

MAXWELL

Magazine of the Electrotechnische Vereniging



Edition 16.2
January 2013

Molecular electronics

Geleiding door moleculaire netwerken

Grafeen

Nieuwe ingrediënten van je smartphone?

Quantum Computing

Quantumcomputers en qubits

Helios 3D

De winnende LED-kubus

Het optimum in energie



Deerns

...brengt ideeën tot leven

Bijdragen aan een optimaal duurzame en comfortabele leef- en werk-omgeving is de kern van onze missie. Dat doen we door de ontwikkeling van innovatieve en energiezuinige gebouwconcepten.

Deerns is het grootste onafhankelijke adviesbureau in Nederland op het gebied van energie, bouwfysica en installatietechniek. Met projecten over de hele wereld en vestigingen in Europa, Dubai en de Verenigde Staten is Deerns bovendien een toonaangevend internationaal bureau.

Gezonde leef- en werkomgeving
Bedrijfskritische faciliteiten
Duurzaamheid en energie
Nieuwe techniek
Veiligheid

www.deerns.nl/vacatures

From the board

While the year progresses

Dear Reader,

First off, I would like to greet everyone into the new year of 2013 and also almost into the third quarter of this academic year. It surely seems like yesterday that we welcomed the second part - out of four - of our time as board members of the ETV.

The start of the second quarter was very busy, as the association had a lot of activities in the first week and as the board had to do with two members less during the second. Menno and Pascal had set aside their duties for a week or so to meet other Electrical Engineering students that – from all over Europe – had gathered in Lisbon, Portugal in the EESTEC congress. They surely had a blast, improving their international contacts among Electrical Engineers and learning more about EESTEC itself. Now they are more prepared for organising the LC Delft event which will be in June this year.

Also has there been decided upon organising a skiing vacation by one of our members for the members of the ETV. At first, we weren't to enthusiastic about it ourselves but as a good initiative should, it was empowered quite quickly with a lot of energy from others. It is already filled to the brim with participants and I'm actually joining in myself!

For the holidays, in the weeks before the vacation, we had two fun lunches – One for 'Sinterklaas' and one for Christmas, where we welcomed members and employees into the /Pub for a 'broodjes etv' and some other delicacies. It was most delightful to see so many people together simply having a good time while having a snack. Also it we gave our members the possibility of making their own shoes for Sinterklaas and guess what: He actually took the time to put a set of gifts in every single one of them. During the holiday vacation all the board members went their own ways to catch up with the family.

During the first days of 2013, we had been invited to come and visit one of our honorary members, Leo Ligthart, and it was a most interesting visit. All the way up in Friesland we had a great dinner, ac-

companied by amazing stories and a good wine. I can't wait for the other dinners that are being planned.

We wish everyone good luck with the upcoming exams and also some fun in the lecture free week that comes after them.

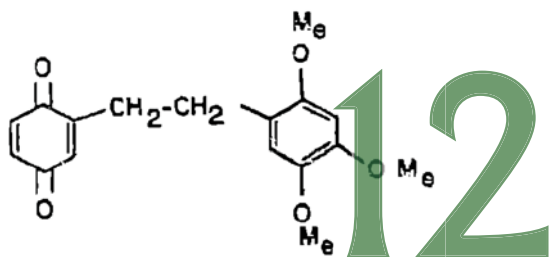
On behalf of the dynamic board,

Derk-Jan Hulsinga,
President



One of the pictures that didn't make it on to the Christmas card

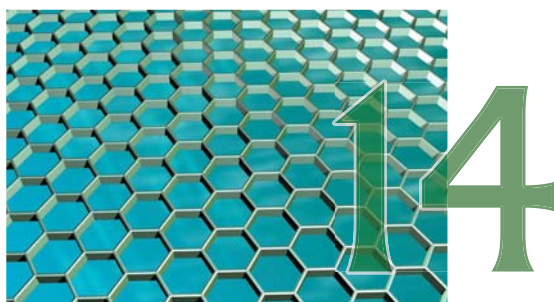
Theme content



Molecular electronics

Geleiding door moleculaire netwerken

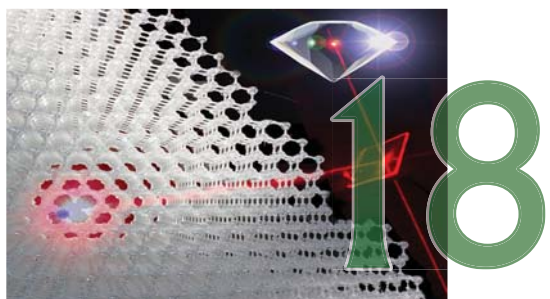
Language: 



Grafeen

Nieuwe ingrediënten van je smartphone?

