

KADER

Philips Research beschikt over acht laboratoria: twee in de Verenigde Staten en Duitsland. een in België, Frankrijk, Engeland en Nederland. Het Natuurkundig Laboratorium, het Nat.Lab. is met 2400 werknemers verreweg het grootste. Er werken ongeveer net zoveel mensen als in de andere zeven laboratoria samen. Het Nat.lab. is het grootste industriële laboratorium van Europa en heeft per jaar meer te besteden dan de hele TU Delft.

Het lab onderzoekt de mogelijkheden voor nieuwe producten. Lang niet alles wat op het lab wordt bedacht leidt ook tot een product. De productdivisies, zoals consumentenelektronica en licht, bepalen uiteindelijk wat ze met de aangereikte mogelijkheden doen. Het onderzoek levert vele octrooien op. Een sterk octrooienpakket is belangrijk, niet om te voorkomen dat concurrenten Philips-uitvindingen toepassen, maar om kruislicenties te kunnen aangaan met de belangrijkste concurrenten. Zo krijgt Philips zelf een grotere vrijheid van handelen. Het lab vormt voorts een venster op de wetenschappelijke wereld en onderhoudt contacten met universiteiten in vele landen. Een flink aantal medewerkers van het Nat.lab. vervullen in deeltijd een hoogleraarschap.

Een lichtbruine vooroorlogse automobiel draait de oprijlaan van een landhuis op. En nog eens. En nog eens. Peter de With hoeft niet eens meer te kijken: hij heeft dit videofragment al duizenden keren gezien. Maar een bezoeker zet hij de beelden graag voor. Ze demonstreren een techniek die hij heeft ontwikkeld om het aantal bits dat nodig is om een digitaal beeld op te slaan te reduceren. De kunst is om dat zo te doen dat het niet te zien is. Bitreductie is een van de strategieën die onderzoekers van het Nat.lab. volgen om digitale video voor huiskamergebruik mogelijk te maken.

Het cruciale verschil tussen digitale audio en digitale video is dat voor de laatste ongeveer honderd keer zoveel bits per seconde nodig zijn. Een gewoon televisiebeeld bestaat uit zo'n 414.000 punten. In een digitale televisie moet elk van die punten worden aangestuurd. Uit waarnemingsonderzoek is gebleken dat mensen ongeveer tweehonderd grijstinten kunnen onderscheiden. Die passen dus nog net in een acht-bitcode die 256 mogelijkheden biedt. Een acht-bitcode op elk beeldpunt vergt dus 3.3 miljoen bits per beeld, alleen voor zwart-wit. Aangezien op televisie elke seconde 25 beelden worden opgebouwd, zijn er per seconde 83 miljoen bits nodig. Voor kleurentelevisie is dat nog eens twee keer zoveel. En dan hebben we het nog maar niet over high definition televisie, waarvoor digitale video uiteindelijk wordt ontwikkeld. Een seconde Loekie de Leeuw en uw harde schijf is vol. Anders gezegd: op een video-8 cassette kun je hooguit een kwartier digitale video opnemen. Dat is natuurlijk niet te verkopen.

Uitgangspunt van Philips is dat op een handzame videocassette circa drie uur moet kunnen worden opgenomen. Er zijn grofweg drie strategieën om dat te bereiken: het aantal bits terugbrengen zonder zichtbare informatie te verliezen, de bits dichter op elkaar op de band zetten, en dunnere banden gebruiken zodat er meer in een cassette past. Zevenentwintig mannen en twee vrouwen werken in de groep magnetic recording aan opnamemediën, beeldverwerking en recordertechniek. Ze brengen kennis uit totaal verschillende vakgebieden bijeen: elektronica, mechanica, wiskunde, informatica, natuur- en scheikunde. Hun taak is te ontdekken wat kan en niet kan.

