

# Automatisk komposition med autonoma instrument

En väsentlig aspekt av kreativitetens psykologi är att släppa taget om den medvetna kontrollen över den skapande processen. I komposition har det länge satts i system genom tillgripandet av olika slags orakel, eller metoder för att mer eller mindre systematiskt delegera sina val, vilket i sin mest konsekventa form innebär algoritmisk komposition. Eftersom rötterna till algoritmisk komposition kan sökas i formaliserade kompositions- och variationstekniker kan man finna exempel på sådant delegerande av val genom hela den västerländska musikhistorien.

Autonoma instrument har mycket gemensamt med algoritmisk komposition både när det gäller metod och syfte. Det rör sig om en form av komposition genom ljudsyntes, där processer på hög nivå uppstår som emergenta fenomen ur regler eller mekanismer som verkar på låg nivå. Begrepp som självorganisering, emergens, komplexitet och autonoma system är praktiskt taget oskiljaktiga utan att för den skull vara synonyma. Återkoppling (feedback) är viktigt i de flesta sammanhang där emergenta fenomen och självorganisering nämns. Det är ingen tillfällighet att autonoma instrument ofta har med återkoppling att göra, vare sig det är i form av akustisk rundgång eller mera indirekta former. Komponerandet går inte längre ut på att organisera ljud, utan att skapa processer som genererar självorganiserade ljud.

## Autonomins gränser

Det talas mycket om 'affordances' (*oppfordringsegenskaper* på norska) i förbindelse med nya elektroniska eller digitala instrument. Om möjligt talas det ännu mer om frånvaron av *affordance* i dåligt utformade digitala instrument. Redan vid en första blick ser vi flera saker man skulle kunna göra med en violin, låt säga att knäppa på strängarna, stämma om den, råka sätta sig på den, pantsätta den . . . och motsvarande med andra instrument. En synt har kanske tangenter att spela på och saker man kan trycka och skruva på. Det är uppenbart vad man kan göra med synten. Men vem skulle få för sig att tejpa fast en av tangenterna och låta det vara hela kompositionen? En minimalist, förstås.

Autonoma instrument är system man inte interagerar med medan de genererar ljud. Musikkapande med digitala instrument som man inte spelar i vanlig mening har sina rötter i syntesspråk i släkt med MUSIC N. Dessa språk,

utvecklade av Max Matthews på 1960-talet, har ofta en uppdelning i instrumentdefinitioner och en notlista som anger tidpunkter och parametervärden för instrumenten. Uppdelningen i instrument och notlista är flexibel, men medför också att man föreställer sig musiken som uppbyggd av enskilda noter. Men noterna kan vara några millisekunder långa, förekomma i miljontal och tillsammans bilda en granulär svärm av ljud, eller man kan låta en enda not utgöra hela kompositionen, oavsett hur länge den varar.

Minimalistiska stycken som bara består av en enda *ton* finns det flera av (t.ex. av La Monte Young), men notbegreppet i MUSIC N är förstås långt mera flexibelt. En not behöver nämligen inte motsvara en ton. Man kan låta syntesalgoritmen stå för förändringar över tid, så att en enda not kan motsvara långsträckta komplexa musikaliska processer.

För att sådana förlopp ska bli musikaliskt komplexa krävs det bland annat variation över flera olika tidsskalor. Det finns flera strategier för hur man kan skapa sådana variationer över flera tidsskalor, bland annat:

- 1) Stokastiska kontrollsignaler som uppdateras olika ofta.
- 2) Överlagring av periodiska förlopp med periodlängd som inte går jämt upp.
- 3) Självreglerande återkopplade system (kaotiska system).

Dessutom kan dessa tre metoder kombineras i olika hybridformer. Ett exempel på metoden med stokastiska signaler är Xenakis stycke *S.709* realiserat med programmet GENDYN. Periodiskt återkommande material med periodlängder som fasar ut har använts bl.a. av Brian Eno i *Music for airports*. Exempel på återkopplade system kommer jag tillbaka till. Denna strategi, dvs icke-interaktiva instrument som skapar storskaliga ljudförlopp utan att explicit förhålla sig till en notnivå, är typisk för autonoma instrument.

