

Inhoud, p#

RIJKSUNIVERSITEIT GENT
Faculteit van Letteren en Wijsbegeerte
Akademiejaar 1992-1993

Een Onzichtbaar Muziekinstrument

Boekdeel 4

Hoofdstuk 4

Bibliografie

Proefschrift ingediend tot het behalen van
de graad van Doktor in de
Kunstgeschiedenis en Oudheidkunde,
r i c h t i n g M u z i k o l o g i e ,

Inhoud, p#

door Godfried-Willem RAES

Promotor: Prof.Dr.Ferdinand DE HEN

Inhoud, p#
BOEKDEEL 4:

HOOFDSTUK 4:

Perspektieven en verdere onderzoeksmogelijkheden:

4.0.- Doel	4.0 p.3
4.1.- Experimenteel onderzoek: een verdere wegverkenning	4.1 p.4
4.1.1.: - Digitale signaalverwerking	p.4
4.1.2.: - Verhoging van de draaggolffrequentie	p.5
4.1.3.: - Mikrogolfsysteem	p.6
4.1.4.: - Parallel-computing & Neurale netwerken	p.7
4.1.5.: - Analoge signaalverwerkingsmogelijkheden	p.9
4.2.- Het muzikale naakt	4.2 p.12
4.2.1.: figuurlijk	p.12
4.2.2.: letterlijk	p.13
4.3.- De automatizering van de muziek	4.3 p.15
4.3.1.- interpretatie zonder techniek	p.16
4.3.1.1.- Kodering	p.18
4.3.1.2.- Verklanking	p.20
4.3.1.2.1.: - elektronische instrumenten	p.20
4.3.1.2.2.: - orgel	p.22
4.3.1.2.3.: - klavichord en klavecimbel	p.23
4.3.1.2.4.: - piano	p.23
4.3.1.2.5.: - slaginstrumenten	p.26
4.3.1.2.6.: - blaasinstrumenten	p.27
4.3.1.2.7.: - strijkinstrumenten	p.28
4.3.1.2.8.: - tokkelinstrumenten	p.28
4.3.1.2.9.: - nieuwe akoestische instrumenten	p.28
4.3.2.- De uitvoerder als interpreet	p.30
4.3.3.- Improvizatie versus kompositie	p.32
4.4.- Een toekomst voor de organologie?	4.4 p.34
4.5.- Aktualisering	4.5 p.37
4.6.- Besluit	4.6 p.41

Bibliografie

6.1- Organologische & muzikaal-technische referenties	6.1 p.
6.2- Produktgerichte technologische referenties	6.2 p.

Perspektieven

4.0.: Doel

In dit afsluitende hoofdstuk stellen we ons volgende doelstellingen:

1. Aanduiden in welke diverse richtingen verder onderzoek nodig en wenselijk kan zijn.
2. Een beschouwing geven bij de wijze waarop het instrument zich in de onzichtbaarheid die het kenmerkt, aan speler en luisteraar presenteert.
3. Aangezien we na de vorige hoofdstukken kwamen tot een beschrijving van een user-interface, onderzoeken welke mogelijkheden er reeds zijn voor de laatste -en noodzakelijke- component van een muziekinstrument: de klankbron zelf. Aangezien in deze kontekst de te sturen klankbron als input digitale informatie zal moeten krijgen, raakt en stelt dit tevens het probleem van de automatizing in de muziek. Daaraan willen we dan ook enkele afsluitende beschouwingen wijden.
4. De aktueelste stand van zaken weergeven in verband met onze praktische realisatie van een non-impakt instrument op het allerlaatste moment voor afsluiting van de redactie van deze studie. Een 'update' als het ware.

4.1.: Experimenteel onderzoek:
een verdere wegverkenning

Het zou van een grenzeloze overmoed getuigen te beweren de problemen voor de instrumentenbouw van de toekomst, of zelfs maar van een mogelijke toekomst, met de realisatie van de hardware en software voor 'A Book of Moves', te hebben opgelost. Het grootste werk ligt beslist nog in de toekomst. Hooguit hebben we een weg aangegeven waarvan de bewandeling tot de realistische mogelijkheden zou kunnen behoren.

In het volle besef daarvan, willen we hier, in enkele paragrafen, een overzicht geven van de technische mogelijkheden die verder kunnen worden onderzocht en ontwikkeld. Een onderzoek als het onderhavige, is uiteraard nooit echt volledig afgesloten en de weergave ervan in deze studie is dan ook niet meer dan een momentopname. Daarom zijn op het ogenblik dat deze studie wordt gelezen met zekerheid reeds stappen naar verdergaand onderzoek gezet zodat deze weergave wellicht op enkele punten reeds door de werkelijkheid is achterhaald.

We zullen beginnen met de kleinste stappen vertrekkend van en aansluitend bij het hier geprezeenteerde onderzoek, om uit te komen bij reeds heel wat verder af liggende mogelijkheden die wellicht ook de onze überhaupt te buiten gaan.

4.1.1.: Digitale signaalverwerking

- DSP-processors voor het uitvoeren van FFT's en andere signaal-analyses.

In ons opzet hebben we, gemotiveerd door de argumenten aangehaald in hoofdstuk 3, het gebruik van digitale signaalverwerkingsprocessor-chips voor toepassing in ons projekt voor een onzichtbaar instrument afgewezen. Hun toepassing, binnen de beperkingen gesteld door het gehele opzet van het systeem, werd door ons als een 'overkill' aangevoeld. Gezien echter het feit dat digitale elektronika om intrinsieke redenen wel steeds goedkoper zal blijven dan de hoge precisie analoge componenten die wij uiteindelijk hebben voorgesteld en gebruikt, en dat bovendien de economische kloof dag na dag nog vergroot door de snelle prijsdalingen voor digitale processor- en geheugen-chips, zal in een niet erg verre toekomst, een volledig digitale technologie onze analoge komputer wellicht toch kunnen vervangen.

Een voordeel daarvan zou onder meer zijn, de veel flexibeler programmeringsmogelijkheid. Immers, van het hier voorgestelde systeem werden in de loop der jaren door ons inmiddels reeds zo'n 20 verschillende hardware-versies gebouwd... De totale kostprijs daarvan is uiteraard ook niet niks. Wanneer deze schakelingen middels voldoende snelle en krachtige DSP-processoren gebouwd waren geweest, kon dit tijdrovende doorlopend herbouwen van

Hoofdstuk 4.1,p#

projecten en experimentele schakelingen geheel achterwege blijven en vervangen worden door een wellicht even arbeidsintensieve, maar geen materiaal-kosten met zich brengende, update van de software. Uiteraard zal ook dan de hardware van tijd tot tijd wijzigingen ondergaan, maar gezien de digitale natuur ervan, is dit beslist een heel stuk economischer.

4.1.2.: Hogere frekwentiegebieden

- Hogere draaggolf-frekwentie voor het ultrasoon-systeem

Binnen de door ons voorgestelde hardware, bleek het niet erg interessant van veel hogere draaggolf-frekquenties voor het ultrasoon-signaal gebruik te maken. Nochtans moet toegegeven worden dat een verhoging van de draaggolf-frekwentie naar het bereik 200 tot 400kHz grote voordelen met zich zou kunnen brengen. Immers, de Doppler-frekquenties waarvan gebruik wordt gemaakt in ons opzet, komen dan enkele oktaven hoger te liggen. Het is op technische gronden een vaststaand feit, dat frekwenties een korte meettijd vergen naarmate ze hoger zijn. Het directe gevolg van dit feit is dat het onzichtbare instrument veel responsiever zou kunnen worden gemaakt bij toepassing van deze hogere frekwenties.

Dat de noodzakelijke meettijd voor de meting van heel lage frekwenties groter is dan voor hoge frekwenties valt eenvoudig in te zien wanneer we ons voor ogen houden dat een frekwentiemeting berust op een meting van de periodetijd van een golf. Daartoe moeten minstens toch enkele periodes kunnen worden gemeten. Het meten van deze tijden voor trage trillingsverschijnselen duurt dan uiteraard -wil men een gelijke precisie kunnen behalen- langer dan het geval is bij snelle trillingsverschijnselen.

Vooraf onze algoritmes voor de berekening van de bewegingsversnelling -die in onze huidige versie eigenlijk welhaast primair kunnen worden genoemd aangezien ze uitsluitend berusten op de berekening van het verschil tussen snelheidsmetingen op slechts twee tijdsmomenten-, zouden daarbij veel te winnen hebben.

Overeenkomstig onze ervaring met het instrument, sluit immers motorische versnelling beter dan menige andere parameter van de menselijke expressieve beweging, expressief relevante informatie in. Dit zou door verder wetenschappelijk onderzoek dienen bevestigd te worden.

Een probleem dat echter eerst en vooral zal dienen opgelost te worden -en dat los staat van de eisen met zich gebracht door de hogere snelheden voor de analoge en digitale hardware- heeft te maken met de intrinsiek veel sterkere directionaliteit van geluiden in dit erg hoge frekwentiegebied. De kommercieel gangbare transducers voor 200kHz hebben een afstraalkarakteristiek waarvan de openingshoek de 5 graden zelden te boven gaat.

Hoofdstuk 4.1,p#

De akoestiek leert ons dat een geluid directiever wordt afgestraald naarmate de frekwentie ervan hoger komt te liggen. Dit feit zal iedereen wel al hebben opgemerkt: bas-geluiden zijn erg moeilijk precies te lokaliseren, terwijl hoge geluiden een veel betere lokalizatie van de geluidsbron toelaten.

Een laatste -maar vandaag niet zo moeilijk op te lossen- probleem is, dat bij hogere draaggolffrekwenties ook evenredig snellere analoog-digitaal konvertors gebruikt dienen te worden. Volgens het Nyquist-teorema immers, hoort bij een te verwerken signaal van 400kHz reeds een bemonsteringsfrekwentie van minimaal 800 kilosamples per seconde. Dankzij de recente opkomst van de zeer snelle chips voor digitale beeldverwerking (ontwikkeld met het oog op de invoering van HDTV) is dit echter niet zo'n bezwaar, wanneer we ons dan tenminste willen beperken tot een resolutie van niet meer dan 8 bits.

4.1.3: Mikrogolftechnieken

In ons onderzoek werden de mogelijkheden die het gebruik van elektromagnetische radar technologie met zich brengt, ver van volledig onderzocht. Wij hebben het onderzoeksgebied verlaten omwille van:

- 1.- de moeilijke beschikbaarheid van technische publikaties op dit gebied, wellicht te verklaren door het militair belang ervan. (cfr. sub 1.2).
- 2.- de lage signaal/ruisverhoudingen die we met onze middelen en in ons beperkt laboratorium slechts konden bereiken.
- 3.- de veel grotere direktionaliteit van de elektromagnetische signalen in het gebied 10-20GHZ.

Door deze laatste eigenschap, klonken de door ons onder gebruikmaking van dit soort radartechnologie geproduceerde geluiden veel minder controleerbaar. Het instrument kreeg teveel het karakter van een positioneel systeem, het bezwaar dat we ook al naar voor brachten tegen bijna alle optische (infrarood) implementaties van een onzichtbaar instrument.

Hiermee willen we evenwel niet de mogelijkheden verbonden aan het gebruik van deze technologie uitsluiten. Er zijn immers ook enorme principiële voordelen aan verbonden: door het elektromagnetisch karakter van de golven, planten deze zich voort aan de lichtsnelheid, zoals men weet aanzienlijk sneller dan die van het geluid. Dit maakt in principe een veel sneller reagerend instrument mogelijk. Immers, de tijd die een geluidsgolf nodig heeft om binnen de tetraederruimte die de speelbegrenzing vormt van het door ons voorgestelde instrument is, wanneer we de lengte van een zijde op 3m bepalen, steeds groter dan $3 / 340\text{m/s} = 8.8 \text{ ms}$ en kleiner

Hoofdstuk 4.1,p#

dan $6 / 340\text{m/s} = 17.6 \text{ ms}$. Hierdoor is ook de uiterste technische grens voor de responsnelheid vastgelegd. Het oplossend vermogen voor bewegingen hangt dan weer samen met de gebruikte frekwentie en voor een 40kHz draaggolf is die golflengte $340\text{m/s} / 40000\text{Hz} = 8.5\text{mm}$. Deze beperkingen vallen weg bij toepassing van elektromagnetische golven.

Alleen al op grond van deze berekening volgt dat ons instrument onder gebruikmaking van de hier beschreven en voorgestelde technologie, in vergelijking met bestaande muziekinstrumenten, een reaktiesnelheid op de motorische input van de speler heeft, te vergelijken valt met die van de qua tessituur, allerlaagste klassieke instrumenten (bastuba, kontrafagot e.d.). Wanneer we daar de extra vertraging aan toevoegen veroorzaakt door de software en dus de noodzakelijke informatieverwerking, dat zal het duidelijk zijn dat ons instrument -in de ultrasone praktische realisatie zoals we die thans voorstellen- wat responsiviteit betreft beslist niet kan wedijveren met enig bestaand klassiek muziekinstrument.

Op het probleem van de direktionaliteit van elektromagnetische golven in het Radar-gebied op de lossen zouden experimenten kunnen worden opgezet met over een beperkte hoek (60 graden in ons opzet) aftastende systemen. De afbuiging van de golven zou daarbij dan langs radio-elektrische weg dienen te verlopen en dus niet mechanisch zoals gebruikelijk bij klassieke radartoepassingen. Op het vlak van de hardware zou geëxperimenteerd moeten worden met meer geavanceerde technieken voor signaaldiskriminatie binnen een ruiskontekst. Daarover bestaat een uitermate uitgebreide maar wiskundig erg complexe technische literatuur.

Cfr. HOROWITZ-HILL, "The Art of Electronics", 1981,p.591-635 evenals DAVIDSE,J "Ruisarm ontwerpen", 1988.

Last but not least, dienen experimenten opgezet te worden met de meest geavanceerde types van Gunn-diodes of andere onderdelen waarmee deze golven kunnen worden opgewekt en uitgezonden. Zoals we ook sub 1.2 reeds betoogden, bleken dergelijke onderdelen voor ons onverkrijgbaar te zijn.

4.1.4.: Parallele verwerking

Gezien het 3-dimensionele opzet van het Holosound concept, ligt het nogal voor de hand, voor elke bewegingsdimensie (en dus voor elk transducersignaal) een verschillend systeem te bouwen. De drie systemen (drie Multitrax MT-boards zoals beschreven in hoofdstuk 3 bijvoorbeeld) zouden dan hun werk parallel kunnen doen in real-time. Dit zou dan uiteraard reeds een snelheidswinst met een faktor 3 betekenen. We kunnen echter nog veel verder gaan, en ook processoren inschakelen voor de berekening van de muzikale parameters en de instrumentale stemmen. Ook die zouden we parallel kunnen laten werken. In een minimalistisch opzet is een echte 'bus-sharing' hierbij nog niet eens noodzakelijk! De interactie tussen de vier of meer computersystemen kan volledig met hardware interrupts worden afgehandeld.

Hoofdstuk 4.1,p#

Naarmate de muzikale eisen echter hoger gesteld worden, en de algoritmes voor de syntax, en -in een verder stadium- ook voor de klankopwekking zelf geraffineerder worden, zal de noodzaak zich opdringen van een gemeenschappelijke computerbus gebruik te maken voor de kommunikatie tussen de verschillende parallel verlopende processen. Dit soort technologie is op dit ogenblik trouwens volop in ontwikkeling, onder meer omdat zij een noodzakelijke voorwaarde is voor 'real-world' werk met softwarematige technologieën zoals onder meer bvb. de neurale netwerken.

Het is overigens een vergissing te menen dat de nodige hardware voor parallel verwerkende systemen volledig buiten de mogelijkheden van een individuele onderzoeker zou vallen, wat nogal eens wordt beweerd. Microprocessoren zijn vandaag de dag reeds gezakt tot prijsnivoos beneden de 40fr. per processor en snelle geheugens zijn ook al niet meer zo duur...

Hoofdstuk 4.1,p#

4.1.5: Analoge signaalverwerking

Ook aan onze voorstellen op het vlak van de signaalverwerking met analoge computers zou nog heel wat kunnen verbeterd worden.

Zo kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een aangepaste vorm van diskrete Fourier transformatie uitgevoerd in analoge techniek, waarbij gebruik zou worden gemaakt van vertragingsslijnen (deze kunnen gezien worden als een soort geheugen voor analoge signalen) die op meerdere programmeerbare plaatsen kunnen worden afgetakt. Konkreet gesproken denken we hier aan de mogelijke toepassing van de zogenaamde 'emmertjes-geheugen' chips die voorzien zijn van aftakkingen op gespecificeerde tijdsafstanden.

In het Engels worden deze onderdelen steeds aangeduid met de benaming 'Bucket Brigade Delay Line'. De werking van deze analoge geheugen chips berust op een kaskade van miniatuur condensatoren die in de maat van een centrale klok hun lading doorgeven aan een volgende condensator. Elke condensatorlading is een geheugenelement voor een analoge momentane spanning. De chips kunnen verkregen worden o.m. bij Panasonic onder de typenummers MN3005-3101. Zij omvatten, voor deze types, 1024 tot 4096 geheugenelementen. De haalbare signaal/ruisverhoudingen liggen tussen 75dB en 85dB. Om een idee te krijgen van de geheugenkapaciteit van deze componenten is het verhelderend die van een equivalent digitaal geheugen te berekenen: $85\text{db} = \text{een numerieke waarde uitdrukbaar in } 15 \text{ bits} \times 4096 = 61440 \text{ bit of ca. } 8\text{kByte}$.

De tijdsafstanden zijn enerzijds bepaald door de hardware en anderzijds ook programmeerbaar via sturing van de klokfrequentie van de analoge vertragingsslijn. Digitale programmering van de vertragingsslijn behoort dus tot de mogelijkheden.

Binnen zo'n opzet moet het mogelijk zijn signalen in het frequentiedomein om te zetten naar het tijdsdomein en vice versa en dit dus zonder gebruik te maken van digitale rekentechnieken.

In een verder stadium valt dan te overwegen om de gehele analoge computer in al zijn functies en patches digitaal programmeerbaar te maken. Voor de patches kan dit eenvoudig door gebruik te maken van digitaal stuurbare analoge schakelaars (CMOS-switches). Ook de programmering van de integratietijdconstanten, -fundamenteel om de ruwe signalen in werkelijke relevante informatie om te zetten- kan langs deze weg gebeuren.

Om het systeem gebruikersvriendelijk te maken, moeten ook spanningsgestuurde versterkers op in- en uitgangen toegepast worden, waarmee dan functies zoals 'autoranging' geïmplementeerd kunnen worden. Het instrument kan dan gebruikt worden zonder dat ook maar enige afregeling van de hardware de gebruiker ten laste wordt gelegd.

Hoofdstuk 4.1,p#

De achterliggende idee komt tamelijk uitvoerig aan bod in volgende technische publikatie van Analog Devices:
SCHEINGOLD, Daniel H.(Red.), 'Analog-digital conversion notes', p.67-71.

Schematisch gezien zou zoiets er kunnen uitzien zoals op volgende vluchtige schets, waarbij alle verbindingen dan als programmeerbaar moeten worden gezien en de differentieelversterkers als willekeurig programmeerbare analoge rekenblokken. Elke uitgang kan naar een ingang van de (digitale) komputer worden gebracht voor digitale signaalverwerking. Aangezien hier ook versnellingsinformatie reeds in analoge vorm beschikbaar kan zijn, kunnen de taken van deze komputer nu op de instrumentale definitie (mapping en algoritmie) en dus ook op de muziek zelf gekoncentreerd worden.

Praktisch kan een dergelijke schakeling integraal opgebouwd worden als een insteekkaart voor een EISA-bus P.C. Een ontwerp -bedoeld om te worden gebruikt in een 80486 - 50MHz laptop komputer- is in voorbereiding.

Hoofdstuk 4.1,p#

4.2.: De Muzikale Naaktheid

Enkele beschouwingen bij de onzichtbaarheid van het voorgestelde instrument als probleem...

4.2.1.: de ongedieerde naaktheid

Een non-impakt muziekinstrument plaatst de uitvoerende muzikus in zijn blootje.

Het instrument als objekt fungeert bij de normale muziekbeoefening uiteraard eerst en vooral als hulpmiddel voor die muziekbeoefening, als medium waardoorheen de muzikale uitdrukking kan plaatsvinden. Anderzijds echter kan het evenzeer fungeren als een soort psychologisch scherm, waarmee een zekere afstand tussen muzikus en publiek kan worden geschapen.

