

Pedagoške razsežnosti projekta Vizualizacije glasbe z barvami (VGzB)

Possibilities of Application of the Project "Colour Visualization of Music" in Teaching

Peter Ciuha, Bojan Klemenc, Franc Solina

peter.ciuha@guest.arnes.si, bojan.klemenc@fri.uni-lj.si, franc.solina@fri.uni-lj.si

Povzetek

VGzB temelji na sistemu barvnih znakov, povezanih z glasbenimi toni. Znaki sorodnih barv se nahajajo na tonih, ki so med seboj v harmoniji ali sozvočju. V uvodu so predstavljene osnove, na katerih je osnovan sistem barvnih znakov – matematični model harmonije. Sledi razmislek o vidnem prikazu različnih izraznih elementov glasbe – melodiji, kompoziciji, ritmu in harmoniji. Te sorodnosti omogočajo razvoj računalniškega programa, ki uporabi te elemente za vizualizacijo ali prikaz barvnih in oblikovnih struktur glasbe. Program posnema človeško zaznavo, v kateri so posamezni sestavni deli določeni s prepoznavanjem celote. Omogoča tudi razvoj orodij, ki lahko povečajo razumevanje med poslušanjem ali igranjem glasbe. Igranje glasbe pa lahko pridobi novo kvaliteto z uporabo interaktivnih barvnih glasbil, ki v povezavi s programom igralcu v vsakem trenutku z barvami prikažejo raznolike možnosti tvorjenja zvočnih harmonij. S tem spremenijo komponiranje glasbe v igro in privlačno barvno-zvočno potovanje. Tu se pojavi velik izziv za pedagogiko in metodiko, da osmisli in uporabi prihajajoča multimedijška barvna orodja. Ta bi lahko v veliki meri približala proces učenja proti igri, ki je otrokova najbolj naravna oblika učenja in delovanja. V umetniškem ustvarjanju pa lahko ponovno vzpostavimo ravnovesje med našo logično in intuitivno-kreativno naravo.

Ključne besede: vizualizacija, glasba, barve, učenje, ustvarjanje

Abstract

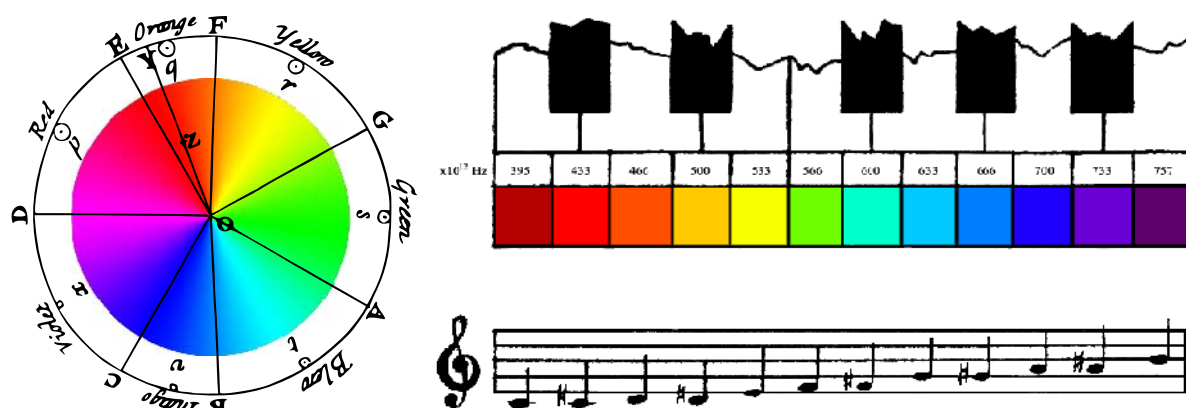
Colour visualization of music is based on a system of colour signs, which are connected with musical tones. Tones which are in harmonic relationships are represented by related colours. In the introduction we outline the foundations on which the system of colour signs is based – the mathematical model of harmony. We discuss possibilities of visual representation of expressive elements of music – melody, composition, rhythm and harmony. These relationships enabled us to develop a computer program that uses these elements for visualization. The program mimics human perception in which the parts are determined by perception of the whole. Furthermore the program enables the development of tools that can enhance the understanding during listening to music or playing. Playing of music can acquire a new quality with the use of interactive coloured musical instruments, which by using

colours show the performer different possibilities for forming musical harmonies and thereby change the composing of music into a game and attractive colour-aural journey. Here we stumble upon a challenge for educational science and methodology: how to use such upcoming multimedial tools. These tools would bring the processes of learning and playing a game closer together, as game is a child most natural form of functioning. Furthermore in the area of artistic creation we can once again establish a balance between our logic and intuitive nature.

Keywords: visualization, music, colours, learning, creativity

1 Uvod

V svoji knjigi *Opticks*, izdani leta 1704, je Isaac Newton povezal sedem tonov oktave s sedmimi barvami mavrice. Pravzaprav je edina razlaga za to, da je Newton mavrico razdelil ravno na sedem barv in ne več ne manj, ravno želja, da doseže ujemanje s sedmimi toni oktave in morda s sedmimi nebesnimi telesi tistega časa. Opisal je tudi barvni krog (Slika 1). Podal je več rešitev za barvno povezavo s toni [Collopy, 2009].



