

Stian Hogsrød

En utforskende oppgave om algoritmiske komposisjonsteknikker i møte med utvalgte, eldre formstrukturer

Bacheloroppgave i Musikkteknologi

Veileder: Øyvind Brandtsegg

Mai 2024

Stian Hogsrød

En utforskende oppgave om algoritmiske komposisjonsteknikker i møte med utvalgte, eldre formstrukturer

Bacheloroppgave i Musikkteknologi
Veileder: Øyvind Brandtsegg
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Det humanistiske fakultet
Institutt for musikk



Kunnskap for en bedre verden

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | 2 |
| Introduksjon | 3 |
| Teori: Om algoritmer | 4 |
| <i>Lindenmayer system</i> | 6 |
| <i>Cellular Automata</i> | 8 |
| <i>Musikalsk inspirasjon</i> | 9 |
| <i>Om Formprinsipper</i> | 11 |
| <i>Transformasjoner av sykliske tema</i> | 11 |
| <i>Metamorfose</i> | 12 |
| <i>Belysningsteknikk</i> | 12 |
| <i>Sirkulære mønstre</i> | 13 |
| Metode | 13 |
| <i>System 1: Cellular Automata-drevet granulær looper</i> | 14 |
| <i>System 2: Lindenmayer system drevet konvolusjon</i> | 15 |
| <i>System 3: Lindenmayer system drevet "sampler"</i> | 16 |
| <i>System 4: Cellular Automata drevet bytesong/crossadaptiv synth</i> | 17 |
| Resultat | 18 |
| <i>Komposisjon 1</i> | 19 |
| <i>Komposisjon 2</i> | 20 |
| Diskusjon | 21 |
| <i>Systemene i bruk</i> | 21 |
| <i>Andre relevante teknikker</i> | 22 |
| <i>Prosess</i> | 23 |
| <i>Konvolusjon</i> | 24 |
| <i>Kan resultatet sies å være gitte formstrategier?</i> | 25 |
| <i>Videre arbeid:</i> | 26 |
| Konklusjon | 27 |
| Vedlegg | 29 |
| Utstyrliste | 30 |
| Bibliografi | 31 |

Sammendrag

Denne bacheloroppgaven utforsker algoritmiske komposisjonsteknikker, og ser dette i lys av utvalgte strategier knyttet til formlære fra den klassiske musikken. Jeg har i hovedsak valgt å utforske to ulike algoritmer, i tillegg til å fordype meg i fire forskjellige formstrategier. Prosjektets praktiske og kreative del består av instrumenter og generatorer jeg har programmert i Csound, både som frittstående program, og som plug-ins designet med programvaren "Cabbage". Disse systemenes formål er å virke som kreative verktøy for å utforske muligheter i skjæringspunktet mellom algoritmisk komposisjon og arbeid med formstrategier. Til hver utvalgt formstrategi har jeg bygd en plug-in hvor event-generering er styrt av en algoritme. Oppgavens teoretiske del utforsker teori jeg har jobbet med gjennom litteratur og egen analyse, og er knyttet til de relevante algoritmene og de ulike formprinsippene jeg har valgt å fordype meg i. Musikalsk har dette prosjektet resultert i to komposisjoner. I hver av disse har jeg, på ulike elementer, benyttet to av systemene per komposisjon for å illustrere hver formstrategi for seg, samtidig som jeg forsøker å knytte musikalske elementer og ideer sammen.

Abstract

This bachelor thesis explores algorithmic composition, and sees this in the light of selected strategies linked to theory of form from the classical music. For this project, I have mainly chosen to explore two different algorithms, in addition to four different strategies of musical form. The practical part of this project consists of instruments and generators I have programmed in Csound, both as stand-alone programs and plug-ins designed with the software "Cabbage". The purpose of these systems is to act as creative tools for exploring algorithmic composition in light of forms. Musically, this project has resulted in two compositions, where I use two of these tools on different elements to illustrate each form separately, while at the same time trying to link musical ideas together.

Introduksjon

I denne bacheloroppgaven utforsker jeg algoritmiske komposisjonsteknikker, noe jeg har valgt å se i lys av utvalgte formstrategier jeg kom over da jeg tok faget ”Kompositoriske Formstrategier A” på musikkvitenskap ved NTNU høsten 2023. Formstrategier, i musikk, er et virkemiddel som sier mye om et stykkets struktur og utvikling. Tanker om formstrukturer i musikk har spilt sentrale roller gjennom musikkhistorien, hvor idealet stadig har vært i endring. Med denne oppgaven ønsker jeg å utforske dette enda dypere, i tillegg til å knytte dette opp mot dagens teknologiske muligheter og moderne komposisjon.

Jeg synes forholdet mellom menneskelig kreativitet og datateknologi er spennende, og finner algoritmer for bruk i komposisjon veldig fasinende. Dette er tema jeg over lengre tid har vært nysgjerrig på, og har hatt lyst til å lære mer om. Videre er jeg interessert i å utforske krysningspunktet mellom ny teknologi og gamle tradisjoner, noe som gjør tema om formlære relevant og spennende i lys av dagens teknologiske muligheter. Disse tankene danner grunnlaget for oppgavens problemstilling; Hvordan kan algoritmiske komposisjonsteknikker bli brukt i produksjon av moderne musikk med utgangspunkt i utvalgte formstrategier?

En stor del av min motivasjon for dette prosjektet har vært å øke min bevisstgjøring og kunnskap innenfor disse feltene. Videre ser jeg på dette som en mulighet til å se elementer fra ulike tider i større perspektiv, samt å kombinere teorier, teknikker og kreativitet. Under bearbeidelse av dette prosjektet har jeg hatt mål om å utforske ulike teknikker, både innenfor programmering og formprinsipper, som jeg senere har benyttet i egenlagt programvare, for å produsere egen musikk. Teorien benyttet i denne oppgaven er i hovedsak hentet fra litteratur som artikler og bøker, både for formlære og algoritmiske teknikker. Som en sentral del av oppgaven har jeg også brukt tid på å lytte til, og analysert relevant musikk, noe som har gitt meg mye inspirasjon, og tanker knyttet til muligheter innenfor tema.

Når det kommer til det musikalske, og det kompositoriske, har jeg for denne oppgaven fokusert på samtidsrettet musikk. For dette prosjektet har jeg ønsket å gjøre egne erfaringer knyttet til hvordan algoritmer og formstrategier kan bli brukt i samtidskomposisjon med fokus på teksturer og klangfarger. Dette er tema jeg kommer tilbake til i kapitlet om musikalske inspirasjoner.

Dette prosjektet inneholder både programvare og komposisjoner, noe som har medført at jeg for denne oppgaven har beskrevet systemene i tekstens metodedel, og forklart komposisjonene som en del av resultatdelen. Denne teksten inneholder videre en teoridel, etterfulgt av deler for metode, resultat og diskusjon, hvor jeg forsøker å underbygge utforskningen jeg har gjort både med tanke på algoritmer og utvalgte formstrategier.

Teori: Om algoritmer

Begrepet "algoritme" kommer opprinnelig fra det greske ordet "arithmos", og kan oversettes til å bety "tall" eller "nummer" (Nierhaus, 2009). Nasjonal Læringsarena definerer en algoritme som "... et sett av trinnvise instruksjoner i en bestemt rekkefølge som er lagd for å oppnå noe" (Skurdal & Kristensen, 2020), og kan forstås som en spesifikk beskrivelse på en bestemt framgangsmåte i arbeid med en oppgave. Til i dag har dette utviklet seg til å utgjøre en sentral rolle i fag tilknyttet datateknologi og programmering. Gjennom musikkhistorien har vi sett en rekke ulike implementeringer av slik regelbestemt komposisjon, fra begynnelsen av musikalsk notasjon til komplekse systemer for å generere musikk.

All bruk av algoritmer legger til grunn et tall - eller skriftsystem, samt et system for symboler, som kan bli skrevet ned. De første fungerende systemene for dette ble til i Egypt, rundt 3000 år før Kristus. Dette gjorde at en algoritmisk tilnærming til oppgaveløsning ble mulig, da en nå kunne gi verdier til ulike tegn, og utføre kalkulasjoner uten å inkludere objektene i seg selv (Nierhaus, 2009). "For the history of algorithmic thinking, an essential abstraction process has already taken place with the beginnings of these writing systems" (Nierhaus, 2009, s. 9). Flere tusen år seinere regnes den italienske komponisten Guido d'Arezzo (990-1050) å ha hatt sterk innflytelse på utformingen av musikalsk notasjon, i tillegg til å være kjent som opphavsmann av "the solfege system". Med dette systemet tildelte han forskjellige stavelser som "do", re" og "mi", til de ulike trinnene i en skala (Reisenweaver, 2012). Guido d'Arezzo var også en pioner innen algoritmisk komposisjon, hvor han rundt år 1000 designet et system for å omgjøre tekst til melodi. Dette systemet besto av regler som knyttet sammen bestemte tekststavelser og tonehøyder. På denne måten ble melodier til, bestemt ut fra hvilke bokstaver som skulle synges (Nierhaus, 2009).

