojich absolútnych hodnotách.

1.2.4 Hermannove podmienky sonifikácie

Jednou z najucelenejších prác zaoberajúcej sa teóriou sonifikácie je *The Sonification Handbook* editovaná Thomasom Hermannom. Vo svojom texte pripúšťa nevyhnutný prienik sonifikácie do umeleckých médií vďaka svojim estetickým kvalitám, avšak vo svojom definičnom rámci sa opiera o doménu vedeckých výskumných procesov. Je zrejmý dôraz na získané vedomosti o skúmanom fenoméne na základe ponoru do zdrojových dát – podľa Hermanna teda ide viac o funkčný zámer, než o systematický proces. Na základe svojej práce *Taxonomy and definitions for sonification and auditory display* navrhuje štyri podmienky, ktoré by mala práca spĺňať, aby mohla byť nazvaná sonifikáciou[13]:

---

[11] WORRALL, použitá literatúra [9], s. 25

[12] WORRALL, použitá literatúra [9], s. 25

[13] HERMANN, použitá literatúra [10], s.152

1. *The sound reflects objective properties or relations in the input data.*
2. *The transformation is systematic. This means that there is a precise definition provided of how the data (and optional interactions) cause the sound to change.*
3. *The sonification is reproducible: given the same data and identical interactions (or triggers) the resulting sound has to be structurally identical.*
4. *The system can intentionally be used with different data, and also be used in repetition with the same data.*

Alebo vo voľnom preklade:

1. *Zvuk reflektuje objektívne vlastnosti a vzťahy vstupných dát.*
2. *Transformácia je systematická, t.j. je poskytnutá exaktná definícia akým spôsobom dáta (a prípadné interakcie) ovplyvňujú zmenu vo zvuku.*
3. *Sonifikácia je opakovateľná: na základe rovnakých dát a identických interakcií (spúšťačov) bude výsledný zvuk štrukturálne identický.*
4. *Systém môže byť použitý s iným datasetom, ale môže byť opakovateľne použitý aj s rovnakým datasetom.*

Pre kontext umeleckých sonifikácií ide o pomerne zväzujúce podmienky. Je diskutabilné, v akej miere je nutné poskytovať detaily o sonifikačnej architektúre (na základe podmienky č. 2), keďže pre určité diela je zachovanie určitej algoritmickej latentnosti jeho samotnou esenciou. Totožná opakovateľnosť (podmienka č. 3) je tiež závislá od samotného designu architektúry, a pre isté komplexnejšie umelecké aplikácie môže znamenať rozkol v znamení obety pre zachovanie estetických kvalít.

1.3 Taxonomické kategorizácie

Ako vyplýva z podkapitoly 1.2, existuje množstvo teórií, ako možno na sonifikačný proces nazerať. Preto je dôležité zadefinovať používanú terminológiu, na ktorú sa možno odkazovať v ďalších statiach. V nasledujúcej podkapitole sú predstavené systémy triedenia sonifikačných diel, ktoré sú relevantné pre analýzu umeleckých aplikácií, obzvlášť v kapitole 3.

1.3.1 Suchánkovo delenie na základe účelu

Pre klasifikáciu s ťažiskom v umeleckých dielach je vhodné odčleniť tieto aplikácie samostatnou kategóriou, ktorá by tolerovala odlišný prístup k sonifikácii ako k procesu, ale aj ku samotnej konzumácii výstupov. Preto je v tejto bakalárskej práci ako základné delenie zvolená kategorizácia navrhovaná Jiřím Suchánkom v jeho dizertačnej práci[14]. Rozlišuje tri druhy sonifikácie, „líšiace sa za účelom vzniku, cieľovým publikom a estetickými preferenciami pri ich tvorbe“:

- **analytická (vedecká) sonifikácia**
  Je využívaná predovšetkým pre vedecké účely za cieľom analýzy dát a skúmania fenoménu pomocou zvuku, často ako komplementárna metóda k vizuálnemu zobrazeniu. Okrem laboratórnych aplikácií sa do tejto kategórie radia aj práce s cieľom popularizácie vedy.

- **aplikovaná (navigačná) sonifikácia**
  Zameriava sa na asistenciu pri situáciách v bežnom živote, a slúži k navigácii a orientácii. Väčšinou sa jedná o jednoduché signalizačné pípania a sample (earcons, audio ikony, majáky).

- **umelecká sonifikácia**
  Jej cieľ je vytvorenie prežitku s umeleckou hodnotou pre poslucháča. Presná analýza nie je prioritou, zameriava sa na estetické hodnoty, využitie konceptuálnych presahov a použitia zdrojových dát ako metafory, symbolu či apelu. Akceptujú sa aj hybridné prístupy, kde dáta sú iba jedným z elementov v kompozičnom procese s rôznou mierou uplatnenia. Suchánek však nezabúda zdôrazniť, že systematickosť transformácie by mala byť zachovaná, a ak sa od nej autor odkloní akoukoľvek editáciou, je nutné tieto zmeny vzhľadom k zachovaniu objektivity ako jedného z princípov sonifikácie uviesť.

[14] SUCHÁNEK, použitá literatúra [5], s. 33

1.3.2 Delenie na základe dátovej reprezentácie

Z uplynulých úvah je teda možné si utvoriť obraz o tom, čo zhruba definičný rámec sonifikácie zastrešuje. V podkapitole 1.3.1 sme vyčlenili umelecké aplikácie spod bremena analytického zmýšľania, ale pre dokumentáciu rozmanitosti reprezentácie dát vo výstupnom signáli je súce neopomenúť aj túto klasifikáciu[15] (nakoľko všetky z týchto postupov sa v umeleckej sonifikácii objavujú, ale každý z nich využíva veľmi rozdielne prístupy k tvorbe algoritmu, a niektoré kategórie na prvý pohľad ani nespadajú do vyššie uvedených definičných rámcov), na ktorú sa neskôr budeme odkazovať.

- **diskrétna**
  Každý dátový bod z vybraného datasetu je reprezentovaný individuálnou zvukovou udalosťou. Radia sa sem alarmy, audio ikony (zvukové gestá predovšetkým v počítačových systémoch), earcons (krátke abstraktné zvukové správy), majáky (navigácia v komplexných datasetoch) a iné. Reprezentácia funguje prevažne symbolickým spôsobom, a v mnohých aplikáciách sa užívateľ musí najprv naučiť význam jednotlivých zvukových gest (je samozrejme na autorovi sonifikačnej architektúry, aby zvolil vhodnú zvukovú reprezentáciu, a uľahčil tým poslucháčovi čitateľnosť komunikovanej informácie).