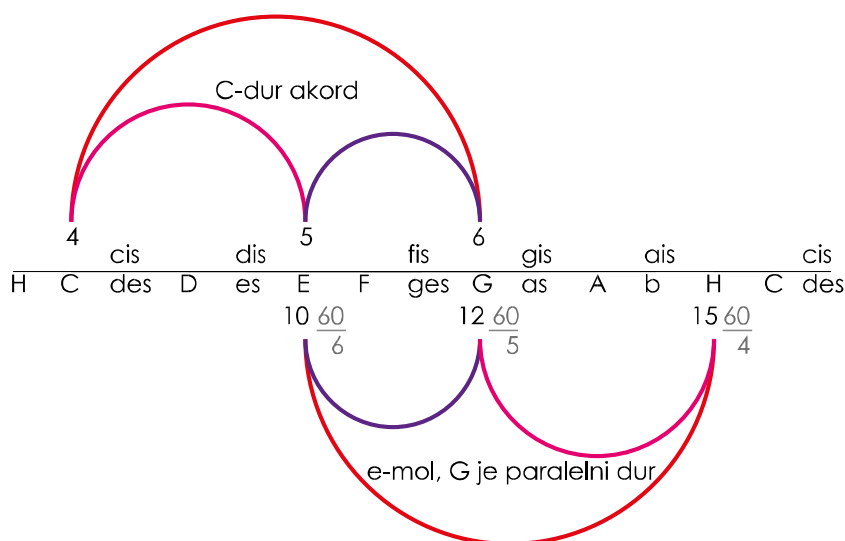
Slika 1: Newtonov barvni krog z dodano rekonstrukcijo barv in razporeditev barv po zaporednih frekvencah.

A morda se je začelo že prej. Pitagora je v svojem proučevanju narave glasbene harmonije v 6. stol. p.n.š., odkril prvi naravni zakon, ki je temeljil na aritmetiki malih celih števil. To je močno vplivalo na Platona in njegove učence – Pitagorejce, ki so matematični model razširili na celotno harmonijo narave in vesolja. Znan primer je Platonovo besedilo o Harmoniji sfer (Platon Republika 10.617, 380 p.n.š.). Na nek način Pitagorovo odkritje pomeni pričetek današnje znanosti [Benson, 2006, Tramo et al., 2001].

V zgodovini umetnosti pa je bilo mnogo komponistov, glasbenikov (sinestetov), ki so vidno ali barvno občutili določene značilnosti glasbe. Richard Wagner je verjel v Gesamtkunstwerk ali v glasbeno delo za vse čute. Aleksander Skrjabin je leta 1911 v svojo orkestralno kompozicijo *Prometej – pesem ognja* vključil tudi barvni klavir, ki naj bi projiciral barvno svetlobo na zaslon v dvorani, a je umrl pred njegovo izvedbo. Tudi pionirji abstraktnega slikarstva, kot sta bila Vasilij Kandinski in Paul Klee, so svoje slikarstvo povezovali z glasbenim jezikom. Dejstvo pa je, da se skozi zgodovino noben sistem barvne ponazoritve glasbe ni širše uveljavil, razen v nekaterih pedagoških metodah, v orodjih vizualizacije glasbe za slepe ter v zabavi.

Naš projekt se je pričel z željo najti sistem barv za glasbene tone, ki bi lahko z barvo prikazal temeljne harmonične odnose med dvanajstimi poltoni. Velika večina na fiziki temelječih povezav je barve in tone razvrstila linearno po frekvencah oziroma valovnih dolžinah (Slika 1). Tako zaporedje lepo prikaže melodično oddaljenost med toni in je lahko koristno pri učenju pesmi in melodij. Ne more pa razložiti dejstva, da nekateri toni zaigrani skupaj ustvarijo konsonančno sozvočje, drugi pa disonančno sozvočje. V prvem primeru so to toni s povsem različnimi barvami, v drugem primeru pa z najbolj podobnimi.

Izraza dur in mol sta v glasbenem jeziku opis dveh temeljnih oblik glasbenih lestvic in akordov. Durov akord je v skladu z naravnim vzorcem višjih alikvotnih tonov, ki se pojavijo pri nihanju strune ali sorodnih zvočnih virov. V njem se pojavlja poleg osnovne frekvence tudi več njenih celoštevilčnih večkratnikov [Benson, 2006].



Slika 2: Primerjava dura in mola.

Durov trozvoček je tako zelo podoben četrtemu, petemu in šestemu večkratniku, doživljamo pa ga kot obogateno obliko najnižjega – osnovnega tona (Slika 2: C-dur akord). Molov akord se ne sklada s tem vzorcem. Podoben pa je šestini, petini in četrtini višjega skupnega alikvotnega tona vseh treh tonov. Na primer, simbolična molova oblika frekvenc je: 10, 12, 15, kar je enako: 60/6, 60/5 in 60/4. Na nek način je zrcalna oblika dura [Benson, 2006, Parncutt, 1989]. Molov karakter določa njegov srednji ton (Slika 2: e-mol). To pomeni, da je za prepoznavanje vloge zvoka med več hkratnimi toni, najpomembnejši odnos tisti, ki je najbližje razmerju 5:4 (15:12), enako kot pri duru. V molovem primeru je “12” osnovni funkcijski ton. Če molove frekvence 10, 12, 15 povežemo s toni E, G, H, dobimo e-mol, ki je paralelni mol tona G ali G-dura [Balsach, 1997, Parncutt, 1989]. E-mol lestvica uporablja enake tone kot lestvica G-dura. To velja za vse dure in paralelne mole.

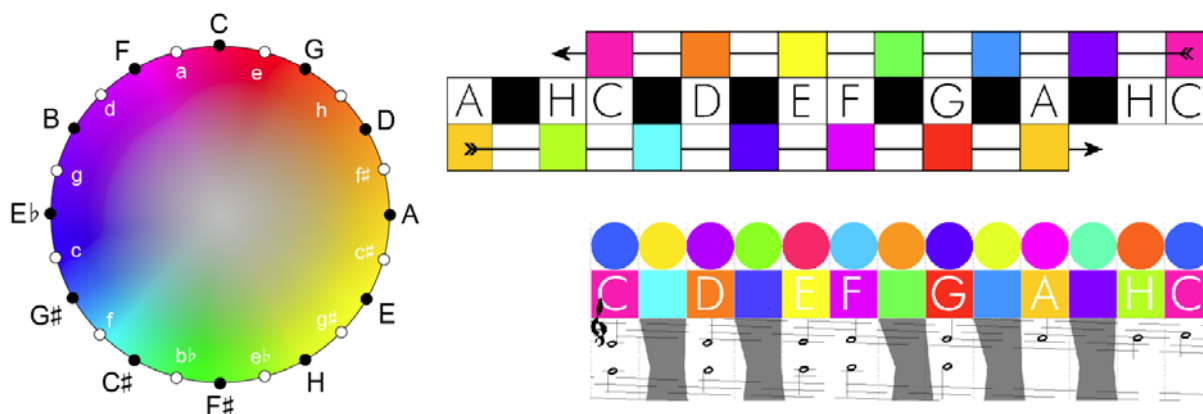
Od starih Grkov naprej se išče razlago za vpliv glasbe na človeka ter za glasbo samo. Del odgovora je v študiju matematičnih odnosov med glasbenimi elementi. V temperirani lestvici so odnosi nekoliko popačeni, zato da se doseže medsebojna enakost poltonov.