I tiden inn mot renessansen begynte komponister å utforske tidsverdier og rytmikk ved å separere dette bort fra tekst og tonehøyde. I denne sammenheng ble også systemet for notasjon

utvidet til å også inkludere tonevarighet. I renessansen, som regnes å starte rundt år 1400, ble det vanlig å tildele rytmiske mønster til en serie av tonehøyder. Dette er en teknikk som kalles ”isorytmikk”, hvor ”iso” betyr ”lik” eller ”det samme”, og defineres av at bestemte rytmiske modeller som holdes uendret og gis til gitte melodier (Simoni & Dannenberg, 2013). Motpolen til isometrikk, kalles isomelos, og defineres ved at gitte mønster i melodi og tonehøyder holdes konstant, samtidig som dens rytmikk endrer seg. Disse inngår i formprinsippet som omhandler sirkulære mønster, noe jeg kommer tilbake til i oppgavens neste kapittel. Utover på 1600 tallet dannet Athanasius Kircher et tidlig system for algoritmisk komposisjon, der han automatiserte prosessen om å generere både rytmiske og tonale verdier for komposisjon av musikk (Nierhaus, 2009).

Videre, i nyere kunstmusikalsk historie finnes flere kompositoriske retninger med fokus på forhåndsbestemte regler. Utover i barokken utviklet Johan Sebastian Bach ”fugen”, som er en komposisjonsteknikk med spesielle regler for utvikling av motivisk materiale. Et senere eksempel er stykket *Musikalisches Würfelspiel* skrevet av W. A. Mozart. Denne komposisjonen baserer seg på hans ide om å la terninger bestemme rekkefølgen de ulike kompositoriske delene skulle spille i. Dette kan minne om teknikker knyttet til serialisme, og aleatorikk som er en komposisjonsretning basert på tilfeldigheter, som (senere) ble videreutviklet og raffinert blant annet av John Cage.

Serialisme er en videreutvikling av elementer hentet fra ”den andre wiener-skolen” som ble til utover på 1900 tallet med komponister som Alban Berg, Anton Webern og Arnold Schönberg. Kjent fra den andre wiener-skolen er atonaliteten, og den strenge regelbestemte tolvtoneteknikken utarbeidet av Arnold Schönberg. Innenfor denne komposisjon-retningen ble regler satt opp for å unngå tonale sentrum i komposisjonene. Innenfor serialismen ble dette videreført, hvor det også ble benyttet definerte regler for utviklinger av tonehøyder, dynamikk og noteverdier (Järveläinen, 2000). ”A piece of music is serial if in some respect it is determined by a strict pattern of recurrence” (Cook, 2009, s. 296). Dette kan sees på som en tidlig algoritmisk komposisjonsteknikk, da regelsett ga matematisk kontroll over denne retningens komposisjoners utvikling over tid.

Mot slutten av 1950 tallet benyttet Lejaren Hiller og Leonard Isaacson for første gang en datamaskin for å algoritmisk komponere et stykke musikk. I dette arbeidet benyttet dem Markov-modeller for utvelgelse av musikalske elementer. Markov-modeller er en algoritmisk

modell hvor det neste utfallet for algoritmen blir beregnet utfra foregående hendelser. Med andre ord blir sannsynligheten for videre utviklingstrinn basert på foregående verdier (Simoni & Dannenberg, 2013). Samtidig begynte komponister som Iannis Xenakis også å eksperimentere med lignende teknikker innenfor algoritmisk komposisjon, sannsynlighetsteori og datamaskiner.

Gerhard Nierhaus, forfatteren av boka "Algorithmic Composition – Paradigms of Automated Music Generation", definerer en algoritme på flere ulike måter, deriblant ved; "A systematic procedure that produces – in a finite number of steps – the answer to a question or solution of a problem" (Nierhaus, 2009, s. 2). Algoritmisk komposisjon kan, med bakgrunn fra hittil nevnte definisjoner, tolkes som prosessen der et lydforløp blir til ved hjelp av en, eller flere algoritmer. I en slik komposisjonsprosess blir komposisjonen styrt av et gitt regelverk. I nyere tid har datateknologi blitt en mer vanlig og utbredt praksis innenfor komposisjonsfaget, noe som har medført at begrepet algoritmisk komposisjon også ofte brukes om prosessen der datamaskiner genererer et lydforløp (Simoni & Dannenberg, 2013). Denne oppgaven utforsker komposisjon ved hjelp av regelbestemte algoritmer. Videre i teksten skal jeg gå nærmere inn på to utvalgte algoritmer jeg har valgt å fordype meg i, etterfulgt av en gjennomgang av musikalske mål og relevante formstrategier.

Lindenmayer system

"Organic form itself is found, mathematically speaking, to be a function of time"
(Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996).

Lindenmayer system er en utviklingsalgoritme som ble funnet opp i 1968, av matematikeren Aristid Lindenmayer. Dette var i utgangspunktet en matematisk modell for å vise en organismes vekst over tid. En viktig del av denne algoritmen er dens fokus på omskriving av en datastreng, der gitte regler blir byttet ut med nyskrevde regler basert på tidligere hendelser (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996). Her blir et startpunkt, kalt "axiom" først definert, etterfulgt av et regelsett. Et forenklet eksempel kan se slik ut: axiom = A, samt regler $A = AB$ og $B = A$, noe som resulterer i en utvikling for hver "generasjon", som over tid endrer seg på bakgrunn av gitte regler.

axiom= A

regler: (A = AB), (B → A)

generasjon 0 = A

generasjon 1 = AB

generasjon 2 = ABA

generasjon 3 = ABAAB

generasjon 4 = ABAABABA

Et annet viktig element for denne algoritmen er generasjonslikhet, da starten på den nye generasjon alltid vil være tilsvarende hele forrige generasjon. Dette systemet har utviklet seg til å bli så nøyaktig at en ved hjelp av datamaskiner grafisk kan generere planter vekst så detaljert at det er mulig å studere for akademiske formål (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996). I mine vedlagte koder ser vi bokstav-strenger blir transformert gjennom mine egne definerte regelsett, slik som definert fra denne algoritmens teori. I Csound kan denne algoritmen settes opp ved hjelp et rekursivt instrument, som trigger seg selv helt til alle generasjoner er prosessert. Lindenmayer system har fokus rettet mot naturlige transformasjoner, med tanker som kan sammenlignes med ideologien i naturalismen. Innenfor naturalismen finnes blant annet komponisten Bela Bartok, noe jeg kommer tilbake til i neste kapitlet om musikalske formstrukturer.

Lindenmayer system har blitt brukt i komposisjon av musikk på flere måter, blant annet av John McCormack, som designet et system basert på DOL –strukturer. Her bruker han Lindenmayer system for å kontrollere ulike musikalske parameter som tonehøyde og varighet. Dette systemet utga MIDI verdier. Videre har den amerikanske komponisten Roger Luke DuBois jobbet med bruk av Lindenmayer system, blant annet ved å gi utfallet fra denne algoritmen symbolske verdier for å oppnå polyfoniske musikalske strukturer (Nierhaus, 2009). Han er også anerkjent for sitt arbeid med Lindenmayer system for bruk i sanntids –sammenheng, hvor han har lagt ulike parameter fra algoritmen til sanntids lydinput for å generere sammenhengende men samtidig varierte komposisjoner (DuBois, 2003).

Cellular Automata

Cellular Automata er en algoritme for å modellere utviklingen av et gitt system innenfor et bestemt område. Ofte forbindes Cellular Automata med utviklingsprosessen der en gitt mengde "celler", med ulik tilstand (levende/død), simuleres over tid. I denne algoritmen baserer alle cellene seg på de samme reglene, hvor hver ulike celletilstand bestemmes av tilstanden til dens naboceller. Her er det med andre ord interaksjonene mellom de ulike bestanddelene som står sentralt for algoritmens utvikling over tid. Dette kan gi denne algoritmen svært komplekse utfall, selv om dens regler i utgangspunktet er enkle å forstå (Nierhaus, 2009).

Algoritmen Cellular Automata som vi kjenner i dag ble funnet opp av Konrad Zuse, John von Neumann og Marcin Ulam på 1950-tallet, selv om en forløper av denne algoritmen, kalt "ising model" ble presentert allerede i 1922 (Nierhaus, 2009). Cellular Automata-algoritmer finnes i 3 ulike dimensjoner, hvor den enkleste formen, kalt en-dimensjonale, representeres som en lineær serie av celler, noe som derfor muliggjør få antall naboceller per celle. Den to-dimensjonale versjonen derimot, ligger til en y-akse, slik at denne versjonen av Cellular Automata blir representert innenfor et rutenett. Innenfor denne versjonen er det mulig at en celle får naboceller på alle sine sider, som påvirker dens tilstand og utvikling. Tre-dimensjonale Cellular Automata- algoritmer legger også til en z-akse, slik at den representerer en utvikling i et tredimensjonalt rom (Nierhaus, 2009). I dette prosjektet har jeg valgt å benytte en-dimensjonal Cellular Automata, som i mitt tilfelle passet for å representere en lineær utvikling over tid.

Det er flere komponister som har benyttet Cellular Automata som komposisjonsverktøy, deriblant Dale Millen som på 1990-tallet designet et system der verdier fra Cellular Automata-algoritmen bestemte musikalske parameter som tonehøyde og varighet. Videre har Peter Beyls laget et system der han utvidet denne algoritmen for å definere tilstanden i cellenes nabolag, for å så sende denne celleinformasjonen som midi-signal. Peter Beyls har også laget et verk hvor det i sann-tid er mulig å endre parameter for oppsettet av algoritmen, noe som åpner for muligheten til å egen definere utviklingen og oppnå ønsket resultat.

