

Kurs: **DG1013 Självständigt arbete 15 hp**

2021

Konstnärlig kandidatexamen i elektroakustisk komposition 180hp

Institutionen för komposition, dirigering och musikteori

Handledare: Kim Hedås

Karl Johannes Jondell

Radio Diabetes:

en studie av kollektiv sonifiering

Skriftlig reflektion inom självständigt arbete

Till dokumentationen hör även följande inspelning: **radio-diabetes.mp3**

Tack

Stort tack till min texthandledare Kim Hedås och lärare Erik Peters för alla kloka råd och vägledning! Även stort tack till Herman Wikner[†] som hjälpt mig bygga användargränssnittet i React!

[†]Hermans GitHub finns tillgänglig på: <https://github.com/hermanwikner> (hämtad 12 april 2021).

Innehåll

Introduktion	3
Bakgrund	3
Några tidigare exempel, historiska och nutida	3
Radio	5
Sonifiering	6
Diabetes	6
<i>Blodsockervärden</i>	6
<i>Förhållandet till mätandet</i>	6
Datainsamling	6
Process	8
SuperCollider-system	8
<i>Kösystemet</i>	8
Webbplats	9
<i>Front end</i>	9
<i>Back end</i>	9
Tillvägagångssätt	9
Musiken	10
Rumslighet	10
Temporalitet	10
Generativt	10
Slutsatser	11
Utvecklingsmöjligheter	11
Referenser	11
Artiklar	12
Böcker	12
Hemsidor	12
Musik	13
Radio	13
Samlingar	13
Bilagor	14
Ordlista	14
Förkortningar	14

Introduktion

Denna text kompletterar mitt examensprojekt, *Radio Diabetes*, en interaktiv komposition/installation som genererar musik av blodsockervärden. Installationen består av ett SuperCollider¹-program som skapar själva musiken och en webbplats där man kan lyssna på den, läsa om projektet och ladda upp sina egna blodsockervärden. När en deltagare laddar upp sina värden slussas dessa direkt vidare till SuperCollider-programmet, som i sin tur inkluderar dem i musiken, antingen direkt eller att de blir schemalagda i en kö. Musiken strömmas till webbplatsen (och vidare till lyssnaren) via en internetradiostation. På så sätt utgör musiken ett kontinuerligt flöde som deltagare och åhörare hör samtidigt: det finns ingen början, mitten eller slut, utan endast ett *nu*.

Bakgrund

Idéen om att göra musik av blodsockervärden föddes dagen då jag fick en *Free-style Libre*-mätare, en så kallad kontinuerlig blodsockermätare, eller Continuous Glucose Monitor (CGM). Denna typ av blodsockermätare skiljer sig från traditionella mätare — som man är tvungen att sticka sig i fingret och på så sätt mäta blodsockret med — i att den regelbundet gör mätningar, vilket ger en kontinuerlig kurva över ens blodsockervärden. Kurvorna påminde mig om hur ljudsignaler ofta representeras visuellt (en horisontell tidsaxel och en linjär vertikal axel) och i ett tidigt experiment gjorde jag en direkt översättning av mina blodsockerkurvor till ljudfiler: en så kallad *audifiering*. Dessa ljud använde jag som samplingar i mitt stycke *Värden och en vagga* (2017), som var ett av arbetsproverna jag sökte till Musikhögskolan med.

Jag utvecklade vidare och förbättrade

mitt första program som jag hade skrivit för att översätta mina kurvor till ljudfiler, så att vem som helst skulle kunna använda programmet och översätta sina engångsvärden till ljud. Jag byggde också en wavetable-synth i SuperCollider som använde dessa ljudfiler som källmaterial. Detta instrument har jag använt i ett antal olika kompositioner som jag skrivit under min skoltid. Båda dessa program (översättaren och wavetable-synthen) har jag publicerat på min Github². En del av denna kod återanvände jag även i detta projekt.

Några tidigare exempel, historiska och nutida

Här har jag valt ut ett par exempel av musik och ljudinstallationer komponerad utifrån biologiska signaler och mätvärden för att ge ett historiskt perspektiv och nutida sammanhang.