\*

Autonoma instrument kräver någon form av automatisering, vilket är enklast att åstadkomma med digitala eller analoga system. Vad vore kvar av de autonoma instrumenten om elektriciteten hade varit avstängd? Man kan i och för sig tänka sig mekaniska autonoma instrument. Det tycks innebära att de måste vara evighetsmaskiner som försörjer sig själva med den energi de förbrukar. I den svenske författaren Sam J. Lundvalls roman *Bernhards magiska sommar* figurerar djävulen i en biroll, om jag minns rätt. Han har en samling beslagtagna evighetsmaskiner, vilket ju förklarar varför vi aldrig ser några som fungerar! I avsaknad av evighetsmaskiner får man acceptera att autonoma instrument får sin energi utifrån. Det skulle kunna vara som i Ligetis *Poème Symphonique*, där metronomerna dras upp och laddas med mekanisk energi och stycket varar så länge den energin omsätts i pendling och tickande. På samma sätt som med autonoma instrument interagerar man inte med metronomerna under styckets gång. "Look ma, no hands!" Gott och väl, men det ska mera till.

Ett annat kännetecken för autonoma instrument är deras förmåga att åstadkomma ljudförlopp som inte har planerats i förväg, eller som inte kunde ha förutsetts. I annat fall kunde man räkna en CD-spelare som ett autonomt instrument.

Det är förstas meningslöst att tala om absolut autonomi. Det finns bara autonomi i förhållande till något annat. Mekaniska såväl som elektriska instrument måste ha sin energitillförsel. Autonoma instrument fordrar en separation gentemot tonsättaren. De ska inte stå under ens fulla kontroll. Men det samma kunde man säga om kombinationen av en oerfaren musiker och ett svårspelat instrument – och det är en helt annan historia.

Om man alltså ska avstå från att spela på instrumentet så tycks man vara hänvisad till någon form av *objets trouvées*. Strategin vore därför inte helt olik lomografens tillfälligt knäppta bilder, bokstavligen skjutna från höften, eller fältinspelningar gjorda med en kvarglömd bandspelare som aktiveras av ljud och stänger av sig själv när inget händer. När man har bestämt sig för vilken algoritm som ska användas i det autonoma instrumentet kan man se på resultatet som ett funnet objekt. Resultatet är en ljudfil genererad av det autonoma instrumentet. Men varifrån kommer algoritmen? För att instrumentet ska vara fullständigt autonomt borde det egentligen ha utvecklat sin egen algoritm. Som Herbert Brün har sagt: det växer varken musik eller datorer vilt i naturen (vilket skulle kunna motsägas, men låt det vänta till en annan gång).

Att använda existerande algoritmer eller dynamiska system till ljudsyntes eller generativ musik är mera besläktat med sonifiering än med autonoma instrument. Då blir det faktiskt möjligt att använda algoritmer som funna objekt. Men strategin med autonoma instrument är att skapa algoritmen själv, för det specifika syftet att få den att generera en acceptabel ljudfil.

## Estetiska preferenser

Dilemmat är kvalitetskontroll. Måste man inte abdikera från sin personliga smak om man ska överlåta skapandet åt maskinen? Förvisso är det inte mycket man överlåter till maskinen, förutom enorma mängder med numeriska operationer. Framförallt bibehåller man sin status som skaparen av ljudfilen, på samma sätt som fotografen av sitt foto eller journalisten av sin intervju. Trots det uppstår det alltså en kinkig situation om man försöker komponera god musik med hjälp av autonoma instrument. Man måste ha preferenser. Då kan man programmera sina autonoma instrument på ett sätt som får dem att låta bra enligt de preferenser man har. Naturligtvis är de motsträviga just i den grad de är autonoma – det finns de mest besynnerliga spärrar för att förbättra specifika aspekter av kompositionen. Om man däremot har full kontroll över resultatet är man per definition över i något annat än autonoma instrument.