Het instrument als objekt introduceert via zijn bemiddeling een zekere mate van objectivering van de expressie van de muzikus. Het scherm dat wordt opgetrokken tussen de onmiddellijkheid van de uitdrukking van de muzikus, de directheid van diens motorische impuls en dus van diens lichamelijke, kleedt in deze zin de muzikus. Zonder instrument staat hij figuurlijk in zijn blootje.

Dat dit idee ook met een beleefde psychologische werkelijkheid overeenstemt, blijkt uit talloze gedragingen van podiumkunstenaars die niet zijn ingegeven door technisch instrumentale noodzaak, maar precies door een zekere angst om naakt -ongedieerd dus- voor het publiek te verschijnen. Zo is de noodzaak voor vele instrument-loze publieke uitvoerders en sprekers om over een mikrofoon te beschikken, bijna steeds ingegeven door de angst om 'naakt' voor een publiek te verschijnen. De mikrofoon is een hou-vast. De bijna onzichtbare 'dasspeld'-mikrofoons en dergelijke, en dit zeker wanneer het gaat om een draadloze uitvoering, hebben dan ook zelden of nooit succes bij niet echte 'teaterbeesten'. Deze laatsten, geen musici maar acteurs, zijn dan ook gekenmerkt door een vorm van psychologisch 'exhibitionisme' dat precies voorwaarde is voor hun acteurschap: de bereidheid volstrekt ongedieerd en zonder schermen voor een publiek te staan.

Hoewel 'volstrekt onwetenschappelijk', in die zin dan dat we er hoegenaamd geen 'wetenschappelijk' onderzoek over hebben verricht, menen we doorheen onze toch vrij lange ervaring in het werken met musici en musici in spe, een zeker verband te kunnen zien tussen de karakteriële en psychologische ingesteldheid wat dit aspect betreft en de keuze van het soort muziekinstrument. Zo valt het ons telkens weer op dat 'typische' (kerk)organisten (d.w.z. organisten die niet ook klavecimbel enzomeer willen spelen), de meest 'geklede' karakters hebben. Van alle traditionele westerse instrumenten is het orgel inderdaad het sterkst gedieerde en meest indirecte muziekinstrument. Zangers vertonen, aan het andere eind van dit spektrum, de grootste naaktheid. Ze zijn extravert, eerder

Hoofdstuk 4.2,p#

grillig, egocentrisch en teatraal. Maar zelfs zangers hebben vaak nood aan een scherm, en hierbij komt ons onwillekeurig, het karikaturale zakdoekje van Pavarotti voor de geest... Dit zakdoekje fungeert als een minimaal schaamlapje en ook al is dit bij Pavarotti karikaturaal, een parallel ervan vinden we bij heel wat zangers in de vorm van de letterlijke vaak overdreven kostumering waarmee zij ten tonele verschijnen.

In de mate waarin in deze analyse een zekere waarheid zou schuilgaan, is deze van grote betekenis voor het ontwerp van een onzichtbaar muziekinstrument en voor de penetratiekansen van zo'n ontwerp in het praktische muziekleven. Immers, het opzet zal alleen aantrekkingskracht uitoefenen op de meest 'exhibitionistische' musici onder ons. Anderzijds kan het ook een bevrijdend effect hebben en het musiceren 'eerlijker' en ongemedieerder maken. Immers het kan mogelijkheden openen voor mensen die noch begiftigd zijn met iets wat men als een goede stem zou kunnen omschrijven, noch met de technisch-ambachtelijke kunde van een of ander solistisch instrument, om toch op een volwaardige manier muzikaal expressief op het podium te komen.

4.2.2.: de fysieke naaktheid

Is het onzichtbare instrument niets verhullend en zet het de muzikus figuurlijk in zijn blootje, dan blijkt op grond van de analyse van de technische werking van het instrument, het nog het best te werken, wanneer deze muzikus ook letterlijk in zijn blootje speelt.

Het heeft ons niet veel onderzoek gekost om hier via vergelijkende metingen en auditieve evaluatie achter te komen. De redenen daarvoor liggen trouwens nogal voor de hand. Hoe meer immers het bewegend lichaam reflektierend is voor geluid, hoe beter het echosignaal door de apparatuur kan worden ontvangen en hoe groter ook de resolutie zal zijn van de gegenereerde parametrische bewegingsinformatie. De naakte huid is de eenvoudigste manier om het lichaam zo reflektierend mogelijk te maken. Alleen een natte of glad ge-oliede naakte huid doet het nóg beter...

Precies hierin ligt de reden waarom in de muziekteaterversie van 'Holosound', de uitvoerder halfnaakt ten tonele verschijnt. Alleen de benen zijn gehuld in een speciale broek gemaakt uit een bijzonder glad soort textiel. Het transducersysteem is -gezien de opstelling ervan in een imaginaire geometrische tetraeder- het meest gevoelig in het zwaartepunt van de ruimtelijke figuur gevormd door de transducer-punten. Dit zwaartepunt valt grosso modo samen met het bovenlichaam van de uitvoerder, dat deel van het lichaam dus waarin motorische expressie precies de grootste differentiatie kan vertonen.

Voor de artistieke realisatie van 'A Book of Moves' echter -en dit heeft in eerste plaats te maken met cultureel-maatschappelijke factoren op grond waarvan naaktheid nu eenmaal niet steeds als naaktheid (vizuele 'stilte',

Hoofdstuk 4.2,p#

maximale teatrale eerlijkheid) wordt geduid- hebben we gebruik gemaakt van kostumes in metalig glad textiel. Het ziet eruit als een soort astronautenpakjes uit een of andere science fiction film.

In het ontwerp van Michel Waisvisz en Joel Ryan is dit probleem geheel ondervangen precies omdat zij niet perse vanuit de muzikale naaktheid vertrokken in het ontwerp voor 'The Hands'.

Hun instrument is immers, zoals de commerciële tegenhanger, de 'Power Glove', fysisch en objekt: het IS een 'kledingsstuk'. Immers, het wordt als 'handschoenen' gedragen en gespeeld. Bovendien is het via (dikke) kabels -een navelstreng- met de apparatuur verbonden.

Hoofdstuk 4.3,p#

4.3.: De automatizering van de muziek

Wie kent niet de droom van de student waarin hij -liefst 's nachts- door een muze wordt bezocht, die hem dan alle kennis waarover hij zou willen en moeten beschikken in de hersenen inplant. Of, de droom van de pil die hem bij inname alwetend zou maken?

Ook musici blijven van dergelijke dromen natuurlijk niet gespeend. Ook zij zouden maar wat graag over een tovermiddeltje kunnen beschikken waarbij zij automatisch elke hen voorgezette partituur, zonder de minste technische moeilijkheden zouden kunnen vertolken. Of, in het geval van de komponist, het middeltje waarmee ze over de mogelijkheid zouden kunnen beschikken hun muzikale concepten gewoonweg gekoncentreerd te denken, waarbij ze al naar gelang het geval, automatisch ook zouden worden verklankt op een voor derden hoorbare wijze, of zouden worden genoteerd, op een voor derden leesbare (en speelbare) wijze.

De werkelijkheid is echter anders ingericht en maakt vele jaren oefening en studie noodzakelijk om tot intellectuele en technische beheersing van wat dan ook te kunnen komen.

Hoewel de mens het werktuig uitvond om de beperkingen van zijn lichamelijke mechanika te kunnen overstijgen, blijft dit werktuig in wezen toch nooit meer dan een proteze, omdat het nooit tot een werkelijk verlengstuk van het eigen lichaam kan worden. Anders gesteld, het werktuig is en blijft een vreemd lichaam waartegenover in meer of mindere mate toch steeds afstotingsverschijnselen optreden. In hoge mate heeft dit te maken met het feit dat het werktuig tegenover zijn gebruiker een veel geringere volgzaamheid, of nog, een grotere weerspanning vertoont dan het eigen als ongemedieerd ervaren lichaam. Hoe dichter het werktuig bij de gebruiker staat en hoe groter de vertrouwdheid van de gebruiker met het werktuig, hoe minder uiteraard deze weerspanning als een bron van frustratie ervaren wordt.

De automaat is vanuit deze optiek de proteze die zich van haar drager heeft losgemaakt en een eigen leven gaat leiden. De fascinatie van de mens voor de automaat, vooral dan wanneer deze taken uitvoert die normaal gezien niet alleen door mensen worden verricht, maar die bovendien behoren tot het gebied van de menselijke expressie, is reeds zo oud als de technische mogelijkheden van de mens zelf. De wil dergelijke automaten te bezitten heeft wellicht te maken met de drang over middelen te kunnen beschikken die eigen deficiënties teniet kunnen doen.

Het overweldigend succes van grammofonplaten en geluidsopname, en vooral weergave, sedert het begin van de twintigste eeuw, mag dan ook niet alleen worden verklaard uit de angst voor de stilte en de ontdekking van de eigen leegte, zoals dat o.i. ten onrechte o.m. door Adorno werd voorgesteld.

Hoofdstuk 4.3,p#

In plaats van deze automaten te zien als negatief en hebbende de plaats ingenomen van live-musici, een vizio die misschien is ingegeven vanuit een conservatieve weemoed naar een bepaald verleden van een bepaalde maatschappelijke klasse, kan men er ook iets erg positiefs in ontdekken en eraan werken dat precies dit aspect kan ontwikkeld worden. Daarvoor echter is het nodig de macht over de automaat te nemen, in extremis, door hem naar eigen en maatschappelijke behoeften te bouwen. Omdat in deze tijd dit bouwen een ontwikkeling doormaakte waarbij het meer en meer een kwestie van software wordt, is dit meer dan de laatste eeuw het geval was, in principe ook een realistische mogelijkheid geworden. Immers, een ambachtelijke werkplaats is in zo'n toekomst nauwelijks nog nodig. Alleen een komputersowieso vandaag reeds aanwezig in een meerderheid van de Westeuropese gezinnen- en een stel gezonde en tot logisch denken in staat zijnde hersenen volstaan om een komputersprogramma te schrijven en zo een instrument te bouwen.

Is de beweegreden voor een dergelijk grijpen naar techniek om los te komen van de beperkingen van de menselijke mogelijkheden tot instructiebeheersing, niets meer dan luiheid? Als luiheid daarbij betekent meer plaats voor spel, dan kan dat best zo zijn. Muziek kan toch beter en met meer plezier gespeeld worden wanneer de speler boven de techniek verheven is.

In een interessante en ook controversiële voordracht (15 februari 1985, Logos Concertstudio te Gent) verdedigde de Nederlandse komponist Leon VAN NOORDEN de originele stelling dat de automatisering van de muziek een aanvang nam vanaf het ogenblik dat de mens begon muziek te maken voor anderen dan voor hemzelf. Als eerste faze in de automatisering van de muziek ziet hij dan historisch, de invoering van muzikale standaardizatie: het toonsysteem, ritmiek, muzieknotatie, muzikale stijl... De produktie-keten voor muziek werd alsmaar langer (en daarmee de lijst voorschriften en standaarden) en moet, volgens hem uitmonden in de algehele automatisering van de muziek.

4.3.1: Interpretatie zonder techniek?

Zonder in de 'science fiction' van de zogeheten 'virtuele werkelijkheid' te vervallen, lijkt het ons inderdaad mogelijk een toekomstbeeld voor de muzikale uitvoerder te schetsen, waarbij deze zich in de allereerste plaats zou kunnen toeleggen op de interpretatie, of, noem het de retoriek, van de muzikale uitvoering. De ambachtelijke beheersing van het muzikale werktuig, resultaat van een leerproces waarvoor heel wat geduldig oefenen noodzakelijk is (er moeten immers een heleboel senso-motorische automatismen aangeleerd worden) kan gebruik makend van de hier beschreven technologie, en mits we ons beperken tot het gebruik van mechaniseerbare muziekinstrumenten, overbodig worden gemaakt. Hierbij alluderen we dan op wat we in hoofdstuk 1 als 'geval 3' onderscheidde.

Reeds in 1929 voorspelde de wat dit betreft op zijn minst vizionaire -maar al te voortvarende- dirigent Leopold Stokowski iets in die richting:

Hoofdstuk 4.3,p#

It is only a few years before we shall have entirely new methods of tone production by electrical means...

Thus will begin a new era in music...

One wonderful feature of the new electrical instruments is, or will be, the practical absence of technical difficulty in playing them. There will be no long hours of practice every day, for electricity will do all the mechanical part. The performer will give musicianship, interpretation, variety of tone-colour and tone-volume and all the non-material side of music'.

(geciteerd in Percy A.Scholes, 'The Oxford Companion to Music', p.321)

Toen Stokowski deze woorden schreef, bestond er evenwel nog nauwelijks een technologische grond voor zijn bewering. Immers de komputertechnologie, vandaag toch beschouwd als een *conditio sine qua non* voor automatiseringsprojecten in welke sektor dan ook, moest nog uitgevonden worden. We hopen dat we dit sub 1.2 voldoende duidelijk hebben gemaakt.

Hiermee willen wij, noch Stokowski, zoals blijkt het uit citaat, echter geenszins gezegd hebben dat met behulp van dergelijke apparatuur waardevolle muzikale interpretaties mogelijk zouden zijn door personen zonder enige muzikale of algemeen kulturele vorming! Immers, een van de belangrijkste voorwaarden om tot een kultureel-maatschappelijk waardevol geachte interpretatie te komen van een muzikaal kunstwerk, is de aanwezigheid van een interpretatieve vizie op dat kunstwerk door de uitvoerder. Zo'n vizie vergt een ruime kulturele vorming, een specifiek muzikaal analytisch inzicht, een zeker empathisch vermogen en een deel expressieve en/of retorische competentie.

Deze laatstgenoemde elementen -door Stokowski eenvoudig samengevat in '*musicianship*'- kunnen met de hier beschreven technologie beslist niet overbodig worden gemaakt, waarmee dan niet gezegd wil zijn dat het überhaupt niet ooit zou mogelijk zijn hen overbodig te maken... Daarvoor zouden we evenwel eerst een 'grote stap voorwaarts' moeten kunnen zetten op het gebied van wat met een door modieus en spekulatief gebruik uitgeholde term '*artificiële intelligentie*' genoemd wordt, een onderwerp dat we welbewust buiten deze studie hebben willen houden.

Alleen het zuiver ambachtelijke aspect van het musiceren, dat deel dus dat alleen door motorische inoefening kan verkregen worden, kan tot op zekere en beperkte hoogte, overbodig worden gemaakt zonder iets aan de potentiële artistieke waarde van een vertolking in te boeten. Ook Manfred Clynes, kwam na onderzoek op het gebied van de mikrostructuur van de muzikale expressie, tot een in algoritmes omzetbare theorie (een maakbare machine dus) waarvan hij stelt:

"In an age of personal computers, the programs developed can give access to creative interpretation to all so inclined without the need for physical musical skills."

CLYNES, Manfred, "Expressive microstructure in music linked to living qualities", Sydney 1983, p.154.

Hoofdstuk 4.3,p#

Dit neemt uiteraard niet weg dat er allicht steeds wel musici -of wat dat betreft mensen in het algemeen- zullen zijn die er juist een groot genoeg aan beleven zich het ambachtelijke kunnen eigen te maken. Ook een doelgerichte zelfdiscipline kan immers lustverschaffend zijn. Zo heeft het bestaan van computers, tekstverwerkers en programmas zoals Ventura's 'Page Maker', niet meteen alle kaligrafen uitgeroeid.

Maar, gesteld dat het mogelijk wordt het ambachtelijke aspect aan een automaat -en het door ons beschreven non-impakt instrument is een kleine stap in die richting- over te laten, kunnen we even onderzoeken hoe een en ander dan praktisch in het werk zou moeten gaan:

4.3.1.1.- Kodering:

De muzikale te vertolken partituur dient eerst in een door de komputer te verwerken formaat gekodeerd te worden.

Deze technologie is sedert een tiental jaren vlot beschikbaar en kan onder andere via het Midi-formaat in een gestandaardizeerde vorm gerealiseerd worden. Het Midi-formaat, in deze gestandaardizeerde vorm, laat toe volgende muzikale parameters met een hoge graad aan precisie vast te leggen:

1. de metrische indeling
(rezolutie minstens 14 bit per tijds-eenheid)
2. de toonhoogte (de noot in een chromatische ladder)
(rezolutie 7-bit)
3. de aanslagsterkte van die toonhoogte of noot
(rezolutie 7-bit)
4. de toonhoogte afwijking t.o.v. die noot (Pitch-bend)
(rezolutie maximaal 14-bit)
5. het eventueel amplitudeverloop van die noot (Volume)
(rezolutie 7-bit)
6. de steminformatie (polyfonie) (Channel)
(rezolutie 4-bit)

In principe kan maximaal 16-stemmig gewerkt worden, tenzij gebruik wordt gemaakt van dubbel uitgevoerde Midi-interfaces, waarbij het aantal stemmen telkens met 16 eenheden kan uitgebreid worden.

Deze parameters volstaan om muzikale eigenschappen zoals toonhoogte, ritme, frazering, dynamiek, tempo met grote precisie vast te leggen. Ze overtreffen overigens in hoge mate datgene wat een mens vanuit zijn motoriek met dergelijke rezolutie repeteerbaar zou kunnen controleren evenals datgene wat middels traditionele instrumenten controleerbaar is. (cfr. sub 1.2)

Wat middels Midi slechts node mogelijk is, heeft betrekking op het timbrale aspect van de muziek. Weliswaar hebben bijna alle Midi-synthesizers, of het nu gaat om FM-synthese, PCM-synthese, additieve synthese of samplers, mogelijkheden tot parametrische programmering van de klankkleur-synthese-algoritmes, maar daarvoor dienen zogenaamde 'system exclusives'

Hoofdstuk 4.3,p#

(machine en merk-specifieke midi-codes) gebruikt te worden, iets wat onvermijdelijk leidt tot een verstoring van de ritmische en/of metrische structuur van de muziek wanneer men er in real-time gebruik wil van maken. Dit is gevolg van de inherente traagheid van het Midi-kommunikatieprotokol zelf. (De Baud-rate). Een tweede aspekt dat daarbij van belang is, is dat er geen enkele standaard bestaat met betrekking tot klankkleur tussen de diverse MIDI-apparatuur onderling. Dus, zelfs al zou Midi snel genoeg zijn voor een nauwkeurige klankkleurkontrolle in real-time, dan nog zou het ons fundamenteel nog niet zoveel verder helpen, omdat het ons zou overleveren aan de grillen van een enkele fabrikant en een enkel type synthesizer.

Met het probleem van de timbrale kontrolle raken we o.i. ook het meest fundamentele probleem van de synthetische klankgeneratie aan. De timbrale kontrolle van de klanken vormt een onmiskenbaar en wezenlijk element van de muzikale instrumentale (en vokale) uitdrukking, terwijl er tot op heden geen werkelijk overtuigende en universeel bruikbare algoritmen zijn gevonden voor plastische klanksynthese in real-time. De FM-synthese (en de vele varianten erop) bleek aanvankelijk een veelbelovend alternatief voor de additieve synthese, maar het feit dat zij voor een groot deel met graagte werd ingeruild door een grote meerderheid van musici en komponisten voor samplers, kan moeilijk anders dan als een falsifikatie worden geduid. Het valt echter buiten het opzet van deze studie, dit komplexe en bijzonder technische probleem hier te behandelen.

Wanneer we echter genoeg nemen met per stem selekteerbare en eventueel op voorhand programmeerbare klankkleuren, laat MIDI toe 7-bits te benutten voor wat we om een orgel-term te gebruiken, 'registratie' zouden kunnen noemen. Met deze 7 bits kan dan telkens uit een uit 128 elementen bestaande verzameling gekozen worden.

Hoofdstuk 4.3,p#

4.3.1.2.- Verklanking:

4.3.1.2.1.- Elektronische instrumenten

Voor de verklanking van de gekodeerde partituur ligt het gebruik van elektronische muziekinstrumenten -synthesizers of samplers- uiteraard het meest voor de hand. Deze oplossing wordt evenwel in de ('ernstige') concertpraktijk door het publiek zelden aanvaard, zeker wanneer het gaat om bestaande en oorspronkelijk voor akoestische muziekinstrumenten geschreven muziek. Walter (Wendy) Carlos' 'Switched on Bach' heeft nooit de echte Barok-liefhebber kunnen overtuigen... Ook de tegenwoordig tamelijk gesofistikeerde instrumenten die gebruik maken van meerdere samples per klank/noot (vb. EMU-emulator, Akai S1000 e.d.), worden door het klassieke concertpubliek als 'elektronische' namaak afgewezen. We kunnen het daarin overigens zelden ongelijk geven. Het probleem van de elektronische klanksynthese is immers tot op de dag van vandaag nog steeds niet afdoende opgelost en we beschikken nog niet over werkelijk werkende matematische modellen die ons zouden toelaten een akoestisch geluid in zijn tijdsverloop als een algoritme vast te leggen.