Alvin Lucier bör anses som en pionjär inom detta fält, då han redan 1965 skrev stycket *Music for Solo Performer*³. I detta verk låter han uppmäta alfavågor med elektroder kopplade till huvudet av interpreten/utövaren. Dessa vågor förstärks sedan och spelas upp i 16 högtalare, som i sin tur exiterar diverse slagverk. Lucier kommenterade om stycket, i ett seminarium 2001 citerat av Straebel och Thoben⁴:

I thought, 'I don't have a structure for this.' I mean, I'm a composer. I should impose some kind of structure, but then I thought, no, brain waves are a natural phenomenon. They should just flow out ...

Detta belyser Luciers generativa förhållande till formen, och den direkta kopplingen mellan den uppmätta signalen

¹SuperCollider (2021). URL: <https://supercollider.github.io/> (hämtad 2021-04-09).

²Karl Johannes Jondell (26 jan. 2021a). *kj-jondell/Diabetes-Synth*. URL: <https://github.com/kj-jondell/Diabetes-Synth> (hämtad 2021-04-05).

³*Music for Solo Performer*.

⁴Volker Straebel och Wilm Thoben (april 2014). "Alvin Lucier's Music for Solo Performer: Experimental music beyond sonification". I: *Organised Sound* 19.1. Publisher: Cambridge University Press, s. 17–29.

och ljudvågorna är ett tidigt exempel på *audifiering*.

På senare tid har ett antal genrer eller rörelser uppkommit med utgångspunkt i sonifieringen av biologisk data, med namn som *protein music*⁵, *DNA music*⁶ och *gene music*⁷. Dessa genrer utgår samtliga från att låta musiken styras av dataset bestående av DNA-sekvenser, protein eller gener, till exempel mappningen av kvävebaser till tonhöjd⁸. Det finns ett visst vetenskapligt anspråk i de texter som skrivs om dessa olika typer av musik, att sonifieringen kan ge en typ av insikt i de dataset som används som en visualisering *inte* skulle ge⁹. Detta anspråk har dock nyanserats och kritiserats på senare tid, av till exempel forskaren och kompositören Peter E. Larsen¹⁰ som menar att sonifieringen knappast leder till någon djupare insikt än ett vanligt stapeldiagram. Jag vill lyfta Dr. David Deamers och Riley McLaughlins *Insulin A & B Chains* (1983)¹¹ och Dr. Nobuo Munakatas *Hugging Tightly: Human RNase Inhibitor* (2009)¹² som två nämnvärda exempel av *DNA*, eller *protein music*, som jag inspirerats av rent estetiskt.

Den 2 april 2021 släpptes Luca Yupanquis album *Sounds of the Unborn*¹³, som spelades in redan innan hon var född. Yupanquis föräldrar — musikerna Elizabeth Hart och Iván Diaz Mathé — hade

med hjälp av elektroder kopplade till Harts kropp spelat in deras ofödda barns *in utero*-rörelser och sedan låtit sonifiera dessa inspelade signaler med ett system utvecklat av Sam Cusumano och hans företag *Electricity for progress*¹⁴. Elizabeth Hart berättar i en intervju i *Kulturnytt i P1*¹⁵ hur musiken kommit till av ett rent experimenterande, att föräldrarna till en början inte hade haft en tanke att ge ut det som ett album. Hart berättar vidare att hon **inte** tror att musiken säger något speciellt om de ofödda, att det inte varit föräldrarnas avsikt, och avfärdar frågan om huruvida processen endast varit ett PR-trick med att säga: "...for us, I think it is a pretty great album. Musically, I am proud of what was achieved, musically." Skivbolaget *Sacred Bones Records*, som släppt albumet, säljer systemet som Hart och Diaz Mathé använt under namnet *MIDI Biodata Sonification Device*¹⁶ och Cusumano, som utvecklat systemet, driver ett forum¹⁷ där användare av detta system uppmuntras dela med sig av olika sonifieringar de gjort.

radioqualia är ett kollektiv bestående av de två nya zeeländska konstnärerna Honor Hargar och Adam Hyde som utforskar användandet av radio och internetradio som konstmedium¹⁸. Hargar och Hyde startade samarbetet 1998 och

⁵R. King och C. G. Angus (1996). "PM - protein music". I: *Bioinformatics* 3, s. 251–252.