Det är inte alltid klart hur komponistens preferenser ledsagar den skapande processen, själva begreppet om preferenser är diffust. Fråga en bildkonstnär vilken som är hennes favoritfärg – där har vi en elementär preferens – eller fråga en tonsättare om favoritton eller en matematiker om lyckotal; för de flesta är sådana frågor meningslösa. Arbetet med autonoma instrument presenterar en annan typ av val. Man får ett arbetsutkast från det autonoma instrumentet, en skiss till en fullständig komposition eller bara brottstycken av material. Det finns olika förhållningssätt till materialet; man kan betrakta det som den färdiga

produkten, eller som råmaterial som ska gå igenom en längre process av redigering. Men låt säga att vi ska använda ljudfilen som den är, just i det skicket den kommer ut ur det autonoma instrumentet. Det finns oöverskådliga mängder av möjligheter för hur den kan låta, speciellt om den har en viss längd. I den situationen talar vi alltså om preferenser: ändrar man någon parameter i det autonoma instrumentet så får man en annan ljudfil, och genom att successivt ändra en parameter kan man få familjer av ljudfiler som är mer eller mindre besläktade. En parameter kan påverka klangfärg, textur och storskaliga förlopp utan att man kan separera effekten på de olika nivåerna. Den typen av inflytning är vad man bör vänta sig av komplexa system, inklusive autonoma instrument.

Estetiska preferenser är inte nödvändigtvis permanenta och stabila. När man arbetar med autonoma instrument och använder dem som en skisseringsapparat som kommer med förslag till ett nytt 20 minuters verk, så nöjer man sig kanske inte med första bästa förslag. Men medan man hör dessa förslag så kanske man glömmar vad det var man ville åstadkomma från början, ifall man över huvud taget hade någon idé. Med all sannolikhet gäller inte "mozartmyten" för flertalet av tonsättare, dvs att man inom sig hör hela verket från början till slut och att kompositionsprocessen endast består i att notera musiken ([Mountain, 2001](#)).

Skisseringsmaskinen kan i princip komma med bättre idéer än man hade kunnat tänka ut själv. Och när den kommer fram med något man kan tänka sig att använda, men som man inte utan vidare hade kunnat tänka ut själv, har man inte då fått sina preferenser manipulerade en smula?

Arbetsprocessen kan skematiskt illustreras med två hissar, skisseringsapparaten är den ena och komponisten den andra. De lyfter i tur och ordning materialskisserna till nya höjder, som fungerar som avsatser från vilka den andre parten kan lyfta materialet vidare, tills det svävande i luften uppnår verkshöjd.

## Fotnot om repertoar

Autonoma instrument var ingen etablerad term när jag började forska på dem. Därför kan man inte så lätt söka efter en repertoar av existerande verk för och med autonoma instrument. Däremot kan man argumentera för att olika stycken passar mer eller mindre bra in på beskrivningen, så att de kan sägas utgöra musik skapad med autonoma instrument. Det finns emellertid ett nätverk av familjebesläktade stycken som ofta dyker upp i samma översikter. En utgångspunkt kan vara återkopplade system ([Sanfilippo and Valle, 2012](#)). Andra nyckelord är cybernetik, komplexa system, emergens och självorganisering. När man hör ett eller flera av dessa begrepp användas om ett stycke musik är det en god indikation på att där förekommer idéer besläktade med autonoma instrument.

Min lösning var att ta utgångspunkt i en besläktad term, semi-autonoma instrument, som ibland används för att beteckna vissa typer av interaktiva system som vanligtvis kopplar samman maskinlyssning med någon form av algoritmiskt genererad respons ([Jordå, 2007](#)). Några närmast kanoniska exempel är George Lewis *Voyager* och Agostino Di Scipios *Hörbare Ökosysteme*. Andra exempel är

Gordon Mummas *Hornpipe* (som är ett analogt interaktivt system), eller nätverksensembler som The League of Automatic Composers och senare The Hub, som knyter samman flera datorer som fördelar olika uppgifter sig emellan. David Tudors installationer i serien *Rainforest* och andra av hans stycken är också bra exempel på hur analoga elektroniska komponenter kopplas ihop i komplexa nätverk som uppvisar ett komplicerat beteende som kan påverkas men torde vara svårt att styra.