- **kontinuálna**
  Funguje predovšetkým analogickým spôsobom na dvoch prerekvizitách – metrika s pravidelným nemenným vzorkovacím krokom (aspoň v jednej z dimenzií/veličín) a dostatočná frekvencia vzorkovania pre aurálnu interpoláciu.
  - **0. rád sonifikácie – audifikácia**
    Nazývaná tiež *priama*, nakoľko dáta sú prekladané priamo na signál. Široko využívaná v analytickej sfére, čo vyplýva z mapovania na arbitrárne parametre (čas – čas, priestor – priestor...) a tým dobrú čitateľnosť dátových vzťahov. Oscilátorom sa stávajú teda samotné dáta na časovej ose (pre limitácie ľudského sluchu sú použité techniky časovej expanzie a transpozície).
  - **1. rád sonifikácie – parametrické mapovanie (PMSon)**
    Asi najvyužívanejší spôsob sonifikácie. Dáta sú mapované na určité parametre zvukového generátora. Výhody spočívajú v otvorenejšom a flexibilnejšom systéme, pomerne jednoduchom parametrizovaní máp a možnosti rýchlej editácie.

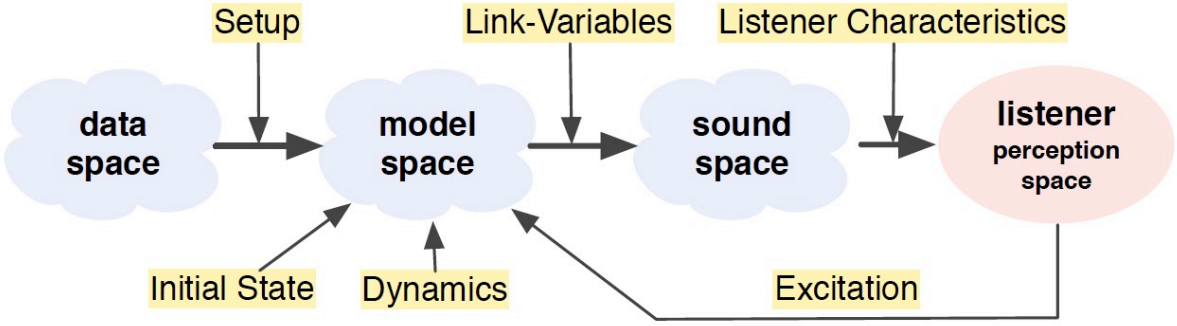
[15] WORRALL, použitá literatúra [9], s. 27-44

- **interaktívna**

  Podobne ako kontinuálna reprezentácia, interaktívna funguje tiež analogickým spôsobom, ale kontinuita v tomto prípade nie je dodržaná. Dáta nie sú reprezentované zvukom ani použité na samotnú kontrolu parametrov. Špecifikom je, že užívateľ má možnosť excitovať dynamický model („hrať/performovať“) a týmto spôsobom skúmať vybraný dataset. Radia sa sem zvukové grafy (interaktívna analógia vizuálnych grafov), wave space sonification (WSS, sonifikácia založená na wavetable syntéze), fyzické modelovanie (akustické matematické modely skutočných aj fiktívnych nástrojov, bežne používaná prax v tvorbe hudby s virtuálnymi nástrojmi) a tiež

  - **2. rád sonifikácie – modelová sonifikácia (MBS)**

    Často používaná ako synonymum interaktívnej sonifikácie. (Ostatné marginálne príklady spomenuté vyššie)



Obr. 1: Schéma popisujúca reťazec MBS. Zdroj: Thomas Hermann[16]

[16] HERMANN, použitá literatúra [10], s.404

2 Umelecká sonifikácia

2.1 Dispozícia a individuálne stanovisko

Z podstaty zmyslového vnímania a ľudskej povahy experimentovať je naturálne, že i v pôvodne vedeckých metódach využívajúcich zvukovú doménu má človek tendenciu hľadať potenciál pre umeleckú aplikáciu – sluchové vnemy, ktoré sú vyhodnotené ako príjemné, majú za následok zvýšenú aktivitu v mozgových štruktúrach spojených s euforickými stimulmi odmeny[17] (rovnakých ako napríklad jedlo, sex alebo drogy); takto produkované nadpriemerné hladiny dopamínu sú potom označované ako „husia koža“. Tento (pre analytický výskum) hendikep si umelecká sonifikácia uzurpovala ako svoj fundamentálny pilier.

Zo syntézy definičných rámcov z prvej kapitoly je teda možné formulovať, že umelecká sonifikácia stojí na pomedzí číro objektívneho, vedeckého vnímania reality skrze dáta a subjektívnej, emočnej stránky autorského náhľadu tvorivej činnosti. Okrem dát, ako matérie z ktorej dielo vychádza, je však nutné akcentovať atribúty, ktoré sonifikácii náležia. **Systematickosť transformácie a interpretačný kľúč** by mal byť pri samotnej tvorbe z pohľadu umelca **jasne definovaný**, explicitný „návod k čítaniu diela“ však podľa môjho názoru nie je nutné konzumentovi bez vyžiadania poskytovať. Naopak, **istá miera vlastnej interpretácie v rámci prvotnej skúsenosti môže byť určujúca pre celkový prežitok**. Ak umelec vytvorí balans dostatočne zodpovedajúcich náznakov (názov diela, spôsob prezentácie) a vhodne zvolených estetických kvalít (design sonifikačnej architektúry), pozorný poslucháč by si mal vedieť tieto indície (a to nemusí ísť o ultimátne popisné informácie) spojiť v interpretáciu vo veľkej miere sa prekrývajúcou s umeleckým zámerom. Pri potenciálnom záujme o hlbšiu analýzu by mal byť umelec otvorený k objasneniu celého procesu. Dráždivosť konzumentovej imaginácie za účelom nahliadnutia do transformácie a jej kvalít možno prirovnať k dôrazu zvukového materializmu na samotný proces – *„čo robí, ako operuje a aké zmeny vykonáva“*[18] (aj keď tento filozofický prúd nemožno plne aplikovať na sonifikáciu práve pre jeho diškurz asémantickej povahu zvuku a vymanenie z reprezentačnej role).