Flexibel

Een vertoning van De Withs videofragmenten vergt enige voorbereiding. Hij heeft een groot deel van de beeldbewerkingsalgorithmen alleen nog maar in software gerealiseerd. Dat is flexibel. Hij kan nu nog gemakkelijk iets veranderen. Maar het is ook ijsingwekkend traag. Het doorrekenen van een beeld kost twee minuten netto rekentijd op de grote Vax 8800 computer. Om een paar fragmentjes van een seconde te tonen moet de computer een hele nacht rekenen. Do resultaten slaat hij op supersnelle harddiscs op, zodat ze de volgende ochtend bekeken kunnen worden.

"Je kunt het grote vlak achter een nieuwslezer natuurlijk punt voor punt beschrijven, maar het is efficiënter de grenzen van het vlak aan te geven en vast te leggen dat alles daarbinnen die kleur heeft" verklaart DeWith een belangrijk aspect van bitreductie. "Je moet de eenheid van informatie ook weer niet te groot nemen. Als er een haar op de tape zit, ben je meteen duizend bits kwijt. Dat mag geen al te dramatische gevolgen hebben voor het beeld."

Het terugbrengen van het aantal bits per beeld gaat in verschillende stappen. Eerst zorgt een wiskundige bewerking ervoor dat de informatie in het beeld wat efficiënter wordt beschreven. Om het aantal bits verder terug te brengen maakt De With gebruik van enige beperkingen van het menselijk gezichtsvermogen. Zo is het oog minder gevoelig voor grijsnuances in lijntjes naarmate deze dichter bij elkaar staan. op zulke plaatsen is de grijswaarde dus met minder bits adequaat weer te geven.

Door nu de meest voorkomende grijswaarde de kortste code te geven kan de informatie met een minimaal aantal bits worden beschreven. Deze techniek heet variabele lengte codering en is op zich stokoud. in het morse-alfabet wordt precies dezelfde techniek toegepast. Bij beelden met niet al teveel kleine details is de bitomvang zo teruggebracht tot een te behappen niveau. Bij heel drukke beelden is nog een extra reductiestap nodig, waarbij kleine elementen worden weggelaten. Bij het terugrekenen van de opgeslagen bits naar een beeld ontbreekt er dan informatie, zodat er ruis in beeld komt. De With: We leggen de ruis dan daar waar het oog er het minst gevoelig voor is – op de randen van vlakken.

Achtereenvolgens toont hij de originele fragmenten en de fragmenten die zijn teruggerekend uit de gereduceerde beeldinformatie. Vanaf normale kijkaafstand is er geen verschil te zien. Van dichtbij wekken heel drukke beelden soms de indruk minder scherp te zijn dan het origineel, maar het blijkt erg lastig om aan te wijzen waar dan precies het verschil zit.

Knoppenkasten

Een verdieping lager, weggedrongen door de alsmaar uitdijende bibliotheek, zit de Vlaming Pascal Beirens in een smal experimenteerkamertje voor een toren met knoppenkasten. Naast hem staat een stevige tafel waarop een rond velletje tape met een recorderkopje wordt afgetast. Hij onderzoekt wat er gebeurt als je op verschillende soorten bandmateriaal de sporen gaat versmallen.

De sporen op een videoband lopen niet in de lengte naast elkaar, zoals op een audioband. maar diagonaal. Het is duidelijk dat naarmate de sporen smaller zijn er meer informatie op de band kan. Maar het schrijven en lezen luistert dan ook veel nauwer. In zijn opstelling kan hij kop en band optimaal met elkaar in contact brengen. Beirens: “Daardoor krijgen we hier soms heel andere resultaten als boven, op de experimentele recorder, bijvoorbeeld doordat ze daar een slechter kop-bandcontact hebben.”

Hoewel Beirens voornamelijk met Philips tape in de weer is, hetzij confectie, hetzij elders in het lab speciaal vervaardigd, doet hij ook wel metingen voor andere tape-fabrikanten: “Die kunnen ze den vergelijken met hun eigen metingen. Dat is nuttig omdat de meetcondities niet uniform zijn. We proberen wel goede contacten te onderhouden met andere fabrikanten.”