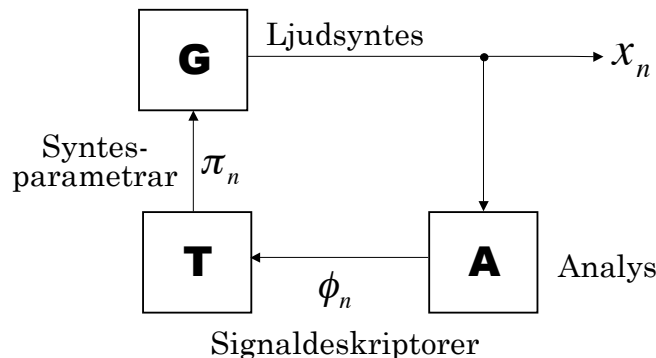
Man får i dessa fall en situation där datorn eller de analoga kretsarna används som en improviserande partner som i viss mån kommer med sina egna musikaliska impulser — därav autonomin. Men i sådana interaktiva system skulle en total autonomi innebära att datorn inte behövde reagera på vad musikern spelar, och då går man förstas miste om interaktiviteten. Trots det var semi-autonoma instrument en viktig ingång till mitt arbete med autonoma instrument. Den väsentliga kopplingen kan illustreras med en metafor: En musiker, låt säga en flöjtist, spelar en ton och hör omedelbart att den är för hög, och anpassar sin embouchure därefter. Det är en blixtnabb process som beror på en återkoppling från vad man hör till vad man gör, och från vad man gör till hur instrumentet låter. Mina autonoma instrument bygger på en likartad återkoppling. Den signal de genererar analyseras och signaldeskriptorer omvandlas till kontrollfunktioner som styr syntparametrarna. Visserligen har jag inte försökt modellera hur musiker fungerar, det är bara det att återkoppling av det slaget är en väsentlig del av alla slags automatiserade självreglerande styrsystem. Och en musiker kan delvis förstås som ett självreglerande system lika mycket som ett autonomt instrument kan vara det.

Bristen på en repertoar av verk som kan sägas vara producerade med autonoma instrument kan tyda på att det inte har varit en speciellt attraktiv strategi för musikskapande. Å ena sidan är interaktivt musikskapande vanligt, där improvisation kan spela en viktig roll. Å andra sidan finns hela den akusmatiska skolan, där fixerade verk utan musiker är den dominerande musikformen. I akusmatisk musik tycks det inte ha varit så vanligt att fullständigt överläta kompositionen åt algoritmer. Om man ska lyfta fram exempel som kan illustrera principen om autonoma instrument så är Xenakis GENDYN-program och styckena realiserade med det kanske de mest övertygande.

## Teknisk notis om FEFS (exkurs)

I min avhandling fokuserade jag på en speciell typ av återkopplade system som mig veterligen inte har studerats förr. Dessa system består av tre komponenter (se figur 1): en signalgenerator (G), en analysmodul (A), och en omvandlare eller transformator (T). Namnet på sådana system är *Feature Extractor Feedback Systems* (FEFS).

Signalgeneratoren är en oscillator, eller någon sammansatt syntesmodell som genererar en ljudsignal  $x_n$  vars egenskaper beror på syntesparametrar  $\pi_n$ , där  $n$  är tidpunkten räknat i sampel. Signalen  $x_n$  skrivs till en ljudfil (eller sänds direkt via ljudkort till högtalarna) men den går också vidare till analysmodulen.



Figur 1: Återkopplad syntesmodell (FEFS).

Syftet med analysmodulen är att få fram olika signalbeskriptorer, eller det som ofta kallas *feature extractors* på engelska (Peeters et al., 2011), vilka beskriver perceptuella egenskaper som grundtonens frekvens, spektral centroid, amplitud, grad av brusighet, osv. Analysmodulen förhåller sig hela tiden till ett visst utsnitt i tid av signalen, låt säga de senaste  $L$  sampelna, och genererar en ström av signalbeskriptorer  $\phi_n$ . För enkelhets skull kan vi anta att signalbeskriptorerna genereras med samma samplingsfrekvens som ljudsignalen, så att analysmodulen kan skrivas som en funktion

$$\phi_n = A(x_n, x_{n-1}, \dots, x_{n-L+1}) \quad (1)$$

där  $\phi_n \in \mathbb{R}^p$  kan vara en vektor av  $p$  olika signalbeskriptorer som analyseras parallellt. Nästa steg är att omvandla denna dataström till en form som passar att använda som syntesparametrar. Om signalgeneratoren har  $q$  olika syntesparametrar måste transformatorn vara en eller annan funktion  $T : \mathbb{R}^p \rightarrow \mathbb{R}^q$  så att

$$\pi_n = T(\phi_n). \quad (2)$$

Signalgeneratoren, slutligen, genererar signalen  $x_n$  på ett sätt som beror på det aktuella värdet av syntesparametrarna. Det är praktiskt att ta med en intern tillståndsvariabel  $\theta_n$  också som kan representera fasen i en oscillator, den måste komma ihåg till nästa gång generatoren ska generera ett nytt sampel. Då blir generatoren en funktion av formen