Če si kot osnovni model harmonije izberemo durov in molov akord, si želimo, da bodo barve pri vizualizaciji uporabljenih tonov čimbolj podobne, tako da bo igralec ali poslušalec videl, da so ravno to toni, ki tvorijo skladno harmonično celoto. Prvi model harmonije je v šestem stoletju p.n.š. podal Pitagora. Odkril je, da so v najlepšem sozvočju toni, ki jih ustvarjajo

strune s posebnimi odnosi med njihovimi dolžinami. Ti odnosi so se lahko izrazili z malimi celimi števili. Dolžine strun so v nasprotnem odnosu s frekvenco nihanja — krajše strune nihajo z višjo frekvenco [Benson, 2006]. Razmerje 2:1 med dolžinama strun imenujemo oktava, tona pa sta si tako sorodna, da govorimo o enakovrednosti oktav. Naslednji je odnos 3:2 ali kvinta, ki pa je že lahko generator zaporedja (in poljubnega števila) novih tonov. Pitagora je odkril, da so si določeni toni zaporedja zelo podobni. Tako je lahko sklenil zaporedje tonov v kvintni krog. Kvinta zadnje kvinte v krogu je namreč skoraj enaka prvi. Število kvint v krogu je lahko različno, najpogosteje pa se uporabljajo najosnovnejše rešitve: 5 tonov (pentatonika), 7 tonov oktave (diatonična lestvica) ter 12 poltonov kromatične lestvice [Parncutt, 1989]. Noben kvintni krog ni povsem matematično pravilen saj množenje s $3/2$ nikoli ne more biti enako množenju z 2 (oktavo). Ta razlika ali napaka, se je z današnjo temperirano lestvico enakomerno razporedila med vseh dvanajst kromatičnih tonov.

Med harmonične ali konsonačne odnose uvrščamo razmerja frekvenc: 2:1 oktava, 3:2 kvinta, 4:3 kvarta, 5:3 seksta, 5:4 (dur) terca, 6:5 (mol) mala terca, 8:5 (mol) mala seksta. Za njih v temperirani lestvici najdemo lepe približke idealnim vrednostim. Manj harmonični ali neharmonični so odnosi: 7:4 (16:9, 9:5) mala septima, 7:5 (45:32) triton, 9:8 sekunda, 15:8 septima in 16:15 mala sekunda. Ti imajo običajno tudi slabše približke v oktavi [Huron, 2008, Parncutt, 1989, Benson, 2006]. Ko uho sočasno zazna zvoke različnih frekvenc s precej pravilnimi večkratniki, jih poveže v pravilno in skladno harmonično celoto, saj je zelo verjetno, da vsi prihajajo iz istega zvočnega vira. Nasprotno pa različni, med seboj neodvisni, zvočni viri niso frekvenčno povezani, kar pomeni, da se moramo prepričati kaj se dogaja v prostoru okoli nas. Doživimo jih neprijetno in neharmonično, zvoki so nas “prebudili” ali pripravili na delovanje [Wells, 1980].

2 Izhodišča za vizualizacijo glasbe z barvami



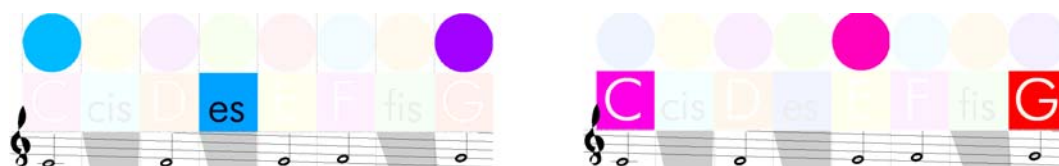
Slika 3: Združen barvni kvintno-terčni krog in razpored barv v oktavi.

Sodobni sistemi organizacije tonov po harmonični povezanosti so običajno dvorazsežni ali večrazsežni [Gatzsche et al., 2007, Bergstrom et al., 2007, Chew, 2000]. Praktično vsi povezujejo tone po sorodnosti glede na kvinte (3:2 ali 3) ter terce (5:4 ali 5) [Parncutt, 1989]. Naša oblika organizacije tonov je tako krog, soroden kvintnemu, v katerem se nahajajo v zaporedju vsi durovi in molovi kvintakordi. Gre za neke vrste kvintno-terčni krog. Za barvno vizualizacijo akordov, pa ta krog povežemo z barvnim krogom. Izbrati si je potrebno le smer barvnega kroga in začetno poravnavo kvintnega in barvnega kroga. Rezultat prikazuje Slika 3. Naša izhodiščna izbira je, da so beli toni klavirja toplih barv, črni pa hladnih barv, ter da je ton C (magenta) rdeč. Ton D je tako oranžen in E rumen. To so nekatere izmed bolj pogostih

asociacij med toni in barvami v glasbeni literaturi. Uporabnik vizualizacije pa ima možnost spremeniti barvne asociacije — lahko vrta in zrcali barvni krog.

Slika 3 desno zgoraj prikazuje durovo ali osnovno barvo vsakega tona. Opazimo lahko dve mavrični zaporedji. V kvintno-terčnem barvnem krogu se vsak ton pojavi dvakrat glede na njegov dur ali mol položaj. To pomeni, da ima vsak ton dve različni barvi. Na Sliki 3 desno spodaj se barva paralelnega mola doda barvi tona v krožnem znaku. Trije toni dur in mol akorda si tako delijo tri najbolj sorodne barve. Sorodni so si tudi toni oktave v izbrani tonaliteti. Primer: barve dur in mol akordov (Slika 4). Iz C-dur tople rdeče postane c-mol hladno modro-vijoličen.