We richten ons vooral op cobalt-chroomtape”. Licht fysicus Hugo Cramer toe. “Dat is niet op de markt. Het onderzoek levert dezelfde kennis op als wanneer we zouden meten aan chroomdioxidetape. Maar dan zouden we de resultaten nooit mogen publiceren van de produktdivisie”. Cramer en zijn kamergenoot Steven Luitjens hechten veel waarde aan het publiceren van hun onderzoeksresultaten en houden daar bij de keuze van hun onderzoeksobjecten rekening mee.

Op het lab bestaan twee onderzoeksculturen. Er zijn mensen die hun prestige vooral ontlenen aan hun publikaties, en er zijn er die het in de eerste plaats moeten hebben van het ontwikkelen van een werkende machine.

Het maken van bijzondere stukken band is het werk van chemicus Kees Slob. Hij huist op een flink eind lopen door een doolhof van gangen, trappen en hallen en maakt geen deel uit van de recordinggroep. Hij werkt wel in een zogeheten transsectorale activiteit samen met onderzoekers als Luitjens, Cramer en Beirens. De door de vele zuurkasten niet aflatende tocht en de aanwezigheid van douches op de gangen verraden het chemisch karakter van de afdeling. Elektronici moeten geen water in de buurt.

“Een gewone tape bestaat uit een folie van tien à vijftien micron dik met daarop een laklaag van ongeveer drie micron”, zegt Slob. “De magneetdeeltjes zitten in die laklaag. Om op te nemen zou je aan een dikte van een micron genoeg hebben, maar zo’n dunne laag kun je niet aanbrengen door de vloeieigenschappen van de lak.” Er zit dus drie keer zoveel lak op een band dan nodig is om goede opnamen te maken. Bovendien maken die twee micron ongeveer vijftien percent van de dikte van de band uit. Het zou dus mooi zijn als die twee micron weg kon worden gewerkt.

Slob maakt opnamemedia, niet in lange stroken, maar op velletjes. Voor onderzoek is dat voldoende. Het dragerfolie krijgt hij kant en klaar aangeleverd. De lak maakt hij zelf in het vieze hok, een piepkleine betegelde ruimte met een zuurkast en toch weer flink wat elektronica. Oplosmiddel, magneetdeeltjes, bindmiddel en enkele andere chemicaliën giet hij bijeen. De magneetdeeltjes klonteren allemaal aan elkaar, zodat de lak in deze vorm onbruikbaar is. Daarom gaat de lak samen met duizenden kleine, maar loodzware zirconiumsilicaatpareltjes in een centrifuge. Enige uren slaan de pareltjes de magneetdeeltjes van elkaar. Slob: "Daarna heb je enkele uren om iets met de lak te doen. Als je langer wacht klonteren de magneetdeeltjes weer aan elkaar."

In een stofvrije ruimte draait de op een glasplaat steunende folie in het rond. De lak wordt erop gespoten en door de centrifugale kracht verdeeld over de folie. Na het bereiken van de evenwichtsdikte wordt de lak in een halve minuut gedroogd. Vervolgens wordt de laklaag aangedrukt met een roterende kogel. In de fabriek lopen de brede banen tape tussen zware rollen door.

Voordat Slob een stuk tape aan de recordingjongens geeft doet hij er zelf nog wat metingen aan. Hij plakt bijvoorbeeld een stukje plakband over de tape. wrijft erover met de rug van een schaar, snijdt voorzichtig met een scheermesje lange de rand van het plakband, en trekt het plakband er weer af. De magneetlaag trekt hij over een flink stuk mee. De dikte van die laag meet hij door in een trillingsvrije opstelling een naaldje met een diamanten punt over het stukje tape laten lopen. De uitslag van het naaldje wordt opgeslagen in een antieke Apple II computer. Uit een plotter komt een grafiekje. Slob pakt een geodriehoekje en meet de sprong van de naald op de plaats waar de magneetlaag eraf is getrokken: 4.4 micron. Vrij dik dus. Slob: "Ik heb dit nooit geautomatiseerd. Het meetprogramma heb ik niet zelf geschreven en dan is het een enorme klus om iets te veranderen."