⁶K Kawazoe och Y Takahashi (2001). "Study on Molecular Music: DNA Music". I: *Symposium on Chemical Information and Computer Sciences Symposium on Structure-Activity Relationships 24th Symposium on Chemical Information and Computer Sciences*, J17–J17.

⁷Nobuo Munakata och Kenshi Hayashi (1 dec. 1995). "Gene Music: Tonal Assignments of Bases and Amino Acids". I: *Visualizing Biological Information*. World Scientific, s. 72–83.

⁸X.J. Shi, Y.Y. Cai och C.W. Chan (april 2007). "Electronic Music for Bio-Molecules Using Short Music Phrases". I: *Leonardo* 40.2, s. 137–141.

⁹King och Angus, "PM - protein music".

¹⁰Peter E. Larsen (1 mars 2016). "More of an Art than a Science: Using Microbial DNA Sequences to Compose Music". I: *Journal of Microbiology & Biology Education* 17.1, s. 129–132.

¹¹*Insulin A & B Chains*. USA: Science & The Arts.

¹²*Hugging Tightly: Human RNase Inhibitor*.

¹³*Sounds Of The Unborn*. USA: Sacred Bones Records.

¹⁴*Electricity for Progress* (2021). Electricity for Progress. URL: <https://electricityforprogress.com/> (hämtad 2021-04-11).

¹⁵Jonathan Eklund (29 mars 2021). *Duo gjorde album med sitt ofödda barn*. Kulturnytt i P1. Stockholm.

¹⁶*MIDI Biodata Sonication Device* (2021). Sacred Bones Records. URL: <https://www.sacredbonesrecords.com/products/midi-biodata-sonication-device> (hämtad 2021-04-11).

¹⁷*Biodata Forum* (2021). URL: <https://electricityforprogress.com/Forum/> (hämtad 2021-04-11).

¹⁸*radioqualia* (2021). Kunstradio / Radiokunst. URL: <http://www.kunstradio.at/BIOS/radioqualia.html> (hämtad 2021-04-12).

har gjort projekt som bland annat *Free Radio Linux*¹⁹ — en radioutsänd (både marksänd och via internetradio) datoriserad uppläsning av de fyra miljoner rader kod som Linux operativsystemskärna då bestod av, med start den 3e februari 2002 — och *Radio Astronomy*, en sonifiering/audifiering av signaler uppmätta med ett radioteleskop, som i realtid utsänds dels via AM, FM och kortvågsradio, dels via konstnärernas hemsida. I en text²⁰ av Jacques Perron som behandlar just *Radio Astronomy* citeras den tyska dramatikern Bertolt Brecht, som i sin text *The Radio as an Apparatus of Communication*²¹ från 1927 skrev:

Radio is one sided when it should be two. It is purely an apparatus for distribution, for mere sharing out. So here is a positive suggestion: change this apparatus over from distribution to communication. The radio would be the finest possible communication apparatus in public life, a vast network of pipes. That is to say, it would be if it knew how to receive as well as transmit, how to let the listener speak as well as hear, how to bring him into a relationship instead of isolating him. On this principle the radio should step out of the supply business and organise its listeners as suppliers.

Radio

En del av installationen består av en internetradiostation, som strömmar ut den

genererade musiken. Radion som medium påverkar i hög grad själva innehållet, det vill säga musiken, i olika avseenden, till exempel dess temporalitet och interaktivitet. Marshall McLuhan beskriver i sin bok *Understanding media: the extensions of man*²² radion som ett *hot medium*²³, något han menar är ett medium som "...extends one single sense in 'high definition'... the state of being well filled with data.", men som följaktligen inte ger mycket utrymme för deltagande. McLuhan kontrasterar detta med exempel av *cool media* som telefonen, där innehållet skapas helt av deltagarna (*high* och *low definition* ska alltså inte blandas ihop med ljudkvalitet i detta fall). Den första utgåvan av *Understanding media* kom 1964, en tid då dessa medier kanske var mer kategoriskt *hot* eller *cool*. I Jonas Anghammars C-uppsats *Nya medier möter gamla radion: publikmedverkan i public service-radion nu och då*²⁴ från 2010 går det att läsa om hur graden av interaktion i Sveriges Radios programutbud ökat markant bara sedan 90-talet, något som kopplas samman med den snabba digitaliseringen som skett. Anghammars skriver i ett citat av Nils Enlund från 2008 att "...publiken nu själva skapar stor del av medieinnehållet eftersom den tillåts göra det." Kanske undergår radion, som medium, en nedkylning, en del i utvecklingen av förgörelsen av tid och rum som McLuhan menar elektrifieringen av vår värld har påkallat: "With instant electric technology, the globe itself can never again be more than a village..."²⁵.