Zámer zdeľovať informácie zo zdrojových dát je ďalší z týchto atribútov. Je samozrejme možné (a v umeleckej praxi využívané), tak ako v predchádzajúcom bode tieto komunikované informácie **náznakovito zahaliť do rúška inotaju**, avšak malo by stále ísť o **ich reprezentáciu**. Odmietam preto tézu, že abstrakcia dát pre štrukturáciu diela by sa dala nazvať sonifikáciou, ako naopak navrhujú Parkinson a Tanaka[19]. V takom prípade (nečitateľnosť akejkoľvek vzťahovosti, poníženie dát z nositeľa informácií na hmotu bez originálneho významu) ide o abstraktné umenie, pretože absencia semiotických znakov

[17] BLOOD, použitá literatúra [11], str. 1-6

[18] COX, použitá literatúra [12], s. 157

[19] PARKINSON, použitá literatúra [13], str. 1-9

zabraňuje akejkoľvek konceptualizácii (v zmysle vytvorenia úsudku o komunikovanej informácii, na základe triadického myšlienkového modelu Charlesa Sandersa Peirca). Bližšie je táto premisa špecifikovaná v kapitole 3.

2.2 Design sonifikačnej architektúry, autorské vklady

Vo väčšine prípadov sa pod sonifikačnou architektúrou myslí samotný algoritmus prevodu dát do zvukovej domény, ale neradno zabúdať, že už samotný výber skúmaného fenoménu ovplyvní spôsob, akým bude algoritmus komponovaný. Preto prvé autorské rozhodnutie, ktoré umelec činí, a ktoré často formuje koncept celého diela je práve výber veličiny, ktorú dáta popisujú.

Samotné dáta je možné získať mnohými spôsobmi, a ako uvádza Carla Scaletti, vznik datasetu (meranie) je tiež súčasťou mapovacieho procesu[20]. To, aké nástroje a metódu pre zber dát použijeme, s akým rozlíšením, kedy a kde, to všetko ovplyvňuje ich kvalitu a v prípade samostatného získavania (nie preberania/využívania už vzniknuvších dát) môže byť tiež nástrojom autorského vkladu. Následný výber dátových úsekov a ich úprava do formy, ktorú pre daný účel uznáme ako vhodnú sa zdá byť už ako prirodzené.

Mapovanie datasetu na parametre v rámci algoritmu je najobsiahlejšia a najdiskutovanejšia časť designu. V analytických aplikáciách sa kladie dôraz na kvalitu prenosu informácie a čitateľnosť, no ani pre umelecké sonifikácie by nemal byť tento aspekt úplne opomenutý. Ak je čitateľné, čo by dáta mali komunikovať bez obsiahlych explikácií (ako bolo uvedené v predchádzajúcej podkapitole – ideálne v náznakoch), a zároveň si výstup zachováva požadované estetické kvality (ktoré tu z hľadiska subjektívnosti pre každého umelca, konzumenta ale aj samotnú aplikáciu nebudem rozoberať do hĺbky), vtedy skutočne možno hovoriť o balansovanom systéme.

[20] CW Studios, online zdroje [1]

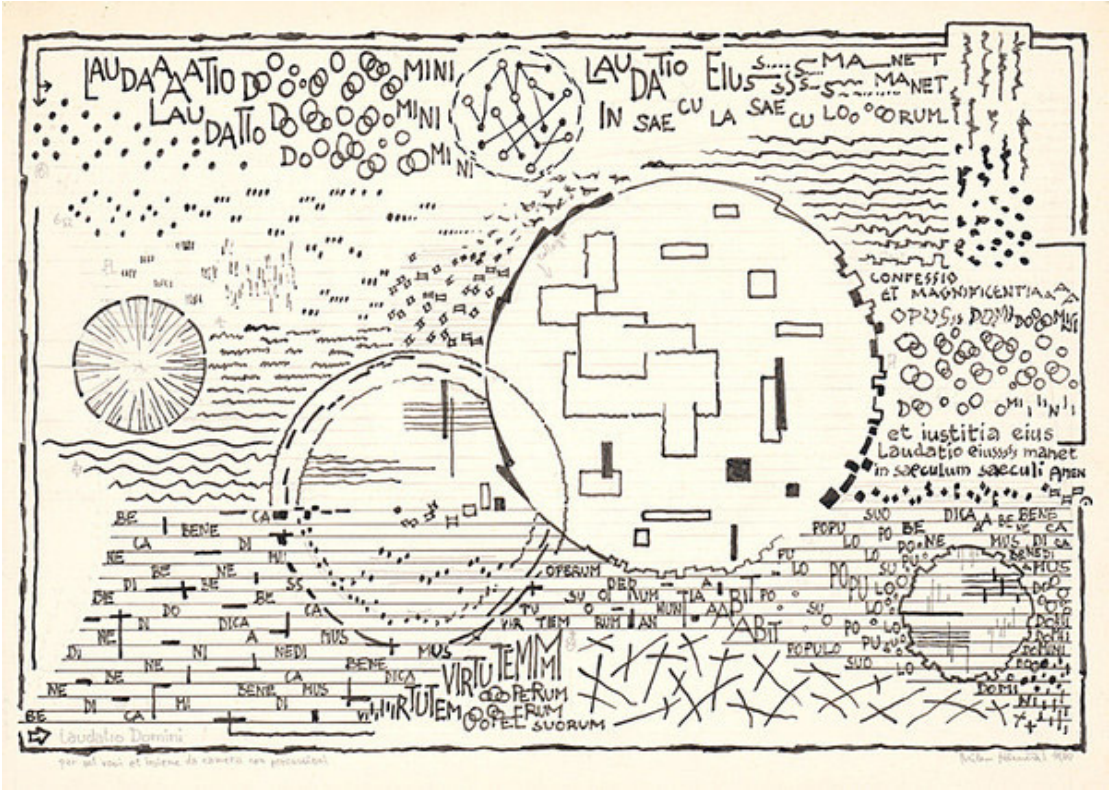
3 Boris Vitázek, Zuzana Sabová: Grafofón

3.1 Motivácia vzniku a východiskové princípy

Na základe poznatkov z širšieho kontextu vývoja využitia dát vo zvukovej tvorbe, koľko rôznych polôh sonifikácia môže nadobúdať, a aké problematické je stanoviť hranicu pre umelecké dielo, aby ho bolo ešte možno nazvať sonifikáciou, sa ponúka analyzovať také dielo, ktoré pri svojom životnom cykle prešlo taktiež svojim vývojom v rámci hĺbky a spôsobu aplikácie sonifikačnej architektúry.