Kjente for sine arbeider med Cellular Automata- algoritmen er også Andy Hunt, Ross Kirk og Richard Orton, etter å at de designet "CA Workstation". Dette er et komposisjonssystem som gjorde det mulig for brukere å generere musikk med en stor variasjon, der verdier fra Cellular

Automata kan manipuleres og bli sendt til lydgeneratorer. “The CA Workstation described here aims to interrupt this automatic process to let the composer interact direct with the CA ...” (Hunt, Kirk, & Orton, 1991, s. 1). Dette var en stor inspirasjon for mitt eget prosjekt da jeg ønsker å utforske forholdet mellom datateknologi og menneskelig kreativitet, samtidig som jeg ønsket å utforske måter å implementere algoritmer på, uten å direkte generere musikalske verdier med blant annet midi. For sistnevnte har jeg latt meg inspirere av ”Chaosynth” som er en granulær synthesizer, drevet av Cellular Automata, utarbeidet av Eduardo Reck Miranda ved The University of Edinburg. Granulær syntese er et tema jeg kommer tilbake til i oppgavens metodekapittel. Videre følger en forklaring av oppgavens musikalske rammer, samt en gjennomgang av relevante formstrategier.

Musikalsk inspirasjon

Den musikalske inspirasjonen for dette prosjektet har flere røtter, deriblant fra konkret musikk, elektroakustisk musikk og minimalisme. Disse er alle musikalske retninger innenfor betegnelsen samtidsmusikk, og sentrale for den kunstmusikalske utviklingen fra 1900-tallet. I denne delen av oppgaven vil jeg gjennomgå disse, og forklare elementer knyttet til mine musikalske mål.

Den første stilretningen jeg vil forklare, er konkret musikk. Dette er en musikalsk stilretning som ble til i Frankrike utover på 1940-tallet, av Pierre Schaeffer. Innenfor denne stilen benyttet man ofte ”umusikalske” objekter for å generere lyd. Her er målet å fokusere på opptak og bearbeidelse av enkeltlyder, hvor oppmerksomheten er rettet inn mot lydkilden i seg selv (Rudi, 2023). ”In the classical tradition, music is typically first conceived by the composer and then interpreted by performers. But musique concrète dispenses with performers by starting with sound rather than score; as the name suggests, it begins with the concrete rather than the abstract” (Katz, 2004, s. 45). Denne tankegangen har vært et utgangspunkt for min musikalske utforskning, samtidig som den også har vært til hjelp ved å sette noen klare rammer for oppgavens resultat.

Den andre stilretningen jeg har latt meg inspirere av er elektroakustisk musikk. Dette er kunstmusikalsk stil, sammensatt av konkret musikk og elektronisk musikk, der lydforløpet blir laget eller manipulert gjennom elektronikk (Rudi, 2023). Anerkjente komponister innenfor

denne retningen er blant annet nordmannen Arne Nordheim, samt Lejaren Hiller og Leonard Isaacson som i 1957 skrev den algoritmiske komposisjonen ”Illiac Suite”.

Minimalisme er en musikalsk retning innenfor det modernistiske kunstfeltet. Denne retningen oppstod på 1960-tallet, som en reaksjon på kompleksiteten funnet i blant annet serialismen. Minimalistisk musikk defineres av James Buhler og David Neumeyer ved: “Style of music characterized by a high degree of repetition and a-melodic textures” (Buhler & Neumeyer , 2016, s. 528). Komponisten La Monte Young blir regnet som en tidlig komponist med virke innenfor denne retningen, hvor hans ”trio for strykere” kan kjennetegnes med lange toner og en stillestående følelse. Andre velkjente komponister fra denne epoken er Terry Riley, Steve Reich og Phillip Glass. Komponister innenfor denne retningen skrev musikk som kan kjennetegnes med en utbredt bruk gjentakelse og forenklet, om tilstedeværende, tonalitet, uten nødvendigvis klare melodiske løp (Johnson G. , 2017). På en annen side kan musikken innenfor denne retningen heller forsås å rette fokuset mot musikalske teksturer, samt en sakte og kontinuerlig utvikling hvor det står sentralt å skape statiske passasjer (Johnson, 1994). ”The texture of the minimalist style, which follows logically from the form, typically consists of interlocking rhythmic patterns and pulses continuing without interruption” (Johnson, 1994, s. 748).

“A-melodikk” er et begrep jeg har hentet fra filmmusikk, og viser til en retning innenfor minimalistisk musikk uten noen melodilinje i forgrunnen, hvor det er utviklingen av ulike teksturer og klangfarger som står sentralt for komposisjonen. ”Similar to monophony in diminishing the foreground/background distinction, but monophony occupies only foreground, where an a-melodic texture has only background” (Buhler & Neumeyer , 2016, s. 525). Tekstur som begrep har gjennom modernistiske retninger fått utvidet sin betydning, fra å i utgangspunktet vise til avstanden mellom toner i harmonilære, til å i dag representere en hel stilretning. Musikalsk tekstur kan i denne sammenheng måles i tykkelse, og kan i dag forstås som et sammensatt resultat av flere musikalske elementer, deriblant klangfarge og varighet. (Cope, 1997).

For det kunstneriske aspektet ved denne oppgaven har jeg konsentrert meg om moderne komposisjon, der jeg utforsker elementer som tekstur, klangfarge og a-melodikk. Her har jeg forsøkt å la selve lydkildene stå i fokus for å formidle dens egne affekt. I tillegg til nevnte inspirasjonskilder, har jeg også spesielt latt meg inspirere av andre komponister innenfor disse retningene deriblant Francis Dhomont, Phillip Glass, Luc Ferrari, Steve Reich og John Cage.

Om Formprinsipper

En komposisjons form viser til det individuelle stykkets sammensetning av ulike deler, og utvikling i kjennetegn og karakteristikk. ”En musikalsk form er en større og mer helhetlig organisering av musikk, selve den musikalske strukturen. Elementer i musikken, som melodi, harmonier eller rytme blir byggeklosser når formen skal lages” (Ruud, 2023). En musikalsk analyse av et verk gir god innsikt i komposisjonen, hvor formlæren er med å vise hvordan ulike musikalske forløp kan bli formulert og utviklet over tid ved å se på et stykkes strukturelle elementer. Dette er et viktig element i en komposisjon-prosess, og relevant for å forstå og sammenligne ulike stilretninger. ”As its simplest ‘formal analysis` means any kind of analysis that involves coding music into symbols and deducing the musical structure from the pattern these symbols make” (Cook, 2009, s. 116).

Transformasjoner av sykliske tema

I denne oppgaven har jeg valgt å rette lys mot to hovedgrupper innen formtenking, hvor den første baserer seg på en utvikling av musikalsk motivisk materiale. Innenfor denne hovedretningen har jeg valgt å fokusere på to underkategorier, former som baserer seg på sykliske tema, og metamorfose. Utvelgelsen av disse fire strategiene er gjort med bakgrunn i at dem er ulike i bruk og er lette å skille, har ulike kvaliteter og fokus. I tillegg har dem alle elementer jeg har lyst til å utforske i sammenheng med moderne musikalsk komposisjon.

Dette er en formstrategi der et utvalgt motiv gjennom hele komposisjonen, stadig kommer tilbake i original og modifisert form. Dette motivet kan oppstå i ulike versjoner av seg selv og modulere, men vil aldri miste sin identitet i forhold til dets utgangspunkt. Anerkjente komponister som blant annet har benyttet en slik formtenkning var Edvard Grieg og Claude Debussy, som begge har komponert stykker der enkelte motiv er med å binde hele komposisjoner sammen (Benestad & Schjelderup-Ebbe, 2007). Denne teknikken finner vi blant annet i Edvard Grieg’s konsert i g-moll hvor bearbeidelsen av et bestemt tema kan sees på som et viktig element for stykkets struktur.

Metamorfose

I 1893 skrev Claude Debussy sin Strykekvartett i g-moll, der han benytter et utvalgt syklisk tema som musikalsk utgangspunkt for hele komposisjonen. Gjennom hele dette stykket blir dette motivet bearbeidet på en så gjennomgående måte at det, om en ikke hører stykket sammenhengende og følger motivets utvikling, kan begynne å miste sammenhengen mellom motivets identitet mellom start og slutt (Benestad & Schjelderup-Ebbe, 2007). Om en ser på ytterpunktet av sykliske tema, kan man se dette i sammenheng med komposisjoner fra et mer naturalistiske tankesett, hvor organiske musikkformer som ”metamorfose” er sentrale. En metamorfosisk form oppstår når et motiv gjennomgår en så dramatisk transformasjon at den musikalske identiteten mistes og ikke gjenkjennes, med mindre en følger komposisjonens kontinuerlige utvikling fra start. (Trochimczyk, 1996). En komposisjon jeg vil trekke fram som eksempel for å illustrere dette, er ”Music for Strings, Percussion og Celesta” av Béla Bartók.

Belysningsteknikk

Den andre hovedgruppa av formstrategier jeg har utforsket under bearbeidelsen av denne oppgaven baserer seg på repetisjon og gjentakelse av musikalakse motiv, heller enn utvikling av musikalske motiv. Innenfor denne retningen har jeg jobbet med ”belysningsteknikk” og formstrategi basert på sirkulære mønstre.