Language: 



Quantum Computing

Quantumcomputers en qubits

Language: 



Exploring the research groups

Interactive Intelligence

Language: 

ETV MAGAZINE "MAXWELL" Year 16 - edition 2 - January 2013 PRINTING DeltaHage B.V., Den Haag NUMBER OF COPIES 800 EDITORS Jeroen Ouweneel, Ester Stienstra, Adriaan Taal, Isabelle Vlasman, Derk-Jan Hulsinga, Tobias Roest CONTACT Maxwell, p/a Electrotechnische Vereniging, Mekelweg 4, 2628 CD Delft, phone: 015-2786189 or 015-2781989, e-mail: maxwell@etv.tudelft.nl, website: www.etv.tudelft.nl CHANGE OF ADDRESS Please send your changes to the address above, or use the website ADVERTISEMENTS Deerns (p.2), Technolution (p.10), Vanderlande (p.23), Lely (p.26), Frames (p.31), Croon (back) SUBSCRIPTIONS Non-members can receive the Maxwell four times a year, against a contribution of €10,- per year. For more information, please contact the Maxwell Committee.

... and more

- ✦ From the board  3
A dynamic story from the board of the ETV

- ✦ Newsflash  6
The latest inventions in Electrical Engineering

- ✦ Helios 3D  8
Verslag van de winnende LED-kubus

- ✦ Visiting a conference as a student  10
A students' experiences on a conference

- ✦ Column  20
Ir. D. Weeda

- ✦ ETV Social activities  23
An overview of last quarters' socail events

- ✦ ETV Activities 25
Last quarters' study related activities

Editorial

Dear reader,

We are proud to say that we have created yet another Maxwell including a fascinating theme. This theme in line with the symposium held by the ETV last November. It featured a variety of excellent speakers doing research at renowned Universities all around the main theme: The Future of Computing.

After visiting this symposium and hearing of all the different aspects of the future of computing, we could not help but giving this subject some more attention in this edition of our Maxwell. Within this theme we try to focus a little bit more on the application of these new research subjects in human-machine interaction. For example, what could possibly make a smartphone even simpler for us to use? Try to imagine a completely flexible phone, which will always fit in your pocket, because you can fold it any way you like. Likewise, there are many other solutions for our little every day life struggles with electrical devices. But the bigger problems can be handled as well, as we have heard in the symposium, where a speaker said that a real working quantum computer could calculate just as much as an enormous group of computers covering the whole of North-America.

Exhilarated by all these possibilities for human-machine interaction and computing, we are eager to share these articles with you. Readers that missed the sympo, will have enough to read to get by and readers that did not miss it, will find a great addition in these articles.

Before I conclude, I need to say that, even though this Maxwell is focused on a theme, there are various other interesting articles as well. For example start reading about the Helios 3D project or about Joost van Driel's experience as speaker at a conference and you will be amazed and amused.

Isabelle Vlasman, editor

Newsflash

Updates from the EE field

Author: J. Ouweneel

SPAUN, the simulated brain

The human brain has always been a fascinating research topic. Nowadays measurements can be taken resulting in fancy 3D images that highlight active brain areas. While these tests are able to connect a certain part of the brain to, say, the action of picking up a ball or calculating the resonance frequency of an RLC-network, it doesn't say much about how the actual neurons behave and interact with each other.

One way to probe these interactions is to write a neuron model, wire a bunch of them together and see how they interact. The 'Blue Brain project', which is run by the Federal Polytechnical School of Lausanne, has already made quite some progress in this field. This resulted in the equivalent of 100 rats' neocortical columns – a part of the brain responsible for higher functions, like conscious thought. Quite impressive, if you consider that only one of such neocortical columns is made up of ten thousand neurons, wired together by one billion (!) connections, called 'synapses'.

According to Eugene Izhikevich, chairman of the Brain Corporation in San Diego and co-developer of some early neuronal models, it is not just important to make the largest possible set-of-neurons. Rather, the focus should be on letting these complex models perform human-like behavior.

And this is where SPAUN comes in. Short for 'Semantic Pointer Architecture Unified Network' and developed by the University of Waterloo in Canada, this brain simulator is able to perform several tasks that closely mimic human behavior. This was accomplished by dividing groups of neurons and modelling each

of these groups to behave like several parts of the human brain – capable of processing images, controlling movements or storing short-term memories.

SPAUN uses a digital camera as its eyes and a robotic arm. Combined with the brain, the eye can recognize 28x28 pixel images and remember a sequence of them. What's more, after showing several sequences, with the last one missing the final character, SPAUN can actually 'think up' the final character and write it on paper, using the robotic arm. No fancy calligraphy here though – just a simple, child-like scribble; we are, after all, talking about a very 'simple' brain simulator here).