Autorský projekt dvojice Zuzana Sabová a Boris Vitázek nazvaný *Grafofón* (nezameňovať s grafofónom Alexandra Grahama Bella, aj keď v podobnosti princípu transcodingu je možné nájsť isté paralely), vytvorený pod záštitou Galantskej *4D gallery*, vznikol pôvodne pre výstavu *Galantské piesne*, prezentácie tvorby Milana Adamčiaka počas svojej niekoľkomesačnej rezidencie v tomto umeleckom priestore. Názov pre tento objekt navrhol sám Adamčiak.

Tvorbu Milana Adamčiaka reprezentujú tri rovnocenné a často sa prekrývajúce aktivity – experimentálna poézia, grafické partitúry a hudobné projekty s presahom k zvukovému objektu a akčným prejavom umenia (ovplyvnený Johnom Cageom s ktorým neskôr kolaboroval sa stal zrejme najvplyvnejším predstaviteľom hnutia Fluxus na Slovensku). Prvotná motivácia pre vznik grafofónu bola idea sonifikovať Adamčiakove grafické partitúry.



Obr. 2: Milan Adamčiak: LAUDATO DOMINI, grafická partitúra. Zdroj: SNG

Ťažisko filozofie grafických partitúr leží v imaginácii a inšpirácii každého individuálneho interpreta pre vlastný výklad vizuálneho obsahu poskytnutého skladateľom. Kvôli tejto relatívnej voľnosti sa realizácia graficky zapísaných diel zvyčajne líši pre každý performance.[21] Na prvý pohľad je jasný konflikt s 3. Hermanovou podmienkou, podľa ktorej by sonifikačné dielo malo splňovať reproducibilitu – pre rovnaké vstupné dáta by mal byť výstup v zvukovej doméne štrukturálne identický. Boris Vitázek vo svojom blogu[22] spomína istý kompromis:

So I decided to take into consideration/learn from the previous interpretations, while bringing something different and connected to my domain of activity — the use of a machine/computer to help interpret the visual scores. And I wanted to split/control separately the two layers of interpretation, by human(s) and by machine, so that I keep (and combine) both a strong emotional expression with efficient algorithms.

Rozhodol som sa vziať do úvahy predchádzajúce interpretácie a zároveň priniesť niečo iné a spojené s doménou, v ktorej sa pohybujem – použitie stroja/počítača pre interpretáciu grafických partitúr. Chcel som oddeliť dve vrstvy interpretácie, človekom a strojom, aby som zachoval (a skombinoval) silné emocionálne vyjadrenie s účinnými algoritmami.

Ľudský „emocionálny" vstup je uplatňovaný vo viacerých rovinách. Ako najzásadnejší pre otázku definičného rámca sonifikácie je zrejme zásah vo forme interaktívnej alternácie orchestrácie – zmeny patchov, zvukových knižníc pre virtuálne nástroje, ktoré v koncovom stupni sonifikačnej architektúry prevádzajú MIDI informáciu na samotný zvuk. To umožňuje operátorovi mať kontrolu nad objektom a do zvuku a teda aj do samotnej performance projektovať presne definovanú atmosféru s vysokou mierou interpretácie a expresivity. Hermann vo svojej *The Sonification Handbook* pripúšťa tento prístup[23] v rámci modelovo založenej sonifikácie (2. rád dátovej reprezentácie) ako premenné nalinkované na modelový parameter nepriamo ovplyvňujúce na samotnú zvukovú cestu. Tento prístup však zanáša do interpretačnej cesty istú vrstvu arbitrárnosti a pre úplnú prehľadnosť postupu by bolo vhodné minimálne zadokumentovať akým spôsobom a ktoré nástroje modifikujeme. Spôsob akým bola orchestrácia menená sa transformoval počas jednotlivých iterácií grafofónu a bude popísaný detailne nižšie.

Grafofón vznikol s pôvodnou motiváciou sonifikovať grafické partitúry, avšak už vo svojej prvej iterácii sa od tohoto zámeru mierne odklonil – zdrojové dáta, ktoré boli sonifikované, neboli statickým offlineovým zadaním, ale ďalšou vrstvou ľudského vstupu. To prináša exkurz

[21] STONE, použitá literatúra [14], s. 103-107

[22] VITÁZEK, online zdroje [2]

[23] HERMANN, použitá literatúra [10], s. 404-407

od zaužívaného workflow sonifikačného designu. V „klasickom“ ponímaní sa autorský vstup ohraničuje na selekciu dát a jej následné úpravy pomocou formátovania vybraného datasetu. Samotné dáta týmto reprezentujú danú veličinu alebo fenomén, ktorého vlastnosti chceme skúmať. V prípade objektu grafofónu dáta vznikajú ad-hoc (či už maľbou, alebo v neskorších iteráciách pokladaním predmetov), a ponúkajú tak istý spätnoväzobný princíp (reakcia umelca v tvorbe dát pre sonifikáciu na základe už sonifikovaných výstupov). V real-time aplikáciách je samozrejme zber dát počas sonifikačného procesu prípustný, avšak vo väčšine prípadov ide o dáta získané z tretej strany, nie sú aktivitou samotného umelca, a teda spätnoväzobná slučka nie je prítomná.

Touto technikou by bolo možné s istou mierou imaginácie zaradiť grafofón podľa definície Yuliho Levtova k reaktívnej a interaktívnej algoritmickej kompozícii[24] – hudbe, kde niektoré parametre generácie dát môžu byť ovplyvnené externými faktormi. Rozdiel medzi algoritmickou kompozíciou a sonifikáciou ale tkvie v miere subjektivity, a v prípade grafofónu je realita interpretovaná skrze dáta, ktoré sú rešpektované so všetkými svojimi distorziami. (Nejde o Platónov svet ideí, ale o Aristotelovský realizmus)[25].