¹⁹ *Free Radio Linux* (3 febr. 2002). URL: <http://netartcommons.walkerart.org/articleb524.html?sid=02/04/10/0548240>.

²⁰ Jacques Perron (2003). *radioqualia : Radio Astronomy*. Daniel Langlois Foundation. URL: <https://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=383> (hämtad 2021-04-12).

²¹ Bertolt Brecht (2021). *The Radio as an Apparatus of Communication [Excerpt]*. Medien Kunst Netz. URL: <http://www.medienkunstnetz.de/source-text/8/> (hämtad 2021-04-12).

²² Marshall McLuhan och W. Terrence Gordon (1 nov. 2003). *Understanding Media: The Extensions of Man*. Critical edition. Corte Madera, CA: Gingko Press.

²³ Ibid., s. 39.

²⁴ Jonas Anghammar (2010). "Nya medier möter gamla radion". I.

²⁵ McLuhan och Gordon, *Understanding Media*, s. 454.

Sonifiering

I det andra kapitlet av antalogin *The Sonification Handbook*, skrivet av Walker och Nees²⁶, ges en möjlig definition av Sonifiering som användandet av icke-tal ljud för att presentera/representera information, eller mer specifikt översättningen av förhållanden i information till ljud som gör dessa förståeliga för oss, tack vare våra hörsystem. Som tidigare nämnt görs ofta ett vetenskapligt anspråk i användandet av sonifiering något med potential att ge åhörare i allmänhet, och forskare i synnerhet, en insikt²⁷ som en annan representation av informationen inte hade gett, eller kunnat ge.

I detta projekt tar jag avstånd från idén om att användandet av *sonifiering* på något sätt ska skänka insikt till datan som jag låter gestalta i musiken: tvärtom hoppas jag att den musikaliska gestaltningen *inte* kommer avslöja något om de bakomliggande mätvärdena. Jag kommer trots det göra en kortare sammanfattning av olika *sonifieringstekniker*- och *kategorier* som redogörs i *The Sonification Handbook*, för att sätta ord på det jag har gjort i detta projekt.

Diabetes

Diabetes mellitus är en auto-immun sjukdom som huvudsakligen finns i två olika varianter: typ-1 diabetes och typ-2 diabetes. Insulinproduktion/insulinresistens. I Sverige finns x antal typ 1-diabetiker, och i världen (siffra). Jag debuterade (en? två? tre?) veckor efter jag hade börjat ettan i grundskolan, hösten 2001. Sedan dess har jag dagligen tagit insulininjektioner och mätt mitt blodsocker, inför varje måltid och däremellan. Jag har haft otaliga episoder av lågt och högt blodsocker (hypo- och hypo-

glycemi). Som diabetiker kan j Sjukdomen är kronisk.

Blodsockervärden

Blodsocker mäts i mmol/L och varierar hos en icke-diabetiker mellan 4 och 6 mmol/L [källa]. Hos en diabetiker kan detta värde variera från under 1 till över 30 mmol/L, och Freestyle Libre-sensorn har ett spann på att mäta från lägst 2,2 till 27,7 mmol/L (annars visar den *LO* respektive *HI*). Freestyle Libre-sensorn mäter kontinuerligt var 15:e minut.

Förhållandet till mätandet

I sin text *Det autoimmuna jaget — om att sätta gränser*²⁸ skriver Mats Arvidson om kravet som diabetiker på disciplin och prestation.

Prestation, utmattning (borne-mark...utmattning...)? Krav och värden...