Belysningsteknikk er en strategi for å strukturere musikalske verk, kjent fra retningen impresjonismen. Vanlig innenfor impresjonistisk komposisjon er et mer fokus rettet mot enkeltakkorders egne tekstur og klangfarge. Dette kan sees på som en motsetning til målet om å oppnå funksjonsharmonisk struktur, og bearbeidelse av melodiske motiver (Kleiberg, 1985). ”Den sterke fokuseringen på det klanglig/harmoniske, ser jeg på som et resultat av en interesseforskyving fra det strukturelle mot det rent lydmesseige” (Kleiberg, 1985, s. 42). Dette er elementer som kommer fram i en av denne epokens etablerte formstrategier som kalles belysningsteknikk. Innenfor denne formteknikken står et motiv uendret gjennom stykket, og fungerer som stykkets forgrunn, mens det er alt i bakgrunnen som kan endres, og dermed på ulike måter belyser forgrunnen. ”Debussys ”Naugel” fra orkesterverket Nocturnes er et stykke som egner seg godt som illustrasjon til det jeg vil kalle belysningsteknikk” (Kleiberg, 1985, s. 48). I denne komposisjonen høres klanglige utviklinger i stykkets bakgrunn, mens det i forgrunnen repeteres et motiv, spilt av et engelsk horn.

Sirkulære mønstre

Dette er en retning innenfor formlæren der mønstre, av rytmisk eller melodisk karakter i ulike lengder, spilles over hverandre, slik at nye sammensetninger oppstår over tid. Dette er en formstrategi med opphav fra renessanseteknikkene ”isometrikk” og ”isomelos”, men er også å finne i mer moderne sammenhenger. Dette er en polyfon teknikk der det er utviklingen av sammensetningen mellom de ulike stemmene som skaper stykkets struktur. Denne formstrategien kan høres i Olivier Messiaens verk ”kvartet til tidens ende”, som han skrev i en tysk fangeleir under andre verdenskrig. Videre kan Messiaens ”Modes for varigheter og intensiteter” sees på som et annet eksempel på denne teknikken. Dette er et 36-toners system der han tildelte varighets - og dynamiske verdier til ulike toner. Her ble toner over ulik oktav tildelt ulik intensitet og varighet, noe som resulterte i at lysere toner fikk kortere varighet og lavere dynamikk enn dypere toner (Borum & Christensen, 1977).

Metode

En stor del av denne oppgaven har gått ut på å få bedre oversikt over feltet ved å gjøre meg kjent med faglitteratur og andre komponisters virke. I tillegg har jeg utforsket tekniske og kreative muligheter under utarbeidelsen av programvaresystemene. Faglitteraturen jeg har lest utforsker både de relevante algoritmene, og de ulike formprinsippene jeg har valgt å fordype meg i. Dette har vært et viktig element i utviklingen av dette prosjektet, da jeg fra oppgavens start har hatt som mål å utforske og fordype meg i dette. I denne sammenheng har jeg også lyttet og analysert relevante verker av andre komponister, noe som har gitt meg mye inspirasjon og gjort meg bevisst på muligheter innenfor feltet.

Den andre viktige metoden for bearbeidelsen av dette prosjektet, er utviklingen av programvarene for komposisjonsverktøyene. Her har jeg valgt å programmere alt i Csound, som er et kraftig og allsidig programmeringsspråk, designet for å håndtere prosesser tilknyttet lydbehandling. Dette har gitt meg god forståelse over hver teknikk, og gjort meg bevisst på kreative muligheter. Systemene jeg har laget er ment for å benyttes i en digital audio arbeidsstasjon (DAW), hvor de her blir hentet inn som eksterne programmer for å manipulere eller generere lyd. I systemet for sirkulære mønstre, som ikke benytter en lydinput, plasserer jeg plug-innen direkte på sporet jeg ønsker å ta opp. For systemene som derimot benytter lydinput, plasserer jeg plug-innen på et spor som sender lyd til en buss, som sender lyden til et

annet spor som tar opp fra den bestemte bussen. Dette gjør at programvarenes output blir tatt opp til det nye sporet.

Videre i prosjektet har jeg utforske bruksområder til programmene jeg har designet, og jobbet med ulike måter å implementere lærte teknikker i arbeid med å komponere egen musikk. Dette er et viktig element for prosjektets helhet, da jeg innenfor denne delen utforsket bruken av systemene jeg gjennom dette prosjektet har designet. Her brukte jeg tid på å utforske systemene på ulike lydkilder, og å gi elementer ulike roller i komposisjonene. Da jeg synes det var vanskelig å få generert fullstendige komposisjoner med kun ett system av gangen, har jeg omsider endt på å bruke to formstrategier på ulike elementer, per komposisjon. Dette har gjort at jeg har måttet å se de ulike formstrategiene i en større kontekst, i motsetning til å kun generere fire ulike komposisjoner, en for hvert system.

For å underbygge prosjektets problemstilling, og for å tilfredsstille mine mål om å utforske dette innenfor mer modernistiske stilretninger, har jeg for denne oppgaven ikke benyttet algoritmene for å direkte generere toner eller noter. Årsaken til dette er at jeg ønsker å gjøre egne erfaringer knyttet til hvordan algoritmer kan bli brukt i samtidskomposisjon samtidig som eldre formprinsipper benyttes. I denne sammenheng har jeg derfor valgt å implementere de ulike algoritmene via andre digitale komposisjon- og lydbearbeidingsteknikker. For dette prosjektet har jeg designet en Cellular Automata-drevet granulær looper, en konvolusjonsklang drevet av Lindenmayer system, en "sampler" drevet av Lindenmayer system og en "synth" hvor "bytesongs" blir trigget av Cellular Automata. Bytesongs er en algoritmisk komposisjonsteknikk, hvor matematiske funksjoner manipulerer bytes representert av tallverdier i en kode, for å lage eller endre lydforløp (Heikkilä, 2011). Videre i denne teksten skal jeg gå inn på hver av de fire ulike systemene jeg har laget, hvor jeg forklarer dem i detalj.

System 1: Cellular Automata-drevet granulær looper

Det første komposisjonsverktøyet jeg designet var en granulær looper, hvor flere av dens parameter blir kontinuerlig manipulert av en Cellular Automata-algoritme. Granulær syntese er en digital lydsyntese hvor lyden splittes inn i mindre fragmenter, som igjen kan omstruktureres og manipuleres for seg selv. Disse fragmentene kalles "grains", og kan oppstå med så kort varighet at de kan måles i millisekunder og forstås som "microsound", en tidsskala innen lydteori hvor varigheten er så kort at det er på grensen til menneskers oppfattelsesevne (Roads,

2001). Denne teknikken åpner for kreativ utforskning og dramatisk manipulasjon av lyd, hvor man blant annet kan styre parameter som "grainrate" (antall grains i sekundet), "grainduaration" (lengden på hver "grain"), samt at hver "grain" kan man manipuleres til ulike tonehøyder. Dette systemet påvirker parameter i den granulærsyntese for å oppnå en gradvis utvikling av et lydforløp, uten at dets identitet mistes fullstendig. Systemet er lagt opp slik at en først spiller inn en loop med valgfri varighet, før en trigger algoritmen for å høre hvordan det innspilte lydforløpet endrer seg. Dette er inspirert av ideen bak formstrategien "transformasjoner av syklisk tema", men utviklet til at et lydforløp gradvis blir hakket opp og manipulert over tid.

For å ta opp en loop har jeg i koden benyttet opcoden "sndloop", som tilbyr opptak av real-time lyd og looping av valgfri varighet og avspillingshastighet. Videre i kodens signalgang følger "partikkel"- opcoden, som er en kompleks modul for granulær syntese i Csound. Jeg har valgt at denne prosessen leser lyd fra statiske posisjoner, hvor den, når en loop er spilt inn, blir gitt lyd fra "sndloop" som kan sees på som kodens "buffer". Parameterne "grainrate" og "grainduaration" kan man justere i systemets grafiske brukergrensesnitt, og er ment for å settes som startpunkt for algoritmen. Når man trykker på knappen for å trigge Cellular Automata, blir verdien denne algoritmen generer multiplisert med verdien man selv har satt. Dette bestemmer tonehøyden og hastigheten til frekvensmodulasjonen på hver "grain". Det gir en gradvis utvikling av den granulære effekten, på den innspilte loopen.

Under utviklingen av dette systemet har jeg unngått å gi algoritmen kontroll over miksen, som bestemmer forholdet mellom tørt og vått signal. Dette har jeg gjort med håp om at det samsvarer bedre med ideen bak sykliske transformasjoner, hvor det er selve utviklingen av motivet som er sentralt. I denne sammenheng har jeg lagt inn muligheten til å sette miks-kontrollen selv, for å blende inn ønsket mengde tørt signal.