Rivaliteit

De studeerkamer – denkspleet zeggen ze op het Nat.lab. – van Cramer en Luitjens is bezaaid met papier. Ze zijn net bezig een conferentiepapier voor te bereiden. Cramer moet bovendien een donderdagochtendvoordracht houden. Het is een oeroude gewoonte op het lab dat een onderzoeker na een jaar of drie zo'n voordracht houdt in het groot auditorium. waar dan enkele honderden collega's zijn verhaal aanhoren. Twintig minuten heeft hij om de essentie van zijn onderzoek uiteen te zetten. Voor zijn collega's van magnetic recording oefende hij eerst een keer. Van verschillende mensen komen suggesties over hoe het duidelijker kan, hoe het korter kan en hoe de dia's verbeterd kunnen worden. Hij heeft nog een week.

Natuurlijk denkt hij vast na over mogelijke vragen, bijvoorbeeld over hoe de prestaties van magnetische media zich verhouden tot die van optische media zoals wisbare compact discs waar een andere groep op het lab onderzoek naar doet.

"Zelfs bij de meest optimistische extrapolatie van optical recording kan er altijd nog drie keer zoveel op een video-8 cassette dan op een cd". aldus Hugo Cramer grijnzend. De onderlinge rivaliteit tussen beide groepen wordt vooral in dit soort speldeprikjes uitgeleefd.

"Hugo kan precies vertellen waarom een niet-lineair effect er op een bepaalde manier uitziet op de band" vertelt Howai Wong-Lam. "Voor mij is dat niet zo belangrijk. Voor mij is de vraag hoe je het kunt vermijden." Wong-Lam, afkomstig uit Hongkong, kijkt als electronicus naar de smalle sporen: bij heel smalle sporen krijg je er alleen een net signaal uit als de mechanica van de recorder perfect werkt. Mechanica is zoals bekend kwetsbaar en daarom zoekt men naar spoorvolgmethode die daarvan minder afhankelijk zijn. Zulke methoden berusten op het toevoegen van extra informatie aan het signaal. Die informatie genereert bij het aftasten een toon, die voor elk spoor anders is. Afhankelijk van de hoeveelheid 'verkeerde' toon kan de elektronica razendsnel bepalen hoeveel tienden micron de kop fout zit, zodat die meteen bijgestuurd kan worden. Wong-Lam is bezig enige methoden met elkaar te vergelijken. Een belangrijk criterium daarbij is robuustheid: doet hij het nog steeds goed als er bijvoorbeeld een haar op de band zit?

Ze spreekt goed Nederlands. zij het met een wat Amerikaans aandoend accent. Toen ik hier kwam, twee jaar geleden, mocht niemand Engels met me praten. Dat was heel moeilijk. Anderen moesten veel geduld hebben. Soms duurde het wel een kwartier eer ik iets begreep. Ik had wel een intensieve cursus Nederlands gehad, maar pas na een half jaar kon ik ook technische discussies aan." Hoewel er op het lab vele buitenlandse onderzoekers rondlopen en publikaties vrijwel altijd Engelstalig zijn, wordt het Nederlands consequent als voertaal gehanteerd, zowel bij de koffie als bij de knoppen.

“Binnen de groep hebben we het meeste contact met Howai” aldus Cramer. “Zij heeft meer vrijheid om te experimenteren want ze zit niet in een project. Anderen kunnen niet teveel risico nemen. Hun onderzoek moet af. Wij zijn vrijer. We hebben wel een planning: we willen bijvoorbeeld over twee jaar een bit per micron recordingdichtheid halen. Maar als we dat ongeveer halen is het ook goed.”

Even wennen

Werken in projecten met een strak tijdschema komt de laatste jaren steeds meer voor in het industrieel onderzoek, ook op het Nat.lab. waar de onderzoekers vanouds veel vrijheid genoten. De voortdurend stijgende kosten van het onderzoek hebben er ook toe geleid dat veel projecten worden uitgevoerd in samenwerking met bijvoorbeeld universiteiten, maar ook met andere bedrijven. Het bouwen van een experimentele digitale videorecorder vindt plaats in samenwerking met Grundig en de Duitse tak van Thomson-Brand. Dit project wordt door de Europese Gemeenschap gefinancierd.

