

COMPUTERGESTUURDE INSTRUMENTEN SPELEN BETER DAN DE MENS

Robotsymfonie

RUIJM VEERTIG JAAR GELEDEN KWAMEN DE SYNTHESIZERS OP. DEZE APPARATEN HADDEN ÉÉN GROOT NADEEL: HET PUBLIEK ZAG DE INSTRUMENTEN NIET. GODFRIED WILLEM RAES ONTWIERP DAAROM ROBOTS DIE AKOESTISCHE INSTRUMENTEN KUNNEN BESPELEN. ZIJN 'MECHATRONISCH' ORKEST REAGEERT OP DE BEWEGINGEN VAN SPECIALE ARTIESTEN. DAT LUKT HET BEST ALS ZIJ GEEN KLEREN DRAGEN.



Het atelier voor metaalbewerking en lastechniek waar de robots worden gebouwd.



Bespelingsmechanisme van de robohobo ter vervanging van menselijke vingers.

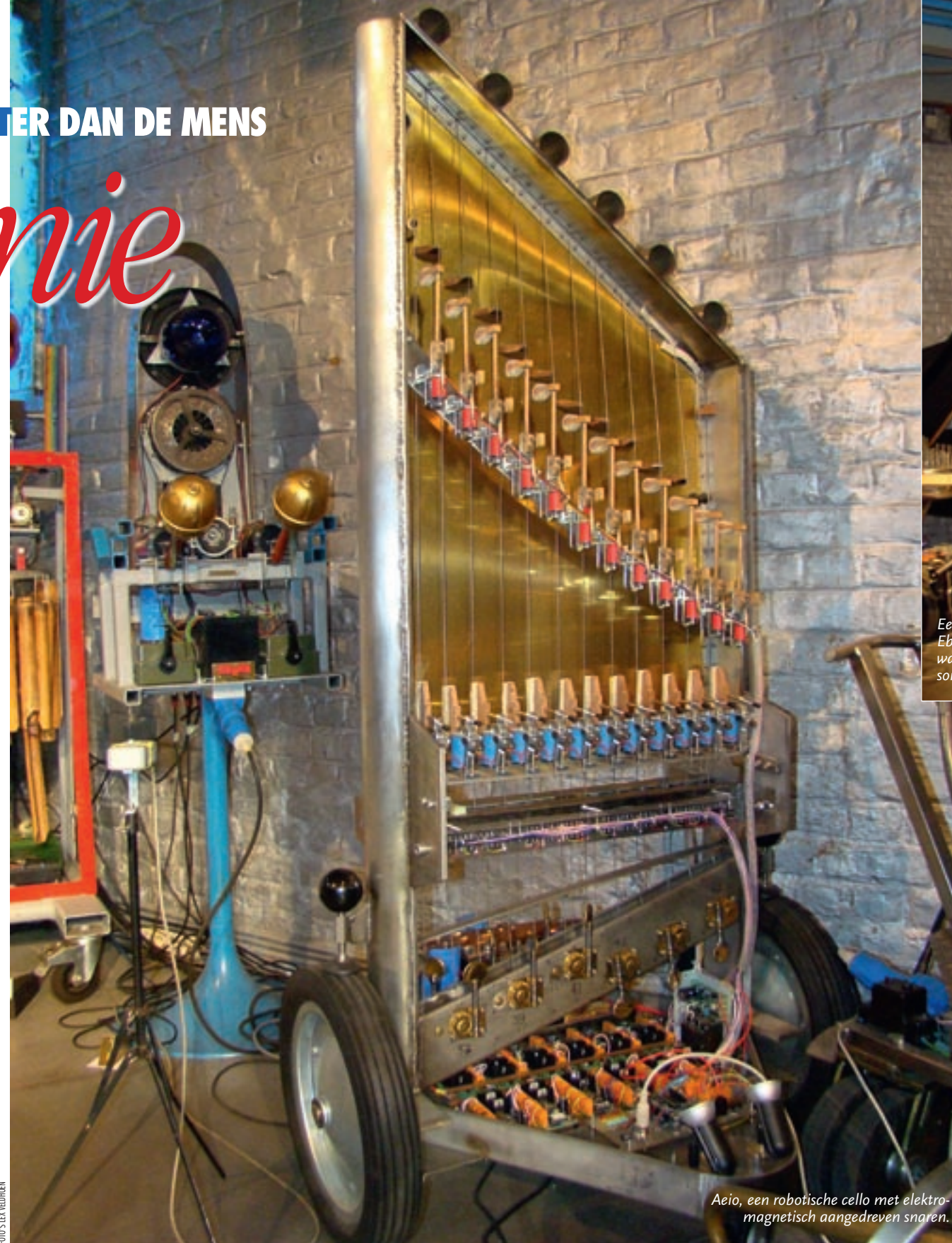
IN DE DRIEHOEKIGE CONCERTzaal staan op de speelvloer ruim veertig muziekautomaten. Het zijn bestaande instrumenten, zoals een trombone, cornet, saxofoon, diverse orgels en een accordeon, allemaal voorzien van elektronica. Maar er staan ook zelfontwikkelde instrumenten: een rij trommels van oplopende grootte, twee zingende zagen, roterende trommels, een psssch (stroken roestvrij staal waarmee technosample-geluiden worden nagebootst) en vier geluidstrommels op de grond, die via grote metalen spiraalveren met het plafond zijn verbonden. Een rek hangt vol koeienbellen en een ander vol apparaten die natuurgeluiden nabootsen, zoals een koperen plaat, die automatisch geschud, een dreigend bliksemgeluid voortbrengt en een papierstrook waarmee wind wordt nagebootst.