System 2: Lindenmayer system drevet konvolusjon

Lindenmayer systemer beskriver hvordan planter utvikler seg over tid. Her bruker jeg Lindenmayer systemer til å endre rom over tid. Rommet simuleres ved hjelp av konvolusjon, som er en utbredt teknikk der målte impulsresponser blir brukt for bearbeiding av en annen lyd. Denne teknikken er blant annet kjent for å lage klang-effekter, men kan også brukes til lyddesign. Til dette prosjektet har jeg laget et system for konvolusjon, der resultatet av Lindenmayer system påvirker blendkontrollen mellom to ulike impulsresponser. For å oppnå

den ønskede metamorfosiske transformasjon skaleres de disse med motsatt skalerte verdier for volum, der den ene gradvis går ned mellom 1 til 0, mens den andre går opp fra 0 til 1. Dette gir en gradvis endring i frekvensinnhold og klangfarge.

I programmet har jeg lagt inn en funksjon som øker algoritmens hastighet for hver ny generasjon, i tillegg til muligheten til å sette en start- hastighet. Dette er ment å gi en mer realistisk og hørbar effekt, samtidig som det kan skape utvikling og variasjon til komposisjoner. Videre i koden har jeg lagt til et VU-meter. Baktanken med dette er at en visuell framstilling av lydvolumet vil forminske sjansen for digital forvrengning. Denne koden har også innlagt miks-kontroll som bestemmer forholdet mellom tørt og vått utgangssignal, for å både legge til rette for en effektrettet bruk i tillegg til retninger inn mot lyddesign og komposisjon. Det tørre signalet blir i dette tilfelle forsinket tilsvarende konvolusjonsprosessen, med tanke på å kompensere for forsinkelsen som oppstår under konvolusjon. I koden har jeg lagt inn mulighet for at algoritmen enten bestemmer inngangsvolum eller utgangsvolum i konvolusjonsprosessen. Om skalering av inngangsvolum velges vil ikke klanghalene kuttes. Dette er tema jeg blant annet diskuterer i oppgavens diskusjonsdel.

System 3: Lindenmayer system drevet ”sampler”

Dette systemet representerer en alternativ ”sampler” hvor ti lydfiler blir lastet opp, og avspillingsrekkefølgen av disse blir bestemmes av Lindenmayer system. Denne algoritmen generer verdier mellom en og ti, som blir brukt til å definere hvilket funksjonstabellnummer utgangsinstrumentet skal lese lyd fra. Lydfilen dette genererer er ment å videre redigeres i en digital audio arbeidsstasjon, hvor hver generasjon skal klippes opp tilpasset dens lengde. Systemets tiende lydklipp tilsvarer algoritmens tegn for en ny generasjon, og er i denne sammenheng tiltenkt en lett gjenkjennbar lyd og kun ment som tegn for å vise hvor en senere skal klippe opp lydfilen passende hver enkelt generasjons lengde. Grunnet generasjonenes ulike lengde vil disse over tid spilles skjevt på hverandre og kontinuerlig generer nye sammensetninger over tid, inspirert av formprinsippet ”sirkulære mønstre”.

System 4: Cellular Automata drevet bytesong/crossadaptiv synth

Som beskrevet i teoridelen, er belysningsteknikk en formstrategi som baserer seg på idealet om å plassere et repetitivt motiv i forgrunnen over bakgrunner som er i endring. For å oppnå en algoritmestyrte utvikling av bakgrunner har jeg designet et system hvor utgangsverdien fra en Cellular Automata trigger ti ulike instrumenter som inneholder hver sin "bytesong". Tidsintervallet disse blir trigget i kan velges av bruker for å oppnå spennende klanglige og rytmiske skift. Denne plug-innens standardinnstilling tilsvarer at hver bytesong for bakgrunnen trigges med to sekunders varighet. For systemets forgrunn har jeg en egen, separert bytesong som loopes med valgfri lengde. Dette gir totalt to ulike lydforløp, hvor bakgrunnen endrer seg mens forgrunnen oppleves mer statisk.

Begge lydforløp blir videre i koden kjørt gjennom hver sin "fast fourier transform" (FFT) – analyse, hvor hvert utfall senere blir brukt for spektral filtrering; bakgrunnsforløpet med valgfri lydfil og forgrunnen med en innspilt loop. FFT – analyse konverterer lyd til å representere dets spektrale profil, som jeg i denne sammenheng benytter som filter for en annen lyd. Her benytter jeg "pvsfilter"-opcoden i Csound til å benytte frekvensinnholdet fra en lyd, og amplituden fra multiplumet mellom bytesongs og lydfilen. I det grafiske brukergrensesnittet kan det bestemmes om hvert bytesong-forløp skal filtrere sin tilhørende lyd, eller motsatt. Dette gir muligheten til å inkludere flere lydmuligheter og det gir en bedre allsidighet for systemet. I tillegg bidrar det til en enklere tilretteleggelse for egen utforskning og et personlig preg. Samlet gir dette to separerte bevegelser, der bakgrunnen endrer seg over tid, mens forgrunnen holdes mer konstant og belyses ulikt med tanke på hvilken bytesong som trigges for bakgrunnen.

Jeg har forsøkt å gjøre det grafiske brukergrensesnittet oversiktlig og enkelt håndterlig, selv om de har en del parameter å kontrollere. I denne sammenheng har jeg jobbet med en adaptiv løsning for parameterkontroll, der en kan styre flere parameter i koden med de samme "vri-hjula" (potmeter) i brukergrensesnittet. Her er hastighetskontrollen for algoritmen linket til å også bestemme loop-lengden for bytesong-instrumentene for bakgrunnen, slik at disse blir trigget i riktig tid. Videre er kontrollen for bestemmelse av loop-lengden i forgrunns-instrumentet linket til å bestemme hvor lang tid dets tilhørende bytesong-instrument skal være trigget.

Resultat

I denne delen av oppgaven vil jeg gjennom begge vedlagte komposisjoner, og beskrive hvordan de ulike teknikkene er benyttet i utarbeidelsen av disse. Jeg har gjennom dette prosjektet utforsket ulike kompositoriske retninger, for å både tilfredsstille stilistiske målsetninger og for å illustrere formstrategiene og teknikkene jeg har utforsket. Ved å utforske de ulike parameterne hver plug-in har, samt å høre utfallet fra ulike lydkilder, har jeg utforsket et stort mangfold av bruk for hvert av programmene. Komposisjonene vedlagt i denne oppgaven skal fungere som komposisjoner i seg selv, men også som lytteeksempel for å illustrere brukte formstrategier og algoritmer.

Programmene for algoritmene Lindenmayer System og Cellular Automata er inspirert av hver sine eksempelkoder for faget ”Digital komposisjon” ved NTNU våren 2023, og er skrevet av Øyvind Brandsegg. Jeg har bearbeidet Lindenmayer System-koden til å blant annet implementere flere regler og trinn, samtidig som jeg har skrevet om koden til å ikke benytte ”brukerdefinerte opcodes”. Jeg har unnlatt å benytte ”brukerdefinerte opcodes” fordi jeg synes dette gir et mer sømløst og kronologisk oppsett. Jeg har også gjort noen andre endringer i programkoden som gjør den lettere lesbar for meg, deriblant å benytte ”while”-opcoden i Csound for å loope prosessen der algoritmens verdi blir satt til dens tilhørende listeverdi.

Utviklingen av Cellular Automata koden er gjort med fokus på en oversiktlig signalflyt og et enkelt oppsett. Denne koden er satt opp med et egendefinert antall celler, og gitte regler for utvikling. Utviklingen av algoritmene skjedde naturlig i prosessen der jeg utforsket deres signalgang og funksjon. Begge algoritmene er satt opp for å være ”akkumulerende”, noe som vil si at algoritmens verdi er avhengig av dens tidligere historikk for hver celle. Med andre ord blir antallet generasjoner en celle har vært i live akkumulert. Alternativt kunne en brukt den binære verdien for hver generasjons enkeltverdi, noe som ville gitt færre verdier og egnet seg mindre for mitt formål. I kodene for denne oppgaven er alle verdiutfall tilpasset kodenes ”arrays” som er plassert øverst i kodene. Disse anses som lister med lovlige verdier for algoritmens mulige utfall, og kan for eksempel representere skala-toner.

En grunn til at jeg valgte å inkludere Cellular Automata algoritmen i systemene for sykliske tema og belysningsteknikk, er at denne måten å implementere på gjør at algoritmene fortsetter å utvikle seg så lenge instrumentene i koden holdes aktive. Motsatt er det for Lindenmayer

system-algoritmen, hvor denne går fra start til slutt, og i mindre grad egner seg for sanntidsinteraksjon fordi datastrengen kan bli så lang. Dette passer en metamorfosisk utvikling da det er transformasjonen fra start til slutt som er sentral.

Jeg har gjennom bearbeidelse av dette prosjektet tvilt på retningen til oppgavens musikalske del. Jeg benyttet samples fra internett i flere demoversjoner, men bestemte meg til slutt for å gjøre mine egne opptak av meg selv spille en klassisk gitar. For å spille på denne har jeg blant annet benyttet ulike objekter som gir ulik klangfarge. Jeg har benyttet en trommestikke, en myk vibrafon kølle og en spiseskje. Grunnen til at jeg har brukt en klassisk gitar som hovedkilde, er at jeg ønsket å utforske forskjellige lyd kvaliteter ved dette instrumentet, samtidig som jeg, inspirert av en minimalistisk tankegang, også har benyttet et fåtall lydkilder. En klassisk gitar håpet jeg også kunne gi noe organisk til oppgaven, og sentral i utforskningen mellom ny teknologi og gamle tradisjoner. Videre håpet jeg at dette kunne være med å skape en helhetsfølelse for komposisjonene. Alle opptak er gjort i hjemmestudio, hvor jeg bruker to Shure sm57 satt opp i XY stereoteknikk, og et Focusrite Scarlett 2i2 lydkort.