De euforie van de jaren 50, -toen de o.i. 'platonische' additieve synthese opgang maakte, sloeg over in de euforie van de jaren '70 toen de FM-synthese werd gepropageerd, maar beide synthese modellen bleken toch niet de echte sonore rijkdom van de akoestische klank te kunnen evenaren. In de jaren '80 dacht men dan het probleem te kunnen omzeilen door dan maar rechtstreeks akoestische geluiden te gebruiken via de zogenaamde samplers, maar ook dit ging de luisteraar -die kritischer bleek dan men had gedacht- danig op de zenuwen werken dat men stilaan ging inzien dat op dit gebied nog bergen werk te verzetten zijn.

Het op dit ogenblik enige valabele alternatief is dus de werkelijke akoestische instrumenten zelf te gebruiken voor de muzikale output. Nu stelt dit uiteraard het probleem van de mechaniseerbaarheid van reeds bestaande en ingeburgerde akoestische muziekinstrumenten.

Op dit gebied werden de laatste jaren door vele fabrikanten en vooral ook door vele komponisten met competentie op het gebied van hardware en software, grote sprongen voorwaarts gemaakt.

Opdat een muziekinstrument, rekening houdend met de huidige stand van de technologie, volwaardig mechaniseerbaar zou zijn moeten alle handelingen die een uitvoerder stelt en die mechanisch ingrijpen op het instrument (alle handelingen die deel uitmaken van de rechtstreeks klankbepalende bespeling) via een technische konstruktie kunnen geschieden die zich bovendien leent voor elektrische bediening of sturing.

De sturing van elektrische toestellen vanuit elektronika is een, wat dit toepassingsgebied betreft, kwazi volstrekt opgelost gebied en kan dan ook, mits ontworpen volgens de regels der kunst, probleemloos gebeuren.

Hoofdstuk 4.3,p#

De omzetting van de elektrische stromen naar mechanische energie is - hoewel er een veelheid aan keuzemogelijkheden voorhanden is- iets moeilijker te realiseren, vooral omwille van de precisie-eisen te stellen aan de bouw van de mechanische onderdelen: veren, hefboompjes, viltten kussentjes, sluitringen, geleidestangen, schroefdraden, las- en hardsoldeerwerk.... Hier komt, zolang er geen sprake kan zijn van massaproductie, onvermijdelijk een deel traditioneel ambacht bij kijken.

Op grond van deze overwegingen menen we volgende tweeledige definitie voor de mechaniseerbaarheid van instrumenten te kunnen naar voor schuiven:

- a. Vanuit de techniek: een instrument is volwaardig mechaniseerbaar wanneer alle mechanische input-parameters vanuit de normale uitvoerder op minstens equivalente wijze in een mechanisme kunnen worden geïmplementeerd.
- b. Vanuit het resultaat: een instrument is volwaardig mechaniseerbaar, wanneer tussen de mechanische bespeling en de automatische bespeling via het mechanisme, door de erudiete (geblinddoekte) luisteraar geen kwalitatief verschil kan worden waargenomen.

Hoofdstuk 4.3,p#
4.3.1.2.2.: Orgel

Het vanuit het organologisch werkingsprincipe eigenlijk eenvoudigst perfect te mechaniseren muziekinstrument is het klassieke pijporgel.

Immers, de toetsen hebben geen aanslaggevoeligheid en er is geen overdracht van vingerdrukmotoriek naar muzikale dynamiek mogelijk. Ook de klankkleuren worden via de registers op diskontinue wijze geselecteerd. Vele laat-romantische orgels hebben overigens reeds een hetzij pneumatische, hetzij (hoewel veel zeldzamer) elektrische traktuur.

We gaan hier dan wel even voorbij aan de mogelijkheden geboden door orgels met een zuiver mechanische traktuur, om toetsen 'half' in te drukken en registerschuiven heel geleidelijk open te trekken. Dit zijn immers eigenlijk 'fouten' van het instrument en de te bereiken klankeffekten behoren beslist niet tot de intentie van de oorspronkelijke bouwer. Ook gaan we voorbij aan de enkele en uiterst zeldzame instrumenten waarin een zekere luchtdrukmodulatie via het 'toucher' kon gebeuren.

Hoewel bovendien bijna alle moderne pijporgels tegenwoordig beschikken over een geëlektroniseerd registratiepaneel dat bovendien programmeerbaar is, zijn er -afgezien dan van het zopas (04.1993) vernieuwde orgel in de Notre Dame in Parijs- bij mijn weten verder geen grote orgels die voorzien zijn van door elektromagneten stuurbare toetsen en pedalen waarbij deze sturing door andere elektrische signalen dan deze die van de klavieren afkomstig zijn, mogelijk of voorzien is. Het feit dat orgels zich in meerderheid in kerken bevinden en dat ze bijna steeds tot het kollektief patrimonium behoren, zal wel niet vreemd zijn aan het gebrek aan experiment op dit gebied. De enige orgels waarvoor dergelijke systemen wel degelijk bestaan, zijn stuk voor stuk omgebouwde draaiorgeltjes en/of orchestrions, niet direkt de geschikte instrumenten om de competitie op interpretatief vlak aan te gaan met de organisten van dienst...

De Duitse instrumentenbouwer en experimenteel komponist Martin Riches heeft rond 1980 een klein pijporgel gebouwd, dat uitsluitend via een klein computersysteem (een Sinclair ZX81) bespeeld kon worden. Dit instrument is echter ook weer veel te beperkt om als een eerlijke partner in de 'strijd' te worden geworpen.

Het akkordeon, in menig opzicht verwant aan harmonium en zo aan het orgel, maakte reeds vroeg een volledige mechanisering door. Het is als pneumatisch stuurbaar instrument terug te vinden op de meerderheid van alle orchestrions uit het begin van de 20e eeuw. Ook elektrifikatie stelt hier geen enkel probleem. Een oplossing voor ons probleem is het echter niet door de welhaast onbestaande aanvaarding van het instrument door de 'erudiete' muziekkultuur.

Hoofdstuk 4.3,p#

4.3.1.2.3.: Klavichord & Klavecimbel

Ook klavichord en klavecimbel lenen zich in principe uitstekend voor mechanisatie. Het klavichord stelt daarbij wel iets meer problemen dan het klavecimbel, omdat hier de toetsen wel degelijk een drukgevoeligheid hebben die interpretatief door de uitvoerder wordt gebruikt.

Het klavichord is echter omwille van zijn uiterst beperkte dynamiek en geluidssterkte, in onze helaas geluidsverontreinigde tijd, een niet bepaald erg populair instrument. De mechanisatie ervan -we hebben zelf een aantal pogingen in die richting gewaagd- is ook problematisch omwille van de zeer strenge eisen die gesteld moeten worden aan de geruisloosheid van de bewegende mechanische onderdelen.

Het beste mechanisme waarmee de tangenten kunnen worden vervangen bleek bij onze experimenten de elektromagneet te zijn. Een kant van de magneet wordt daarbij als een 'mes' of tangent uitgevoerd, die de snaar aantrekt. Uiteraard moeten dan wel ferromagnetische snaren worden gebruikt. Ook losse ijzeren tangenten beweeglijk geplaatst binnen elektromagneten kunnen worden gebruikt. Met deze laatste elementen is de 'Bebung' beter te realiseren.

Automatische klavecimbels anderzijds, zijn perfect bouwbaar, maar toch zagen we er zelf nooit een. Het is ook weer niet zo'n koerant instrument in de werkplaats van de experimentele komponist of instrumentenbouwer...

4.3.1.2.4.: Piano

Zo belanden we dan willens nillens bij het onvermijdelijke *piece de resistance* van de westerse muziek: de piano.

Inzake mechanisatie kan dit instrument op een lange geschiedenis terugblikken. De eerste 'player-pianos' werden geproduceerd rond 1890 en kenden een stormachtige ontwikkeling. Denken we maar even aan de pianorollen uit het begin van deze eeuw waarmee een reeds vrij getrouwe opname en weergave mogelijk was. De perfectie werd er evenwel nooit mee bereikt. Ervaren musici horen steeds het verschil tussen een rollenpiano-reproductie en de rechtstreeks vertolkende pianist, ook wanneer hetzelfde instrument wordt gebruikt. Dit hing, rekening houdend met de vroeger ter beschikking staande technologie, vooral samen met de te geringe resolutie op het vlak van de aanslagsterkte evenals op dat van de ritmiek in deze pianolas. De eerste automatische piano's werkten pneumatisch hoewel het type dat voor opname en weergave geschikt was, al heel vroeg vaak ook werd ge-elektrificeerd.

Wat juist de redenen waren is niet zo eenvoudig te achterhalen, maar pas sedert het begin van de jaren '80, valt een plotse herleving van de belangstelling voor het idee waar te nemen. Een van de belangrijke factoren daarin lijkt ons wel de 'ontdekking' te zijn van het werk van Conlon Nancarrow.

De vroegste publieke presentatie van het werk van Nancarrow in Europa greep wellicht zelfs plaats in Gent, bij Stichting Logos, in 1977, lang voordat o.a. György Ligeti de komponist in Duitsland ging propageren. Overigens is die 'ontdekking' in eerste plaats het werk van de Amerikaanse komponisten John Cage, Peter Garland, Gordon Mumma, Charles Amirkharian en James Tenney. De 'Studies for Player Piano' werden door Peter Garland uitgegeven in het midden van de jaren '70 in de reeks 'Soundings'. Het eerste publiek gebruik van Nancarrow's werk dateert reeds van de vroege jaren '60, waarin het door Merce Cunningham -via Cage's bemiddeling- gebruikt werd voor zijn moderne dansvoorstellingen.

Hoofdstuk 4.3,p#

Ref.: o.a.: MUMMA,Gordon, " Briefly about Nancarrow" in 'Soundings' book nr.4, p.1-6, California 1977, ed. Peter Garland. *De eerste plaatopnames verschenen bij Columbia (MS7222) en zijn al meer dan 20jaar niet meer verkrijgbaar. Wel zijn er nog exemplaren van alle vroege plaatuitgaven in het archief van Stichting Logos te Gent aanwezig.*

Nancarrow schreef zowat al zijn muziek voor pneumatische player-pianos en het probleem dat zich daarbij natuurlijk stelde wanneer men deze muziek buiten zijn eigen woning in Mexico op concertpodia wilde ten gehore brengen anders dan via opnames, was geschikte instrumenten te vinden. Ook wanneer deze gevonden waren, groeide de sleet op de rollen uit tot een bezwaar tegen deze oplossing.

Begin van de jaren '80, zoals gezegd, beleefden we een hernieuwde belangstelling die ertoe leidde dat het pneumatische mechanisme werd ge-elektrificeerd en tevens voorzien van een zuiver elektronische aanstuuringsmogelijkheid. In de eerste types (o.a. door de intussen ter ziele gegane firma 'Maranz' gefabriceerd) geschiedde dit via een opname van controlekodes op een gewone klankcassette. (Een 'Data-cassette' eigenlijk, zoals in de pionierstijd van de mikroprocessors voor home-computers en ontwikkelingsystemen gebruikelijk was).

Niet lang daarna, met de aanvaarding van de MIDI standaard in 1983, volgde de 'Midifikatie' van het instrument. In deze vorm wordt het thans o.a. gefabriceerd door de Amerikaanse bouwer Trimpin en door het Japanse Yamaha, dat de rechten van Maranz overnam. Een uiterst belangrijke vooruitgang is dat in bijna alle hedendaagse ontwerpen, de player-piano wordt uitgevoerd als een 'Vorsetzer', m.a.w. een toestel dat bovenop de toetsen van eender welke piano kan worden geplaatst en dat deze dus ook op de meest traditionele wijze bespeelt. Hoewel het woord 'vooruitgang' hier zeker moet worden gerelativeerd, vooral omdat de alleroudste vormen van pneumatische player-piano's in de 19e eeuw ook reeds volgens dit concept werden gebouwd. Het grote voordeel van het 'Vorsetzer' mechanisme is dat het op een piano naar keus kan worden gezet, waardoor de kwaliteit van het bereikte klankresultaat een functie wordt van de gebruikte piano, daar waar bij vroegere als player-piano ontworpen instrumenten de kwaliteit van deze laatste bijna steeds bedenkelijk was.

Sedert een tiental jaren gaat de belangstelling voor dit mechanisme alsmaar in stijgende lijn. Niet alleen werd een groot deel van Nancarrow's muziek intussen in MIDI-kode omgezet (o.a. door Clarenz BARLOW), maar ook schreven heel wat komponisten nieuw werk voor het mechanisme, waarbij ze zich niet langer gehinderd wisten door de zeer beperkte technische mogelijkheden van een pianist van vlees en bloed.

Vooraf het mechanisme van Trimpin is bij machte de nuanceringsmogelijkheden van een echte pianist te overtreffen. Het Yamaha instrument heeft iets minder mogelijkheden m.b.t. snelheid, polyfonie en dynamiek, en is in het ontwerp teveel gedacht als een toestel om bestaande muziek -zonder veel extremen kwa snelheid noch kwa dynamiek- mee te

Hoofdstuk 4.3,p#

vertolken. We constateerden zelf o.a. een enorm probleem, wanneer grote klusters moeten worden gespeeld: de voeding is er niet tegen bestand en geeft de geest...

Enkele voorbeelden van hedendaagse komponisten die erg veel voor player-piano schreven en schrijven: Clarenz Barlow, Trimpin, Alec Bernstein, Marc Carney, Richard Teitelbaum, Eberhard Blum, Martin Riches, Peter Garland, Tom Johnson, Alistair Riddell...

Vooraf ook bij komponisten die gebruik maken van algoritmische kompositietechnieken, is het instrument erg in trek. Immers het is niet omdat men elektronika voor compositie wil gebruiken dat men ook in elektronische muziek geïnteresseerd zou moeten zijn. Vroeger was dergelijke koppeling voor velen eerder een noodzakelijk kwaad dan wel een bewuste keuze van de komponisten.

Ook de hedendaagse mogelijkheid om compositieprogrammas rechtstreeks muzieknotatie te laten produceren, heeft de komponist van het elektronische en syntetische geluid verlost. Op dit gebied, dat overigens een der belangrijkste inhoudende vormen van het door ons op het Konservatorium gedoede compositievak, hebben we zelf ook veel onderzoek verricht dat onder meer uitmondde in een aantal grotere komputersprogrammas voor automatische muzieknotatie (DARMS.EXE), voor experimentele fuga-compositie (FUGA1-4), voor experimentele koralen, voor polyritmische muziek (Shifts, Primes...) enz...

Deze stelling wordt ten andere eveneens geconfirmeerd door het grote succes waarvan de minder 'elektronisch' klinkende samplers thans genieten.

Kortom, wanneer we de stand van zaken inzake mechanisatie van bestaande akoestische instrumenten kritisch bekijken, kunnen we er niet onderuit te erkennen dat deze vooral voor de piano een zeer grote graad van perfectie heeft bereikt.

Cfr. TEITELBAUM, Richard "Das Digitale Piano", in: HATTINGER, Gottfried (Red.), "Ars Electronica", Linz, 1986 p.164-166 & 203-205.

De firma Bösendorfer heeft vorig jaar (1992) een volledig nieuwe automatische piano op de markt gebracht, waarbij de dynamische resolutie werd opgedreven tot 10 bits. Het betreft hier echter geen 'Vorsetzer'-mechanisme maar wel een vleugelpiano waarbij het hele mechanisme vast werd ingebouwd. De nuanceringsmogelijkheden zijn verbluffend en overtreffen in ruime mate dat wat menselijk mogelijk is. Ook Yamaha heeft een dergelijk instrument (met geringere specificaties) in zijn assortiment.

Volledigheidshalve willen we de lezer echter toch niet de mededeling van de stand van zaken voor andere instrumenten onthouden.

4.3.1.2.5.: Slaginstrumenten

Deze instrumenten zijn over het algemeen bijzonder eenvoudig en met grote perfectie te mechaniseren. Dat het niettemin niet zo erg vaak voorkomt, heeft o.i. alles te maken met de erg sekundaire rol die deze instrumentengroep binnen onze muziekkultuur te spelen krijgt. Er bestaat omzeggens geen solistische literatuur, tenzij dan, voor telkens wisselende instrumentale combinaties, waardoor een mechanisering uiteraard niet erg lonend is. Komponisten zitten dan ook niet echt verlangend uit te kijken naar een ultiem elektronisch stuurbaar akoestisch slagwerk-arsenaal. Een tweede reden

Hoofdstuk 4.3,p#

daarvoor is natuurlijk dat het ook erg onpraktisch zou zijn, gezien de ruimtelijke eisen die het zou stellen.

Het enige slagwerkinstrument waarvoor er zelfs van een traditie in elektrifikatie kan gesproken worden, is de beiaard! De vroegere mechanische programma-trommels werden en worden in de meeste beiaarden vervangen door elektrische systemen die veel eenvoudiger -uiteraard via een klein computersysteempje- te programmeren zijn.

*In de vroegere orchestrions is geautomatiseerd slagwerk een essentieel deel van het automatisch orkest.
Orchestrions werken evenwel bijna allemaal uitsluitend pneumatisch.*

Enkele verdienstelijke komponisten en instrumentenbouwers die zich met geautomatiseerde akoestische slaginstrumenten hebben beziggehouden zijn:

Stephan Von Huene die verschillende volautomatische trommels, washboards, cymbalen, een tapdanser e.d.m. bouwde.

Martin Riches, die een stel elektronisch gestuurde woodblocks bouwde, inclusief een computerinterface.

Alec Bernstein, die naast automatische trommels, ook automatische vibrafoons, xylofoons en marimbas bouwde met een zeer hoge graad van universele stuurbaarheid. In tegenstelling tot de meeste hedendaagse bouwers, maakt hij echter geen gebruik van MIDI-sturing, maar integendeel van een op technische gronden absoluut superieur -want sneller- parallel 8-bit digitaal communicatie-formaat.

Hoofdstuk 4.3,p#

4.3.1.2.6.: Blaasinstrumenten

Deze instrumentenkategorie valt heel wat moeilijker te automatiseren dan de hoger vermeldde groepen. Niettemin werd er toch door verschillende bouwers aan gewerkt. In geen van de ons bekende implementaties kan het gemechaniseerde instrument echter wedijveren met het traditioneel bespeelde overeenkomstig exemplaar. Vooral de klankopwekking stelt hier grote problemen.

De eerder vermelde Martin Riches bouwde voor Eberhard Blum een automatisch spelende dwarsfluit. Dit instrument werd en wordt o.a. gebruikt voor de vertolking van minimalistisch werk van de Amerikaanse maar in Parijs levende komponist Tom Johnson.

Van alle blaasinstrumenten is het klankopwekkingsmechanisme van de dwarsfluit wellicht het eenvoudigst mechanisch na te maken. Het volstaat een stuurbare luchtstroom onder een stuurbare hoek op het klankgat te richten. Voor de rietblaasinstrumenten en zeker voor de koperblaasinstrumenten is een en ander heel wat moeilijker te realiseren. Hier zou immers zoiets als syntetische lippen gebouwd dienen te worden. Voor zover wij konden nagaan zijn van iets dergelijks nog geen muzikaal bruikbare mechanische modellen gefabriceerd.

Zelf hebben we ons nog niet lang geleden gewaagd aan een experimenteel project voor de bouw van een elektronisch stuurbare en volautomatische akoestische saxofoon. Dit project, onder de naam 'Autosax', hebben we wat uitvoeriger toegelicht in de appendix bij deze studie. In de toekomst willen we wel deze 'Autosax' gaan gebruiken als klankopwekker in het kader van ons onzichtbaar instrument, ter vervanging van de thans door ons gebruikte samplers. 'Autosax' kan immers makkelijk MIDI-informatie verwerken.