Ett sentiment som ofta förekommande ("jag är **inte** min diabetes, mina blodsockervärden...", t.ex. artikel i *Hälsportalen*(???))

Datainsamling

Eftersom detta projekt beror av insamling av biometrisk data, som enligt *Data-skyddsförordningen* (GDPR)²⁹ är en känslig personuppgift, krävs ett uttryckligt samtycke från varje deltagare att denna är införstådd i hur datan behandlas. Jag har försökt vara så transparent som möjligt i hur datan behandlas, genom att dels dela **all** källkod som jag använder, och även i den kommunikation jag lagt ut på webbplatsen och i övriga dokument berörande projektet (såsom denna text). All data som samlas in anonymiseras/avidentifieras

²⁶Bruce N. Walker och Michael A. Nees (2011). "Theory of Sonification". I: *The Sonification Handbook*. Utg. av Thomas Hermann, Andy Hunt och John G. Neuhoff. Berlin: Logos, s. 9–39, s. 9.

²⁷*Insikt* som ord är något ironiskt ett bra exempel på hur invand användningen av visuell representation är för *förståelsen*.

²⁸Mats Arvidson (9 juli 2016). "Det autoimmuna jaget – om att sätta gränser". I: *Socialmedicinsk tidskrift* 93.3. Number: 3, s. 280–287, s. 286.

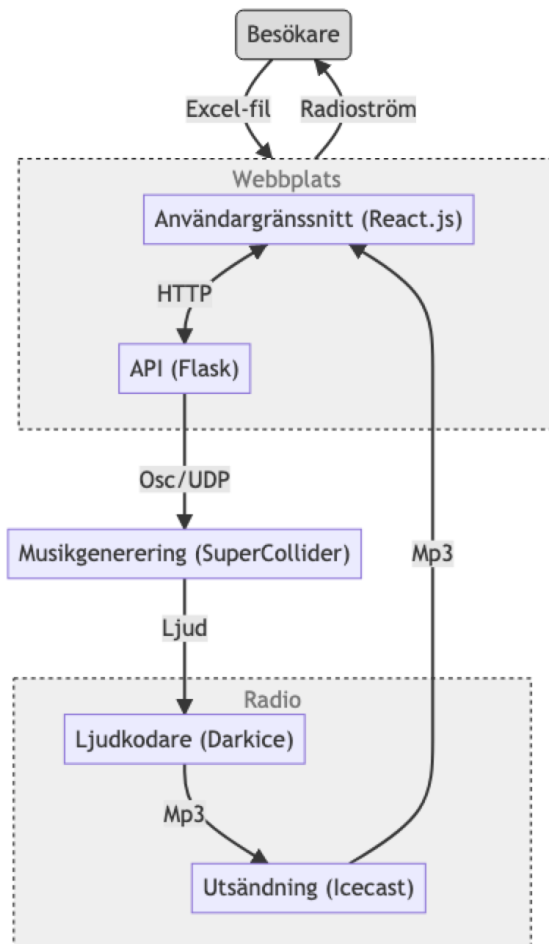
²⁹Integritetsskyddsmyndigheten (2021). *Känsliga personuppgifter*. Känsliga personuppgifter. URL: <https://www.imy.se/lagar--regler/dataskyddsförordningen/kansliga-personuppgifter/> (hämtad 2021-04-05).

så fort som möjligt och den är inte sparad någonstans utöver arbetsminnet som Super-Collider använder. I enlighet med Vetenskapsrådets text *God forskningssed*³⁰ är sekretess, anonymitet och integritet av största vikt i detta projekt, även fast det är ett konstprojekt och inte ett forskningsprojekt. Jag har inget kommersiellt intresse i insamlingen av datan, jag delar den inte med någon extern part heller, och allt deltagande är valfritt. Min ambition är **inte** att samla data för sakens skull, utan att diabetiker ska kunna dela med sig av sina värden utan att de på något sätt bedöms eller värderas: helt enkelt, att själva delandet och deltagandet i sig står i fokus.

³⁰Vetenskapsrådet (2017). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet, s. 40-41.