Komposisjon 1

Komposisjon 1, er et stykke hvor jeg benytter systemene for sykliske tema og sirkulære mønstre. Det sykliske tema i denne komposisjonen er en loop på 16 sekunder som er sammensatt av fire toner jeg spiller på klassisk gitar. Gjennom hele stykket blir dette klipt opp og plassert rundt av den Cellular Automata-drevne granulære looperen. Om en ser på dette som én lyd, vil tema i denne sammenheng høres i ulike versjoner av seg selv, og oppstå både i mer kjente og ukjente former av seg selv. Her hører vi mot stykkets slutt at det også kommer i modulert form. Om komposisjonen hadde vart lengre ville dette vært tydeligere, da Cellular Automata-algoritmen som styrer dette oppnår høyere verdier over tid. I denne komposisjonen har jeg valgt å holde dette på et subtilt nivå da jeg ønsker å holde på det minimalistiske uttrykket.

For å bruke sirkulære mønstre som formstrategi på et element i en komposisjon, har jeg gjort ni opptak av at jeg slår på gitarens kasse med ulike objekter. For denne komposisjonen har jeg benyttet en myk vibrafonkølle, en trommestikk og en skje, noe som gir varierte lyder med ulik klangfarge. I tillegg brukte jeg et lydklipp av hvitt støy, for å enklere klippe til hver generasjon av Lindenmayer system-algoritmen i min digitale audio arbeidsstasjon. Resultatet fra denne

prosessen endte med et forløp som både transformerer seg rytmisk og klanglig, som gradvis endres til å inkludere fler forskjellige lyder. I koden har jeg lagt inn en parameter der Lindenmayer system-algoritmen jobber raskere for hver generasjon. "Loscil"-opcoden i utgangsinstrumentet leser fil fra tabell uten å loope filen, i motsetning til både "flooper2" og "poscil".

Denne komposisjonens helhetlige mål var målet om å skape sakte utviklinger, hvor det sykliske manipuleres uten å miste sin identitet. Dette høres gjennom stykket, da lydopptaket stadig endrer seg, men også kommer tilbake i en gjenkjennelig form. Dette stykke kan sees på i en minimalistisk sammenheng, da det har få elementer i bruk, fokuserer på trege transformasjoner, og ingen melodi i fokus. I bakgrunnen høres en lang og utfyllende "pad", som gjennom hele komposisjonen øker i tykkelse. Denne har jeg spilt inn med en Arturia Lab 5 synth. Videre har jeg også utforsket bruk av filtrerte ekko-effekter som jeg blander inn og ut med ulik intensitet. Dette har jeg gjort for å skape en utvikling i tekstur, samtidig som stykkets stillestående følelse blir forsøkt bevart.

Komposisjon 2

Dette er et utfordrende stykke hvor alle elementer enten er bearbeidet eller generert av sine tilhørende systemer. Sett med et overordnet blikk, kan denne komposisjonen deles inn i tre lag. Det første laget kan karakteriseres som et "teppe av lyd", der hvitt støy blir filtrert gjennom systemet for metamorfose. Dette har jeg gjort to ganger, med ulike impulsresponser. For begge forløpene benytter jeg korte impulsresponser med lyse og tynne teksturer som utgangspunkt, mens begge ender på mer fulle og tykke klanger. I tiden mellom start og slutt hører vi en utvikling av lydvolume, hvor begge benytter volumskalering etter selve konvolusjonen for en mer brå og umiddelbar effekt.

Det andre laget er forgrunnen og bakgrunnen generert av systemet for belysningsteknikk. Da jeg ønsket å skille disse, tok jeg opp i to separate omganger. For forgrunnen har jeg spilt inn en loop på 16 sekunder, hvor jeg spiller på en klassisk gitar. Denne loopen er tatt opp to ganger, for å både benytte filter med bytesong, og for å bli filtrert gjennom bytesong. Dette ga et større harmonisk spekter hvor en både hører karakteren til gitaren og bytsongen. Videre har jeg kuttet av en del bunn med en equalizer, for å gi signalet mindre plass i dypere frekvenser slik at det

skiller seg mer ut fra systemets bakgrunn. For forgrunnen utforsket jeg med filtrerte ekko-effekter for å gi mer dybde og teksturforskjell.

For bakgrunnsdelen av dette systemet har jeg benyttet et opptak av en perkusiv lyd gjort med min klassiske gitar. Dette lydklippet blir benyttet som filter for bytesongene kodens algoritme trigger. I denne komposisjonen har jeg utforsket sanntidsendring av hastighetskontrollen over Cellular Automata-algoritmen, for å skape klanglige og rytmiske skift. Dette laget har en mer gjenkjennelig karakteristikk for bytesong sammenlignet med forgrunnen. Dette laget endrer seg også betraktelig mer enn forgrunnen som holdes helt statisk gjennom hele stykket.

Komposisjonens tredje lag er en kombinasjon av stykkets belysningstekniske bakgrunn, og et siste metamorfosisk forløp. Her har jeg benyttet bakgrunnsdelen fra komposisjonens belysningsteknikk som side-chain i en "gate"-effekt på et metamorfosisk lydforløp. Denne metamorfosen går også fra en tynn til tykk tekstur, men er kun mulig å høre i bruddstykker, i tid med at bakgrunnsforløpet generer nok volum til å nå "gatens" terskel. Dette gir en større klanglig utvikling og en ekstra dimensjon til stykkets helhet.

Diskusjon

I løpet av dette prosjektet har jeg hatt som mål å utforske bruk av algoritmer i komposisjon av minimalistisk musikk sett i lys av eldre formstrategier. Her har jeg sett bort fra event-basert notasjon, men heller forsøkt å benytte algoritmene på kreative måter for digital prosessering og generering av lydforløp. Jeg har også forsøkt å gjøre de ulike systemene brukervennlig, for å fungere som verktøy i komposisjonsprosessen der dem tilbyr nye, kreative og varierte måter å skape musikk på. I denne sammenheng er plug-ins et praktisk og tilgjengelig format, som er godt egnet for å utforske i bruk på flere lydkilder. Systemene jeg har utviklet ser jeg på som verktøy for å utforske oppgavens tema. Det har vært lærerikt og spennende å teste ulike aspekter og framgangsmåter under bearbeidelsen av dette prosjektet.

Systemene i bruk

Man kan et helt klart stille spørsmål knyttet til det grafiske brukergrensesnittet, som i utgangspunktet er tiltenkt å tilrettelegge for min egen utforskning av relevante tema. Om dette skulle blitt brukt av andre, hadde en gjennomgang av ulike funksjoner og parametere vært

nyttig, alternativt en vedlagt bruksanvisning, da dem ofte har mange tilgjengelige parameter og kompliserte funksjonaliteter. Det grafiske brukergrensesnittet er oversiktlig og har parameter lett tilgjengelig, men kunne klart vært gjort estetisk penere. På en annen side har ikke det visuelle vært fokus for utarbeidelsen av denne oppgaven, da jeg heller har fokusert på de tekniske og kreative aspektene for koden.

Under utvikling av dette prosjektet hadde jeg fra start et ønske om å kunne direkte endre regelsett i Lindenmayer system-algoritmen. Tanken var å benytte ”texteditor” i Cabbage, som er en modul for å skrive inn tekst, som kan sendes inn i koden for videre bruk. Denne ideen hadde åpnet for enda større kreativitet og allsidighet, men samtidig også for flere ”brukerfeil”. Om dette hadde blitt værende ville kodens regelsett vært sårbar for skrivefeil, ugyldige bokstaver og mellomrom, noe som kunne hindret koden i å kjøre.

Andre relevante teknikker

Markov chain er en utbredt type algoritme, men som jeg for denne oppgaven har unnlatt å benytte. Denne algoritmen trenger en input, som den så ”lærer” av, for og finne ut videre utvikling basert på sannsynligheten av forrige oppståtte hendelser. Dette var utfordrende å få til å passe mine kunstneriske ideer og mål, samt tungvint for denne oppgavens forskning. Et annet argument for å heller benytte Lindenmayer System og Cellular Automata, er at jeg hadde lyst til å utforske organiske algoritmer som symboliserer en naturlig utvikling.

Faseforskyving er en teknikk hvor to ulike kilder spiller det samme materialet der dem i mellom seg, forskyves i tempo og dynamikk. Denne retningen har jeg unnlatt å jobbe med da dette allerede er en teknikk som ofte forbindes med minimalisme og moderne musikk. Jeg ønsket heller å utforske klassiske former som kanskje ikke er benyttet i like stor grad innenfor denne stilretningen. Jeg har heller ikke fokusert på sonatesatsform som formstrategi i denne oppgaven. Sonatesatsform var en etablert formteknikk som ble til i Wienerklassisismen, og hører innunder hovedkategorien som baserer seg på utvikling av motivisk materiale. Årsaken til at sonatesatsform ofte plasseres i denne kategorien er, om en ser bort fra de skjematiske rammene, i stor grad handler om en dialektisk diskurs der det er utviklingen og reaksjoner mellom to stemmer som danner grunnlaget for komposisjonen (Kleiberg, 1999). Videre har jeg for denne oppgaven også unnlatt og ta for meg en tredje hovedkategori om formstrategier, der montasjer og brudd står sentralt. Dette har jeg både gjort for å begrense oppgavens omfang, samtidig som

jeg ser for meg at denne retningens tanker kan være vanskelig å knytte opp mot minimalisme og algoritmisk komposisjon. Videre er dette noe jeg ser for meg kan være spennende å utforske senere.