Tento prístup sa tiež dostáva do konfliktu s predpokladmi Carly Scaletti, ktorá deklaruje, že jediný spôsob, ako možno nazerať na sonifikáciu je z analytického hľadiska[26]. Ak sprostredkovaniu a spracovaniu zmysluplných informácii o skúmanom fenoméne bráni abstrakcia dát do hudobného prejavu, vnímaných aspoň čiastočne pomocou redukovaného módu počúvania[27], nejde v takom prípade o sonifikáciu. Otázkou je tiež, nakoľko relevantný je výber dát v podobe partitúry (či už grafickej, alebo v podobe predmetov) ako skúmanej veličiny – ide o zaujímavé špecifikum tohto diela, v jeho konkrétnom prípade ide o abstrahovanú interpretáciu už abstrahovaných dát (zdroj je autorským vkladom vznikajúcim impulzívne). V paralele s tradičnou (ľudskou) interpretáciou grafických partitúr tu nachádzame prvky aleatorickej hudby – ale namiesto náhody a voľnosti pri interpretácii človekom je táto náhoda a voľnosť presunutá na samotný proces vzniku vstupných dát (partitúry). Naopak definovanosť a statickosť partitúry (resp. vstupných dát) má podobnosť v pevne danom algoritme (oproti voľnej a subjektívnej interpretácii vizuálneho zápisu). Autor sonifikačnej architektúry grafofónu Boris Vitázek sa pri tvorbe neopiera o žiadnu konkrétnu teóriu, jeho pragmatický a inštinktívny prístup vystihuje komentár[28]:

Pri tvorbe grafofónu bolo dôležité nastaviť úroveň interaktivity tak, aby sa z výsledného zvuku nestratili vstupné dáta. A tam pre mňa tkvie rozdiel medzi sonifikáciou a data-inspired dielom. Ak je možné nájsť prepojenie, je zachovaný trend a pomery, slepý

[24] DEAN-MCLEAN, použitá literatúra [8], s. 692-693

[25] NetSon, online zdroje [3]

[26] DEAN-MCLEAN, použitá literatúra [8], s. 379

[27] CHION, použitá literatúra [15], s. 29-31

[28] Parafráza z osobného rozhovoru s umelcom

človek bude schopný predstaviť si vizuálnu reprezentáciu z ktorej výsledný zvuk vzišiel, vtedy má zmysel hovoriť o sonifikácii.

Napriek tomu, že Vitázkova vízia sa neprekrýva v plnom rozsahu s tézou Scaletti, gro sonifikácie spĺňa – podkladové dáta sú fókusom výstupu, pre pozorného poslucháča rozpoznateľné („počuteľné"). Zdroj dát je jasne daný – poslucháč má možnosť vizuálne sledovať spracované dáta na samotnom „notačnom zápise" (fyzická konštrukcia objektu popísaná nižšie) aj na vizualizačnej obrazovke. Do ostrého kontrastu môžeme dať napríklad diela Ryojiho Ikedu (*Supercodex, Dataplex, Test Pattern*), kde sú binárne dáta použité pre štruktúráciu diela, avšak nepoznáme zdroj ani ich význam. Navyše umelec neposkytuje ani interpretačný kľúč, a to komplikuje akúkoľvek snahu hľadať vo výslednom zvuku transkódovanú informáciu, napriek tomu sa v rôznych kontextoch spomína ako sonifikačné dielo. Tento trend sa v súčasnosti objavuje veľmi často - extrakcia dát na abstraktnú zložku, ktorá je pre výslednú konzumáciu diela kompletne irelevantná. Nálepka sonifikácie a „dátami podloženého umenia" je v takom prípade značne zavádzajúcim vypočítavým marketingovým ťahom. Ako príklad pre takéto „zneužitie" dát možno uviesť tiež napríklad veľkoformátové animácie Refika Anadola, ktoré sa veľkolepo odkazujú na použitie dát ako súbor korelácií medzi mestom, jeho obyvateľmi a jeho architektúrou, ale čo animácie (akokoľvek sú pôsobivé) znamenajú, a aké poznatky o akých konkrétnych dátach prinášajú sú veľkou neznámou. Alex Czetwertynski výstižne prirovnáva vo svojom blogu tento spôsob propagácie diela ako stvárnenia dát ku kameňu v povestnej „kameňovej polievke" z ľudovej poviedky[29] - kameň síce v polievke bol, ale ide o falošnú ingredienciu ktorá pre výsledok nie je vôbec podstatná. Podobné argumentačné fauly sa dejú tiež v rámci *výmeny legitimity – legitimacy exchange*[30], nakoľko sonifikácia sa ako fenomén nachádza na pomyselnej hranici umenia a vedy; chabým výskumným prácam sa prišíva punc umeleckého diela, a „kameňovým polievkam" legitimita pomocou zapojenia vedeckých dát. Je preto zásadné spomenúť, že grafofón s dátami v tomto zmysle pracuje v rámci zavedených sonifikačných princípov.

Odvolať sa môžeme na Davida Worralla ako jedného z formulátorov definície sonifikácie, ktorý pre svoje umelecké práce neposkytuje explicitné a detailné „návody" ako funguje architektúra pre dané dielo, a ako by mal poslucháč interpretovať výstup, napriek tomu, že zdroj datasetu je definovaný. Svoje výtvory klasifikuje ako otvorené formy (pričom deklaruje, že dlhé uzavreté formy klasickej hudby sú prekonané a v dnešnom kontexte irelevantné), a tým sa snaží zapojiť do procesu samotného poslucháča – ide o subjektívny prežitok, na základe toho, aký úsek výsledného diela si vyberie. Ako pomyselný oponent výkladu Scaletti

[29] CZETWERTYNSKI, online zdroje [4]

[30] SUPPER, použitá literatúra [16], s. 44

chce, aby si konzument našiel hudobné momenty.[31] V symbióze s touto filozofiou pracuje aj grafofón.

3.2 Konštrukcia a sonifikačná architektúra

Aj keď vopred pripravené grafické partitúry nakoniec neboli samotnými vstupnými dátami pre tento zvukový objekt (autori sa nestotožňovali práve s ich statickosťou), jednou z veľkých inšpirácií pre samotnú fyzickú koncepciu bola práve trojrozmerná partitúra. Nekonečná slučka, ktorú valec vytvára pripomína nasamplovaný loop. Charakter zápisu samotného zase prorocky (minimálne vizuálne) predznamenáva automatizáciu v DAW. Je patrné, že Adamčiak sa pre toto dielo inšpiroval valčekmi pre hracie skrinky.