Process

Installationen består som tidigare nämnt av två delar: ett musikgenererande program (SuperCollider) och en webbplats (se figur 2 på nästa sida). Här nedan följer en teknisk beskrivning av detta system.



Figur 1: Översiktsdiagram av system

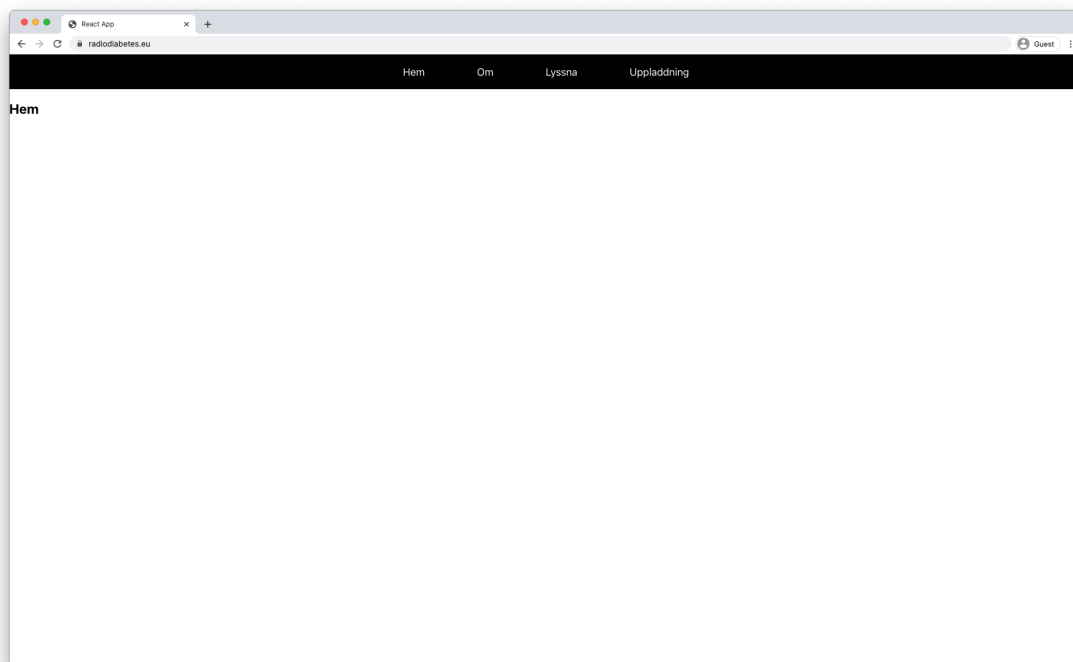
SuperCollider-system

När en deltagare laddar upp en fil med sina mätvärden så skickas de vidare, via Python-servern, till SuperCollider-programmet, som spelar upp en tack-hälsning för att ge en direkt återkoppling till deltagandet. Varje instans av mätdata — det vill säga varje bidrag till, eller varje interaktion med, installationen — gestaltas av en specifik musikalisk funktion, för att på sätt ge deltagaren en koppling och förståelse till hur

dennes bidrag påverkar musiken. Till exempel kan ett uppladdat paket av data ge upphov till ett arpeggio, någon form av melodi eller en underliggande ljudmatta. I SuperCollider-programmet representeras varje sådan instans av mätdata av ett objekt, som innehåller attribut som bland annat: register, skala, speltid, panorering, klangkälla/*SynthDef*, och tillhörande *Pattern*. Dessa attribut är antingen direkt bestämda av mätdata (en så kallad *mappning*) eller bestämda utifrån de andra aktiva objekten, till exempel förhåller de sig till redan "upptagna" register. Skapandet av dessa objekt gör programmet så fort det mottagit ett nytt paket av mätdata från Python-servern. Samtidigt avgör programmet om objektet ska spelas upp direkt, eller om det ska läggas på kö.