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= G(\pi_n, \theta_n) \\ \theta_{n+1} &= \theta_n + f(\pi_n) \end{aligned} \quad (3)$$

De tre ekvationerna (1, 2, 3) beskriver tillsammans ett dynamiskt system, eller rättare en stor klass av olika system. För nu måste de abstrakta ekvationerna ges konkret innehåll i form av specifika signalgeneratorer, deskriptorer och transformationer. Exempel på autonoma instrument som bygger på den här typen av system har jag beskrivit ingående i min avhandling och i några artiklar<sup>1</sup>. Det rör sig som sagt om en omfattande klass av dynamiska system, och det är svårt att sammanfatta alla egendomligheter man kan vänta sig att finna i sådana system. Här kan det vara värt att betona att det rör sig om deterministiska system där slump inte spelar någon roll, även om deras komplexitet kan göra systemen oförutsägbara.

Fysiker och matematiker har gjort grundliga studier av långt enklare system än ovanstående FEFS-modeller, som cellautomater och kaotiska system. Starkt förenklade modeller har den fördelen att de lättare låter sig förstås än mera komplicerade och realistiska modeller. I den mån vetenskapsmän bryr sig om estetik och elegans är det ofta de enkla modellerna de föredrar. Jag har all respekt för denna strävan efter enkelhet, men fann det svårt att konstruera några autonoma instrument som samtidigt var både enkla och kapabla att uppvisa ett mera komplext och musikaliskt intressant beteende.

Autonoma instrument av det här slaget kan utformas på mängder av sätt, men en generell iakttagelse kan man ändå göra. Det visar sig ofta att längden  $L$  på analysfönstret har en avgörande effekt på ljudens karaktär. Ett långt fönster betyder att man analyserar en lång portion av signalen vilket tenderar att jämna ut eventuella ojämnheter och plötsliga förändringar. Med kortare fönster följer man detaljer i signalen och det är lättare att åstadkomma vilda, brusiga, knastriga typer av ljud. Man kan nästan alltid höra en inledande transient innan systemet stabiliserar sig. Man skulle kunna tro att transientens längd är korrelerad med analysfönstrets längd, men det behöver inte alltid vara tillfället.

I en viss ganska komplicerad FEFS-modell uppträder transienter som kan vara extremt långa, upp till flera minuter, innan systemet eventuellt stabiliserar sig på en uthållen ton. Resultatet av ett experiment där jag lät systemet gå i upptill 20 minuter vid olika värden av en kontrollparameter framgår i figur 2. För vissa parametervärden får man kortvariga transienter, på under en minut, medan andra parametervärden strax intill kan leda till en process som håller på i över 20 minuter — det är ovisst om systemet någonsin stabiliserar sig i det fallet. Om man zoomar in och varierar samma parameter inom ett mycket mindre intervall kan man fortfarande få samma oregelbundna växling mellan korta transienter och långlivade förlopp.

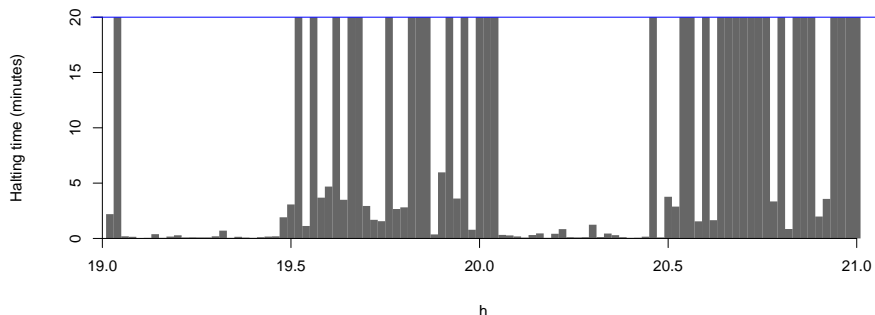
Systemet som ger upphov till dessa intressanta transienterna är relativt komplicerat och finns beskrivet i min avhandling (se [Holopainen, 2012](#), s. 255 ff). Det är befogat att fråga sig om inte samma slags fenomen kan uppstå i långt enklare

---

<sup>1</sup>Avhandlingen och ljudexempel finns arkiverade här:

<https://www.duo.uio.no/handle/10852/37664>

Jag avstår i denna artikel från att diskutera egna kompositioner där jag har använt idéer relaterade till autonoma instrument, men det kan nämnas att försök i den riktningen har gjorts i vissa av styckena i verkcykeln *Signals & Systems*, varav det mest radikala försöket är det drygt 16 minuter långa stycket *Écriture Automatique*.