Die intensieve samenwerking met onderzoekers van andere bedrijven was wel even wennen, aldus elektronicus Albert Rijckaert: “In het begin was er wel wantrouwen ten opzichte van elkaar. In de loop der jaren is dat wel veranderd. Nu gaan we heel open met elkaar om. Ook al is ergens nog geen octrooi voor aangevraagd is dat niet per se een reden om te zwijgen. We zeggen er dan wel bij dat er nog geen octrooi is. Dat vertrouwen is nog niet beschaamd.” Minstens eens per maand ontmoeten de onderzoekers van de drie bedrijven elkaar. Verder wordt er veel getelefoneerd en vooral gefaxt. Rijckaert: “Je leert elkaar dus echt goed kennen. Uit dat vele samen praten komen ook heel nieuwe ideeën naar voren en die leiden soms ook tot gezamenlijke octrooien.”

De partners in het project hebben allerlei afspraken met elkaar gemaakt, bijvoorbeeld over hoe ze digitale informatie op de band zullen zetten. Dat betekent dat ze later banden kunnen uitwisselen en meetresultaten met elkaar kunnen vergelijken. Ze houden ook identieke experimenteerrecorders en nemen daarbij elk enkele onderdelen voor hun rekening. Rijckaert: “Nadeel daarvan is dat je echte prints moet maken. Anders maken we vaak experimenteerprints met gesoldeerde draadjes. Dat gaat veel sneller.”

Dat het onderzoek door de EG wordt betaald betekent overigens niet dat de groep magnetic recording daardoor extra mensen of extra geld krijgt, zoals op universiteiten gewoonlijk gebeurt. Men doet wat men toch al zou doen, alleen gaat het in een project wat sneller en is het gemakkelijker om met andere bedrijven contacten te onderhouden. Groepsleider Erik Persoon: “Maar je bent minder flexibel in zo'n project. Je moet extra moeite doen als je wilt afwijken van de gemaakte plannen.”

“Wat je belooft, daar ben je zelf bij”, aldus Rijckaert.

Hij ontwierp een heel vernuftig rotatieplateau waar niet alleen de koppentrommel op zou komen, maar ook plaats was voor een microscoop om het contact tussen koppentrommel en band te bestuderen en voor andere meetinstrumenten. Het maken ervan bleek ingewikkeld. “Toen hebben we eerst een simpeler systeem gemaakt. Dat was snel klaar, zodat we verder konden. Ondertussen zijn we verdergegaan met het ingewikkelder plateau. Het is allemaal gereedschap. Je wilt het snel hebben, want je wilt meten.”

Voor de nieuwe recorder gebruikt men een standaard VHS-koppentrommel met een doorsnee van vier centimeter. Het binnenwerk van de trommel, bestaande uit vier koppen die elk hun eigen voorversterker en voeding hebben en nog wat andere elektronica, is speciaal ontwikkeld. Het ontwerpen ervan is moeilijk omdat het zowel mechanisch als elektronisch ingewikkeld is. Rijckaert: “Een mechanicus denkt niet aan de draadjes die door de constructie moeten, een elektronicus houdt er geen rekening mee dat er ergens schroefjes in moeten. Ik ben elektronicus, ik heb geen verstand van mechanica. Wij praten altijd over toleranties van microns en dan vloeken die mechanici ons soms stijf.” Mechanicus André Luyten: “Een graad temperatuurverschil en weg is je micron.”

De onderzoekers moeten voortdurend afwegen of ze een onderdeel kant en klaar kopen of zelf (laten) maken. Als het maar enigszins mogelijk is gebruikt men liever standaardonderdelen omdat een opstelling dan sneller klaar is. Luyten: “Er kan vaak veel meer dan je denkt. Voor de trommel wilden we een kleinere tolerantie dan normaal, omdat hij bij een hoger toerental wordt gebruikt. Toch bleek hij op een gewone produktiemachine te maken, alleen door er iets meer tijd en aandacht aan te besteden. Maar dat gaat altijd nog veel sneller dan zelf maken.” Om onderdelen met de allerhoogste graad van nauwkeurigheid te kunnen maken heeft het Nat.lab. zelf machines ontwikkeld. Hiermee zijn toleranties van tienden van een micron haalbaar. Zo'n machine is nergens te koop.