Hoofdstuk 4.3,p#

4.3.1.2.7.: Strijkinstrumenten

De mechanika nodig voor de bespeling van strijkinstrumenten is bijzonder complex en eist een uiterste precisie. (cfr. Hoofdstuk 1, sub 11322, de viool) Van alle instrumenten is het dan ook zowat het laatste type waarvoor ooit mechanizaties werden ontworpen. In de pre-elektronische tijd, werden er wel reeds enkele pogingen gedaan, maar meer dan rariteiten -ondanks de mechanische complexiteit van de tuigen- waren het toch niet. Ook vandaag zijn er slechts aanzetten tot elektrische sturing van strijkinstrumenten bekend, meer bedoeld als demonstraties voor de mogelijkheden van stappenmotoren en komputersturing dan voor werkelijk muzikale toepassingen.

4.3.1.2.8.: Tokkelinstrumenten

Deze instrumenten zijn weliswaar aanzienlijk eenvoudiger mechaniseerbaar, maar -en dit heeft wellicht veel te maken met enerzijds hun geringe geluidsproductie, anderzijds het feit dat zij, met uitzondering van de harp, niet in 'het symfonisch orkest' werden opgenomen-, ernstig bedoelde en elektronisch stuurbare exemplaren zijn ons ook in deze groep niet bekend. Aanzetten tot elektrische mechanizatie zijn wel regelmatig terug te vinden als elementen van klankskulpturen. (o.a. bij Frédérique LE JUNTER).

4.3.1.2.9.: Nieuwe akoestische instrumenten

Uit dit beknopt overzicht blijkt dat wanneer we voor de verklanking traditionele instrumenten willen gebruiken, eigenlijk alleen de klavierinstrumenten, in het bijzonder de piano, in aanmerking genomen kunnen worden. Alleen voor deze groep bestaat er nu reeds een elektrisch mechanisme dat een controle over het instrument mogelijk maakt met dezelfde, zometer betere, specificaties als die van een menselijke bespeler.

Logischer ware het uiteraard, het probleem van de onbevredigende elektronische klanken en het probleem van de mechaniseerbaarheid van de bestaande akoestische instrumenten te omzeilen door geheel nieuwe a priori elektrisch stuurbare akoestische klankbronnen en mechanismen te gebruiken. Het is de weg die we o.m. voor het project 'Hex' zelf een heel eind hebben bewandeld. Een diepgaande bespreking van de problematiek verbonden met het opnemen van 3-dimensionele voorwerpen in elektronische trillingskringen en de methodes voor de sturing ervan valt echter buiten het opzet van deze studie. Een inleidende kommentaar bij ons eigen 'Hex' project, voegden we niettemin -ter informatie- toe in de appendix.

Anderen die op dit gebied van de automatische instrumentenbouw belangrijk experimenteel werk leveren zijn o.a. Jacques REMUS, die allerlei snaarinstrumenten, slaginstrumenten en blaasinstrumenten voor automatische bespeling bouwt, zonder dat ze echter aanspraak kunnen maken op enige meer algemene muzikale aanwendingsmogelijkheid.

Het klinkend resultaat van zijn nieuwsoortige akoestische machines is gedocumenteerd op de CD 'Concertomatique/Mecamusique', IPOT001, ed. :L'Ecart, Paris, 1992.

Hoofdstuk 4.3,p#

Verder hebben we nog de reeds vermelde Stephan Von Huene, die echter vooral bedrijvig is op het gebied wat meestal als 'sound sculpture' wordt omschreven. Daardoor hebben ook zijn instrumenten geen bredere toepassingsmogelijkheden dan wat hij er zelf in voorzag. Ook moet opgemerkt, dat het grootste deel van Von Huene's werk gebruik maakt van pneumatische sturing.

Een komponist die bij zijn instrumentenbouwkundig werk vertrok van hetgeen reeds bestond op het gebied van de elektrifikatie van de player-piano, is de Australiër Alistair RIDDELL. Net zoals de Amerikaan Alec BERSTEIN, ging ook hij oorspronkelijk uit van de Maranz-Superscope player-piano. In plaats van het instrument in traditionele zin te verbeteren, breidde hij het echter uit met allerlei volstrekt non-konventionele speeltechnieken. Zijn gemodificeerde player-piano's omvatten dan ook mechanismen om de snaren in de klankkast rechtstreeks te bespelen en zelfs, om lange aangehouden tonen voort te brengen.

Cfr. BURT, Warren, "Experimental Music in Australia using live electronics", London 1991, p.164.
JENKINS, John "22 Contemporary Australian Composers", Melbourne, 1988, p.149-156.

;
muziek

In de software moeten elementen van patroonherkenning ('pattern recognition') ingebouwd worden zodat de muzikale frazering als een lichaamsbeweging kan worden gerealiseerd: bvb. het maken van boog- en golfbewegingen met de armen. De metriek kan worden afgeleid uit de meer diskontinue elementen van de lichaamsbeweging. Dit sluit nauw aan bij zowat door alle musici en amateurs gebruikelijke bewegingen in verband met muziek: met de voet wordt de maat getikt, terwijl de armen het melodisch verloop lijken te 'volgen'. Verder kan de bewegingshoeveelheid een maat zijn voor de dynamiek van het te vertolken muziekstuk.

Ook de hantering van een dergelijk 'muziek-interpretatie-instrument' zal natuurlijk tot op zekere hoogte geleerd dienen te worden, ook al zouden we het in de implementatie nauw laten aansluiten bij 'normaal' of 'intuïtief' muzikaal-motorisch gedrag. Alleen van de nauwkeurige tekst-lezing en de technische reproductie kan het ons wel degelijk verlossen.

4.3.3.: Improvisatie versus kompositie

In deze studie hebben we het 'Holosound' systeem in de eerste plaats beschreven als een onzichtbaar of, preciezer uitgedrukt, non-impakt instrument. Een werktuig dus, voor gebruik in publieke muziekuitvoeringen.

Tijdens de vele experimenten met het apparaat, bleek het ook erg geschikt als kompositorisch werktuig. Niet in het minst omwille van de grote onmiddellijkheid en de haalbare complexiteit van het klankresultaat.

Het is uiteraard geen nieuwtje wanneer we hier zouden verdedigen dat het instrument toelaat op grond van 'improvisaties' te komen tot muzikale composities, als betref het een bijzondere verdienste. Immers, elk beheersbaar instrument laat in principe toe het resultaat vast te leggen en als 'kompositie' te presenteren: hetzij via een muzieknotatie waarbij de tekens verwijzen naar klanken, hetzij via een notatiesysteem dat de te stellen handelingen weergeeft die tot een bepaald akoestisch resultaat aanleiding geven, hetzij in ultimo, via een gewone geluidsopname.

Ook het maken van composities in klassiek notenschrift via het inspelen van de muziek op elektronische instrumenten (via MIDI) behoort reeds lang tot de verworvenheden van de kompositorische techniek. Dat ook het hier voorgestelde instrument dit toelaat ligt voor de hand. Het volstaat daartoe de midi-uitgang(en) aan te sluiten op een computer met MIDI-interface waarop een meerkanaals sequencer programma loopt ('CakePro' van TwelveTone Systems doet het prima). De in real time ingelezen sporen (tracks) kunnen dan als MIDI-file worden opgeslagen en achteraf -al dan niet na invoering van gebeurlijke correcties- opnieuw ingelezen in een programma voor notenschrift. Zelf gebruiken we voor dit doel bijna uitsluitend 'The Noteprocessor', een programma gepubliceerd door Thoughtprocessors lopend op computers van de IBM-AT familie.

Het bijzondere in dit geval is echter, dat er steeds een deel a priori-kompositie -en nog wel op algoritmische basis- dient te gebeuren op voorhand, waarmee de kompositorische syntax grotendeels wordt vastgelegd. Immers deze muzikaal syntaktische algoritmes zijn een werkingvoorwaarde voor dit instrument. Hierdoor vervaagt de grens tussen 'improvisatie' en 'kompositie'. Het kompositorische gaat namelijk gesubstantieerd deel uitmaken van de instrumentale definitie. Het instrument wordt voor een deel de kompositie die erop of ermee wordt vertolkt.

Ook dit is op zich genomen nu ook weer niet zo nieuw als het moge klinken: de orchestrions die het leven opvrolijkten in vroegere tijden deden dat eigenlijk ook reeds in zekere mate. Maar, bij de vroegere mechanische, pneumatische, elektrische en elektronische speelautomaten kon eens het programma (de rol) in het instrument gebracht was, hooguit het tempo en de geluidsterkte ingesteld worden. Bovendien, en dit is het meest wezenlijke onderscheid, konden de composities uitsluitend als lineaire vormen in de tijd worden opgevat en niet

Hoofdstuk 4.3,p#

als een verzameling syntactisch samenhangende structuren die kunnen worden toegepast op in principe willekeurige muzikale parameters. Anders dan bij speelautomaten het geval is, kunnen implementaties van het holosound systeem gezien worden als in real-time werkende expertsystemen die een werkelijke interpretatieve zowel als kompositorische muziekschepping mogelijk maken. De balans tussen interpretatie van het in het instrument vastgelegde enerzijds en compositie van nieuwe klankstructuren binnen de algoritmisch vastgelegde syntax anderzijds hangt volledig af van het programma waarmee het instrument wordt uitgerust. Een zo grote vrijheid qua keuzemogelijkheden werd o.i. nooit eerder door speelautomaten in het vooruitzicht gesteld.

Thans werken we aan een orkestpartituur die berust op een verdere uitwerking van het algoritme uit '*A Book of Moves*' waarin een dirigent wordt geïmplementeerd ('*Lead*'). Het surrealistische ervan is, dat de partituur dus gedirigeerd wordt nog voor ze zelfs maar bestaat...

Technische problemen zijn hieraan echter wel verbonden. Deze hebben in eerste plaats te maken met de intrinsieke traagheid van het MIDI-systeem zelf, en in tweede plaats met de beperkingen qua snelheid van de gebruikte personal computers. Het is weliswaar eenvoudig een brokje software te schrijven dat alle ontvangen data kanaal per kanaal naar disk wegschrijft, maar zulks leidt - behalve in de meest banale en triviale gevallen - niet tot een bruikbare muzieknootatie. Immers, muzikaal diktee veronderstelt een behoorlijk groot deel informatieverwerking en structurering, iets waarvoor behoorlijk complexe software nodig is die tot op de dag van vandaag nog slechts in een experimenteel stadium verkeert. De software waaraan op dit ogenblik door ons gewerkt wordt, loopt niet in real-time. De partituur 'rolt' dus niet zomaar uit de printer naarmate het stuk wordt gespeeld...

Hoofdstuk 4.4,p#

4.4.- Een toekomst voor de organologie?

Wij bevinden ons thans welhaast op de grens van de eenentwintigste eeuw en kijken nu reeds terug op meer dan een eeuw instrumentenbouw waarin aanvankelijk elektrische (Cahill), dan elektronische instrumenten en in het laatste kwart van de eeuw software-matig gebouwde instrumenten de belangrijkste bijdragen vormden aan de verzameling muzikale werktuigen die de mens heeft voortgebracht.

Deze simpele en onmiskenbare vaststelling heeft voor de organologie, wanneer zij als wetenschap ernstig wil worden genomen, verstrekkende gevolgen. De organoloog die zich ook om het twintigste eeuwse arsenaal aan muzikale werktuigen wil -en hij is daar eigenlijk toe verplicht- bekommeren, zal zich een kennis van die 'nieuwe' technieken eigen dienen te maken. Daar waar vroeger een elementaire kennis van akoestiek, mechanica en warenkunde, ingebed in een goed inzicht in muziekgeschiedenis en/of etnomuzikologie volstonden, is thans ook een kennis van elektromechanika, analoge en digitale elektronika en... software essentieel geworden voor de studie van de twintigste eeuwse instrumenten.

Wanneer we vooruit kijken op wat komen kan, hebben we alle redenen om aan te nemen dat de instrumentenbouw in de volgende eeuw wellicht kwasi uitsluitend gebruik zal gaan maken van informatika. Het instrument van de toekomst zal gebouwd worden, geheel en al in software. De hardware zal tegen die tijd immers zo krachtig zijn, dat onafhankelijk van haar architectuur en bouw, de software de muzikale resultaten en de manier waarop die worden bereikt (de instructie) zal bepalen.

Tot voor de intrede van de informatika werd de fysische verschijningsvorm evenals de speelwijze van een muziekinstrument integraal gezien in functie van het mechanisme dat voor de klankopwekking zorg draagt. De ergonomie van de vroegere ontwerpen van muziekinstrumenten was zwaar gekompromiteerd door de condities van de fysische klankopwekking. Een beiaard met 'gewone' piano-toetsen zou puur mechanisch gezien volstrekt onrealiseerbaar zijn. Het gewicht van de klepels verplicht tot het gebruik van zwaardere hefboomen voor het klavier.

Opgemerkt dient hierbij te worden dat we pneumatische sturingen buiten beschouwing laten. In technisch opzicht zijn deze immers een voorloper van de latere elektronische sturingen.

Laat staan, een viool die via piano-toetsen zou worden bespeeld. We weten wel dat dergelijke tuigen ooit zijn gebouwd (hierbij denken we dan bijvoorbeeld aan het Truchado instrument in de kollektie van het Brusselse Instrumentenmuseum), maar veel meer dan historische rariteiten en probeersels zijn het -ondanks hun conceptueel potentieel- toch nooit geweest.

Cfr.: DE HEN, F.J., "The Truchado Instrument: a Geigenwerk?" in: RIPIN, E.M. (Red.) "Keyboard Instruments" ,1977 (1971).

Zelfs voor alle vroege elektrische en elektronische instrumenten kan men vaststellen dat de werktuiglijke vormgeving een functie bleef van de methode van klankopwekking. Zo zijn de speelwijzen van instrumenten zoals de Theremin en de Ondes Martenot in eerste plaats een louter gevolg van de technologie waarop zij berusten en beslist niet van een gefundeerde vizie op een alternatieve

Hoofdstuk 4.4,p#

ergonomische aanpak. De gevolgen van de gevolgde technologische weg bij de bouw op de instructie, op de speeltechniek, werden als gevolgen aanvaard en ingerekend. Zij vormden geen uitgangspunt bij het ontwerp.

Pas sedert de laatste jaren (hooguit sedert iets meer dan een decennium) biedt de elektronische en elektromechanische technologie ons de definitieve mogelijkheid om de menselijke omgang met het muzikale werktuig onafhankelijk te gaan ontwikkelen en ontwerpen van het mechanisme dat voor de uiteindelijke klankproductie instaat. Thans is het perfect mogelijk een 'user-interface' te ontwikkelen onafhankelijk van, en zelf volstrekt zonder rekening te houden met, de precieze aard van de muzikale output.

De eerste stappen in deze richting waren de diverse pogingen van ontwerpers om interfaces te bouwen die zo nauw mogelijk aansloten bij de instructie die de musici reeds vertrouwd was: de lyrico (een ge-elektronificeerde sopraansaxofoon), het midi-klavier, de Max Matthews viool, de MIDI-gitaar, de drumpads en de Air-drums... de lijst groeit nog elke dag.

De volgende stap, één waarvoor we in deze studie een eerste aanzet uitvoerig wilden demonstreren, gaat een heel stuk verder en behoorde nooit eerder tot de mogelijkheden van de mens: uitgaan van de menselijke motoriek zelf, in eerste instantie los van enige a priori instructie, als uitgangspunt voor de bouw van een user-interface. Conceptueel verder gaan in ergonomische perfectie, is nauwelijks voorstelbaar. Het werktuig wordt hier in zijn hantering bevrijd van zijn mechanische implicaties. In de mate waarin het gerealiseerd zou kunnen worden betekent dit een uniek moment in de ontwikkeling van de technologie en de ergonomie.

Dat reeds op dit ogenblik het user-interface volledig los kan staan van het tuig dat voor de uiteindelijke verklanking instaat, wordt wellicht het duidelijkst wanneer we de mogelijkheid beschouwen om bvb. het in 'A Book of Moves' voorgestelde interface te gebruiken voor de aansturing van een moderne digitaal stuurbare akoestische player-piano. Dergelijke toestellen worden, zoals gezegd met een zeer hoge graad van perfectie -hun spel is thans in niets meer van dat van een echte pianist van vlees en bloed te onderscheiden- gefabriceerd door bedrijven zoals Yamaha en Maranz, evenals door individuele musici zoals Alec Bernstein en Trimpin (zie hoger). Gekoppeld aan bijvoorbeeld het door ons ontworpen interface, is het mogelijk bvb. écht piano te spelen, zonder ook maar ergens rekening te moeten houden met de instructie die normaal gezien en historisch aan de piano als muziekinstrument is verbonden. Het is weliswaar zo, dat dergelijke mechanisering niet met eenzelfde graad van perfectie voorhanden zijn voor andere traditionele instrumenten, maar dat is hier principieel eigenlijk niet van belang.

Overigens, maar daar zijn we in de huidige stand van de techniek en meer bepaald van de informatika, nog niet echt aan toe, hoeven we in de toekomst ook niet de weg te bewandelen van de mechanisering van traditionele instrumenten, maar kunnen we ook gebruik maken van de klank die zij voortbrengen.

De thans reeds bestaande en bijzonder populaire samplers zijn hiervan de

Hoofdstuk 4.4,p#

voorboden. Door velen worden ze nu reeds beschouwd als finale realisaties, maar dat lijkt ons veel te ver te gaan. Immers alle bekende samplers maken gebruik van periodiciteit in de klankgeneratie: zij spelen een beperkt aantal digitale samples af onder parametrische beïnvloeding van enkele soms programmeerbare muzikale aspecten (frekwentiemodulatie -vibrato-, amplitudemodulatie -tremolo-, pitch-bend -portamento en legato, ...). Een muziekinstrument dat voor zijn muzikale verklanking gebruik maakt van periodiek herhaalde samples, zal nooit eenzelfde klankrijkdom kunnen laten horen dan een werkelijk mechanisch-akoestische klankbron. Om dit te kunnen bereiken is nog heel wat werk aan de winkel inzake algoritmische implementaties van complexe trillende systemen met meerdere vrijheidsgraden. Hiervoor is nog menig probleem inzake de onderliggende kennis van complexe trillingssystemen onopgelost. De modellen waarover we beschikken zijn nog te zeer simplificaties, en, dat wordt vooralsnog gehoord door de kritische luisteraar. Pas wanneer onze modellen een evenwaardige complexiteit -musici zouden dit het interne leven van een klank noemen- kunnen tot klinken brengen als een akoestische geluidsbron dat kan, zal volkomen syntetische klankopwekking een muzikaal volwaardig alternatief kunnen bieden.

Cfr. RAES, G.-W. "Elektroakoestische muziek", 1980.

Het 'sampling' fenomeen heeft in de laatste jaren aanleiding gegeven tot een specifiek muzikaal genre en vormt het onderwerp van heel wat subkultuurmagazines. (o.a. 'Option', 'Zap', 'Vital' ...)

De konsekwenties van deze stelling zijn ook voor de toekomst van de muziekkultuur van niet te onderschatten belang.

Enerzijds zullen instrumenten meer dan dat ooit in enig verleden het geval is geweest, een functie kunnen zijn van de voorkeuren op speeltechnisch zowel als muzikaal esthetisch en syntactisch vlak, van de muzikmakers in de ruimste zin. De instrumentale verscheidenheid kan dus uitermate grote proporties aannemen, in zover zelfs, dan ieder muzikmaker uiteindelijk over een eigen van dat van anderen verschillend instrument zou kunnen beschikken. Bovendien houdt dit de mogelijkheid in, van een nog grotere en intrinsieke verwevenheid tussen kompositie enerzijds en instrument, waarbij de definitie van het instrument en de kompositie in laatste instantie zelfs kunnen gaan samenvallen.

Anderzijds kan diezelfde potentiële flexibiliteit van het software-instrument ook het gevaar van een extreme verarming van het instrumentarium in zich sluiten. Dit laatste geval zal zich voordoen waar er onvoldoende kennis en macht over de middelen bestaat bij diegenen die het instrumentarium zouden willen gebruiken om dit naar hun hand te zetten. In dit laatste en pessimistische geval, worden zij slachtoffers van de technologie en van de marktmechanismen die modes noodzakelijk maken.

Precies omdat wij ons ervoor willen inzetten dit laatste scenario minstens ten dele te verijdelen, is het zo belangrijk en dringend deze kennis voor musici, muzikologen en organologen beschikbaar te stellen.

Wij hopen hiertoe een steentje te hebben bijgedragen.

4.5.: Aktualisering...'

We wezen reeds herhaaldelijk op het vergankelijke van elke concrete technische realisatie en dus ook van de in deze studie door ons voorgestelde apparatuur.

Daarom voorzagen we, bij de redactie van deze tekst, in de structuur ervan een opening, waarin op het laatste moment nog, zonder veel commentaar en detail, de laatste concrete stand van zaken -op technisch vlak- kon worden geschoven.