Obr. 3: Milan Adamčiak: Trojrozmerná partitúra č. 3. Zdroj: SNG[32]

Táto analógia nie je náhodou ani pre ďalšiu z inšpirácií, ktorou boli syntetizátory z počiatkov elektronickej hudby. Za zmienku stojí syntetizátor RCA Harryho Olsona a Herberta Belara z roku 1951, ktorý pracoval na princípe posúvajúceho sa pásu – dierneho štítku – na ktorom boli zakódované informácie nielen o hodnote noty, ale aj parametre pre timbre,

[31] NetSon, online zdroje [3]

[32] Dostupné z <https://www.panorama.sk/sk/sprievodca/vystava-milan-adamciak/3441>

hlasitosť a obálku, pre druhú generáciu dokonca low pass filter, noise, glissando, vibrato a resonance[33]. O samotnú syntézu zvuku sa staral modulárny systém, prinášajúci v kombinácii (na dobu vzniku) širokou škálou riadiacich parametrov pestrú zvukovú paletu a široké možnosti použitia. Akýsi odkaz tohto princípu – informácia pre modul prevádzajúci dáta do zvukovej domény zakódovaná na posúvajúcom sa páse je implementovaná aj v samotnom grafofóne.

Obr. 4: RCA MkII Synthetizer. Zdroj: 120 years of electronic music[34]

Nosná konštrukcia grafofónu spočíva v oceľovom ráme nesúca dopravník pre 13-metrový pás papiera, na ktorý je možné kresliť alebo pokladať predmety. Dopravníková konštrukcia tvorí ďalšiu site-specific vrstvu konceptu, nakoľko 4D gallery, kde grafofón vznikal, sa nachádza v agrikultúrnom prostredí, a odkazuje tak na dopravníkové pásy používané na kombajnoch. Uprostred konštrukcie je nad pásom umiestnená kamera, ktorá sníma čokoľvek sa na páse počas jeho posunu objaví.

[33] 120 years of electronic music, online zdroje [5]

[34] Dostupné z <https://120years.net/the-rca-synthesiser-i-iiharry-olsen-hebert-belarusa1952/>

Obr. 5: Konštrukcia grafofónu. Zdroj: Medium, Boris Vitázek[35]

3.2.1 Prvá iterácia – *Galantské piesne,* 4D gallery

Mozgom sonifikačnej architektúry sa stalo programovacie prostredie *vvvv.* Ako dokonalou reprezentáciou roztrieštenosti prostredí v sonifikačných aplikáciách, aj pre tento prípad bol jazyk zvolený s primárnou motiváciou autorovej skúsenosti a orientácie v tomto prostredí. Je prístupnejší pre prácu s obrazom než *pure data* alebo *Max/MSP*, a ponúka širšie a univerzálnejšie možnosti. V tejto verzii išlo de facto o typickú audifikáciu (sonifkácia 0. rádu) – vertikálna osa pásu bola rozdelená na „notový zápis“ o 128 hodnotách, ktoré určovali výšku tónu. Ak bol v daný moment prítomný pixel na skenovanej línii, bola táto MIDI informácia predaná konkrétnemu virtuálnemu nástroju v Reason Rack Plugin (patche boli menené manuálne).

Pohon dopravníkového pásu bol implementovaný pomocou ručnej kľuky, čo prinášalo ďalší ľudský vstup a využitie ďalšej vrstvy expresie (spomínaný konflikt s Hermannovou podmienkou opakovateľnosti v úvode kapitoly), a zároveň unikátny výstup pre každý cyklus otočenia. Čo však cyklovanie znamenalo formalisticky je opakovanie motívov – pre performance v tejto iterácii sa na papier dopravníku výlučne maľovalo a tak sonifikované objekty zostávali na médiu (páse) aj pre ďalšie cykly. Postupne sa tak zvukový výstup zahusťoval do chaosu a tvoril tak vývoj danej performance.

[35] Dostupné z <https://medium.com/boris-vitazek/sonifying-experimental-visual-scores-with-computer-vision-febf8c32d62d>

3.2.2 Druhá iterácia – Multiplace festival, festival Biela Noc

Každá performance grafofónu priniesla novú iteráciu, kedy sa zásadne prepísala celá sonifikačná architektúra. V tejto iterácii došlo k implementovaniu diskrétnej sonifikácie, kde pomocou pluginu freeframe boli rozpoznávané objekty na základe svojich kontúr. V závislosti na veľkosti a pozície na skenovanej línii (vertikálnej ose) boli spúšťané perkusívne gestá s odpovedajúcou hlasitosťou a výškou tónu. Audifikácia z prvej iterácie bola zachovaná.

3.2.3 Tretia iterácia – *Adamčiak, začni!,* SNG

Grafofón sa dočkal motorizovaného pohonu, čo síce obetovalo premennú variabilného pohonu kľukou predchádzajúcich iterácií, ale zároveň otvorilo možnosti využívania rytmických štruktúr (zatiaľ však stále bez akejkoľvek kvantizácie). Konštantná rýchlosť „prehrávania“ dát taktiež reprezentuje väčší súlad so spektrom sonifikačných definícií (čo ale pre autorov, ako bolo popísané vyššie, nebolo určujúce).

V rámci udalosti *Noci múzeí a galérií* bol grafofón počas niekoľko hodinovej relácie verejne prístupný pre verejnosť ako interaktívna zvuková inštalácia. Návštevníci mohli hravo objavovať možnosti dát, ktoré boli reprezentované tvarovateľnými drôtmi, kávovými zrnami, fazuľami a snippetmi pre OCR (optical character recognition).

To vystihovalo ďalší krok k vyššej miere automatizácie (a opakovateľnosti pre rovnaký dataset), pretože prenieslo zodpovednosť za zmenu zvukových knižníc z človeka na algoritmus. Pomocou textových výstrižkov, ktoré boli spracované enginom Tesseract bol po nasnímaní vygenerovaný textový súbor s príslušnými znakmi, ktoré sa porovnávali s preddefinovanou tabuľkou, ktorá obsahovala patchové náprotivky pre ten ktorý snippet. Vertikálna osa s rozdelením na dráhy naďalej ostala používaná ako kontrola parametrov oscilátoru a spúšťanie samplov.