Korak naprej pa je prenos barvnega kvintno-tečnega modela v našo multimedijsko računalniško aplikacijo **VGzB**, ki bi lahko z ustreznim programskim modelom poiskala ustrezno barvo katerikoli kombinaciji sočasnih tonov [Ciuha et al., 2010]. Ustrezni model bi omogočil barvno vizualizirati glasbene harmonije ter ustvariti barvna glasbila, ki bi igralcu v vsakem trenutku prikazala možnosti tvorjenja glasbenih harmonij s pomočjo barv ali barvnih znakov. Komponiranje glasbenih harmonij in glasbe bi se tako lahko spremenilo v igro, ki bi učečemu otroku, mladostniku ali odraslemu omogočila nov, neposreden vstop v glasbeno ustvarjanje ter bolj celostno doživljanje poslušanja glasbe.



Slika 4: Primerjava barv pri C-duru (levo) in c-molu (desno).

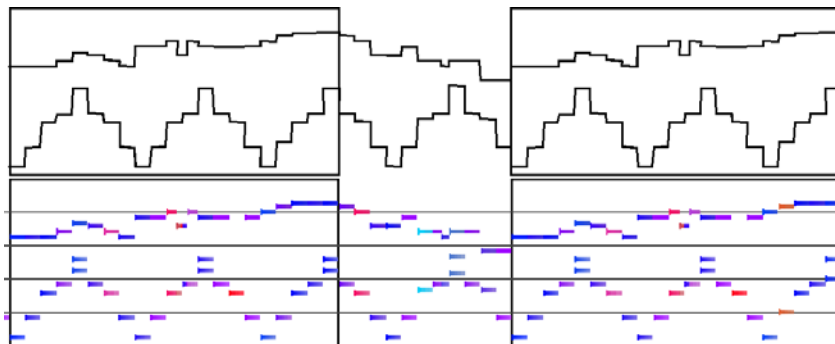
3 O Vizualizaciji osnovnih izraznih elementov glasbe

3.1 Od melodije do kompozicije

Vizualizacija igranja ali petja omogoča študentom jasno videti ali se melodija dviga, spušča ali ostaja v isti višini, ter videti velikost premika. Črta, ki se giblje med točkami (toni) različnih višin je zelo nazoren model za gibanje glasu ali igranja glasbila (Slika 5). Upodobitev melodije s črto omogoča jasnejšo predstavo celote, ter preprosto umeščanje opazovane melodije v širše znanje in razumevanje, ali primerjavo z drugimi obravnavanimi pesmimi ter iskanje sorodnosti. Tako znanje preseže delno in nepovezano stanje, kar je izjemno pomembno za trajno in dolgoročno pomnjenje. Tovrstno črtno gibanje je tudi zelo podobno gestam s katerimi dirigent usmerja pevce ali igralce. Od oblike melodije je povsem naravno nadaljevanje v študij kompozicije, kjer se preučuje kako se posamezne oblike spreminjajo, obračajo, ter povezujejo v večje celote.

Okvirja označujeta ponovljene dele. Prisotni sta dve melodični gibanji — melodije in spremljave. V sami vizualizaciji se melodija vidi kot pretežno korakajoče gibanje v času, vzpenjanje in padanje. Najpreprosteje se vidi pri enoglasnih skladbah. Harmonske kompleksne skladbe običajno temeljijo na praksi večglasja, kjer več neodvisnih glasov prepleta več melodičnih gibanj v harmonično celoto. Pri takih skladbah je računsko težje določiti enoglasen rezultat, ki bi bil enak psihološkemu doživetju.

Melodija nas nagovori tudi zato, ker je to tema, ki se večkrat ponovi ali celo vseskozi ponavlja. V kompleksni glasbi srečamo več raznolikih ponavljanj z variacijami.



Slika 5: Primer dela Bizetove uverture tretjega dejanja v operi Karmen. Spodaj je vizualizacija, zgoraj črta gibanja melodij.

3.2 Čas in ritem

Ponavljanje glasbenih elementov, tonov, tem in melodij pa predstavlja naslednjo dimenzijo glasbe – čas in ritem. Kot se slika ali kip dogajata v prostoru, se glasba dogaja v času. Čas rišemo najpogosteje kot trak dogodkov, podobno kot notni zapis, pisavo ali strip. Vendar pa je čas v glasbi sorodno kot čas v naravi in veselju predvsem ciklični, krožen. Mnogokrat lahko najdemo več sočasnih gibanj, enega znotraj drugega, kar zopet predstavlja velik izziv za izris. Ponavljanje samo doživljamo kot ritem. Ritem pomeni urejeno gibanje, predvsem v svoji najčistejši obliki, recimo v afriških plesih. Saj ritem spravi poslušalca v gibanje, nas ohranja pri življenju (srce in dihanje) ter vse udeležence v gibanju neuklonljivo poveže v skupnost. Glasbi se človek skoraj ne more upreti, zato je še danes temelj verskih ritualov, zlorabljen pa je bila tudi v koncentracijskih taboriščih kjer je sicer povsem izmučene ljudi poganjala v vsakodnevem delu.