Kösystemet

Behovet av ett kösystem kommer ur scenariot att flera deltagare laddar upp värden inom en relativt kort tidsram. Om detta händer *utan ett kösystem*, kan systemet reagera på två sätt: antingen spelas alla objekt upp samtidigt, med risk för att överrösta varandra och bli en kakofoni, eller så ersätter de varandra, vilket skulle leda till att ens bidrag inte skulle höras mer än en väldigt kort stund. En kompromiss är att använda ett kösystem, så att antalet samtidigt spelande objekt begränsas, och att dessa spelas *minst* en given längd tid, men inte längre än en annan bestämd tid, om det står väntande deltagare på kö. Allt som allt har jag begränsat antalet samtidigt spelande objekt till *tre* stycken, och när dessa är fyllda ställs antingen ett nytt bidrag på kö — om inte de spelande objekten har varit aktiva i den givna minimumtiden — eller så ersätter det nya bidraget det äldsta spelande objektet. Kösystemet är i tekniska termer alltså ett First In, First Out (FIFO)-system.



Figur 2: Skärmdump av hemsida (*temporär*)

Webbplats

Webbplatsen finns tillgänglig på domänen³¹: <https://radiodiabetes.eu/>. I figur 2 ovan visas en skärmdump av webbplatsen tagen den...

Webbplats består av en s.k. *Front end* och en *Back end*. Linux (Ubuntu 20.04)/Nginx/gunicorn Stack.

Front end

1. beskriv vad frontend är för något 2. beskriv tekniken (react.js)

Back end

1. beskriv vad backend är för något (API?)
Application Programming Interface (API)
2. flask, darkice/icecast också kanske?

Tillvägagångssätt

Hur jag gjort/reflektioner/vad jag ändrat

³¹Karl Johannes Jondell (2021b). *Radio Diabetes*. Radio Diabetes. URL: <https://radiodiabetes.eu/> (hämtad 2021-04-07).

Musiken

De musikaliska funktioner jag har representerade är dels ett fundament eller grund som utgörs av ett

Rumslighet

Varje objekt ges en unik position i stereofältet, och på så sätt en plats i rummet i musiken.

Presentationen av radioströmmen genom hemsidan som jag har utformat påverkar också den upplevda rumsligheten i musiken.

Ett planerat konserttillfälle kommer att ske den 20e maj i Lilla Salen i Musikhögskolan. Då spelas ett utdrag ur radioströmmen upp, som den hörs i realtid. I och med de rådande restriktionerna så kommer ingen publik kunna närvara, utan konserten strömmas vidare till en publik i etern. Själva konserttillfället blir därför en sorts manifestation av radioströmmen i tid och rum.

Temporalitet

Den tidsmässiga uppfattningen av musiken. En 24/7 livestream av musiken (hur utgörs lyssnandet? formen? *Slow as possible*, *Long-player* och liknande...)

Generativt

Musiken är generativ. Serialism?

Slutsatser

Lärdomar etc...

Utvecklingsmöjligheter

För mig är detta endast startskottet på ett projekt som kan växa på alla sätt. Jag har byggt en infrastruktur till en installation

som går att utveckla.

- Gästbok/lämna röstmeddelanden... -
Två strömmar: kunna växla mellan dem för att möjliggöra enklare utveckling av SuperCollider-systemet (utan att det behöver stängas ned för underhåll). -
Möjligheten att spela upp binauralt - Internationellaisera (översätt hemsida etc...)

Referenser

Artiklar

- Anghammar, Jonas (2010). "Nya medier möter gamla radion". I.
- Arvidson, Mats (9 juli 2016). "Det autoimmuna jaget – om att sätta gränser". I: *Social-medicensk tidskrift* 93.3, s. 280–287.
- Kawazoe, K och Y Takahashi (2001). "Study on Molecular Music: DNA Music". I: *Symposium on Chemical Information and Computer Sciences Symposium on Structure-Activity Relationships 24th Symposium on Chemical Information and Computer Sciences*, J17–J17.
- King, R. och C. G. Angus (1996). "PM - protein music". I: *Bioinformatics* 3, s. 251–252.
- Larsen, Peter E. (1 mars 2016). "More of an Art than a Science: Using Microbial DNA Sequences to Compose Music". I: *Journal of Microbiology & Biology Education* 17.1, s. 129–132.
- Shi, X.J., Y.Y. Cai och C.W. Chan (april 2007). "Electronic Music for Bio-Molecules Using Short Music Phrases". I: *Leonardo* 40.2, s. 137–141.
- Straebel, Volker och Wilm Thoben (april 2014). "Alvin Lucier's Music for Solo Performer: Experimental music beyond sonification". I: *Organised Sound* 19.1, s. 17–29.