3.2.4 Štvrtá iterácia – festival Pohoda

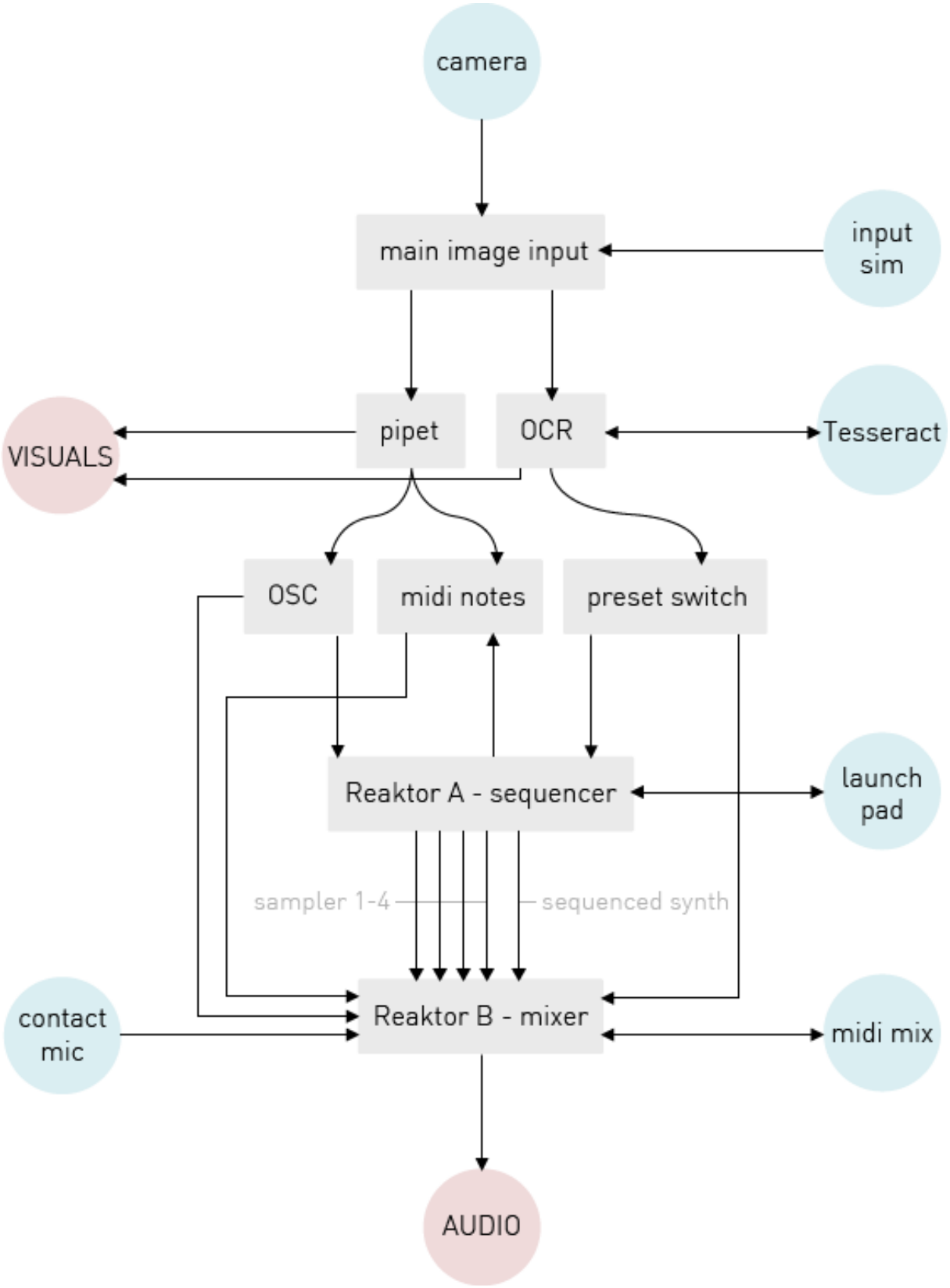
David Worrall vo svojom interview s Jiřím Suchánkom deklaroval, že obsah a forma, a z toho vyplývajúce porozumenie mappingu u umeleckej sonifikácie závisí od kontextu – obecenstva a situácie v ktorej sa dielo reprodukuje.[36] To koreluje s vývojom sonifikačnej architektúry grafofónu; vo svojej poslednej iterácii upúšťa od experimentálnejšie ladenej priamočiarej „noisovej“ polohy a pre mainstreamový festival je prebudovaná pre prístupnejšiu formu s dôrazom na inovatívny druh performance, je teda badateľný posun do akejsi interpretačnej pozície.

Pre prevod do zvukovej domény bol tentoraz zvolený modulárny DSP plugin Reaktor od Native Instuments. Z dôvodu CPU vyťaženia je spustený v dvoch inštanciách. Ďalšou

[36] SUCHÁNEK, použitá literatúra [5], s. 199

nadstavbou architektúry je implementácia kvantizačného sekvenceru. Vertikálna osa bola rozdelená – vrchná časť ostala použitá pre kontrolu parametrov oscilátorov, spodná časť kontrolovala triggre. Cez MIDI kontroler Novation Launchpad bol predprogramovaný beat, avšak každý z jeho samplov sa prehral len ak boli splnené podmienky na zaarmovaný krok a zároveň na prítomnosť pixelu v dráhe dedikovanej pre daný sample. Komplexnosť narastá aj v možnosti zvoliť si hodnotu (dĺžku) kroku sekvencera pre každý sample zvlášť. Poslednou inováciou bol kontaktný mikrofón pripevnený na ráme objektu doplňujúci zvukový výstup o ambientné plochy.

Z tohoto súhrnu je zrejmé, že vo svojej štvrtej iterácii architektúra grafofónu nakysla do rozmeru, kde sa sonifikačný proces využíva len ako časť výsledného zvukového výstupu. S prihliadnutím na špecifiká udalosti ide o logický krok a využitú príležitosť popularizovať prácu s dátami pre umeleckú tvorbu (napriek odklonu, respektíve nadstavbe na sonifikačné jadro ide stále o data-driven sound art, kde dataset zostáva čitateľný – na rozdiel od vyššie spomínaných „kameňových polievok“ kde sa dáta dostávajú z gro do pozície ľúbivého korenia).



Obr. 6: Architektúra algoritmu štvrtej iterácie. Zdroj: Medium, Boris Vitázek[37]

[37] Dostupné z <https://medium.com/boris-vitazek/sonifying-experimental-visual-scores-with-computer-vision-febf8c32d62d>

3.3 Zhrnutie

Zvukový objekt grafofónu nikdy nebol prezentovaný ako výlučne sonifikačné dielo. Napriek tomu počas evolúcie architektúry jeho algoritmu sa vo valnej väčšine svojich uvedení zhoduje s filozofiou sonifikácie, a to ctiť si čitateľnosť a „počuteľnosť“ vývoja zdrojových dát. Neskĺzava k abstraktnému umeniu, a i vo svojej poslednej, hybridnej forme si zachováva systematickosť ich transformácie. Možný definičný konflikt s vzhľadom na pôvod vzniku podkladového datasetu sa javí skôr ako jeho najväčšia prednosť – do kontextu sonifikačných diel sa zapisuje ako osobitý experiment inovatívnym prístupom spájajúcim performatívne kvality s digitálnym transcodingom.