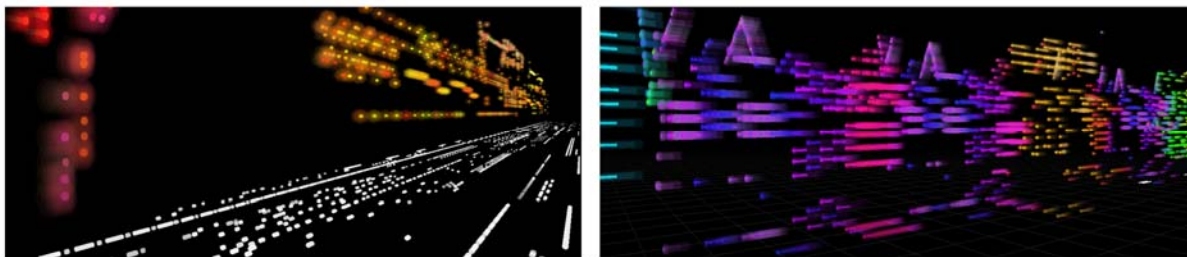
Pri risanju ritma rišemo dogodke ali oblike v času. Ponavadi ti zvoki nimajo tonske kvalitete, tako da jih lahko rišemo kot črno-bele elemente. Siva je namreč že barva, ki jo lahko najdemo v sredini barvnega kroga in se pojavlja pri določenih kombinacijah tonov. Kompleksni ritmi izrišejo kompleksen vzorec. Zopet lahko srečamo ritme znotraj ritmov, ter variacije. Glasnost lahko prevedemo v velikost ali izrazitost.

V našem programu za vizualizacijo glasbe ima ritem svojo lastno ravnino, v kateri je vsak posamezni ritmični glas samostojno prikazan v svoji črti pojavljanja (Slika 6 levo). V melodični glasbi imajo toni tudi ritmično vlogo. Omejujejo in strukturirajo čas, tempo ali gibanje, vzdih in izdih, dve strani loka pri godalih.

3.3 Harmonija in barva zvoka

Ostaja nam še tretja dimenzija glasbe – harmonija in barva zvoka. Vsak glas ali glasbilo ustvarja svoj vzorec osnovnega zvoka z alikvotnimi toni različnih jakosti. Poznavanje teh vzorcev alikvotnih tonov nam omogoča ločevanje med posameznimi glasbili in glasovi. Natančna medsebojna uglašenosť med glasbili pa omogoča, da se glasbeniki poigravajo z našo slušno zaznavo in različna glasbila med seboj poljubno harmonično povezujejo in ločujejo, v skladu z glasbeno govorico. Harmonizacija tako poudari določene dele melodij ali posamezne tone, ter jih pripenja v večje celote. Veličina glasbe je torej v uporabi abstraktnih glasbenih elementov v psihološkem in jezikovnem smislu. Harmonija tako lahko sprosti najmočnejša čustva, melodija pa ustvari gibanje in zgodbo. Razpon med popolno harmonijo in neharmonijo omogoča celoten razpon čustev “od pekla do nebes”.

Nazoren je tudi prikaz modulacije harmonij v našem programu vizualizacije glasbe, ki se spremeni v barvno potovanje (Slika 6 desno).



Slika 6: Trirazsežna vizualizacije glasbe z barvami.

4 Program barvne vizualizacije glasbe

Vizualizacija harmonije je bila osnovni namen našega programa [Ciuha et al., 2010]. Tu smo glede na vse dostopne podatke poskusili ustvariti matematični programski model, ki bi se obnašal kar najbolj podobno človekovemu slušnemu zaznavanju. Kar je zahteven cilj, saj ne gre le za pasivno sprejemanje, temveč za aktivno spoznavanje in prepoznavanje smiselnih celot (gestalt oblik), tudi na osnovi nepopolnih in popačenih slušnih informacij [Meyer, 1956, Parncutt, 1989]. Uho deluje kot frekvenčni analizator in je zelo učinkovito pri urejanju posameznih zaznanih zvokov različnih frekvenc v večje celote. Če zazna nepopolni vzorec frekvenc, ga spoznavni aparat samodejno dopolni do zaključene celote. To se zgodi, ko slišimo samo višje harmonske komponente tona brez osnovne frekvence. V tem primeru jo slušni sistem sam doda in upošteva pri svoji analizi.

Slušni sistem zvočno informacijo ureja v najpreprostejšo mogočo obliko. To pomeni, da v procesu zaznave vsak posamezen del informacije dobi končno vrednost šele na osnovi celote, ki jo ustvarja, ali, da je celota tista, ki določa vsebino vsakega posameznega dela. Tako imajo lahko v kontekstu glasbe posamezni toni zelo različne interpretacije. Enako velja za razmerja frekvenc tonov. Na primer triton se lahko interpretira ali uporabi na harmoničen način – kot razmerje 7:5 (pri Debussyu in Ravelu) [Wells, 1980, Tramo et al., 2001], kar je približek kvadratnega korena števila 2. Barvno triton vizualiziramo kot sivo barvo, saj sta tona, ki ga sestavljata na povsem nasprotnih mestih v barvnem krogu [Wells, 1980, Collopy, 2009]. Kakor uho sočasne tone ureja v celoto, program analizira tone in sočasn timerom priredi ustrezno barvo. Program računa barvo tako, da predstavi sočasne tone kot ustrezne vektorje v barvnem kvintno-terčnem krogu in jih sešteje [Ciuha et al., 2010].

Naslednja raven analize harmonije pa poteka v času ali v smeri zaporednih dogodkov. Ta lahko skozi barvno žarenje ozadja tonov prikaže prisotnost durovega ali molovega ključa, ki preveva določen del ali celotno skladbo. V glasbi kjer takega ključa ni, vidimo sivo ozadje, pojavljanje bledih barv ali pa menjavanje različnih barv. Na tej ravni analize se vsa glasbila ali glasovi združujejo. Lahko pa se prikažejo v tudi vzporednih ravninah. To pa zahteva način prikaza v treh prostorskih dimenzijah, ki omogoča opazovanje nastajajočega barvnega zapisa glasbe skozi različne poglede, projekcije ali perspektive (Slika 6).

Mogoče je tudi ločiti barvne glasbil v različne vzorce ali celo barve. S tem se navežemo na idejo o različnih barvah zvoka različnih glasbil. Na primer slikar Vasilij Kandinski v svojem eseju O duhovnem v umetnosti (v slovenščini je esej vključen v knjigo Od točke do slike [Kandinski, 1985]) opisuje zaznavanje zvoka trobente kot rumenega, zvoka godal – violine

zelenega, violončela pa kot globoko modrega [Collopy, 2009]. Seveda tak izbor barv izključuje prikaz harmonij.