Doorgangshuis

In de groep heersen zoals in de meeste fysische laboratoria egalitaire omgangsvormen. Toch kent ook het Nat.lab. zijn rangen en standen. Het belangrijkste is het onderscheid tussen academici - academen zeggen ze op het lab - en de rest, voornamelijk hts'ers. Academen krijgen na drie jaar een assistent. Zij mogen ook meteen meedoen aan de verkiezingen voor de Coco, het oerdezeggenschapsorgaan van het lab. Hts'ers mogen dat pas als ze vijf jaar in dienst zijn. De meeste staan dan al weer op het punt om te vertrekken, want het Nat.lab. is voor zeventig procent van de onderzoekers een doorgangshuis. Dat is bewuste bedrijfspolitik: het overplaatsen van mensen van het lab naar een produktdivisie is een heel efficiënte manier om kennis over te dragen. Jacques Rombouts werkt nu drie jaar als assistent. Nog een paar jaar, dan wil hij wel weg uit het lab. omdat hij "iets met mensen" wil maar ook vanwege de hiërarchie: "Als hts'er sta je hier onderaan. Bij een produktdivisie kun je een hogere functie krijgen."

"Ik heb het goed getroffen als assistent", zegt Rombouts. "Ik heb veel vrijheid om te experimenteren. Maar er zijn er ook die min of meer meetslaaf zijn. Wat ik morgen precies ga doen weet ik nog niet. Toch moet ik ook voortdurend vooruit denken. want het duurt nu eenmaal weken eer iets op de werkplaats is gemaakt. Als ik daar ben gaat de dialectknop wat verder open. Het zijn daar allemaal Brabanders. Ik kom zelf ook uit een dorp hier in de buurt. Dat scheelt. Dan is je werkstuk een paar weken eerder klaar."

"Mijn baas zegt bijvoorbeeld meet dit eens. Dan moet je wel weten hoe. We zitten altijd aan de grens van wat meetapparatuur kan. Dat is soms lastig bij het kopen van spullen. Als we met een vertegenwoordiger praten moet dat eigenlijk op een peeskamertje bij inkoop, anders zien ze teveel. Maar soms komen ze toch hier. Om efficiënter gebruikt te maken van de kostbare meetapparatuur bestaat er sinds kort een uitleencentrum, het Instrumentarium. Te duur is echter nooit een criterium. Rombouts: "Als je kunt onderbouwen dat je een apparaat nodig hebt, krijg je het. Sinds ik hier ben heb ik voor een paar ton aan meetapparatuur om me heen verzameld. Ik heb nog nooit meegemaakt dat ik iets niet kreeg."

Bovenaan de hiërarchie binnen de groep staat de groepsleider. Tot enige jaren geleden fungeerde een primus inter pares van de onderzoekers tevens als groepsleider. Die taken zijn niet meer te combineren. De papier- en vergaderwinkel rond het onderzoek is een full time job geworden. Erik Persoon zit zelf dan ook niet meer aan de knoppen: "Ik kijk naar de richting van de groep op wat langere termijn. Niet alleen techniek en fysica zijn belangrijk, maar ook wanneer een produkt af moet zijn en wat daarvoor nog gedaan moet worden. Ik probeer ook wat meer gevoel in de groep te krijgen voor de wensen van de consument." Dat heeft te maken met misschien wel de belangrijkste ontwikkeling op het lab in de laatste decennia: ongeveer twee derde van het onderzoek vindt nu plaats in nauw overleg met de produktdivisies. Het traject van onderzoek via produktontwikkeling naar produktie moet korter. Innovatie moet sneller, alsmaar sneller.