Tak ako imitáciou nemôžeme dospieť ku kultúrnemu gro, tak ani sledovaním nalinkovaných taxonomických definícií nemožno posúvať rámec umenia ako vyvíjajúcej sa sféry. Grafofón svoje umelecké kvality napĺňa vykročením na hranu definičných štruktúr, či už svojou aplikáciou sonifikačného procesu alebo nadstavbou na kontext grafických partitúr.

Čo ale táto štúdia znamená pre zviazanosť umeleckej tvorby definičnými rámcami? Na prístupe autorov grafofónu sa výstižne odzrkadľuje nastavenie majority umeleckej obce k samotnej tvorbe. Ide o akýsi *cherry picking* rôznych metodík, ktoré konformujú s kreatívnym prístupom a subjektívnym vnímaním daného umelca – „umelci si aj tak budú robiť, čo chcú a laická verejnosť to nespozná“. Považujem to jednoznačne za kladnú črtu prinášajúcu progres celého kontextu, a nové prístupy pomocou experimentálnej kombinácie rôznych platforiem. Ako ťažisko dôležitosti vnímam samotný výstup, jeho estetické pôsobenie – jeho hodnotnosť alebo správnosť by nemala byť hodnotená taxonomickou čistotou. Nevýhodu vnímam v dokumentácii, archivácii a ťažšej dohľadateľnosti relevantných diel (ak nevieme čo konkrétne hľadáme) plynúcej s nepresnej, neúplnej alebo nesprávnej definície spojenej s príslušným výtvorom.

Záver

Bakalárska práca vo svojej prvej časti načrtla problematiku neukotvenosti fenoménu sonifikácie v rámci plejády publikovaných definičných rámcov a tým potvrdila evolúciu tohoto dynamického procesu. Aplikácia tejto konceptualizácie smerovala k reflexii o jej umeleckých princípoch a autorských prístupoch pri navrhovaní sonifikačnej architektúry.

V prípadovej štúdii grafofónu bol preskúmaný koncept umeleckej sonifikácie ako kreatívnej metódy na prevedenie dát do zvukovej domény. Na vývoji tohoto objektu bola prezentovaná integrácia autorských rozhodnutí do procesu sonifikácie a ako tieto rozhodnutia ovplyvňujú vnímanie a interpretáciu výsledného diela. V zhrnutí prípadovej štúdie sú načrtnuté paradigmy subjektívneho vnímania dôležitosti definičných rámcov v umení.

Výskum rôznych spôsobov integrácii subjektivity do procesu sonifikácie poskytol užitočné myšlienky ako reflektovať nad vlastnými rozhodnutiami pri tvorbe vlastných sonifikačných prác a ako vytvoriť dielo ktoré nielen komunikuje informáciu pomocou reprezentácie dát, ale zahŕňa ju v hĺbke umeleckého vyjadrenia.

Ako možný potenciál nadstavby na tejto prácu preto vidím pretavenie týchto teoretických poznatkov na aplikáciu v diele využívajúcom umeleckú sonifikáciu.

Zoznam použitých zdrojov

Odborná literatúra

[1] FILIMOWICZ, Michael (Ed.). *Foundations in Sound Design for Embedded Media: A Multidisciplinary Approach (1st ed.).* Routledge. 2020.

[2] POTTER, Mary Crawford, et al. *Detecting meaning in RSVP at 13 ms per picture*. Attention, Perception & Psychophysics. 2014.

[3] KIRSCHNER, Paul A. *Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning.* Learning and Instruction 12. 2002.

[4] RABENHORST, David A., et al. *Complementary Visualization and Sonification of Multi-Dimensional Data.* IBM Thomas J. Watson Research Division. 1990.

[5] SUCHÁNEK, Jiří. *Sonifikace v hudební kompozici a sound-artu*. JAMU. 2021.

[6] KRAMER, Gregory, et al. *The sonification report: Status of the field and research agenda.* ICAD. 1999.

[7] KRAMER, Gregory (Ed.). *Auditory Display: Sonification, Audification, And Auditory Interfaces.* CRC Press. 1994.

[8] DEAN, Roger T. (Ed.), MCLEAN, Alex (Ed.). *The Oxford Handbook of Algorithmic Music.* Oxford University Press. 2018.

[9] WORRALL, David. *Sonification Design. From Data to Intelligible Soundfields*. Springer. 2019.

[10] HERMANN, Thomas (Ed.), HUNT, Andy (Ed.), NEUHOFF, John G. (Ed.). *The Sonification Handbook.* Logos Publishing House. 2011.

[11] BLOOD, Anne J., ZATORRE, Robert J.. *Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion.* PNAS. 2001.

[12] COX, Christoph. *Beyond Representation and Signification: Toward a Sonic Materialism.*

[13] PARKINSON, Adam, TANAKA, Atau. *Making Data Sing: Embodied Approaches to Sonification.* EAVI, Goldsmiths. 2013.

[14] STONE, Kurt. *Music Notation in the Twentieth Century: A Practical Guidebook.* W. W. Norton. 1980.

[15] CHION, Michel. *Audio-Vision: Sound on Screen.* Columbia University Press. 2019.

[16] SUPPER, Alexandra. *Lobbying for the Ear: The Public Fascination with an Academic Legitimacy of the Sonification of Scientific Data.* Maastricht University. 2012.

Online zdroje

[1] CW Studios, ICAD 2017 Keynote Speaker: Carla Scaletti
Dostupné: <https://youtu.be/T0qdKXwRsyM>

[2] VITÁZEK, Boris: *Sonifying experimental visual scores with computer vision*.
Dostupné: <https://medium.com/boris-vitazek/sonifying-experimental-visual-scores-with-computer-vision-febf8c32d62d>

[3] NetSon, Prof. David Worrall: About Sonification
Dostupné: <https://youtu.be/NUgtmjTUwVo>

[4] CZETWERTYNSKI, Alex: *Stone Soup, Anyone?*
Dostupné: <https://medium.com/s/story/stone-soup-anyone-7004e8aed92>

[5] 120 years of electronic music, The 'RCA Synthesiser I & II' Harry Olson & Herbert Belar, USA, 1951
Dostupné: <https://120years.net/the-rca-synthesiser-i-iiharry-olsen-hebert-belarusa1952/>