Preostali izzivi so ločevanje med durovim in paralelnim molovim akordom (C-dur – a-mol), ter prikaz funkcijske harmonije v akordih. V čem se izrazno razlikujeta dur in mol je še vedno veliko strokovno vprašanje. Nemalokrat se glasba v molovih ključih povezuje z žalostnimi ali mučnimi čustvi. A Leonard B. Meyer v svojem temeljnem delu *Emotion and Meaning in Music* [Meyer, 1956] trdi, da ni nobene izrazne razlike med samim durovim ali molovim akordom, temveč da izrazna razlika nastane zaradi uporabe različnih lestvic in iz tega sledečih drugačnih melodičnih gibanj ter povečanih in pomanjšanih akordov (tudi drugih modov, počasnejšega tempa, kromatičnosti, drugačnih modulacij ter suspenza) [Parncutt, 1989].

Naš program za vizualizacijo glasbe [Ciuha et al., 2010] je v tej fazi razvoja še omejen na tonalnost in analizo glasbe v zapisu MIDI. Zapis MIDI ne hrani glasbe kot zvočni zapis, ampak kot zaporedje dogodkov (npr. tonov).

Program omogoča spremembo tempa poslušane glasbe brez zvočnega popačenja, spreminjanje glasbil in izbiro njihovih glasov (izbiro zvočne banke). Slabost zapisa MIDI pa je, da se glasba lahko predvaja le z elektronskimi vzorci naravnih glasbil. V naslednji fazi razvoja pro-grama bi ta lahko sprejemal tudi neposreden zvočni zapis, napravil spektralno analizo ter uredil pred harmonsko-barvno analizo in prikazom. Trenutno je to mogoče z uporabo programov, ki pretvarjajo zvočni zapis v MIDI-dogodke.

5 Barvna glasbila

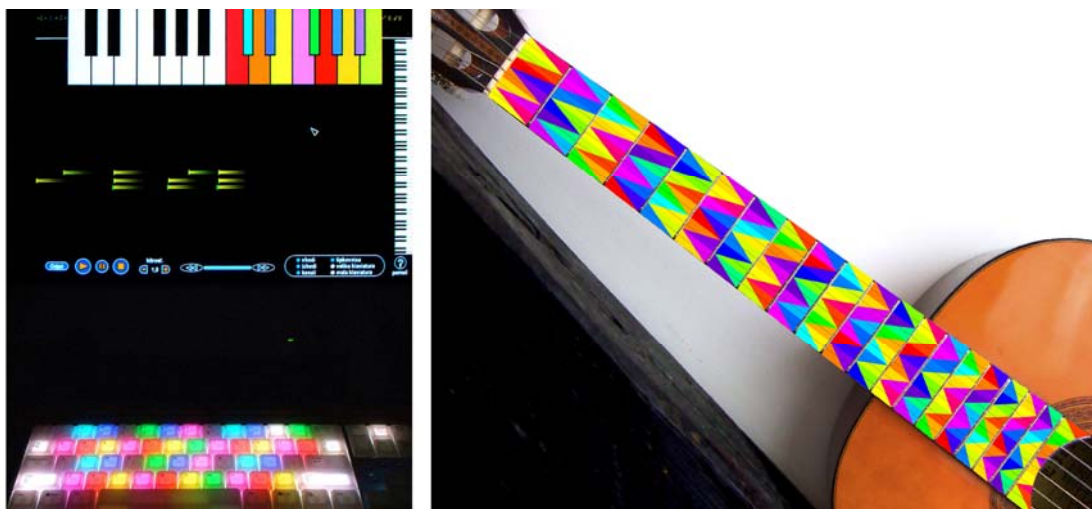


Slika 7: Osnovna barvna oktava (v sredini) in barvna oktava ob zaigranih akordih (levo in desno).

Naslednja razsežnost našega programa pa se odpre z igranjem na barvno glasbilo, ki je povezano z računalniškim programom. Ta med samim igranjem izvaja analizo harmonskih odnosov, ter jo predstavi v barvah na samem glasbilu. Na primer, na barvnem klavirju ima igralec najprej pred seboj tipke obarvane z dvanajstimi barvami mavrice, ki predstavljajo 12 durovih tonalitet v barvnem terčno-kvintnem krogu (Slika 7 sredina). Z izbiro in pritiskom prve tipke, se vsaka od ostalih tipk obarva v skladu z možnostjo, da jo bo igralec v naslednjem trenutku dodal prvi tipki. To pomeni, da se v barvi pokažejo vse sledeče možnosti igranja ali tvorjenja harmonij. Z izbrano in dodano drugo se proces ponovi in barvno prikaže možnosti za katerokoli tretjo tipko.

Slika 7 prikazuje virtualno barvno oktavo med igranjem akordov. Tako ima igralec barvnega klavirja v vsakem trenutku možnost izbire. Izbor pa je še vedno povsem njegov in ni v ničemer omejen. Če bo izbral močne barve bo ostajal v čisti harmoniji, različni barvni odtenki ga bodo vodili skozi različne durove in molove akorde ali tonalitete. Izbira sivih in bolj izpranih barv pa bo porušila čisto harmonijo v delno harmonijo in neharmonijo, kar lahko izrazno uporabi, da glasba ne bo enodimenzionalna ali monotona. Ob samem igranju lahko igralec spremlja tudi vizualizacijo svoje glasbe, mogoče pa je tudi povezati več igralcev v celoto, tudi takšnih z različnim predznanjem. V tem primeru bi lahko glasbeno najmlajši nudil barvno-glasbene iztočnice na osnovi katerih bi ustvarjali bolj izkušeni.