Enkele van de elektronisch gestuurde blaasinstrumenten kunnen heen en weer en op en neer bewegen, zodat de klankrichting verandert, net als bij musici, die ook niet de hele tijd stilstaan. De muzikrobots zijn op wagentjes met banden gemonteerd, zodat ze gemakke-

lijk te transporteren zijn voor optredens elders. Ze spelen onder andere muziekstukken die met de computer zijn geprogrammeerd.

Alles is gebouwd door componist, musicus, instrumentbouwer en docent Godfried Willem Raes (59), die les geeft aan het conservatorium van Gent (akoestiek en compositie). Hij oogt als een verstrooid genie, met wilde haren en baard, pijp rokend en enthousiast vertellend.

Zodra de automaten beginnen te spelen, gaan pianotoetsen bewegen, worden trompetknoppen ingedrukt en gaan ventielen op en neer in orgels met houten, koperen en messing buizen. Bij een rek met onder andere metalen strips vertelt Raes: 'Dit is een cello, maar hij heeft een totaal ander uiterlijk gekregen.



Aeio, een robotische cello met elektromagnetisch aangedreven snaren.

De strijkbeweging wordt nagebootst door elektromagneten voor en achter de snaar, die de snaar om beurten aantrekken en loslaten. Zo kan ik het trillingspatroon van die snaar perfect sturen.'

Raes kwam op het idee rond 1968, toen synthesizers de toekomst leken te hebben. 'Tijdens optredens miste je toch iets. Alle geluid kwam uit luidsprekers, onzichtbaar voor het publiek, en niet uit de instrumenten zelf. Deze muziekmachines hier laten duidelijk zien wat

ze doen. Er komt geen luidspreker aan te pas. Het wordt door niets versterkt, het geluid is zuiver akoestisch. De elektronica dient dus alleen om de mechanismen te sturen. Om geluid te krijgen, vinden botsingen plaats tussen instrumentonderdelen als hamertjes, afsluiters en kleppen. Dat gebeurt hier computergestuurd, met gebruikmaking van elektronische onderdelen als spoelen en motoren.'

Raes noemt het geheel ook wel een mechatronisch orkest (mechanisch en elektronisch),



Een performance met Zam Ebale en Moniek Darge, waarin van de bewegingssensoren gebruik wordt gemaakt.

'In tegenstelling tot muziekautomaten uit het verleden, zoals de Decap-orgels en pielementen, zijn deze muziekrobots tot expressie instaat.' Hij vertelt dat bij conventionele orgels alle klanken statisch en constant zijn. Zijn orgeltje is echter zo elektronisch aangepast, dat elke pijp apart met regelbare kracht kan worden aangestuurd. 'Daardoor krijg je op expressief vlak mogelijkheden die met gewone orgels niet uitvoerbaar zijn. Zo kan ik de windfrequentie heel snel moduleren en bijvoorbeeld een rrrrrr-klank produceren. Dat is de bonus die je krijgt door mechanisatie. Dan ga je een kwalitatieve stap verder en dat is mijn bedoeling. Ik zie het voordeel niet van machines

die alleen kunnen wat een mens kan. Je moet als componist verder gaan, meer mogelijkheden ontwikkelen.'

Hij analyseert bij ieder instrument altijd eerst grondig hoe een mens het bespeelt. Bij de sousafoon, de grote tuba, bijvoorbeeld worden de lippen onder een bepaalde spanning gebracht. Vervolgens wordt lucht door het mondstuk geperst, gaan de lippen trillen, waardoor een resonantie tot stand komt in de luchtkolom van de sousafoon, en ten slotte

moeten de vingers de juiste ventielcombinatie indrukken. 'Bij de eerste generatie blaasinstrumenten heb ik een luchtvoorziening gemaakt die de longen vervangt, net als kunstmatige siliconenlippen, die met regelbare kracht tegen het mondstuk aandrukken. Die instrumenten spelen nog altijd. Maar het nadeel is dat ze ook behept zijn met alle tekortkomingen van de menselijke bespeler. Ze kunnen tonen missen, dubbeltonen produceren en andere fouten maken.'