Prosess

Jeg synes det både har vært inspirerende og lærerikt å jobbe med denne oppgaven. Jeg har blitt presentert for mange nye innfallsvinkler og utfordringer underveis. Jeg vil si oppgaven er en kombinasjon av en kreativ og teknologisk utforskning, samtidig som den også har en god teoretisk tyngde. Dette har gjort prosess både utfordrende og variert, med mange elementer som skal flettes sammen. Når jeg ser tilbake på prosessen har jeg brukt lang tid på teoridelen og utvikling av programmene. Dette har gitt meg mye informasjon og læring underveis, noe som er fint, da oppgaven i utgangspunktet hadde som mål å være en utforskning av disse temaene. Det er fascinerende å se hvordan denne oppgaven har tatt form underveis, der ny informasjon og inspirasjon underveis har gitt meg ny driv og innfallsvinkler for å videreutvikling.

Den opprinnelige ideen til systemet for sirkulære mønstre var å generere midifiler, der Lindenmayer system-verdiene tilhørte toneverdier for ulike skalaer. Dette tankesettet gikk mot en mer event-basert komposisjonstilnærming, med et større fokus på noter, skalaer og harmonikk. Dette var noe jeg omsider gikk bort fra da det kunne oppleves motstridende for oppgaven målsetning. I arbeidet med belysningsteknikk var jeg også innom flere løsninger, deriblant en HRTF-romklang som benyttet spatial audio for å plassere lytter og lydkilde rundt i et virtuelt rom. Dette gikk jeg omsider bort fra da jeg ønsket å oppnå en større og mer dramatisk effekt basert på mer kreative metoder for å generere og manipulere lyd.

Oppgavens problemstilling har vært givende og spennende å jobbe med. Problemstillingen er både konkret, samtidig som den åpnet opp for utforskning og nye kreative vendinger underveis. Tema er stort, og det finnes en del litteratur om dette, noe som har gitt meg mulighet til å både lære mye og vinkle oppgaven inn mot det jeg synes har vært mest spennende underveis. I bearbeidelsen av dette prosjektet har jeg stadig oppdaget nye elementer som har vært interessante å utforske, samtidig som jeg også har skrotet flere utkast og forsøk på veien. Her gikk jeg blant annet bort fra, etter en del jobbing, en ide der fokuset var å høre flere simuleringer av plantevekst etter hverandre med en Lindenmayer system-kode bestående av flere regelsett som ble trigget etter hverandre. I dette eksempelet ville metamorfosen vært et hakk større enn

den nå er i den endelige versjonen; der en ville fått høre utviklingen og forskjeller mellom flere planter. Dette var en spennende innfallsvinkel å jobbe med, men vanskelig å realisere på en bra måte, da det grafiske brukergrensesnittet fort hadde fått mange parameter og elementer å kontrollere. I tillegg jeg tror at det musikalske resultatet av denne ideen også fort kunne blitt mindre helhetlig og vanskelig å identifisere hva som faktisk skjer.

Videre synes jeg det var litt komplisert å komme i gang med å benytte verktøyene i praksis. Dette løste seg etterhvert da jeg la inn knapper i programvarene med mulighet for å trigge algoritmene. Dette forenklet prosessen betraktelig, og la til rette for enklere bruk av systemene.

Konvolusjon

Utviklingen av denne koden ga noen problemer underveis. Dette systemets utgangspunkt var å styre utgangsvolumet fra hver konvolusjon med en blend-kontroll, noe som fungerte fint for formålet, og ga en effekt hvor selve klanghalen ble kuttet. Etter veiledning forsøkte jeg å flytte denne prosessen til før selve konvolusjonene, altså å skalere inngangsvolumet til hver konvolusjon motsatt vei, slik at en øker og en minsker i volum. Dette lar klanghalene være tilstede, med en ide om å høre flere detaljer og oppleve en jevnere lyd. Dette ga derimot problemer i form av at en ikke hørte noe utvikling i volum, spesielt om en trigget impuls-responser med god lengde, selv om koden printet hver volumverdi og beviste at lyden ble skalert på vei inn. I denne sammenheng har jeg derfor lagt inn en knapp som bestemmer hvor i kodens signalgang dette skal skje, slik at en kan bestemme selv under bruk.

Konvolusjon har en egenskap til å øke i lydvolume. I denne sammenheng har jeg lagt inn mulighet for å justere både inngangsvolum, og utgangsvolum i koden slik at en enklere kan justere dette underveis i bruk. På et tidspunkt under bearbeidelsen av denne koden benyttet jeg en limiter for å kontrollere utgangsvolumet, men erfarte at volumskaleringen, som forklart ovenfor, gjorde en vel så god jobb. For å visuelt se dette, har jeg lagt til et VU-meter i det grafiske brukergrensesnittet. Videre har jeg også inkludert en miks-kontroll, der en kan bestemme hvor mye av tørt og fått signal som skal høres. Dette har jeg gjort for å også gjøre systemet enklere i bruk for en mer subtil effekt, i tillegg til retninger innen for lyddesign.

Kan resultatet sies å være *gitte* formstrategier?

Etter endt arbeid med dette prosjektet mener jeg at jeg skal være forsiktig med å påstå at mine komposisjoner tilhører innenfor beskrivende formstrategier. Dette er alle teknikker med lang tradisjon, som jeg har opparbeidet meg god respekt for. I denne sammenheng ønsker jeg å påpeke at jeg kun har hatt disse som inspirasjon og utgangspunkt, hvor jeg har benyttet strategienes grunnide, og bearbeidet dette til å passe en moderne kontekst og min kreativitet. Hvor lett en hører, spesielt i systemet tiltenkt belysningsteknikk, formstrategiens opphav, kan diskuteres da jeg selv mener at skillet mellom forgrunn og bakgrunn fort kan bli nokså liten i dette eksemplet. For å øke dette skillet har jeg derfor lagt til spektral filtrering som en del av programmet, som forklart i oppgavens metode-del. Et annet kritikkverdige punkt med dette systemet er dens fokus på forholdet mellom forgrunn og bakgrunn, mens meloditeten opprinnelig kun fokuserer på "bakgrunnslyd". Dette er et motstridende punkt jeg har latt vær å jobbe mot, men heller vært bevisst på og forsøkt å jobbe med for å utforske grenser innenfor stilretningen.

Under bearbeidelse av denne formstrategien var jeg også inne på tema om belysning tilhører menneskelig kreativitet. Hvordan kan en datamaskin belyse noe, når ingen følelser er involvert? Dette var elementer jeg tenkte over, da jeg synes det var vanskelig å få en bakgrunn til å endre seg ved hjelp av algoritmer. Resultatet jeg landet på fungerer i oppgavens kontekst, og var spennende å utvikle, men kan nok med et kritisk syn oppleves monoton og litt statisk over tid.

Et annet spørsmål som er relevant å stille er hvor viktig det er å høre selve utviklingen til hver algoritme. Er fokuset kun å benytte algoritmene som spennende elementer i komposisjonsprosessen, eller er det meninga at en skal høre hva som faktisk foregår i deres utvikling over tid? Dette er interessante tema jeg selv mener er vanskelig å svare på, selv om jeg, grunnet deres spennende utfall og utvikling, tror jeg ender med å trakte etter et resultat der selve algoritmen høres. Etter arbeidet med dette prosjektet har jeg opplevd å oppnå begge resultater, noe som avhenger av blant annet valgt lydkilde og satt hastighet til hver algoritmes utvikling.

Videre arbeid:

Videre i prosjektet har jeg blant annet lyst til å utforske bruken av dette i en live-sammenheng. Her ønsker jeg å utvide prosjektet med mikrokontrollere, samt real-time opptak og prosessering av lyd. For dette ser jeg for meg å benytte Bela, og bygge mine egne effektbokser. Jeg er også interessert i en utforsking av algoritmiske teknikker inn mot andre genre, som for eksempel rettet mot mer eksperimentell populærmusikk og filmmusikk. Eventuelle problemer med å jobbe med dette for live-bruk, ser jeg for meg er knyttet til forsinkelse og prosessering i sanntid. Jeg ser også fram til å benytte systemet for sykliske tema og granulær syntese i en retning knyttet til generativ musikk, hvor det legges opp til lengre transformasjoner der programmets egenskaper for modulasjon og bestemmelse av tonehøyde spiller mer sentrale roller.

Jeg har også lyst til å bruke mer tid på miks og produksjon for å få elementer fra dette prosjektet til å låte bedre. Jeg har for denne oppgaven unnlatt å gå i dybden på dette området da det ligger utenfor oppgavens rammer og formål. Dette er noe jeg ser frem til å utforske.