Barvna klaviatura je tehnično še v fazi prototipa. Program vsebuje prikaz ene oktave barvne klaviature. Rezultate oziroma barvne lahko prenesemo na barvno RGB LED računalniško tipkovnico (Slika 8) ali pa ga projiciramo z LCD-projektorjem na dejanske tipke (MIDI) klavirja. Razvijamo tudi sistem barvnih ploščic s tipali pritiska, ki bi se jih lahko položilo na katerikoli klavir s tipkami standardne velikosti. Izhod tipal pritiska bi krmilil računalniški program, ki bi pošiljal podatke ploščicam, le-te pa bi spreminjale svojo barvo. Soroden vmesnik bi bilo mogoče razviti za večino glasbil.



Slika 8: Barvna tipkovnica in barvna kitara.

Druga smer razvoja barvnih glasbil pa bi bila uporaba računalniške in komunikacijske tehnologije, npr. že omenjene barvne ali kar navadne tipkovnice, še bolj zanimivi pa so tablični računalniki ter telefoni in glasbeni predvajalniki (igralne konzole) z zasloni, občutljivimi na dotik. Tu se lahko na ekran nariše vmesnik barvnega glasbila že z barvnimi krmilnimi elementi.

Barvno glasbilo bi bilo lahko tudi del barvno osvetljene namenske sobe ali koncertne dvorane za ustvarjanje ali doživljanje barvne glasbe [Ciuha, 2001].

6 Oblike dela z učenci s pomočjo multimedijskih gradiv

Na osnovi barvnih glasbil in računalniških orodij vizualizacije se lahko razvije različne programe in igre, ki bi učenca ali študenta vodile skozi učenje glasbene teorije in prakse ali pa bi mu omogočili prosto ustvarjanje, snemanje in spreminjanje svojih projektov ter povezovanje z drugimi igralci in učiteljem. Tehnično ni nobenih ovir za razvoj takšnih aplikacij. Obstaja že množica glasbenih iger, ki izhajajo iz ideje karaok in vključujejo igranje

na računalniške oblike pravih glasbil npr. kitar in bobnov. S pojavom tabličnih računalnikov (npr. *Apple iPad*) se približuje novo obdobje poučevanja in učenja. Interaktivna multimedijška učna gradiva lahko naredijo večino učnih vsebin izjemno zanimivih in vznemirljivih. Še posebno tista, ki zmorejo učno vsebino pretvoriti v eksperiment, avanturo in igro. V tem primeru otrok doživlja igro kot namen svojega delovanja, neopazno pa se uči in pridobi učno znanje, ki pomeni doseči uspeh v igri.

Projekt vizualizacije glasbe z barvami **VGzB** tako pomeni možnost narediti korak v do sedaj še neizrabljeno smer glasbenega poučevanja in izražanja, ki bi lahko omogočila otrokom in odraslim tako sproščeno ustvarjanje, kot je tisto na likovnem področju. Današnje potrošništvo glasbe bi se lahko jutri spremenilo v ustvarjanje, šola pa v ustvarjalni laboratorij. Vprašanje je le, kdo si tega želi, ali kdaj bo napočil čas za to, in ali nas bo usoda vodila ali vlekla daleč zadaj za seboj. Torej gre za vprašanje vizije. Bi si želeli da se ta vizija uresniči vam ali vašim otrokom? In ali zmoremo mobilizirati materialne in kreativne vire, da jo uresničimo in tržimo?

Današnji učni načrt vsebuje ure likovne in glasbene umetnosti ter se razvija v smer povezovanja med njimi. S posodobitvijo učnega procesa in učnega načrta raste težnja po večji medsebojni povezanosti med vsemi učnimi predmeti. Praksa seveda še išče svojo pot v obliki komunikacije med učitelji in njihovo odprtostjo, znanjem, željo in pripravljenostjo na nove oblike dela. Priprava na večje število ur, ki bi bile namenjene učenju glasbenega in likovnega izražanja s pomočjo barvnega prikaza glasbe, je lahko podprta s prosojnicami, ki predstavijo temeljne ideje, prav tako pa je lahko podprta s zvočnim, video in slikovnim materialom o povezovanju obeh umetnosti.

Prosojnice so lahko multimedijske in podprte z dejanskimi poskusi. Ko se ustvari temeljno razumevanje in povezava, kar ob hitrem tempu zahteva 45 minut, se lahko preselimo na dejansko demonstracijo vizualizacije ali vsaj ogled posnetih filmov različnih skladb ter končno na glasbeno ali likovno ustvarjanje. Minimalna delavnica tako zahteva dve šolski uri, a seveda pusti večino aktivnosti zgolj napeljanih in nedokončanih.

Za izvedbo so nujni optimalni tehnični pogoji: zatemnjena učilnica, LCD-projektor z izrazitimi in nasičenimi barvami, računalnik z zmogljivo grafično kartico, dober zvočni sistem ali povezavo z zvočnim sistemom digitalnega klavirja ter seveda barvno glasbilo ali ustrezni vmesnik. Skozi praktično demonstracijo se zgradi razumevanje barvnih glasbenih orodij. Vzporedno z igranjem na glasbilo lahko preostanek razreda ali skupine riše, slika ali kako drugače likovno ustvarja na osnovi trenutnih glasbenih dogodkov. S tem se pogloblja proces zaznavanja ter se povezuje z neposrednim izražanjem in iskanjem ustreznih lastnih likovnih ekvivalentov. Ali obratno – likovno ustvarjanje ali barvna partitura je lahko osnova za glasbeno delovanje. Tako delo postane poseben izziv za motiviranega učitelja ter motivirane dijake.

Okus ustvarjanja je čudovit, saj je samorealizacija najvišja raven v Maslowovi hierarhiji človeških potreb. Posebna kakovost glasbe ustvarjene z barvnimi glasbili je, da omogoča najti nemalokrat izgubljeno prvobitno srečo in užitek ob igranju glasbe. Nemalokrat se namreč zgodi, da študent pozabi na prvobitni namen in vso svojo energijo usmeri le v tehniko, ponavljanje in veščino, pozabi pa na svojo srečo muziciranja, poslušanja, odkrivanja in izražanja.