Figur 2: Transienternas längd i minuter som funktion av en kontrollparameter.

system. Det kan mycket väl tänkas, men frågan är hur man i så fall ska förenkla systemet. Å andra sidan har det ofta hänt att de enklaste FEFS-modellerna inte uppvisar något anmärkningsvärt beteende, utan man måste lägga till ytterligare komplicerande mekanismer för att de ska börja bli intressanta.

Fysikern J. C. Sprott har systematiskt undersökt en lång rad dynamiska system i form av ordinära differentialekvationer och försökt finna de mest eleganta kaotiska systemen (Sprott, 2010). Begreppet elegans är inte självklart i rigorösa studier av dynamiska system, men Sprott definierar det ungefär så att ett system med färre variabler och enklare konstanter är mera elegant än ett med flera variabler och komplicerade konstanter. På så sätt har han kunnat automatisera sökandet efter eleganta kaotiska system. Något liknande skulle kanske kunna göras med FEFS-modeller. Vad gäller elegans kan man använda Sprotts kriterier, men om man dessutom är intresserad av musikaliskt gångbara resultat kommer man knappast undan att höra igenom alltsammans och göra sin egen bedömning.

Man kunde tänka sig att knyta antalet dimensioner i ett system till elegans, även om det är aningen missvisande. Vissa system med många dimensioner kan ges koncisa beskrivningar, till exempel om det finns någon sorts symmetrier som förenklar dem. En FEFS-modell har väldigt många dimensioner, närmare bestämt minst lika många som storleken  $L$  av analysfönstret (ett typiskt tal är  $L = 1000$  sampel). I det fallet påverkas inte ekvation 1 av fönsterlängden, däremot kan kortare fönsterlängd göra systemet mera benäget att bli kaotiskt.

Som kvalitetskriterium för autonoma instrument har jag föreslagit att systemet ska uppvisa komplext beteende av något slag. För att göra systemets dynamik mera komplext behöver man utforma omvandlaren  $T$  så att små variationer i signaldescriptorerna förstärks och orsakar större variationer i synsp parametrarna. Samtidigt bör variationerna inte förstärkas obegränsat, vilket bara leder till att systemet exploderar och kollapsar. Det är kaotiska system som har förutsättning att generera något av intresse. Men ännu intressantare är att försöka utforma system som kan pendla mellan olika typer av beteende och



uppvisa variation på olika tidsskalor.

Systemet bör komma med överraskningar, göra mer än man väntade sig av det. Det är bara ett problem, för medan man finslipar ett och samma autonoma instrument kan man börja lära sig mer om hur det fungerar. Då blir det så småningom mindre kvar att förvåna sig över.

## Skrämselpropaganda

Cybernetikens grundare Norbert Wiener var tidigt ute med att varna för farorna med ett okritiskt användande av artificiell intelligens, till exempel att blint förlita sig på automatiska översättningsprogram (Wiener, 1961). I datormusik, och inte minst där maskinlyssning används, kan man se en tendens mot ökande användning av artificiell intelligens och autonoma system. Det är kanske en harmlös domän för experimentering, även om det alltid har funnits de som har förfärats över att 'maskinerna tar över'. Man behöver inte längre kunna spela ett instrument (i betydelsen att öva upp motoriska färdigheter på hög nivå) för att kunna skapa musik. Färdigheterna har förflyttats från det motoriska till det mentala. Men lika lite som digitaltryck har utplånat torrnål som grafiskt medium har den elektroniska musikteknologin tagit död på de akustiska instrumenten. Frågan är hur långt vi vill gå i automatiseringen av musikmaskiner.