Raes kwam tot de conclusie dat het niet uitmaakt of je blaast of zuigt om geluid te produceren. Omdat de luchtrichting geen rol bleek te spelen, begon hij te experimenteren met een statische drukgolf. 'Dan kun je de sousafoon foutloos laten spelen, veel beter dan de mens het kan.'

RAMMELEN

We lopen van de concertzaal naar zijn werkplaats. Raes werkt er aan meerdere instrumentautomaten tegelijk. Hij pakt een fagot op. 'Bij rietblaasinstrumenten stuur ik de klepjes rechtstreeks aan met elektromagneten, wat normaal genomen de vingers van de bespelers doen. Als je een saxofoon bespeelt, rammelen de onderling verbonden kleppen, wat nogal veel lawaai maakt. Door

De cello heeft een totaal ander uiterlijk gekregen



Godfried Willem Raes bij zijn robotorkest.

iedere klep apart te manipuleren, wordt het mechaniek veel stiller.'

Hij bant niet alleen de tekortkomingen van instrumenten uit, maar ook de beperkingen van musici. Zo kunnen bij een vleugel alle 88 toetsen tegelijkertijd aangeslagen worden, wat een mens niet kan. En zijn vibrafoon heeft regelbare dempertjes voor iedere klankstaaf, terwijl een traditionele vibrafoon er maar één heeft voor het hele instrument.

Raes vertelt dat de grote speelmachines van vroeger, de Nederlandse draaiorgels en Decaporgels in danszalen langs de Vlaamse banen met allerlei instrumenten erin verwerkt, zoals trommels, accordeons en saxofonen, iedere keer weer dezelfde melodie speelden, bepaald door de gaatjespatronen in de rol. 'Met dit

robotorkest kunnen niet alleen met de computer geprogrammeerde muziekstukken worden gespeeld. De output is afhankelijk gemaakt van uiteenlopende soorten input. De meest voor de hand liggende manier is de machines oren geven, zodat ze elkaar kunnen horen, net als musici in een orkest. Daartoe heb ik met medewerkers een apparaat ontwikkeld met een DSP-chip (*digital signal processor*) voor het analyseren van audiosignalen in realtime. Dit systeem zetten we in om de robots naar menselijke musici te laten luisteren en met hen te interacteren. Zo kunnen de robots zich aanpassen aan de muzikale omstandigheden waarvoor ze worden ingezet.'

'We gebruiken ook bewegingssensoren. Bij een muzikant die een of ander instrument

hanteert, gaat altijd motorisch gedrag vooraf aan de klankproductie. Hij beweegt delen van zijn lichaam, zijn lippen, tong, armen, vingers om bij het instrument botsingen en wrijvingen te veroorzaken die klanken voortbrengen. Een instrument is een fysisch object, eigenlijk altijd een hindernis, iets dat in de weg zit en dat je moet leren bespelen. Het zou veel rendabeler zijn als we een technisch apparaat ontwikkelen dat die motorische input van het lichaam kan lezen en vertalen naar welk instrument ook. Dan hoeven we de speeltechnieken van uiteenlopende instrumenten niet meer te leren beheersen. Goed viool leren spelen kost jaren. Wil je vervolgens hobo spelen, dan moet je weer van voren af aan beginnen. Niets van de motorische tech-

IDEALE AKOESTIEK

Godfried Willem Raes heeft een gebouw ontworpen met de ideale akoestiek: het Logos Tetrahedron. De glanzend roestvrijstalen buitengevel heeft twee driehoekvormen in zich. Daarachter bevindt zich behalve een werkplaats een concertzaal, opgebouwd uit vier driehoekige vlakken, die zo een tetraëder vormt. Het gebouw kwam in 1990 tot stand in opdracht van de stichting Logos, die Godfried Willem Raes samen met bevriende musici oprichtte.

Volgens Raes vormt de tetraëder de meest elementaire driedimensionale ruimte. 'Er is maar één methode om vier sinaasappelen op elkaar te stapelen: drie tegen elkaar leggen en de vierde er midden bovenop. Dat is de sterkste structuur, de eenvoudigste ruimtelijke figuur met de meest efficiënte vorm, waarbij met een minimum aan materiaal een maximaal volume wordt verkregen. Bovendien is de tetraëder, in tegenstelling tot de kubus of balk, zeer vormvast. Wat wij in Europa en elders doen, is je reinste waanzin. Waarom bouwen we huizen door stenen zo hoog mogelijk op elkaar te stapelen? Een loodrechte hoek maken op de bodem: niets is zo instabiel en vraagt zo om problemen. Als je een kubus een duwtje geeft, valt hij plat en wordt het een parallellepipedum. Indianen bouwen tipi's met drie palen, zetten die stevig schuin tegen elkaar en binden ze bovenaan vast met een touwtje. Dat is heel sterk, stort niet in en maakt een fundering eigenlijk overbodig, want het is een constructie die zichzelf bij belasting versterkt. Als ze zo huizen zouden bouwen in aardbevingsgevoelige gebieden zoals Japan, zouden er nooit meer slachtoffers vallen.'