Tovrstno barvno improvizacijo lahko poimenujemo tudi slikanje glasbe kot slikar, ki namesto čopiča in barv uporabi barvni klavir. Nastane glasbeni sprehod skozi harmonije, ki je lahko povsem prost običajnih okvirov melodije in ritma. V takšni glasbi se pojavi kvaliteta narave – na primer zvoka slapa ali ptičjega petja, ki je lahko tako monotono in rahlo ciklično, kot tudi vseskozi spremenljivo in presenetljivo. Te kvalitete so v poplavi današnje popularne glasbe relativno redke, saj se nahajajo med jazz, improvizirano ter sodobno tonalno resno glasbo.

Zadnja posebnost pedagoškega sistema je popolna odsotnost frustracije in neuspeha, saj barvno glasbilo omogoča glasbeno realizacijo ideala “kar vidiš tudi dobiš” (angl. “WYSIWYG”). Slab rezultat se pojavi le ob površnosti in nezainteresiranosti. To stanje je vedno pridobljeno. In večine pridobljenih stvari se lahko odučimo z nekaj pomoči, vodenja in zaupanja. Sistem deluje če ga uporabimo in načini uporabe so odvisni le od uporabnikov samih.

7 Zaključek: sinteza umetnosti in znanosti, igra in projektno delo kot pedagoški model

Projekt **VGzB** je rezultat interdisciplinarnega pristopa in povezovanja znanosti in umetnosti. Na ravni družbe in znanstveno-tehnološkega razvoja je ta povezava še premalo izkoriščena. Različni ustvarjalni postopki znanosti in umetnosti, temeljijo na dveh specializiranih možganskih polovicah. Levo polovico možganov tako povezujemo s simboli, logiko in jezikom, desno pa s prepoznavanjem vzorcev, medsebojnih odnosov, ustvarjalnostjo in intuicijo. Primer glasbe in umetnosti nas uči, da lahko desna polovica ustvarja nove svetove umetnosti, katerim znanost ugotavlja zakonitosti za nazaj. Takšna je večina glasbene teorije, ki razlaga delovanje, spoznanje in oblike glasbene umetnosti.

Kot primer navajamo pedagoško prakso, ki temelji na projektnem delu ter neposredni izkušnji. Projektno delo pomeni, da je učencem jasen in blizu konkretni cilj študija – praktičen projektni rezultat. Znanje, ki je namen študija, ima praktično naravo in se takoj uporabi in preveri v učnem projektu. Zelo pogosto gre za med seboj povezano znanje več disciplin.

Neposredna izkušnja je še posebno močna v praksi igre. Igra s svojo odprtostjo sili vse udeležence v iskanje vseskozi novih ustvarjalnih rešitev, na temelju pravil, ki določajo dovoljene in nedovoljene poteze. Sorodna praksa v znanosti je eksperiment. Ta temelji na opazovanju in poskusu razumevanja opazovanega. Opazovana dejstva se urejajo v vzorce ti pa v modele. Rezultati eksperimentov se primerjajo z napovedanimi iz modela.

Projekt **VGzB** se lahko uporabi za opazovanje in razumevanje harmonij v glasbi in razumevanje glasbe ter glasbene teorije nasploh. Drug način uporabe je v obliki igre, s katero ustvarjamo glasbo ali namensko ožje določeno glasbeno obliko. Med teorijo in prakso ni ločitve, projekt tako povezuje ustvarjanje leve in desne polovice možganov. Skozi opazovanje razvijamo pozornost in bogatimo percepcijo. To omogoča doseči pedagoške cilje spodbujanja radovednosti, vedoželjnosti, ustvarjalnosti in doseči ustvarjalni presežek skozi spiralno-razvojni učni proces.

Z uporabo emancipatornega pristopa sprejemamo učenca-uporabnika kot enakovrednega izvajalcu. S tem mu omogočimo večji izkoristek ustvarjalnih potencialov, delovanje na osnovi pozitivne samopodobe, nudimo možnost samostojne izbire njemu prilagojenih učnih metod, s katerimi rešuje probleme in sprejema odločitve in refleksijo pridobljenih učnih izkušenj.

8 Zahvala

Za strokovni pregled besedila se zahvaljujemo doc. Urški Pompe, Univerza v Ljubljani Akademija za glasbo.

Literatura

- Balsach, L. (1997). Application of virtual pitch theory in music analysis. *Journal of New Music Research*, 26(3): 244–265.
- Benson, D. (2006). *Music: A mathematical offering*. Cambridge University Press.
- Bergstrom, T., Karahalios, K. & Hart, J. C. (2007). Isochords: Visualizing structure in music, GI'07: Proceedings of Graphics Interface 2007.
- Chew, E. (2000). *Towards a Mathematical Model of Tonality*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Ciuha, P. (2001). peter ciuha . the womb . statement, 24. mednarodni grafični bienale, Ljubljana. Mednarodni grafični likovni center.
- Ciuha, P., Klemenc, B. & Solina, F. (2010). Visualization of concurrent tones in music with colours, *Proceedings of ACM Multimedia 2010* (sprejeto v objavo).
- Collopy, F. (2009). Playing (with) colour. *Glimpse*, 2(3): 62–67.
- Gatzsche, G., Mehnert, M., Gatzsche, D. & Brandenburg, K. (2007). A symmetry based approach for musical tonality analysis, 8th International Conference on Music Information Retrieval.
- Huron, D. (2008). Asynchronous preparation of tonally fused intervals in polyphonic music. *Empirical Musicology Review*, 3(1).
- Kandinski, V. V. (1985). *Od točke do slike: zbrani likovnoteoretski spisi*. Cankarjeva založba.
- Meyer, L. B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. University of Chicago Press.
- Parncutt, R. (1989). *Harmony: A Psychoacoustical Approach*, chapter 2. Springer-Verlag.
- Tramo, M. J., Cariani, P. A. & Delgutte, B. (2001). Temporal coding of tonal harmony in the auditory nerve. Technical report, Harvard Medical School.
- Wells, A. (1980). Music and visual color: A proposed correlation. *Leonardo*, 13: 101–107.