Vandaar dan ook, de hier volgende paginas.

HARDWARE:

De hardware voor het user-interface werd volledig opnieuw ontworpen en opgebouwd. Dit keer met volgende doelstellingen voor ogen:

1.- miniaturisering: het hele interface (de analoge komputer) werd zo ontworpen dat het op een printplaat met Eurokaart afmetingen (10x16cm) kon worden ondergebracht. Het gebruik van SMD componenten en enkele soldeertechnische kunstgrepen werd daartoe onvermijdelijk. De aansluitingen werden vereenvoudigd en beveiligd tegen fouten waardoor het geheel won aan gebruikersvriendelijkheid.

We hebben gepoogd een printontwerp te maken met het softwarepakket Orcad, maar dit bleek niet in staat een print voor onze schakelingen te ontwerpen binnen de Eurokaart-begrenzing.

2.- Verhoging van het aantal analoge output-kanalen tot 16.

In deze versie is volgende bewegingsinformatie reeds op het nivo van de analoge komputer geïntegreerd in signaalvorm beschikbaar:

Kanaalnummer: Informatie:

- | | |
|----|---|
| 1 | bewegingsamplitude x-vektor |
| 2 | bewegingsamplitude y-vektor |
| 3 | bewegingsamplitude z-vektor |
| 4 | totale bewegingsamplitude |
| 5 | bewegingssnelheid x-vektor |
| 6 | bewegingssnelheid y-vektor |
| 7 | bewegingssnelheid z-vektor |
| 8 | hoogste gedetekteerde bewegingssnelheid |
| 9 | amplitudeprodukt xy |
| 10 | amplitudeprodukt yz |
| 11 | amplitudeprodukt zx |
| 12 | amplitudeprodukt xyz |
| 13 | versnelling x-vektor |
| 14 | versnelling y-vektor |
| 15 | versnelling z-vektor |

Hoofdstuk 4.5,p#

16 hoogste gedetekteerde versnelling

De sample & hold tijden voor de versnellingsmetingen zijn volledig via software programmeerbaar.

Hoofdstuk 4.5,p#

2.- de komputer werd -met het ook op het vinden van een meer universeel beschikbaar hardware platform- vervangen door een snelle IBM-kompatibele PC in laptop uitvoering en voorzien van een 80486DX microprocessor met 50MHz klokfrequentie en voorzien van een expansiechassis met minstens twee slots.

3.- De analoog-digitaal konversie kan daardoor gebeuren middels op de markt verkrijgbare ADC-boards. De specificaties voor deze toepassing zijn:

- 16 analoge ingangskanalen
- 12-bit resolutie
- programmeerbare ingangsgevoeligheid
- konversietijd $\leq 30\mu\text{s}$

Volgende kommercieel verkrijgbare fabrikaten voldoen voor deze toepassing (niet exhaustieve lijst):

- ARCOM 16-channel 12-bit ADC-board
($1\mu\text{s}$ konversietijd)
- Amplicon Liveline, type PC27
($10\mu\text{s}$ konversietijd)
- Amplicon Liveline, type PC26AT
($10\mu\text{s}$ konversietijd)
- Amplicon Liveline, type PC30AT
($10\mu\text{s}$ konversietijd)
- Analogic DAS-12/50
($8\mu\text{s}$ konversietijd)
- Analogic DAS-12/400
($2\mu\text{s}$ konversietijd)
- Contec ADC-35
($20\mu\text{s}$ konversietijd)

De precieze referenties zijn terug te vinden in de katalogi van de respektievelijke fabrikanten en werden opgenomen in het tweede gedeelte van de bibliografie.

Het eerstgenoemde board pasten we toe in onze implementatie. De keuze ervan berust in eerste plaats op de snelle levertijd...

4.- Teneinde een meer universele bruikbaarheid te krijgen voor musici die reeds over komputers en interfaces beschikken, kan nu ook gebruik gemaakt worden van zowel het Roland MPU401, het MusicQuest als het eigen MIDI-interface.

5.- Het ontwerp van de ultrasoonzender onderging enkele wijzigingen, waardoor de afstraalkarakteristiek, beschouwd binnen de virtuele tetraeder van het instrument, geen onregelmatigheden meer vertoont.

6.- Er werd een nieuwe uiterst precieze voeding voor het interface ontworpen en opgebouwd.

SOFTWARE

Ook de software ondergaat op dit ogenblik een aantal wijzigingen, mede in functie van de hierboven opgesomde wijzigingen in de elektronische hardware. De belangrijkste wijzigingen zijn:

1.- De software wordt sterk uitgebreid en omgezet ('vertaald') naar Microsoft QB4.5. We schreven een eigen multitasker, om de voordelen van het Multitax-board gebruikt in de in hoofdstuk 3 voorgestelde versie van 'A Book of Moves', niet te verliezen.

Binnen deze software blijkt het nu mogelijk een direkt bewijs te leveren van de relevantie van de signalen uit de analoge komputer, o.m. via een implementatie van een grafisch radar-scherm waarop de globale beweging van de speler in kaart wordt gebracht. De wiskundige problemen die daarmee gepaard gaan, hebben we echter nog niet tot volle bevrediging opgelost. Een voorlopige listing evenals een gekompileerde versie van de nieuwe, maar nog niet volledig van alle bugs ontdane software (steeds een 'work in progress') voegden we toe aan de disk-bijlage. (De files BOM.BAS, BOM.CFG, BOM.EXE).

2.- Het in hogere mate losmaken van de software van de specificiteit van niet voor ons user-interface essentiële hardware componenten, zoals het Midi-interface, de verklankingsapparatuur, het komputerplatform.

Verbeteringen in vergelijking met de in de tekst uitvoerig besproken versie zijn er op volgende punten:

- het aantal implementeerbare instrumenten is alleen nog beperkt door de ijver van de gebruiker inzake het schrijven van software.
- de reactiesnelheid van het instrument werd (afhankelijk van het in de software van het user-interface geïmplementeerde instrument) met een faktor 2 tot 10 verbeterd.
- door een speciale configuratie-file (de BOM.CFG file) te voorzien, is het nu mogelijke om met heel geringe inspanningen het user-interface aan te passen aan een groot arsenaal van bestaande en toekomstige Midi-synthesizers, samplers én muziekautomaten (player-pianos). Het is in principe niet langer nodig daartoe de software (mapping & algoritmie) telkens te herschrijven.
- de resolutie van het interface kan nu volledig via de software worden bepaald (1 tot 12 bits) en dit voor elke parametergroep. Hierdoor kan de gebruiker in functie van de omstandigheden inzake signaal-ruisnivo steeds het interface instellen op een (voor hem) maximale controleerbaarheid. Immers 'ruis' in informatietheoretische zin dient hier verstaan te worden als de som van de ruis in technische zin veroorzaakt door de hardware, de omstandigheden van de omgeving (zaalakoestiek, bewegende delen, publiek...) en de ruis veroorzaakt door bewegingen van de speler die hij niet bewust kan of wil controleren. Deze

Hoofdstuk 4.5,p#

laatste ruiskomponent kan en zal in zekere mate van speler tot speler verschillend zijn.

Opgemerkt dient te worden dat rezoluties op het nivo van de ADC-konversie die de 5 á 6-bits te boven gaan, niet verantwoord kunnen worden. Immers, daarmee wordt de precizie van onze analoge komputer (de meetfout veroorzaakt door de precizie van de door ons gebruikte onderdelen, is in elk geval steeds groter dan 2%) overschreden. Hogere rezoluties leveren dus absoluut geen informatiewinst op. Dat we desondanks toch van 12-bit konversie gebruik maken heeft eigenlijk alleen te maken met het feit dat dit de meest gangbare rezolutie is voor koerant verkrijgbare ADC-konversie boards voor gebruik in PC's.

Hierbij de nieuwste (06.06.1993), door ons opgebouwde en geteste elektronische schemas:

1.- Ultrasoon-zender:

Hoofdstuk 4.5,p#

2.- Analoge komputer:

Overzicht van de diverse functies getekend en voorzien in het schema:

Eerste blad:

Het schema is te lezen van links naar rechts. Links staan de ingangen getekend waarop de ontvangers (hieraan werden geen wijzigingen aangebracht tegenover de versie beschreven in hoofdstuk 2) en de nieuwe zender dienen aangesloten te worden. De aansluiting gebeurt met afgeschermdde mikrofoonkabel via een 3-polige DIN-plug. Eén signaal-ader voert het signaal, een tweede de positieve 15V gelijkspanning voor de voeding van de ontvangers en de zender. De afscherming wordt gebruikt als return en massa tegelijkertijd.

Aan de rechterkant van het blad staan de aansluitingen naar het ADC-board in de komputer aangegeven. Voor deze aansluiting worden D-50 konnektors gebruikt met twisted-pair flatcable. Er zijn 16 analoge signalen ter beschikking, terwijl 1 digitaal bit van de komputer naar de schakeling volstaat voor de versnellingsberekeningen. (Dit gedeelte van de schakeling staat op blad 2).

- ingangsversterkers (4 x OP27)

De meerslagtrimpotmeters moeten zo afgeregeld worden dat - zonder beweging in de opstelling, en met ingeschakelde zender op poot 6 van de OP27's een signaal staat dat net iets onder het clipping-nivo ligt ($20V_{tt}$). De signalen dienen precies even groot te zijn. De voorversterker voor het zendersignaal is frekwentieselektief uitgevoerd. Hij dient met de meerslagtrimpotmeters afgeregeld te worden op een zo hoog en symmetrisch mogelijk signaal.

- multipliers:

X*C, Y*C, Z*C (3 x AD532)

Deze chips krijgen hun signaal van de respectievelijke voorversterkers en geven hun uitgangssignaal af aan de getekende p-filters.

X*Y, Y*Z, Z*X, X*Y*Z (4 x AD532)

Deze multipliers werden toegevoegd voor 'Holosound' compatibiliteit en voor meet- en test-doeleinden. De uitgang van deze vermenigvuldigers wordt niet aan de komputer ADC aangeboden maar is bestemd voor audio-versterking. Voor low-pass filtering was geen plaats meer op de print. Een afzonderlijke audio print werd voor dit doel ontworpen.

Hoofdstuk 4.5,p#

- 5e orde p-filters (3 x CLCLC)

Deze 5e orde laag-doorlaat filters met Butterworth karakteristiek (2 spoelen, 3 condensatoren) werden gedimensioneerd voor een afsnijfrequentie van 1000Hz. In deze filters gaat dus beslist geen informatie verloren. We kozen in- en afsluitimpedantie relatief laag, om instraling te voorkomen.

- true-rms converters (3 x AD736)

Deze integrerende schakelingen dienen op poot 6 bij normale werking een signaal te laten zien van ca. 500mV. Het ruisnivo dient kleiner te zijn dan 20mV.

- tacho-schakelingen (3 x LM2907)

Deze integrerende tacho's werden gedimensioneerd voor een overdracht karakteristiek van 1V/100Hz.

- buffers & level shifters (3 x 1/4 OP470)

Deze op-amps brengen het signaalnivo in het (positief) bereik 0-5V.

- Amplitude mixer (1/4 OP470 & OP07)

Deze mixer berekent de som van de amplitudekanalen en integreert deze nogmaals. Dit signaal wordt drager van de totale omhullende van de amplitude van de uitgevoerde beweging.

- Hoogste snelheid detektor (3 x BAT85 & OP27)

Deze OR-schakeling laat toe een signaal te bekomen dat de hoogste van de drie ontvangen bewegingssnelheden weerspiegelt. Deze erg primitieve schakeling is alleen betrouwbaar wanneer minstens één van de ingangssignalen groter is dan ca. 1V.

**- MMT-multipliers (4 x AD633)
(X*Y, Y*Z, Z*X, X*Y*Z)**

Deze multipliers bereken de signaalprodukten na integratie. Hun signalen zijn in hoge mate positie-onafhankelijk.

De binnen stippellijnen aangegeven gedeelten van de schakeling worden in detail op blad 2 van het schema hernomen.

Hoofdstuk 4.5,p#
ANALOGE KOMPUTER: blad 1

Blad 2:

Dit blad omvat de in het vorige schema in stippellijnen aangegeven functionele blokken.

- Sample-puls generator (1 x GW1402HCT)

Het bovenste blok van het schema omvat een schakeling die op de stijgende flank van een digitaal ingangssignaal reageert met de afgifte van een puls op pin 13 en op een dalende flank, met een puls op pin 10. Op deze wijze slaagden we erin met slechts 1 enkel bit, en dus slechts 1 enkele datalijn, de sample & hold schakelingen nodig voor de meting van de versnelling, te besturen vanuit de computer. Om plaats te winnen realiseerden we dit gedeelte als een hybride zelfbouw-IC. (SMD-komponenten + alle passieve componenten samengebouwd en in epoxy-hars ingegoten tot een enkele 'nieuw' IC in DIL-behuizing).

- Sample & Hold (2 x AD 684)

De bovenste vierdubbele sample & hold slaat de momentane waarde van de analoge ingangssignalen afkomstig van de tacho's op moment t_1 (stijgende flank van de input-puls) op, terwijl het onderste exemplaar dit doet op de neergaande flank op moment t_2 . Het verschil tussen de amplitudes van deze signaal-paren is een maat voor de bewegingsversnelling.

- Spanningsreferentie (AD584)

Omdat al de overige signalen van onze analoge computer unipolair zijn, wilden we ook de versnellingsinformatie unipolair aan de ADC kunnen toevoeren. Daartoe diende hun nul-nivo verlegd te worden. We kozen daarvoor de waarde van 2.50V en om deze referentiespanning te verkrijgen deden we beroep op een precisie-referentiechip.

- Verschilversterkers (1x OP400)

Deze eenvoudige verschilversterkers berekenen -hoe kan het ook anders- het verschil tussen de in de sample & hold opgeslagen signaalkoppels. Bij dit verschil tellen zij telkens de vaste referentiespanning van 2.5V op.

- Spanningsregulators (7812 & LM320-12)

Deze chips, die o.i. de esthetiek van de schakeling verstoren, waren nodig omdat de gebruikte sample- & hold chips niet met een 15V voedingsspanning kunnen werken.

Hoofdstuk 4.5,p#

ANALOGE KOMPUTER: blad 2

ANALOGE HOLOSOUND-SCHAKELING: blad 3

Het signaal van de vermenigvuldigers wordt eerst en vooral van alle draaggolfcomponenten ontdaan via een LC-filter gedimensioneerd volgens Linkwitz-Riley. De afsnijfrequentie van dit 4e orde filter ligt op 10kHz (-6dB) en de steilheid is 24dB/oktaaf. Na de volumeregelaars, volgt nog een tweede orde laagdoorlaatfilter met afsnijfrequentie rond 5kHz, gedimensioneerd volgens Butterworth.

Het nut van deze schakeling bestaat erin dat zij een afregeling van de apparatuur op het gehoor (m.a.w. zonder sloop) mogelijk maakt. De draaggolf trimpotmeters op het analoog computer board moeten zo afgeregeld worden dan het verschilsignaal maximaal is en de ruis minimaal. Het draaggolfsignaal op de ingang van de vermenigvuldigers dient sinusvormig te zijn en $20V_{tt}$ groot.

Hoofdstuk 4.5,p#

3. Voeding

De hiervoor vluchtig beschreven analoge komputer heeft uiteraard ook weer een nette, ruisvrije en precieze symmetrische voedingsspanning nodig. Het bijzondere van ons ontwerp is dat, anders dan in de meeste gepubliceerde schemas, de tracking hier zo verloopt dat de negatieve spanning de positieve volgt en niet omgekeerd.

De technische gegevens zijn:

$$U_{o+} = 15V$$

$$I_{o+max} < 2A$$

$$U_{o-} = -15V$$

$$I_{o-max} < 1A$$

$$U_{noise} < 2mV_{tt} (-80dB)$$

$$ABS(U_{-} - U_{+}) < 1.5mV (0.01\%)$$

line regulation: 0.01%

load regulation: 0.1%

ripple rejection: > 80dB

Het schema ziet eruit als volgt:

4.6.: Besluit

We hebben gepoogd in deze studie een verslag te geven over een praktisch gericht kleinschalig onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen van non-impakt muziekinstrumenten. Een werkende en nabouwbare realisatie gebruik makend van ultrasoon-technologie werd daarbij exemplarisch voorgesteld.

Samenvattend menen we daarbij te hebben aangetoond dat:

1. Gebruik makend van ultrasoon-technologie, non-impakt instrumenten gerealiseerd kunnen worden met volgende specificaties:

Positieve:

- programmeerbaarheid van de instructie:
de 'mapping' van enkele globale eigenschappen van de motorische beweging van de speler op muzikale structuren is programmeerbaar door de gebruiker.
- een resolutie die in dezelfde grootte-orde ligt dan die van traditionele instrumenten.

Negatieve:

- beperkte responsnelheid (principeel trager dan die van enig traditioneel instrument).
- de reactie op de bewegingen van de bespeler wordt beperkt door het globale van de bewegingsanalyse. De bewegingen -om een muzikaal analogon te gebruiken- worden eenstemmig verwerkt. Verschillende maar gelijktijdige bewegingen worden gekombineerd en hun afzonderlijke specifieke eigenschappen gaan daarbij verloren.

De relevante bewegingsparameters voor het instrument zijn:

- hoogste bewegingssnelheid
- globale versnelling
- bewegingsamplitude (grootte van het bewegend oppervlak)
- bewegingsrichting (hoek) en positie

2. Dat andere mogelijke complementaire technische realisaties bepaalde beperkingen van de door ons praktisch gerealiseerde implementatie in principe kunnen opheffen:

- gebruik van elektromagnetische golven ter verhoging van de reactiesnelheid.

Hoofdstuk 4.6,p#

- gebruik van optische systemen met real-time pattern-recognition voor verdere (niet globale) bewegingsanalyse.

3. Dat het ontwerpen van nieuwe muziekinstrumenten twee volstrekt onafhankelijke aspecten heeft:

1. Het ontwerp van het 'user-interface' dat de instructie bepaalt.

2. Het ontwerp van de sonore output, datgene wat door het 'user-interface' gestuurd en gecontroleerd wordt.

Deze onafhankelijkheid kan als een nieuw gegeven voor de instrumentenbouw en dus ook voor de organologie van de twintigste eeuw gezien worden.

p#

Bibliografie:

*Data tussen haakjes slaan op de eerste uitgave van de betreffende publikatie.
Wanneer bij een publikatie geen ISSN of ISBN nummer staat vermeld, dan draagt
zij er geen.*

ANONIEM

"Wek met uw hand mysterieuze muziek op"

in: Radio Electronika, januari 1957, p.266-268

ed.: Uitgeverij Wimar, Haarlem.

*Dit artikel geeft een volledige bouwbeschrijving voor de
Theremin. Het artikel is niet gesigineerd, wat wellicht
te maken heeft met het risico verbonden aan de
publikatie van schakelingen waarop toen nog
patenten rustten.*

ABELDT, Günther

"Elektronische Schakelingen"

ed.:MAKLU, Antwerpen-Apeldoorn, 1986

ISBN 90-6215-065-9

ALLIK, Kristi & DUNNE, Shane

"ArcoNet: A proposal for a standard Network for Communication
and Control in Real-Time Performance"

in: Leonardo, Vol.23 Nr.1, p.91-97

ed.:Pergamon Press, 1990

ISSN 0024-094X

AMIRKHANIAN, Charles

"Laurie Anderson, Interview"

in:SUMNER,M. "The Guests go into Supper", p.215-228

ed.:Burning Books, San Francisco, 1986

ISBN 0-936050-05-5

ANDERSON, Laurie

"United States"

ed.:Harper & Row, New York, 1984

ISBN 0-06-091110-7

ANDERSON, Laurie

"Home of the Brave"

ed.: Talk Normal Productions Inc., New York (?), 1986

AUDSLEY, George Ashdown

"The Art of Organ-Building"

(2 volumes)

ed.:Dover Publications Inc., New York, (1905),1965

ISBN 0-486-21314-5

ISBN 0-486-21315-5

BACHIOCHI, Jeff

"Entry-level Embedded Development"

in:The Computer Applications Journal (Circuit Cellar Ink),

p#

December 1992, Nr. #30, p. 80-89
 ed.: Circuit Cellar Ink Inc., Vernon, USA
 ISSN 0896-8985

In dit artikel wordt uitvoerig een ultrasoon systeem beschreven voor het vermijden van autobotsingen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het 'ranging sonar' principe. (Polaroid-technologie). Een mikrocontroller wordt gebruikt voor de afstandspeiling.