Nick Collins program *Autocousmatic*<sup>2</sup> är ett bra exempel på en automatiserad kompositionsprocess (Collins, 2012). Programmet läser in ett antal ljudfiler från en mapp och man ställer bara in önskat antal minuter och antal kanaler, så genererar programmet en akusmatisk komposition. Det enda avgörande valet man kan ta är vilka ljudfiler man lägger i mappen, men vad programmet gör med dem kan man på inget sätt påverka. Huruvida program som *Autocousmatic* kommer att bli populära bland tonsättare beror nog mindre på kvaliteten av musiken än på graden av medverkan på väg mot det färdiga resultatet. Här är komponistens medverkan obetydlig, även om man kan påverka resultatet genom valet av ljudmaterial. Därför skulle det förvåna mig om *Autocousmatic* eller liknande program skulle visa sig bli vanliga kompositionsverktyg. De tonsättare jag känner till nöjer sig inte med att så att säga skapa sin musik av färdiga byggsatser som de kan montera enligt anvisning och sätta sin signatur på. Men om man själv skapar programmet som automatiskt genererar musiken blir ägandeförhållandet ett helt annat. Algoritmisk komposition medför att man blir dubbel upphovsman, först till programmet och sedan till det resultatet som man väljer ut och accepterar.

Komplementet till automatiskt genererad musik är artificiell lyssning. I själva verket har Collins byggt in en "lyssnande" instans i sitt program som analyserar utkast till den slutliga mixen. Dessutom har Collins utgått från analyser av några förebildliga akusmatiska verk för att låta dem stå som rättesnöre för uppbyggnaden av form. För att utvärdera *Autocousmatics* konstnärliga förmåga har Collins skickat in några automatiskt genererade kompositioner till olika

<sup>2</sup><http://www.sussex.ac.uk/Users/nc81/autocousmatic.html>

festivaler, men samtliga har blivit refuserade. Det finns alltså utrymme för förbättringar, och all anledning att vänta sig mycket bättre resultat inom kort.

Algoritmisk komposition genom stilimitation, om det så är akusmatisk musik eller Chopin, är enkel att förhålla sig till eftersom det finns en förlaga att jämföra resultatet mot. Mera komplicerat är verkligt nyskapande, där man hoppas få algoritmen att skapa något oväntat och ohört. Den ryske cybernetikern Zaripov framhöll att det framtida, utopiska projektet för artificiell komposition inte bara skulle röra sig om imitation av existerande stilar, utan förutsägandet av nya stilar (Zaripov, 1969).

För att autonoma instrument ska kunna bli mera innovativa och gå utanför pålagda stilnormer krävs det kanske ett samarbete med lyssnare av ett nytt slag, artificiella lyssnare som har en annan sorts perception än mänskliga lyssnare. Där skulle vi kunna sluta cirkeln och låta de autonoma instrumenten spela för den artificiella publiken utan att vi behöver bry oss om vad de håller på med.

## Referenser

- Collins, N. (2012). Automatic composition of electroacoustic art music utilizing machine listening. *Computer Music Journal*, 36(3):8–23.
- Holopainen, R. (2012). *Self-Organised Sounds with Autonomous Instruments: Aesthetics and experiments*. PhD thesis, University of Oslo, Norway.
- Jordà, S. (2007). Interactivity and live computer music. In Collins, N. and d’Escriván, J., editors, *The Cambridge Companion to Electronic Music*, chapter 5, pages 89–106. Cambridge University Press.
- Mountain, R. (2001). Composers and imagery: Myths and realities. In Godøy, R. I. and Jørgensen, H., editors, *Musical Imagery*, chapter 15, pages 271–288. Swets and Zeitlinger.
- Peeters, G., Giordano, B., Susini, P., Misdariis, N., and McAdams, S. (2011). The timbre toolbox: Extracting audio descriptors from musical signals. *Journal of the Acoustic Society of America*, 130(5):2902–2916.
- Sanfilippo, D. and Valle, A. (2012). Towards a typology of feedback systems. In *Proc. of the ICMC 2012*, pages 30–37, Ljubljana, Slovenia.
- Sprott, J. C. (2010). *Elegant Chaos. Algebraically Simple Chaotic Flows*. World Scientific, Singapore.
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. The MIT Press, second edition.
- Zaripov, R. K. (1969). Cybernetics and music. *Perspectives of New Music*, 7(2):115–154.