Böcker

- McLuhan, Marshall och W. Terrence Gordon (1 nov. 2003). *Understanding Media: The Extensions of Man*. Critical edition. Corte Madera, CA: Gingko Press.
- Vetenskapsrådet (2017). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Hemsidor

- Biodata Forum* (2021). URL: <https://electricityforprogress.com/Forum/> (hämtad 2021-04-11).
- Brecht, Bertolt (2021). *The Radio as an Apparatus of Communication [Excerpt]*. Medien Kunst Netz. URL: <http://www.medienkunstnetz.de/source-text/8/> (hämtad 2021-04-12).
- Electricity for Progress* (2021). Electricity for Progress. URL: <https://electricityforprogress.com/> (hämtad 2021-04-11).
- Free Radio Linux* (3 febr. 2002). URL: <http://netartcommons.walkerart.org/articleb524.html?sid=02/04/10/0548240>.
- Integritetsskyddsmyndigheten (2021). *Känsliga personuppgifter*. Känsliga personuppgifter. URL: <https://www.imy.se/lagar--regler/dataskyddsförordningen/kansliga-personuppgifter/> (hämtad 2021-04-05).
- Jondell, Karl Johannes (26 jan. 2021a). *kj-jondell/Diabetes-Synth*. URL: <https://github.com/kj-jondell/Diabetes-Synth> (hämtad 2021-04-05).
- (2021b). *Radio Diabetes*. Radio Diabetes. URL: <https://radiodiabetes.eu/> (hämtad 2021-04-07).
- MIDI Biodata Sonication Device* (2021). Sacred Bones Records. URL: <https://www.sacredbonesrecords.com/products/midi-biodata-sonication-device> (hämtad 2021-04-11).
- Perron, Jacques (2003). *radioqualia : Radio Astronomy*. Daniel Langlois Foundation. URL: <https://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=383> (hämtad 2021-04-12).

r a d i o q u a l i a (2021). Kunstradio / Radiokunst. URL: <http://www.kunstradio.at/BIOS/radioqualia.html> (hämtad 2021-04-12).
SuperCollider (2021). URL: <https://supercollider.github.io/> (hämtad 2021-04-09).

Musik

Hugging Tightly: Human RNase Inhibitor.
Insulin A & B Chains. USA: Science & The Arts.
Music for Solo Performer.
Sounds Of The Unborn. USA: Sacred Bones Records.

Radio

Eklund, Jonathan (29 mars 2021). *Duo gjorde album med sitt ofödda barn.* Kulturnytt i P1. Stockholm.

Samlingar

Munakata, Nobuo och Kenshi Hayashi (1 dec. 1995). "Gene Music: Tonal Assignments of Bases and Amino Acids". I: *Visualizing Biological Information*. World Scientific, s. 72–83.
Walker, Bruce N. och Michael A. Nees (2011). "Theory of Sonification". I: *The Sonification Handbook*. Utg. av Thomas Hermann, Andy Hunt och John G Neuhoff. Berlin: Logos, s. 9–39.

Bilagor

Ordlista

Audifiering	en. <i>audification</i> . Att direktöversätta en data-serie till ljudkurvor.
Back end	Allt som rör sig ”under huven”, server-side programmering.
Front end	Användargränssnittet i webbutveckling.
Mappning	eller <i>avbildning</i> . Ihoppningen av ett element (invariabel) till en annan (utvariabel). Olika typer av mappningar finns, till exempel <i>injektiv</i> eller <i>one-to-one</i> .
Pattern	Ett verktyg i SuperCollider för att generera
Sonifiering	en. <i>sonification</i> . Att översätta en dataserie.
Stack	Alla delar som utgör en plattform eller ett system. Finns olika vanligt använda.
SuperCollider	Ett programmeringsspråk och plattform för syntes av ljud, och musikalisk programmering.

Förkortningar

API	Application Programming Interface.
CGM	Continuous Glucose Monitor.
FIFO	First In, First Out.