BAINES, Anthony

"Woodwind Instruments and their History"
 ed.:Faber and Faber Ltd., London 1957 (1977, 3e ed.)
 ISBN 0-571-08603-9

BATTCKOCK, Gregory (Red.)

"Breaking the Sound Barrier"
 ed.:E.P.Dutton, New York, 1981
 ISBN 0-525-47598-2

BLADES, James

"Percussion Instruments and Their History"
 ed.:Faber and Faber Ltd., London, 1975 (1970)
 ISBN 0-571-04832-3

BLOCK, Ursula & GLASMEIER, Michael

"Broken Music"
 ed.:D.A.A.D., Berlin, 1989
 ISBN 3-89357-013-6

BLUME, Friedrich (Red.)

"Die Musik in Geschichte und Gegenwart"
 ed.: Deutscher Taschenbuch Verlag - Bärenreiter-Verlag,
 Kassel-Basel, (1949) 1989
 (17 boekdelen)
 ISBN 3-423-05913-3

BODE, Harald & MOOG, Robert A.

"The Multiplier-Type Ring Modulator"
 in: Electronic Music Review, nr.1, january 1967
 ed.: Independent Electronic Music Center, Inc. N.Y.

BORISOV, Y & MAKAROV, L

"Ultrasound"
 ed.:Foreign Languages Publishing House, Moscow, zonder datum
*Op grond van de inhoud en de kontekst menen we deze
 publikatie te kunnen dateren rond 1952.*

BOSE, Amar G. & STEVENS, Kenneth N.

"Introductory Network Theory"
 ed.:John Weatherhill, Tokyo, 1965

BRIGGS,G.A.

"Sound Reproduction"
 ed.:Wharfedale Wireless Works,Bradford, Yorks, 1958,(1949)

BROECKX, Jan L.

"Muziek en Mens"
 ed.:Uitgeverij Metropolis, Antwerpen 1967

p#

- BROECKX, Jan L.
"Contemporary views on musical style and aesthetics"
ed.: Metropolis, Antwerpen, 1979
- BROECKX, Jan L.
"Muziek, Ratio en Affect"
ed.: Metropolis, Antwerpen, 1981
- BROOKS, Iris (Red.)
"New Music Across America"
ed.:California Institute of the Arts, Valencia, 1992
ISBN 0-938683-01-2
- BUCHLA, Donald
"Lightnings User's Guide"
ed.: Buchla and Associates, 1991 (Preprint)
- BUCKMINSTER-FULLER, Richard
zie: FULLER, Richard Buckminster

p#

BURT, Warren

"The 3DIS system- a new computer music control system"

in: Sounds Australian, #19, Spring 1988, Sydney 1988., p.28-33

ISSN 0811-3149

Een grondige doorlichting van Simon Veitch's 3DIS systeem voor de implementatie van optisch gestuurde onzichtbare muziekinstrumenten.

BURT, Warren & THOMPSON, Anne

"Fair Exchanges: 3Dis Computer -dance- music project"

in: 'Writings on Dance', Nr. 8, Melbourne, 1990, p.38-44

BURT, Warren

"Experimental music in Australia using live electronics"

in: Contemporary Music Review, vol6, part 1, p.159-172

ed.: Harwood Academic Publishers GmbH, 1991

Dit uitvoerig artikel omvat o.m. een beschrijving van Stelarc's 'body-instrument' waarin hersengolven, EMG, ECG, bloedstroomsnelheidstransducers... gebruikt worden in een poging het menselijk lichaam rechtstreeks tot muziekinstrument te maken. Verder is er nog een uitvoerige beschrijving en evaluatie in opgenomen van het '3DIS' systeem van Simon Veitch.

BURT, Warren

"Interactive improvisations with electronic music systems"

in: Sounds Australian, #32, Sydney 1992 p.41-45

ISSN 0811-3149

BURT, Warren

"Australian Experimental Music 1963-1990"

in: Leonardo Music Journal, vol1, nr1, p.5-10, San Francisco 1991

ISSN 0961-1215

BUSONI, Ferruccio

"Sketch of a New Esthetic of Music"

in: 'Three Classics in the Aesthetic of Music', p.73-102

ed.: Dover Publications Inc, New York, 1962

ISBN 0-486-20320-4

CARR, Joseph C.

"IC Timer Handbook"

ed.: Tab-books Inc., Pasadena, 1981

ISBN 0-8306-0007-8

CENTAZZO, Andrea

"Guida agli strumenti a percussione"

ed.: Edizioni il Formichieri, Milano, 1979

ISBN 062-0104-0

CHION, Michel

"Le Traité des objets musicaux: dix ans apres"

ed.: INA-GRM, Cahiers recherche/musique, Paris, 1976

CHOWNING, John

"The simulation of Moving Sound Sources"

Dit artikel behandelt zowat het omgekeerde probleem

p#

van het onze. De wiskundig analytische achtergrond van beide problemen, het hier behandelde probleem van de simulatie van bewegende klankbronnen, en het probleem van het langs akoestische weg detekteren van bewegende lichamen, heeft vele gemeenschappelijke elementen.

in: GRAYSON, John, "Sound Sculpture" , p.143-148
ed.: A.R.C., Vancouver 1975.

p#

CHOWNING, John & BRISTOW, David

"F.M.-Theory and Applications"

ed.: Yamaha Music Foundation, Tokyo, 1986

ISBN 4-636-17482-8

CLYNES, Manfred

"Expressive microstructure in music,linked to living qualities"

ed.: Research Center, NSW State Conservatorium of Music, Sydney, 1983

CLYNES, Manfred

"Sentic, the touch of the emotions"

ed.:Anchor Press/Doubleday, New York, 1978

ISBN 0-385-08622-9

COLERUS, Egmont

"Van punt naar vierde dimensie"

ed.:De Gemeenschap, Bilthoven, 1939

COLLINGE, Doug & PARKINSON, Stephen

"Audience-Sensitive Sound Installation"

in : Musicworks, nr. 28, Summer 1984

ed.: The Music Gallery, Toronto 1984

ISSN 0225-686X

CORCORAN, Elizabeth

"Calculating Reality"

in: Scientific American, jan.1991,Vol.264,nr.1, p.74-84.

ISSN 0036-8733

COUNIHAM, Tim

"A Platform for signal computing"

in: Byte, November 1992, p.185-190

ISSN 0360-5280

DARREG, Ivor

"The Digital-Analog Question"

in: Interval, Vol.V,Nr.1, Winter 85/86, p.9-13

ed.: Interval Foundation, San Diego

ISSN 0276-3052

De auteur, een komponist die deel uitmaakt van de 'just intonation' beweging op de Amerikaanse Westkust, doet een interessante poging om de muziekinstrumenten te klasseren volgens het criterium analoog of digitaal.

DARREG, Ivor

"Theremin - the first analog synthesiser"

in: Interval, Vol.IV, Nr.4, Spring-Summer 1985, p.25-31

ed.: Interval Foundation, San Diego

ISSN 0276-3052

Omvat naast een historisch korrekte beschrijving tevens een evaluatie van het instrument en de ervoor noodzakelijke speeltechniek, vanuit het standpunt van de 'just-intonation' komponist.

DARREG, Ivor & HOPKIN, Bart

"Still nothing like it:The Theremin"

in: Experimental Musical Instruments, vol.VIII,#3, March 1993

ed.:E.M.I., San Francisco, 1993

p#

DAVIDSE, J. (Red.)

"Ruisarm ontwerpen in de elektronica en communicatietechniek"

ed. Kluwer Technische Boeken B.V., Deventer, 1988

ISBN 90-201-2167-6

DAVIES, Hugh

"Electronic Instruments"

in: New Grove Dictionary of Musical Instruments

ed.: Mac Millan, London 1984

DAVIES, Hugh

"Elektronische instrumenten: classificatie en mechanismen"

in: "Elektrische Muziek"

ed.: Haags Gemeentemuseum, Den Haag, 1988

ISBN 90-6730-059-4

DE HEER, Jessica (Red.)

"Rumori: de organisatie van geluid"

ed.: Frascati, Amsterdam 1991

Dit is een programmaboek bij een tematische reeks van concerten die tussen sept. en dec. van 1991 in het Frascati Teater in Amsterdam plaatsgrepen".

DOEPFER, D. , ASSALL, C. e.a.

"MIDI in theorie en praktijk"

ed.: Uitgeversmaatschappij Elektuur B.V., Beek, 1990

ISBN 90-70160-88-9

DOLGE, Alfred

"Pianos and their Makers"

ed.: Dover Publications Inc., New York, (1911), 1972

DUDON, Jacques

"Musiques Harmoniques"

in: 1/1, Vol.5, Nr.3, 1989, p.10-14

ed.: Other Music Inc, San Francisco, 1989

ISSN 8756-7717

DUMESNIL, René

"Le Rythme Musical"

ed.: Mercure de France, Paris (1914), 1921

EARLS, Paul

"Sounding Space: Drawing Room Music"

in: GRAYSON, John, (Red.) "Sound Sculpture", p.171-175

ed.: A.R.C., Vancouver 1975

In dit opstel wordt een klankinstallatie beschreven waarin de bezoekers door de veranderingen die zij teweegbrengen in de akoestische eigenschappen van de ruimte, een sonoor environment teweegbrengen.

EASTLEY, Max & TOOP, David

"New/Rediscovered Musical Instruments"

ed.: Experimental Music Catalogue, London, 1974

EASLLEY, Max

"Aeolian Instruments"

p#

in: Musics,nr.5, London 1975
ed.: London Musicians Collective (LMC).

EDGAR, Ray

"Sweatstick"

in :DE HEER, Jessica (Red.),"Rumori: de organisatie van geluid"
p.40-43

ed.: Frascati, Amsterdam 1991

FINK, Donald G. & CHRISTIANSEN, Donald (Red.)

"Electronics engineers handbook"

ed.:McGraw-Hill Book Company, New York, 1989

ISBN 0-07-020982-0

*(in deze publikatie, is meer bepaald sectie 25
'Radar, Navigation, and Underwater Sound Systems
(p.25-1 - 25.133) relevant voor de berekeningen en
ontwerpen van ultrasone detektiesystemen in het
algemeen).*

p#

FORKEL, Johann Nikolaus

"On the true quality of clavichord"

in: NEUPERT, Hanns , "The Clavichord", p.73-78

ed.: Bärenreiter-Verlag Kassel 1965

Het betreft hier een engelse vertaling van oorspronkelijk Duits handschrift onder de titel "Von der wahren Güte der Clavichorde", van een van de oudste muzikologen (1773-1836). Het geschrift, in zijn pleidooi van expressieve flexibiliteit in muziekinstrumenten -we herinneren eraan dat het klavichord toonhoogtemodulatie via uitgeoefende druk op de toetsen mogelijk maakt- bevestigt enkele van de waarden achter de eisen die wij in deze studie stelden aan muziekinstrumenten als expressie werktuigen.

FRANKE, Herbert W. & JÄGER, Gottfried

"Apparative Kunst"

ed.: Verlag M. DuMont Schauberg, Köln, 1973

ISBN 3-7701-0660-1

FRANKE, Herbert W.

"Graphic Music"

in: LEAVITT, Ruth (Red.), "Artist and Computer"

ed.: Harmony Books, New York, 1976

ISBN 0-517-52787-1

FULLER, Richard BUCKMINSTER

"Synergetics: explorations in the geometry of thinking"

ed.: Macmillan Publishing Company, New York, 1982 (1975)

ISBN 0-02-065320-4

Deze auteur leverde een belangrijke bron van inspiratie voor alles wat in onze technische realisaties te maken heeft met ruimtelijke constructie, meer bepaald, met tetraeders.

GAUDYNSKI, Thomas

"Seeing the Muse: Visual Art and Music"

in: BROOKS, Iris (Red.) "New Music across America", p.42-46

ed.: California Institute for the Arts, Valencia 1992

ISBN 0-938683-01-2

GOEBEL, Johannes

"Musik, Verleger und elektronische Medien"

in: Mediagramm, Nummer 7, 03/1992

ed.: Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe.

GOLDBERG, RoseLee

"Performance: Live Art 1909 to the Present"

ed.: Thames & Hudson, London, 1979

ISBN 0-500-27131-3

GONOROVSKY, I.

"Radio Circuits and Signals"

ed.: MIR Publishers, Moscow, 1974

Een weinig praktisch gericht, maar vanuit het oogpunt van de wiskundige theorie van de elektronische

p#

*technologie en haar schakelingen, bijzonder grondig
handboek.*

GOODMAN, Stephen

"The Automated Music Ensemble"

in:Interval, Vol IV, Nr 1. Winter 82/83 p.10-13

ed.: Interval Foundation, San Diego

ISSN 0276-3052

p#

GRAYSON, John (Red.)

"Sound Sculpture"

ed.: Aesthetic Research Center of Canada, Vancouver, 1975

Deze verzameling essays omvat onder meer bijdragen van Bernard Baschet, Harry Bertoia, Allan Kaprow, Stephan Von Huene, David Jacobs, Charles Mattox, Gyorgy Kepes, David Rosenboom, John Chowning, Murray Schafer, Harry Partch e.a.

HAINES, Gregory

"Sound Under-Water"

ed.:David & Charles Ltd., Devon, 1974

ISBN 0-7153-6219-4

HALE, Bruce S. (Red.)

"The ARRL Handbook 1989"

ed.:ARRL Inc., Newington USA, 1989 (66th edition)

ISBN 0-87259-166-2

Een van de nuttigste dokumentatiewerken met betrekking tot grote sectoren van de actuele elektronische technologie. Omvat een uitgewerkt theoretisch gedeelte, naast heel wat praktische ontwerpen op de meest diverse gebieden. De publikatie verschijnt jaarlijks, en omvat telkens meer dan 1000 bladzijden.

HALL, Douglas V.

"Microprocessors and Interfacing"

ed.:McGraw-Hill Book Company, USA,1986

ISBN 0-07-025526-1

HAMER, Mick

"Physics under the keyboard"

in: New Scientist 19/26, December 1985, p. 44-47

Een interessant,zij het beknopt, verslag over de huidige wetenschappelijke stand van zaken in verband met de toonvorming in de piano. Onder andere van belang omwille van het materiaal dat erin wordt aangedragen ten voordele van een radicale afwijzing van de theorie der 'juiste boventonen' als determinanten voor de klankkleur.

HATTINGER, Gottfried (Red.)

"Ars Electronica"

ed.: LIVA, Linz , 1982, 1984, 1987, 1988, 1990

Dit zijn jaarlijks naar aanleiding van het groots opgezette Ars Electronica Festival in Linz (Oostenrijk) gepubliceerde programmaboeken, waarin vele artikels zijn opgenomen naast voorstellingen van eigen werk door de betrokken kunstenaars.

HAY, Jef

"Operationele Versterkers"

ed.: Uitgeversmaatschappij Elektuur BV, Beek, 1992 (1990)

p#

ISBN 90-70160-85-4

p#

HELIAS, Annick (Red.)

"Festival des Arts Electroniques"

ed.: Arelec, Mairie de Rennes, Rennes, 1986

ISSN 0767-7316

Een uitvoerige catalogus o.m. met betrekking tot enkele nieuwe experimenten inzake instrumentenbouw. Omvat tevens een beschrijving van de installatieversie van ons 'Holosound' systeem, dat naar aanleiding van de tentoonstelling in Rennes werd opgesteld.

HELMHOLTZ, Hermann L.F.

"On the Sensations of Tone as a Physiological basis for the theory of music"

ed.:Dover Publications Inc, New York, 1954

ISBN 0-486-60753-4

Vertaling van de oorspronkelijk Duitse versie uit 1877.(4e uitgave).

HERBISON-EVANS, Don

"The Perception of the Fleeting Moment in Dance"

in:Leonardo, vol 26. nr. 1, 1993, p.45-50

ed.:The MIT Press, Cambridge, USA

ISSN 0024-094X

HILLER, Lejaren A. & ISAACSON, Leonard M.

"Experimental Music"

ed.:McGraw-Hill Book Company, New York 1959

HIRT, Erhard (Red.)

"Klanginstallationen"

ed.: C.U.B.A.-Cultur, Münster,1988

Brochure en catalogus bij een tentoonstelling gekoppeld aan een reeks concertvoorstellingen

HOCH, Peter

"Bild und Musik - Musik und Bild"

ed.:Bundesakademie für Musikalische Jugendbildung,Band 12

Trossingen 1991

ISSN 0931-962X

HOGENBOOM, Paul

"Databoek periferie-chips"

ed.:Elektuur B.V., Beek, 1989

ISBN 90-70160-77-3

HOROWITZ, Paul & HILL, Winfield

"The Art of Electronics"

ed.:Cambridge University Press, New York, 1981

ISBN 0-521-23151-5

Een van de beste en meest toegankelijke tekstboeken met betrekking tot hedendaagse elektronische ontwerptechniek. Ook goed leesbaar zonder grondige wiskundige voorkennis. Om die reden gebruiken we het zelf als cursusboek voor onze studenten in de experimentele muziek aan het Gentse Konservatorium.

HÜNNEKENS, Ludger

"Medienkunstpreis 1992"

p#

ed.:Zentrum für Kunst und Medientechnologie, Karlsruhe,1992
ISBN 3-928201-02-6

*Omvat beknopte filosofische beschouwingen en
beginselverklaringen bij het multi-mediaal werk van en
door Rebecca Horn, Paul Garrin, Stephan Von Huene,
Paul Virilio, Regina Cornwell, Victoria von Flemming*

p#

HUNT, Jerry & VAN NOORDEN, Leon

"Birome (ZONE): Cube (Frame)"

ed.: De Vleeshal, Middelburg, 1988

Katalogus van een audio-art tentoonstelling in de maanden april-mei 1988, in de Middelburge Vleeshal en later in het Eindhovense Apollohuis, met concerten gewijd aan het werk van Jerry Hunt. De publikatie bevat o.m. een uitgebreid interview met Jerry Hunt door Leon Van Noorden.

JEANS, James

"Science & Music"

ed.:Dover Publications, New York, (1937), 1968

ISBN 0-486-61964-8

JENKINS, John

"22 Australian Composers"

ed.: NMA Publications, Melbourne, 1988

ISBN 0-7316-2263-4

Vooral de bijdragen over het werk van Alistair Riddell over diens geautomatizeerde pianos, en over dat van Warren Burt zijn van belang voor ons onderwerp.

JONES, Joe

"Music Machines from the Sixties until Now"

ed.:Rainer Verlag Berlin, 1990

ISBN 3-88537-121-9

Deze publikatie behandelt in tegenstelling tot wat de titel zou doen vermoeden, uitsluitend het werk van de auteur zelf. (De auteur, geboren in 1931 overleed op 09.02.1993 in Wiesbaden.)

JOHNSON, Roger (red.)

"Scores: An anthology of new music"

ed.:Schirmer Books, Macmillan Co.Inc., New York, 1981

ISBN 0-02-871190-4

Deze antologie bevat een verzameling partituren, waarvan heel wat met volkomen vrije bezetting/instrumentatie, en dus ook geschikt voor uitvoering op alternatieve instrumenten.

JOHNSON, Tom

"The Voice of New Music"

ed.:Het Apollohuis, Eindhoven, 1990

JULANDER, E.

"Guide to Radio Technique"

(3 volumes)

ed.:Philips Technical Library, Eindhoven 1965

Verouderd, maar toch van belang voor een goed begrip van de historische elektronische muziekinstrumenten die immers allen gebruik maken van buizentechnologie.

KEANE, David & GROSS, P.

"The MIDI-Baton"

in: Proceedings of the 1989 International Computer Music Conference,

p#

p.151-4, 1989.

ed.: ICMC, 1989

KEANE, David & WOOD, Kevin

"The MIDI-Baton II"

in: Proceedings International Computer Music Conference,
Supplements.

ed.: ICMC, Glasgow, 1990.

p#

KEANE, David & WOOD, Kevin

"The Midi Baton III"

in: Proceedings of the I.C.M.C. , 1991, p.541-544

(International Computer Music Conference)

ed.: Preprint, Queen's University, Kingston Canada, ICMC, 1991

Deze drie artikels geven een verslag van de ontwikkeling van het MIDI-dirigeerstokje gebouwd door Wood en Keane. Dit ontwerp bestaat uit niet veel meer dan een schakelaar en een pulstransmitter met infraroodlicht. De nadruk ligt op de software. Het grootste probleem waar ook deze onderzoekers mee te maken kregen, was dat van de anticipatie van signalen.