Som beskrevet tidligere i diskusjonsdelen, var jeg en periode inne på å legge til rette for å manipulere algoritmenes regelsett fra det grafiske brukergrensesnittet. Dette er elementer jeg ønsker å ta med meg videre, og jobbe mer med i videre arbeid og senere prosjekt. Et mål er å designe et oppsett der brukerne kan sette opp sine egendefinerte regelsett, og samtidig unngå nevnte fallgruver knyttet til brukerfeil og misforståelser for definisjon av regler. I denne sammenheng ønsker jeg også å gjøre systemene mer brukervennlige for andre mennesker, og derfor gjøre dem mer estetisk pene og forseggjort, samt legge til rette for en kanskje noe forenklet brukeropplevelse. Spesielt ønsker jeg å utvikle en ny versjon av systemet for belysningsteknikk, hvor koden i seg selv klipper til filene tilpasset generasjonenes lengde. Dette ville gjort denne prosessen mer presis og mindre tidkrevende. Jeg har også lyst til å videreutvikle funksjonen for å laste bølgeform til det grafiske displayet, da dette, spesielt om lydfilen er lang, tidvis kan ta tid. Da koden for Lindenmayer system benytter i-rate for bestemmelse av hastighet, lar denne seg kun oppdatere før algoritmen trigges. Dette har ikke vært et problem, da denne er tiltenkt å være en statisk verdi, men kunne vært fint å modifisere.

En annen ide jeg har lyst til å utforske, er å benytte markov modeller for å utvikle et system for sonatesatsform. Både Markov modeller og sonatesatsform baserer sin videre utvikling på tidligere hendinger noe jeg tror gjør at disse kan samsvare godt med hverandre. Her er jeg

inspirert av David Cope, og hans arbeider med teknikker tilknyttet markov modeller. Videre har jeg også lyst til å legge inn et spektrogram for å kun se utviklingen i konvolusjonssystemet visuelt. Sistnevnte kan alltid oppnås ved å bruke et eksternt program, men det kunne vært praktisk å inkludere dette som en del av det samme systemet.

Konklusjon

I denne oppgaven har jeg utforsket bruk av algoritmer for bruk i komposisjon av moderne og minimalistisk musikk. Samtidig har jeg fordypet meg i ulike strategier for formstruktur, og sett likheter og ulikheter mellom disse. For å binde sammen ulike elementer har jeg for dette prosjektet programmert fire ulike verktøy som kan brukes i utforskning og produksjon av ny musikk. Arbeidsprosessen for dette prosjektet har i stor grad vært inspirerende og lærerik, men til tider også svært tidkrevende og teoretisk tung. Helhetlig har dette gitt meg mulighet til å se elementer fra komposisjonsfaget i et større perspektiv, samt oppfylt ønsket mitt om å kombinere teori og teknikker med kreativitet. Videre har jeg lært masse om programmering i Csound og fått et godt innblikk i hvordan ulike algoritmer kan settes opp. Komposisjonsteknikkene, konvolusjon og granulær syntese, har også over lengre tid vært en stor fasinasjon jeg har ønsket å sette meg dypere inn i for å forstå deres oppbygning og signalgang. Å utvikle prosjektets systemer har både gitt meg god innsikt i teknikkenes teori, i tillegg til at de ferdige systemene har fungert som gode verktøy for arbeid med kreative prosesser knyttet til komposisjon av musikk.

Videre ønsker jeg å sette lys på om formprinsippene passer denne moderne settingen. Spesielt kritisk er jeg knyttet til systemet for belysningsteknikk, da jeg føler bytesongs generelt er nokså like i karakter som kan gi lite skille i karakter, og forskjell mellom forgrunn og bakgrunn. På en annen tenker jeg dette er en spennende teknikk å utforske, hvor det designede systemet kan generere spennende lydforløp. Jeg tenker jeg også bør være forsiktig med å påstå at systemet inspirert av sykliske tema gir korrekte resultat innenfor denne retningens idelogi, da dette i utgangspunktet er tiltenkt en melodi som utvikles og ikke nødvendigvis enkelte lyder. På en annen side var det å se hvordan eldre formstrategier kan benyttes i produksjon av moderne musikk en viktig del av prosjektets formål, noe jeg i etterkant har erfart ofte går fint om en tøyser de gitte rammene og retter fokus på muligheter og inspirasjonsflyt.

Jeg er fornøyd med problemstillingen da jeg synes dette er et aktuelt tema innenfor dagens komponist - og musikkbransje. Videre kan en knytte paralleller inn mot algoritmisk komposisjon og bruk av kunstig intelligens i moderne musikkproduksjon. Denne oppgavens fokus kontekstualiserer musikkteknologi med komposisjonsfaget godt på flere måter, hvor jeg har latt meg inspirere av eldre kilder, og benytte disse på en samtidsrettet måte. Å komponere klangfarge og teksturbasert musikk er en utfordring, men givende å jobbe med. Helhetlig er jeg fornøyd med dette prosjektets resultat, samtidig som jeg har fått jobbet godt med relevant teori og teknikk, og knyttet paralleller mellom ulike stilretninger og musikalske epoker.

Vedlegg

Koder

System_1.csd

System_1.component

System_1.vst3

System_2.csd

System_2.component

System_2.vst3

System_3.csd

System_3.component

System_3.vst3

System_4.csd

System_4.component

System_4.vst3

Komposisjoner

Komposisjon 1

Komposisjon 2

Kildekoder

Lindenmayer_system.csd,

Cellular_automata.csd

Cellular_utilities.inc

ConvolutionReverb.csd

Bytesong.csd

Utstyrliste

Csound versjon 6.17

Cabbage versjon 2.8

Logic Pro X

MacBook Air

Håndlaget klassisk gitar av Simen Omang

Shure Sm57

Focusrite Scarlett 2i2

Bibliografi

- Benestad, F., & Schjelderup-Ebbe, D. (2007). *Edvard Grieg: mennesket og kunstneren*. Oslo: Aschehoug.
- Borum, P., & Christensen, E. (1977). *Messian - en håndbog*. Danmark: Edition Egtved.
- Buhler, J., & Neumeyer, D. (2016). *Hearing The Movies - Music and Sound in Film History*. New York: Oxford University Press.
- Cook, N. (2009). *A Guide To Musical Analysis*. New York, USA: Oxford University.
- Cope, D. (1997). *Techniques of the Contemporary Composer*. USA: Schirmer.
- DuBois, R. L. (2003). *Applications of Generative String-Substitution System in Computer Music*. New York: Columbia University.
- Heikkilä, V.-M. (2011, 12 6). *Discovering novel computer music techniques by exploring the space of short computer programs*. Hentet fra http://viznut.fi/texts-en/bytebeat_exploring_space.pdf
- Hunt, A., Kirk, R., & Orton, R. (1991). *Musical Applications of Cellular Automata Workstation*. (U. o. York, Produsent) Hentet fra <https://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dod-idx/musical-applications-of-a-cellular-automata-workstation.pdf?c=icmc;idno=bbp2372.1991.040;format=pdf>
- Järveläinen, H. (2000). *Algorithmic Musical Composition*. Helsinki: Helsinki University of Technology.
- Johnson, G. (2017, april 19). *Minimalismen - musikk uten retning?* Hentet fra NRK musikkparken: https://www.nrk.no/skole/musikkparken/minimalismen---musikk-uten-retning_-1.13168815
- Johnson, T. A. (1994). Minimalism: Aesthetic, Style or Technique? *The Musical Quarterly*.
- Katz, M. (2004). *Capturing Sound - How Technology has Changed Music*. London: University of California Press.
- Kleiberg, S. (1985). Impresjonismens formtenkning - et forsøk på en tolkning. *Studia Musicologica Norvegica*(11), ss. 41-57.
- Kleiberg, S. (1999). Analyse av verket som kunstverk. *Studia Musicologica Norvegica*(25), ss. 444-456.
- Nierhaus, G. (2009). *Algorithmic Composition - Paraigms of Automated Music Generation*. Graz, Østerrike: University of Music and Dramatic Arts.
- Prusinkiewicz, P., & Lindenmayer, A. (1996). *The Algorithmic Beauty of Plants*. New York: Springer Verlag.
- Reisenweaver, A. (2012, Januar 1). Guido of Arezzo and His Influence on Music Learning. *Musical Offerings*.
- Roads, C. (2001). *Microsound*. Massachusetts: The MIT press.
- Rudi, J. (2023, November 13). *Elektroakustisk Musikk*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/elektroakustisk_musikk
- Rudi, J. (2023, August 17). *Konkret Musikk*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/konkret_musikk

- Ruud, E. (2023, februar 2). *Form (musikk)*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/form_-_musikk
- Simoni, M., & Dannenberg, R. B. (2013). *Algorithmic Composition - A Guide to Composing Music with Nyquist*. Pittsburgh, Pennsylvania: The University of Michigan Press.
- Skurdal, B., & Kristensen, O. (2020, 08 18). *Algoritmer*. Hentet fra NDLA: <https://ndla.no/nb/subject:1:8bfd0a97-d456-448d-8b5f-3bc49e445b37/topic:1:c45afb4c-1d0b-4747-94fe-775368720df6/topic:1:37bf077c-a0ff-48ad-9902-019ef341be4d/resource:0fce6cd6-0db5-47d5-b6ef-65021dbf2497>
- Trochimczyk, M. (1996, Mai). Natura naturans, natura naturata and Barók's nature music idiom. *Studia Musicologia Academiae Scientiarum Hungaricae*.