Maar een ander kenmerk van de tetraëder is nog belangrijker. Het is volgens Raes de ruimte met de beste akoestiek. Het is de enige geometrische vorm die vrij is van een eigen resonantiefrequentie, omdat er geen parallelle wanden zijn. Ze staan alle onder hoeken van $70,53^\circ$. 'Een vierhoekige ruimte is behept met allerlei soorten voorkeurfrequenties, die storend werken. Ideaal is een concertzaal die op alle tonen gelijkmatig reageert en die geen badkamerakoestiek heeft. Maar de driehoeksvorm staat haaks op onze architectuuropvatting, we willen altijd rechte wanden. Bij concertzalen worden de akoestische nadeln ingezien van de rechthoekige doos, maar er wordt getracht die op te lossen door hoeken af te zwakken. Binnen een tetraëder kunnen geen staande golven optreden en akoestische golven kunnen elkaar

niek van de viool kan je van dienst zijn bij het bespelen van de ho-

bo. Om een universele speeltechniek te ontwikkelen, zetten we lichaamsbewegingen en motoriek om in informatiestromen die we in de computer kunnen hanteren. Dan kunnen we elk instrument bespelen.'

Hij wijst op bewegingssensoren op en rond het speelveld, deels bevestigd aan de blauw-metalen, opengewerkte dragers van de constructie van de concertzaal. Andere zien er uit als microfoons en staan, bevestigd op muziekstandaards, tussen de muziekatomen in. 'De bewegingsherkenning werkt via sonar- en radartechnologie, door reflectie van de golven op de huid.' Het voordeel van sonar is dat het erg gevoelig is, terwijl radar veel verder reikt en minder last heeft van externe stoorsignalen. Alle metingen zijn gebaseerd op doppler-

reflectie: bij beweging heeft het weerkaatste signaal een andere frequentie dan het uitgezonden signaal.

'Het is een complexe meting', vertelt Raes, 'want als een arm zwaait, beweegt elk punt op die arm met een andere snelheid. Toch is het ons gelukt het frequentiespectrum eenduidig te koppelen aan bepaalde bewegingen. Ons systeem werkt ook beter dan de veel gebruikte videoregistratie. Die is veelal te traag en is afhankelijk van de positionering van de muzikant in de ruimte. Wij benutten alleen de bewegingsinformatie en zijn daardoor eenvoudiger, sneller en ongevoelig voor lichtveranderingen.'

Het is overigens niet de bedoeling dat bijvoorbeeld een pianist in de lucht toetsen gaat bespelen. 'We vertalen een hele reeks specifieke bewegingen in tonenreeksen voor de muzikrobotten.' Hij schakelt de apparatuur in, draait aan knoppen, gaat midden op het speel-



De buitenzijde van het Logos gebouw, waarbinnen zich de tetraëderzaal bevindt.

nooit versterken. Bovendien kan met een minimaal akoestisch vermogen een maximale ruimte worden gevuld, een eigenschap die voor het bespelen van niet-elektrische instrumenten bijzonder aangenaam werkt.'

Ook vanuit energetisch standpunt is de tetraëder volgens hem ideaal. 'Het is de goedkoopste ruimte om te verwarmen. Net als bij geluid wordt de warmte via de wanden teruggestraald en gelijkmatiger verdeeld. Omdat warme lucht stijgt, is het erg efficiënt dat de ruimte naar de boven toe kleiner wordt.'

vlak staan en maakt een zwiepende, verticale beweging met zijn arm, alsof hij op een trommel slaat. Uit het rek met de trommels klinken vervolgens een paar slagen. 'De instrumenten kijken als het ware via de sensoren naar de lichaamsbewegingen en reageren erop. Voor een optimaal effect moet de artiest naakt optreden. Dat heeft wel tot enige controverse geleid.'

De uitvoerende kunstenaars zijn een soort hybride van musicus en danser. 'Mentaal moet je musicus zijn, want je maakt muziek. Aan de andere kant vergt het spelen ook een heel goede motorische beheersing. Daarom heb ik deze techniek Namuda genoemd: *Naked music dance*. Gelukkig zijn er mensen die beide disciplines goed beheersen.' ●

Iedere maand is er een (thema)concert in het Tetrahedon, Bomastraat 26-28, Gent. Meer info: www.logosfoundation.org