KEPES, Gyorgy (Red.)

"The nature and art of motion"

ed.:George Braziller, New York, 1965

KIMPEL-FEHLEMANN, Sabine (Red.)

"Hast du Töne"

ed.:Städtisches Museum Abteiberg Mönchengladbach, 1983

Katalogus van een tentoonstelling.

KLOSS, Albert

"Von der Electricität zur Elektrizität"

ed.:Birkhäuser Verlag, Basel, 1987

ISBN 3-7643-1838-4

Een geschiedenis van de elektrische technologie tot en met de elektronika. (1600-1960)

KNOWLES, Alison

"Natural Assemblages and the true crow"

ed.:Printed Editions, New York, 1980

ISBN 0-914-16247-0

KNOWLES, Alison

"Gem Duck"

ed.: Pari & Dispari, Cavriago, Reggio Emilia, 1977

KNOWLES, Alison

"More"

ed.: Printed Editions, New York, 1979

Deze drie werken beschrijven het performance werk van Alison Knowles zelf, een werk waaruit een grote gevoeligheid voor geluiden voortgebracht door eenvoudige ingrepen op kledij blijkt. Het werk zelf sluit nauw aan bij de principes van de Fluxus beweging.

KÜHNELT, Wolf D.

"Elektroakustische Musikinstrumente"

in:"Für Auge und Ohren"

ed.: Akademie der Künste, Berlin, 1980, p.47 e.v.

Katalogus van de gelijknamige tentoonstelling.

KULTERMANN, Udo

"Leben und Kunst"

ed.: Verlag Ernst Wasmuth, Tübingen, 1970

Deze publikatie die vooral aansluit bij de plastische

p#

kunst, behandeld o.m. enkele installaties van kunstenaars waarin van fotocellen en andere elektronische hulpmiddelen gebruik wordt gemaakt. Voor het overige begaat de auteur de onvergeeflijke historische fout, om het verschijnsel happening en performance terug te laten gaan op de vroege jaren '50 van deze eeuw, daarbij de Italiaanse en Russische futuristen geheel over het hoofd ziend.(p.43)

LANGEBARTELS, Rolf

"Über klingende körper und sprechende Kleider"

in: Ars Electronica, 1987, p. 276-281

ed.: LIVA, Linz, 1987

LANDER, Dan & LEXIER, Micah (Red.)

"Sound by Artists"

ed.:Walter Phillips Gallery, Banff, Canada, 1990

ISBN 0-920956-23-8

LANGER, Susanne K.

"Filosofische Vernieuwing"

ed.: Het Spectrum, Utrecht, Utrecht, 1965

Originele titel "Philosophy in a New Key", ed.:Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1960 (1948)

Hoofdstuk 7 in dit werk, een wijsgerige studie over symboliek, handelt in het bijzonder over het probleem van de betekenis in de muziek.

LARSEN, T & DYRIK, G

"Fast Fourier transforms using a microcomputer"

in: Wireless World, Vol.91, nr.1593, p.80-83

ed.:Business Press International Ltd., Surrey, U.K.

ISSN 0043 6062

LAUCKNER, Kurt F.

"Microprocessors and intelligent sculpture"

in: LEAVITT, Ruth (Red.), "Artist and Computer"

ed.: Harmony Books, New York, 1976

ISBN 0-517-52787-1

LAYCOCK, Jolyon (Red.)

"A Noise in your eye"

ed.:Arnolfini, Bristol, 1985

Brochure als katalogus bij een tentoonstelling

LEAVITT, Ruth (Red.)

"Artist and Computer"

ed.: Harmony Books, New York, 1976

ISBN 0-517-52787-1

LEHNERT, Gerhard

"Sound Blaster"

ed.: Franzis-Verlag Gmbh, München, 1992

ISBN 3-7723-2521-1

LEIBSON, Steve

"Handboek Microcomputer Interfacing"

p#

ed.: Kluwer Technische Boeken, Deventer, 1985
ISBN 90-201-1728-9

LEMAN, Marc

"Een model van toonsemantiek"

'Naar een theorie en discipline van de muzikale verbeelding'

Doktorale dissertatie, R.U.G., Kunstgeschiedenis en Oudheidkunde,
richting Muzikologie, Gent, 1992.

Onuitgegeven.

& VAN RENTERGHEM, Patrick LESKY, Albinus (Red.)

"Thesaurus Linguae Latinae"

ed.: Lipsiae in Aedibus B.G. Teubneri (Leipzig), 1934-1954
Boekdeel 7.

p#

LISTA, Giovanni (Red.)

"Futurisme"

ed.: Editions L'Age d'Homme, Lausanne, 1973.

Deze publikatie omvat -in Franse vertaling- bijna alle Futuristische publikaties en manifesten, o.m. van Marinetti, Papini, Russolo, Balla, Boccioni, Gangiullo, Carra, Depero, Prampolini, Pratella, Saint-Point, Settimelli, Severini e.a.

LUCIER, Alvin

"Chambers"

ed.:Wesleyan University Press, Middletown,Connecticut,1980

ISBN 0-8195-5042-6

MALRIC, Claude (Red.)

"Musique et ordinateur"

ed.:Centre Experimental du Spectacle, Les Ulis, 1983

ISBN 2-904341-01-3

MALLARY, Robert

"Spatial-Synesthetic Art through 3-D Projection"

in:Leonardo, vol.23, nr.1 p.3-16

ed.:Pergamon Press

ISSN 0024-094X

MARINETTI, Filippo Tommaso

"Le Music-Hall"

"Le Théâtre futuriste synthétique"

in:LISTA, Giovanni "Futurisme"

ed.:Editions L'Age d'Homme, Lausanne, 1973

McCORD-NELSON, Marilyn & ILLINGTON W.T.

"A Practical Guide to Neural Nets"

ed.:Addison-Wesley Publishing Company, Reading,Massachusetts,1991

ISBN 0-201-52376-0 (+ komputer disk)

McCLAIN, Ernest G.

"The Pythagorean Plato"

ed.:Nicolas-Hays, Inc, York Beach, Maine, 1978

ISBN 0-89254-101-9

McCLAIN, Ernest G.

"The Myth of Invariance"

ed.:Nicolas-Hays Inc., York Beach, Maine, 1984

ISBN 0-89254-012-5

McNAIR, Bonnie & WILSON, James

"A simple Theremin:from schematic to performance"

in: Experimental Musical Instruments, vol.VIII,#3, Maart 1993

ed.: E.M.I., San Francisco 1993

MEDAWAR, Peter & SHELLEY, Julian H. (Red.)

"Structure in Science and Art"

ed.:Excerpta Medica, Amsterdam 1980.

ISBN 90-219-0446-2

Dit is een neerslag van een interdisciplinair kongres

p#

gehouden in Kronberg, Taunus in 1979. Het bevat de papers van de verschillende sessies rond de onderwerpen 'Thought and Brain', 'Order in Biology', 'Form in Art', 'Structure in Physics and Mathematics'.

p#

MENSINK, Otto (Red.)

"Elektrische Muziek"

ed.: Haags Gemeentemuseum, Den Haag, 1988

ISBN 90-6730-059-4

Publikatie naar aanleiding van de tentoonstelling 'Drie jaar acquisitie van elektrische muziekinstrumenten' in het Haags Gemeentemuseum.

MENSINK, Otto

"Stein"

ed.: Haags Gemeentemuseum, 1986

ISBN 90-6730-038-1

MOOG, Bob , POWELL, Roger e.a.

"Synthesizers and computers"

ed.:Hal Leonard Publishing Company corp., Milwaukee,1985

ISBN 0-88188-291-7

MOOG, Robert

"The Art of the Theremin"

ed.: Delos International Inc., Santa Monica, 1987

Het gaat hier om een kleine brochure toegevoegd aan de CD opname uitgebracht door de uitgever onder het nummer D/CD1014 waarop Clara Rockmore de theremin bespeelt. Hoewel de uitvoerder veel met Lev Termen samenwerkte, bespeelt zij voor deze (analoge) opname een van de instrumenten gebouwd door Robert Moog in de jaren '60 en dus geen origineel (buizen)instrument. De opname omvat spijtig genoeg geen enkel origineel voor het instrument geschreven werk.

MORAWSKI, Stefan

"Inquiries into the Fundamentals of Aesthetics"

ed.: M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1974

ISBN 0-262-13069-3

MUMMA, Gordon

"Briefly about Conlon Nancarrow"

in: 'Soundings', book nr. 4, Berkeley, California, 1977

ed.: Peter Garland, 1977.

MYNCKE, H. & COPS,A.

"Lawaai-beheersing"

ed.:Stichting Leefmilieu vzw., Antwerpen, 1985

ISBN 90-289-0890-0

NANCARROW, Conlon

"Selected Studies for player piano"

ed.: 'Soundings' Peter Garland (ed), Book nr.4,

Berkeley California, 1977

OEHLSCHLÄGEL, Reinhard

"The space... is transformed into pure sound"

'Zur Dimension der Räumlichkeit von Musik'

in: Ars Electronica, 1987, p. 26-32

p#

- ed.: LIVA, Linz, 1987
 OLSON, Harry, F.
 "Music, Physics and Engineering"
 ed.:Dover Publications Inc., New York, (1952), 1967 (2e ed.)
 ISBN 0-486-21769-8
- ORD-HUME, Arthur W.J.G.
 "Barrel Organ"
 ed.:George Allen & Unwin Ltd., London, 1978
 ISBN 0-04-789005-3
- OTTEN, Willem Jan
 "De kunst van het niet meer kunst maken"
 in: "De Sound Man in Frascati", p.23-70
 ed.:Toneelgroep Baal, publikatie nr.21, Amsterdam 1984
Aantekeningen en reflecties bij het werk van Dick Raaijmakers
- PAGE, Suzanne (Red.)
 "Ecouter par les yeux"
 ed.: ARC, Paris, 1980
Katalogus bij de tentoonstelling Écouter par les yeux, objets et environnements sonores, in het Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris tussen 18juni en 24 augustus 1980.
- PANHUYSSEN, Paul
 "Snareninstallaties"
 ed.:De Witte, Eindhoven, 1984
Een ruim geïllustreerde brochure rond het 'audio-art' werk van Paul Panhuysen en Johan Goedhart. Een eerder artistieke dan wel wetenschappelijke publikatie.
- PARTCH, Harry
 "Genesis of a music"
 ed.:Da Capo Press, Inc. New York, 1979, (1949)
 ISBN 0-306-80106-X
- PARTCH, Harry
 "Bitter Music"
 ed.:University of Illinois Press, Urbana, 1991.
 ISBN 0-252-01660-2
Dit boek is een postume bundeling van dagboeknotities, essays, inleidingen bij concerten en partituren evenals librettos van de komponist en instrumentenbouwer Partch. (1901-1974)
- PAYTON, Rodney J.
 "The music of Futurism: Concerts and Polemics"
 in:BATTCKOCK, Gregory (Red.),"Breaking the Sound Barrier"
 ed.: E.P.Dutton, New York 1981
Dit is een herdruk van het gelijknamig artikel verschenen in The Musical Quarterly, Vol.62,Nr.1 (Januari 1976) p.25-45.

p#

PELTZ, G.

"AD/DA-omzetters"

ed.: Uitgeversmaatschappij Elektuur B.V., Beek, Nederland, 1992

ISBN 90-5381-014-5

PELTZ, G.

"Het Voedingenboek"

ed.: Uitgeversmaatschappij Elektuur B.V., Beek, Nederland, 1989

ISBN 90-70160-69-2

PENFOLD, R.A.

"Muziek met de Computer"

ed.: De Muiderkring B.V., Weesp, 1987

ISBN 90-6082-271-4

PRIEBERG, Fred K.

"Musica ex Machina"

'Über das Verhältnis von Musik und Technik'

ed.: Verlag Ullstein, Frankfurt/Berlin 1960

p#

PRIEBERG, Fred K.

"Mozaiek der moderne muziek"

ed.: Wereldbibliotheek N.V., Amsterdam 1966

*Oorspronkelijk verschenen in het Duits onder de titel "Musik unterm Strich", Karl Alber Verlag, Freiburg-München.**De passage die Prieberg wijdt aan de 'muziek der elektronen' en 'muziek uit de machine', is hier vooral historisch interessant (p.35-42)*

RAAIJMAKERS, Dick

"The Graphical Method 2: Bicycle"

in: MW6, January 1984.

ed.: MW Press Box, Noordwijk, Holland

RAAIJMAKERS, Dick

"De Methode"

ed.: Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam 1985

ISBN 90-3510-134-0

Een uiterst originele fenomenologische analyse van de technische constructie in het algemeen en het muzikale werktuig in het bijzonder.

RAAIJMAKERS, Dick

"Anti Qua Musica"

ed.: Haags gemeentemuseum, SDU uitgeverij 1989

ISBN 90-12-06345-0

RAAIJMAKERS, Dick

"Neo-Plasticisme versus Neo-Bechstein"

in: "Elektrische Muziek"

ed.: Haags Gemeentemuseum, Den Haag, 1988

ISBN 90-6730-059-4

RAAIJMAKERS, Dick

"The Microman"

"SHHH!"

"Come on!"

"Extase"

in: "De Sound Man in Frascati", p.13-20

ed.: Toneelgroep Baal, publikatie nr.21, Amsterdam 1984

RAAIJMAKERS, Dick & VAN DROFFELAER, Josine

"Operatie: The microman"

in: "De Appel" Nr. 4, Amsterdam, 1982, p.9-19

RAAIJMAKERS, Dick

"The electric method"

ed.:?, 1980(?)

Deze publikatie -in het Engels- is een overdruk uit een groter boek of katalogus, waarvan we de grotere kontekst niet konden achterhalen. Ze werd ons door de auteur zelf gegeven. De datering blijkt uit de kontekst.

RAAIJMAKERS, Dick

"Dodici manieri di far tacere un microfono"

p#

in:DE HEER, Jessica (Red.), "Rumori: de organisatie van geluid"
p.48-56
ed.: Frascati, Amsterdam 1991

p#

RAES, Godfried-Willem

"Musikwissenschaft und Ideologie"

in: "Interface", Vol.3,Nr.1, 1974, p.55-88

ed.: Swets & Zeitlinger b.v., Amsterdam

In dit artikel gaven we een uitvoerige beschouwing met betrekking tot de (on)wetenschappelijkheid van de muzikologie en braken we tevens een lans voor een meer praktische wetenschapsbeoefening in dit gebied. Hoewel we intussen heel wat ideologisch jargon uit deze publikatie geheel verlieten, werd onze overtuiging van de noodzaak van een versmelting van wetenschap en toepassing nog sterker. Aard en opzet van de thans voorliggende studie zijn illustratief voor deze vizie, die op epistemologisch vlak sterk aanleunt bij het pragmatisme van auteurs zoals Richard Rorty.

RAES, Godfried-Willem

"Kreatief musiceren in een anti-kreatieve maatschappij"

in: "Volksopvoeding",25ejg.1976, nr.5/6, p.289-346

RAES, Godfried-Willem

"Omtrent repetitieve muziek"

in: "Muziek en non-communicatie, het geval van de minimale/ repetitieve muziek"

ed.: Dr.Gust De Meyer, Centrum voor Communicatiewetenschappen, K.U.L., Leuven 1982, p. 40-47

RAES, Godfried-Willem

"Kanttekeningen bij onze aktuele muziekkultuur: De dood van de Avant-Garde"

in: "Restant", XI (1983),1, p.229-235

RAES, Godfried-Willem

"Soundtrack"

in: MusicWorks nr.30, Toronto, 1985

RAES, Godfried-Willem

"Mixed-Media"

in: Jeugd en Muziek Zeeland, 03/1986

RAES, Godfried-Willem

"The Absurdity of Copyright"

in: Interface, Vol.17 (1988), p.145-150

ed.:Swets & Zeitlinger, Amsterdam 1988

"Die Absurditaet des Urheberrechts"

in: Musiktexte,Nr.25,juli/augustus 1988,Koeln, BRD

later overgenomen in 'Option Magazine', 'Vidal','Sound Choice'

RAES, Godfried-Willem

"Improvisation and Broeckx theses on reason,emotion and music"

in: APOSTEL, Leo (Red.) "Reason, Emotion and Music", p.395-405

ed.: Communicatie en Cognitie, Gent, 1986

ISBN 90-70963-19-1

RAES, Godfried-Willem

"My work as an instrumentmaker"

in: ECHO, the images of sound, p.48-56

p#

ed.:Het Apollohuis, Eindhoven, 1987

ISBN 90 71638 03 0

RAES, Godfried-Willem

"Meine Arbeit ..."

in:Zeitschrift fuer Experimentelle Musik, Heft 4,08.1985

München, BRD

p#

RAES, Godfried-Willem

"Hex und Holo-sound"

in: HATTINGER, Gottfried, 'Ars Electronica', p.274-277

ed.: LIVA, mbH, Linz, 1988

RAES, Godfried-Willem

"Het Onzichtbare instrument"

in: "Celesta" , Jg.4,nr1, 01/1990, p.6-14 (deel1)

"Celesta" , Jg.4,nr2, 04/1990, p.54-60 (deel2)

ed.: Centrum voor Instrumentenbouw

ISSN 0774-5362

Dit artikel, dat in twee afleveringen verscheen, omvat een eerste vulgariserend bedoelde technische beschrijving van het analoge Holo-sound projekt. De tweede aflevering behandelt vooral het projekt 'Hex'.

RAES, Godfried-Willem

"Mauricio Kagel"

in: Programmaboek 7e Week van de Hedendaagse muziek,

ed.:Muzikon, Gent, 1992

Een iets ingekorte en aangepaste versie van hetzelfde artikel werd ook gepubliceerd in 'Muziek en Woord' (tijdschrift van Radio 3) en in 'Logos-Blad', het tijdschrift van Stichting Logos. Beide eveneens in februari 1992.

RAES, Godfried-Willem

" A Book of Moves"

in: Pica-Bulletin, Perth, Australia, 10.1992

RAES, Godfried-Willem

"A personal story of music and technologies"

in: Leonardo Music Journal, Vol2,no.1,California, 1992, p.29-36

ed.:Pergamon Press, San Francisco.

ISSN 0961-1215

Dit min of meer autobiografisch artikel werd geschreven in 1990 en geeft dan ook slechts een weergave van mijn werk in de periode 1967 tot 1990.

RAES, Godfried-Willem

"Soundtrack"

in: LANDER,Dan & LEXIER, Micah, " Sound by Artists", p.263 e.v.

ed.: Art Metropole, Walter Philips Gallery,Toronto,1990

ISBN 0-920956-23-8

RAES, Godfried-Willem

"Experimentele Muziek"

syllabus Koninklijk Konservatorium Gent, (1983),1992

RAYNOR, Henry

"Music and Society since 1815"

ed.:Schocken Books, New York, 1976

ISBN 0-8052-3626-0

RAWCLIFFE, Susan

"Complex Acoustics in Pre-Columbian Flute Systems"

preprint, Los Angeles, 1992

p#

REYNOLDS, Roger

"A Searcher's Path, a composer's ways"

ed.:Institute for Studies in American Music, NY,1987

ISBN 0-914678-28-0

p#

RICHTER, Heinz

"Elektroakustik"

ed.: Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1954

Dit boek is uiteraard door de huidige elektronische technologie volkomen achterhaald, maar geeft wel -en daarom is het voor de organoloog van belang- een aantal originele schakelingen zoals die werden gebruikt in de eerste elektronische muziekinstrumenten zoals het Hellertion, Trautonium, Melodium, Sphärophon, Theremin, elektronisch orgel enz... (p.168-218).

RIPIN, Edwin M. (Red.)

"Keyboard Instruments"

ed.: Dover Publications Inc., New York, (1971), 1977

ISBN 0-486-23363-4

ROADS, Curtis & STRAWN, John (Red.)

"Foundations of Computer Music"

ed.: M.I.T.-Press, Cambridge, Massachusetts, 1985 (1987)

ISBN 0-262-68051-3

ROKEBY, David

"Cybernetic Installation: First real snake"

in: 'MusicWorks', nr 33, Winter 1986, p.6-7

ed.: Music Gallery, Toronto.

ISSN 0225-686X

Beschrijving van een -onvoorspelbaar werkend-onzichtbaar instrument geïmplementeerd met drie primitieve videokameras.

ROKEBY, David

"Dreams of an Instrumentmaker"

in: 'Musicworks', nr. 30, 1985, p.20-21

ed.: Music Gallery, Toronto.

ISSN 0225-686X

RORTY, Richard

"Philosophy and the Mirror of Nature"

ed.: Princeton University Press, New Jersey, 1979 (1980)

ISBN 0-691-02016-7

Deze publikatie werd in de bibliografie opgenomen omdat het epistemologisch pragmatisme dat erin verdedigd wordt, nauw aansluit bij onze eigen eerder extreme opvattingen terzake, die weliswaar geen onderwerp vormen van deze studie maar niettemin op de achtergrond toch wel een rol spelen omdat zij onze vizie op de wetenschappelijke kennisverwerving mee bepalen.

ROSCHER, Wolfgang (Red.)

"Polyästhetische Erziehung"

ed.: Verlag M.DuMont Schauberg, Köln, 1976

ISBN 3-7701-0844-2

ROSE, Jon

"The Pink Violin"

p#

ed.: NMA Publications, Melbourne, 1992

ISBN 0-646-08003-2

ROSENBOOM, David

"Biofeedback and the arts:The results of early experiments"

ed.: A.R.C.publications , Vancouver, Canada, 1974

p#

ROSENBOOM, David

"Interactive music with intelligent instruments: A new propositional music?"

in: BROOKS, Iris (Red.) "New Music across America" p.66-72

ed.: California Institute of the Arts, Valencia, 1992

ISBN 0-938683-01-2

ROSENBOOM, David

"On being invisible"

in: Musicworks, Nr.28, p.10-13, Toronto, 1984

ed.: Music Gallery, Toronto 1984

ISSN 0225-686X

RUSSOLO, Luigi

"L'Art des Bruits"

"Les bruiteurs futuristes"

"L'Architecture musicale et le Rumorharmonium"

in: LISTA, Giovanni "Futurisme"

ed.: Editions L'Age d'Homme, Lausanne, 1973

RYAN, Joel

"Enfolded Strings"

in: DE HEER, Jessica (Red.), "Rumori: de organisatie van geluid"

p.36-40

ed.: Frascati, Amsterdam 1991

SACHS, Curt

"Real-lexikon der Musikinstrumente"

ed.: Dover Publications, Inc., New York, 1964

*De originele eerste uitgave van dit standaardwerk
verscheen in 1913 bij Julius Bard te Berlijn.*

SACHS, Curt

"Geist und Werden der Musikinstrumente"

ed.: D. Reimer, Berlin, 1929

SACHS, Curt

"De geschiedenis van de muziekinstrumenten"

ed.: Het Spectrum, Utrecht, 1969

*Vertaling van "The History of Musical Instruments",
ed. W.W. Norton & Co., New York, 1940.*

SACHS, Curt

"De geschiedenis van de dans"

ed.: Het Spectrum, Utrecht, 1969

*Vertaling van "World History of the Dance" ,
ed. W.W. Norton & Co., New York, 1937.(1933)*

SACHSSE, Rolf

"Audio Arts Symposium"

in: Apex, Heft 3, 1988, p.40-51

ed.: Apex Verlagsgemeinschaft, Köln

SADIE, Stanley (Red.)

"The New Grove Dictionary of Musical Instruments"

(3 volumes)

ed.: MacMillan Press Ltd., London, (1991), ed.1984

ISBN 0-333-37878-4

p#

- SCHAEFFER, Pierre
 "Traité des objets musicaux"
 ed.: Editions du Seuil, Paris, 1966
- SCHAEFFER, Pierre
 "La Musique Concrete"
 ed.: P.U.F., collection 'Que sais-je?',nr.1287, 1973 (2e ed)
- SCHAEFFNER, André
 "Origine des Instruments de Musique"
 ed.: Mouton, Paris, (1968),1980
- SCHERINGOLD, Daniel H. (Red.)
 "Nonlinear circuits handbook"
 ed.:Analog Devices Inc., Norwood, Massachusetts,USA, 1976
 ISBN 0-916550-01-X
- SCHERINGOLD, Daniel H. (Red.)
 " Analog - digital conversion notes"
 ed.:Analog Devices Inc., Norwood, Massachusetts,USA, 1980
 ISBN 0-916550-03-6
- SCHERINGOLD, Daniel H. (Red.)
 "Analog-Digital conversion Handbook"
 ed.:Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986
 ISBN 0-13-032848-0
- SCHERINGOLD, Daniel H. (Red.)
 "Transducer Interfacing Handbook"
 ed.:Analog Devices Inc., Norwood,Massachusetts,USA, 1981
 ISBN 0-916550-05-2
- SCHILLING, Margarete
 "Glocken und Glockenspiele"
 ed.: Greifenverlag, Rudolfstadt, 1982
 ISBN 3-57009014-0
- SOL, Jean Pierre
 "Techniques et Méthodes de Créativité Appliquée"
 ed.: Editions Universitaires, Paris 1974
- SIEGEL, Jules R.
 "E-mu Proteus for Just Intonation"
 in: 1/1, Vol.6, nr.2,1990, p.14-15
 ed.:Just Intonation Network, Other Music Inc.,San Francisco 1990
 ISSN 8756-7717
- SIEGEL, Jules R.
 "Algorithmic Tuning Via MIDI"
 in: 1/1, Vol 3, Nr.4, 1987, p.4-11
 ed.:Just Intonation Network, Other Music Inc.,San Francisco 1987
 ISSN 8756-7717
- SIMON, Herbert A.
 "The Sciences of the Artificial"
 ed.: M.I.T.-Press, Massachusetts, 1990 (1981)
 ISBN 0-262-69073-X
- SINCLAIR, Ian R.

p#

"Sensors and Transducers"

ed.: Newnes, Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, 1992

ISBN 0-7506-0415-8

Dit werk geeft een uitstekend overzicht over zowat alle sensoren die ook voor toepassingen in het gebied van de experimentele instrumentbouw geschikt zijn. Ook aan de interfacing wordt vanuit ontwerptechnisch oogpunt veel aandacht besteed.

SIZENSKY, Liz

"Notes on Laurie Anderson"

in: SUMNER, M "The Guests go into Summer" p.229-250

ed.: Burning Books, San Francisco, 1986

ISBN 0-936050-05-5

SOUTER, A & GLARE, P.G.W. (Red.)

"Oxford Latin Dictionary"

ed.: Oxford University Press, London, 1968

ISBN 0-19-864224-5

STRANGE, Allan

"Electronic Music"

ed.: Wm.C.Brown Publishers, USA, 1972

ISBN 0-697-03612-X

Deze publikatie was gedurende vele jaren zowat het standaardwerk inzake praktijk van de analoge elektronische muziek. Sedert de opkomst van digitale apparatuur en vooral van MIDI in 1983, is het voor dit doel verouderd. Voor de organologie blijft het niettemin een belangrijke publikatie omdat het gebruik van de meeste gangbare elektronische studio-instrumenten uit de periode 1968-1980 erin besproken worden.

STRANGE, Allan (Red.)

"Program: International Computer Music Conference, 1992"

ed.: San Jose State University, Department of Music,
San Jose California, USA, 1992.

STROH, Wolfgang Martin

"Zur Soziologie der elektronischen Musik"

ed.: Amadeus Verlag, Zürich, 1975

STOIANOVA, Ivanka

"Geste-Texte-Musique"

ed.: Union Générale d'éditions, Paris, 1978

ISBN 2-264-00823-7

SUMNER, Michael & BURCH, Kathleen (Red.)

"The Guests go into Supper"

ed.: Burning Books, San Francisco, 1986

ISBN 0-936050-05-5

Dit is een verzameling essays van en interviews met John Cage, Robert Ashley, Yoko Ono, Laurie Anderson, Charles Amirkhanian. Michael Peppe en K.Atchley. We nemen het werk hier op omwille van de bijdrage van

p#

Laurie Anderson, die in onze tekst ter sprake komt.

SUTHERLAND, Roger

"Imaginary Orchestras"

in: 'Resonance' , Vol.1,Nr.2, summer 1993, p.23-27

ed.: L.M.C., London 1993

TEITELBAUM, Richard

"Das Digitale Piano"

in: HATTINGER, Gottfried (Red.), "Ars Electronica", 1986, p.164-205

ed.: LIVA, Linz, 1986

TENNEY, James

"Interview with composer Conlon Nancarrow"

in: 'Soundings' , book nr.4, Berkeley, 1977, p.7-24

ed.: Peter Garland, California 1977.

TIMMERMANS, Hans

"MIDI, Muziek en Computer"

ed.:Kluwer Technische Boeken B.V., Deventer, 1990

ISBN 90-201-2166-9

TRANCHEFORT, Francois-René

"Les instruments de musique dans le monde"

(2 boekdelen)

ed.:Editions du Seuil, Paris, 1980

ISBN 2-02-005694-1

TRÜSTEDT, Ulricke & Dieter

"Cultural noise und Laserlicht-Zeichnung"

in:FRANKE,H.W. & JÄGER,G (Red.) "Apparative Kunst"

ed.: Verlag M.DuMont Schauberg, Köln, 1973

ISBN 3-7701-0660-1

TRÜSTEDT, Ulricke & Dieter

"Synchrone Klänge aus dem Rauschen"

in: Mixed Media VII jaarboek, januari 1977, 10blz.

ed.: Stichting Logos, Gent, 1977

VAN BENDEGEM, Jean-Paul

"Finite, Empirical Mathematics. Outline of a Model"

ed.:Uitgeverij Universa, Gent, 1987

VAN DIJK, Peter , VANDER LEEUW, Gerard

"Musiceren als Brugman"

ed.: K.R.O. Hilversum , 1985

ISBN 90-7159501-3

Deze publikatie is een uitgewerkte bundeling van een reeks radiouitzendingen rond retoriek en affektenleer in de 17e en 18e eeuwse muziek.

VAN HEMEL, Viktor

"Onze Muziekspeeltuigen"

ed.:Cupido Uitgeven, Antwerpen, 1962 (?)

VAN NOORDEN, Leon

"De naderende voltooiing van de automatisering van de muziek"

ed.: preprint van de auteur zelf.

Dit artikel is de tekst van een lezing die de auteur gaf op 15 februari 1985 in de concertstudio van Stichting Logos

p#

*te Gent. Een samenvatting hiervan werd
gepubliceerd in engelse vertaling in:*

VAN NOORDEN, Leon

"The approaching completion of music's automatisaton"

in: DAVIES, Hugh & PANHUYSEN, Paul (Red.)

"Echo, the images of sound"

p.98-102

ed.: Het Apollohuis, Eindhoven, 1987

ISBN 09-71638-03-0

VAN RANDERAAT, J & SETTERINGTON, R.E.

"Piezoelectric Ceramics"

ed.: Philips N.V., Publications Department, Eindhoven 1974

*Deze publikatie, een 'application-note' boek, vormde
voor ons een van de vroegste praktische bronnen voor
schakelingen in verband met afstands-waarnemingen
gebruik makend van ultrasone technieken.*

VERMEULEN, Greta

"Report on the Vermeulen flute"

in: Sonorum Speculum, nr.56, 1974, p.22-35

ed.: Donemus, Utrecht, 1974

VERSTRATEN, Jos

"Pyro-elektrische bewegingsdetektor"

in: RB elektronica computers, Mei 1987, p.30-32

ed.: De Muiderkring B.V., Weesp.

ISSN 0165-6104

VILLCHUR, Edgar

"Reproduction of sound in high-fidelity and stereo phonographs"

ed.: Acoustic Research Inc., Massachusetts, 1962

Heruitgegeven door Dover Publications, NY, 1965

ISBN 486-21515-6

p#

WAANDERS, J.W.

"Piezoelectric Ceramics - Properties and Applications"

ed.: Philips N.V., Eindhoven 1991.

WAGNER, Ronald

"Electrostatic Loudspeakers, design and construction"

ed.: Tab Books Inc., Blue Ridge Summit, 1987

ISBN 0-8306-2832-0

Dit in eerste plaats praktische boek, bevat heel wat nuttige aanwijzingen in verband met de bouw en het ontwerp van elektrostatische luidsprekers. Ook ultrasone transducers kunnen met de aangebrachte informatie worden ontworpen.

WAISVISZ, Michel

"Touch Monkeys"

in: Ars Electronica 1987, p.144-146

ed.: LIVA, Linz, 1987

WAISVISZ, Michel

"Songs from the Hands"

in: DE HEER, Jessica (Red.), "Rumori: de organisatie van geluid"

p.17-19

ed.: Frascati, Amsterdam 1991

WALRAVEN, K.S.M. (Red.)

"Theremin-orgel: een elektronische zingende zaag"

in: Elex, 11ej.,nr. 1, jan. 1993, p.1-15 -1-19

ed.: Uitgeversmaatschappij Elektoer BV, Beek, Nederland

ISSN 0167-7349

WALRAVEN, K.S.M & KERSEMAKERS,P

"Gaslekdetektor"

"Zender en ontvanger voor ultrasoon alarm"

in: 'Elektoer', juli/augustus 1978, p.85-89

ed.: Uitgeversmaatschappij Elektoer BV, Beek, Nederland

ISSN 0013-5895

WEIBEL, Peter

"Zur Geschichte und Ästhetik der digitalen Kunst"

ed.: LIVA, Linz, 1984

WESSEL, David (Red.)

"International Computer Music Conference 1984"

ed.: IRCAM, Paris, 1984

WINCKEL, Fritz

"Musik, Sound and Sensation"

ed.: Dover Publications Inc, New York 1967

ISBN 0-486-21764-7

Oorspronkelijk verschenen in het Duits onder de titel "Phänomene des musikalischen Hörens", Max Hesses Verlag, Berlin, 1960.

WHITE, William B,

"Theory and Practice of Piano Construction"

ed.: Dover Publications Inc, New York, (1906), 1975

ISBN 0-486-23139-9

p#

WHITNEY, John

"Computational Periodics"

in: LEAVITT, Ruth (Red.), "Artist and Computer", p.80 e.v.

ed.: Harmony Books, New York, 1976

ISBN 0-517-52787-1

WOOLNOUGH, Roger

"Images turned into sound may help the blind to 'see'."

in: Electronic World News, November 9, 1992

6.2.: Technische publikaties van fabrikanten:

De hier vermelde publikaties waren onontbeerlijk voor de praktische bouw en ontwikkeling van de in deze studie voorgestelde hardware en software.

- Amplicon Liveline Ltd.

"Data Acquisition measurement and Control"

Brighton, East Sussex, 1992

Uitvoerige catalogus met gedetailleerde technische specificaties m.b.t. ADC converters en dito schakelingen voor gebruik in komputers van de IBM-PC familie.

- Analog Devices Inc.

"Application Guide to CMOS Multiplying D/A converters"

Norwood, Massachusetts, 1978

- Analog Devices Inc.

"Data conversion products databook"

Norwood, Massachusetts, 1988

- Analog Devices Inc.

"Linear Products databook"

Norwood, Massachusetts, 1988

- Analog Devices Inc.

"Data Converter reference manual"

2 boekdelen

Norwood, Massachusetts, 1993

- Analog Devices Inc.

"Amplifier Reference Manual"

Norwood, Massachusetts, 1993

- Analog Devices Inc.

"Special Linear Reference Manual"

Norwood, Massachusetts, 1993

- Contec Product Handbook Vol.6

"Factory and Lab Automation interface boards for IBM/AT"

San Jose, California, USA, 1993

- Control Technology Inc.

"Multitrax Multitasking Microcontroller"

-Programming Manual

-Operations Manual

-AD converter module

-Real Time Clock Module

-LCD display module

p#

- Supplement Manual 64180 processor
ed.: Sintec Company, Frenchtown, NJ,USA, 1991
Dit is het komputerverbord dat we gebruikten voor de eerste implementatie van het onzichtbare muziekinstrument in A Book of Moves, zoals beschreven in hoofdstuk 3.
- Digital Music Systems, Inc.
"Computer Music Catalog"
Boston, 1983
- E-mu Systems, Inc.
"Proteus -16bit multitimbral digital sound module"
Scotts Valley, California, 1989
- EXAR Integrated Systems Inc.
"Function generator Data Book"
Sunnyvale, California, 1981
- EXAR Integrated Systems Inc.
"Timer Data Book"
Sunnyvale, California, 1980
- Harris Semiconductor Inc.
"Linear IC's"
Melbourne, Florida, 1990
- Harris Semiconductor Inc.
"Data Acquisition"
Melbourne, Florida, 1990
- Harris Semiconductor Inc.
"Power MOSFET's"
Melbourne, Florida, 1991
- Intersil Inc.
"Component Data Catalog"
Cupertino, California, 1985
Special Analog functions: Four quadrant analog multiplier p.5.63 - 5.71
Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) p.9.16 - 9.25: gebruikt voor het ontwerp van het Midi-interface.
- Maxim Integrated Products
"CMOS Data Acquisition Catalog"
Sunnyvale, California, 1985
- Motorola Inc.
"The Switchmode Guide"
Geneve, 1984
- NEC Electronics Inc.
"μPD7004 Cmos Successive Approximation AD-Converter"
Application Note, 09/1985
Dit is de chip die we voor de ADC-taken gebruikten in combinatie met het Multitrax-board voor de

p#

implementatie van het instrument in 'A Book of Moves'.

- National Semiconductors
"CMOS Databook"
Santa Clara, California, 1984
- National Semiconductors
"National Linear Databook, Volume 1"
"National Linear Databook, Volume 2"
"National Linear Databook, Volume 3"
Frequency to Voltage convertors, p.5.196 - 5.209.
Balanced Modulator-demodulator, p.5.92 - 5.96
Ultrasonic Receiver, p.5.105 - 5.112
Low Noise Preamp, p.1.35 - 1.38
Santa Clara, California, 1988
- Pennwalt Corporation
"Kynar Piezo Film - Technical Manual"
Valley Forge, 1987
- Philips Data Handbook, part 16
"Components and materials: Piezoelectric ceramics
Permanent magnet materials"
Eindhoven, 1982
- Philips Data Handbook, Book T11
"Microwave diodes and sub-assemblies"
Eindhoven, 1986
- Philips Data Handbook, Electron Tubes, Part 3
"Klystrons, Travelling-wave tubes, Microwave diodes"
Eindhoven, 1983
- Philips Data Handbook
"Components and Materials: Book C19"
"Piezoelectric ceramics"
Eindhoven, 1986
- Philips Components
"Semiconductor Sensors"
Eindhoven, 1988
- Precision Monolithics Inc. (PMI)
"Linear and Conversion Products"
Santa Clara, California, 1987
- G.E.C. Plessey Semiconductors
"Digital Signal Processing"
Scotts Valley, California, 1990
*De toepassingsnota (application note) AN49 p.190-191
over 'pitch discrimination' bevat nuttige informatie met
betrekking tot hardware technieken voor
toonhoogteherkenning in willekeurige elektrische
signalen.*
- Texas Instruments
"Digital Signal Processing Applications"
Texas, 1986
- Texas Instruments

p#

"Linear Circuits for Design Engineers"
(2 volumes)
Texas, 1989
ISBN 0-904-047-52-0

- Toshiba
"The A-D/D-A converter IC Manual"
Tokyo, 1988
ISBN 4-7898-4077-8

p#

Fabrikanten van bijzondere componenten gebruikt in ons onderzoek:

40kHz transducers: EFR-OTB40K2

Panasonic Company,

1 Panasonic Way, Secaucus, NJ 07094

tel.:(201)392-4511

200kHz transducers: - Murata

- Massa Products Corporation, type R283E (lucht!)

280 Lincoln Street, Hingham,

Massachusetts, MA 02043

tel.:(617)749-4800

Pennwalt

Polaroid Corp.

Ultrasonic Ranging System Developers Kits

119 Windsor Street

Cambridge, Massachusetts MA02139

(617)577-4681

Fax.:(617)577-3213

Micromint Inc.

T101 Sonar Ranging Module

4, Part Street

Vernon, Connecticut CT06066

(203)871-6170

Fax.:(203) 872-2204

p#

Persoonlijke kontakten & bijgewoonde demonstraties/relevante concerten

- Larry Wendt
- Alec Bernstein
- Clarenz Barlow
- Michel Waisvisz
- Joel Ryan
- Hugh Davies
- Joel Chadabe
- Don Buchla
- Gordon Mumma
- David Behrman
- Dieter Trüstedt
- Ron Kuivila
- Daniel Brandt
- Marc Trayle
- Stephen Bisshop
- Tim Perkis
- Arnold Dreyblatt
- Marek Choloniewsky
- David Keane
- Jacques Dudon
- Chris Brown
- Josef Anton Riedl
- Alan Strange
- Peter Kolman
- Laurie Anderson
- Frédéric Lejunter
- Bob Ostertag