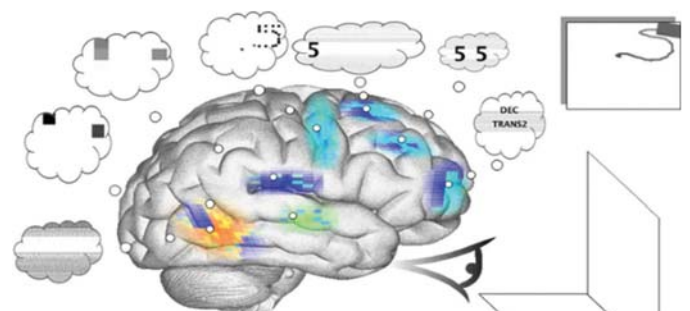
And this is where things get really interesting: when the researchers disable parts of the neurons, the system keeps working – but in a degraded way, which closely resembles the effects of human ageing. Also, when SPAUN is shown a long sequence of characters, the virtual brain has the habit of remembering the first and last characters more easily than the ones in between. This is where the research potential of this project becomes clear.

The drawbacks? First off, SPAUN is not able to 'learn' new tasks. While it can solve problems on its own, the strategy for solving is pre-programmed. Also, simulating just one second of neural behavior takes several hours to compute. Not surprisingly, the following steps are to improve the model, so that in time, SPAUN can work in real-time and learn on its own.

Source: www.nature.com



Want to see how SPAUN works? Check the QR-codes for two short explanatory videos!



An impression of SPAUN. The simulated brain areas are highlighted, and the right top corner shows a '5' it just wrote.



Quantum cryptography over regular fibers

Quantum cryptography is an encryption technique that uses quantum states of photons to send a unique encryption key before transmitting sensitive data. When this key is successfully confirmed by the intended recipient, data transfer can begin. Due to the nature of quantum entanglement, anyone trying to tap into the key actually changes it (because taking a measurement changes the outcome). In this case, the actual data is not sent – making for an extremely reliable protection measure.

Until now, dedicated fibers were necessary in order to successfully receive these photons. Normal data transmission over optical fibers uses over one million photons to transmit a single bit - as opposed to the single photon-per-bit in case of quantum keys. It isn't hard to imagine that scattered light from 'normal' data bits easily overwhelms the quantum bits. This greatly restricts the use of quantum encryption, since dedicated fibers are hard to find - and even when available, are very expensive.

Toshiba's Cambridge Research Laboratory has found a way to solve this problem. Researchers placed a very sensitive detector at the receiving end of the line, that starts detecting at precisely the expected arrival time of the quantum photon – after which it stays open for the incredibly short time of one hundred millionths of a micro-second (or 10^{-14} s). The shortness of the window prevents detection of the scattered light from 'regular' data, and thus, detection of the quantum photon is possible.

The final result? Detection of secure keys at a rate of 500 kilobits per second – on a fiber that simultaneously carries 1 gigabit per second of data in both directions over a distance of 50 kilometers. Toshiba Research claims this research will allow quantum cryptography to go mainstream – we'll see if they are right or not.

Source: www.toshiba.eu

Graphene and nanotubes - the future of batteries?

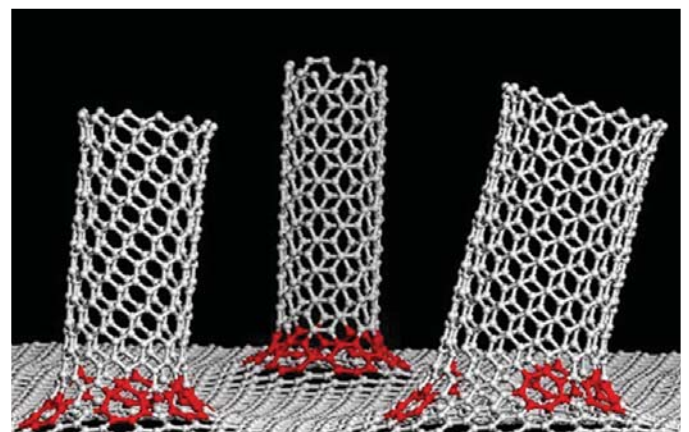
We've all heard about the endless possibilities of graphene – single atom thick carbon sheets – and their rolled-up, three dimensional brothers: nanotubes. What could be even more exciting? Combining them – and exciting it is.

It has often been tried to grow nanotubes on metal electrodes, but even when this was successful there remained an electronic barrier between the nanotubes and the electrodes, thereby preventing electrons from flowing between them easily. To solve this, researchers from the James Tour Group at Rice University came up with the idea of first growing a sheet of graphene on the (copper, in this case) electrode; next, aluminum oxide and an iron catalyst are placed on top of the graphene. Within minutes, this interesting concoction grows a forest of nanotubes from the graphene a controllable 120 microns high. Put into context, when taking the width of nanotubes as that of a tree, they would be long enough to reach beyond the atmosphere and into space.

A great figure, but what is the significance of this graphene-nanotube hybrid? Simply put, in order to improve batteries and capacitors, the main issue is improving the electrode's surface

area – and the nanotubes are unmatched in doing just that. One gram of the graphene-nanotube combo has a surface area of more than two thousand square meters, and because the covalent bond between them electrons can come and go as they like – thus creating the perfect electrode for future batteries and capacitors.

Source: news.rice.edu



A rendering of the graphene-nanotube hybrid. The red parts depict the bond between the two, which is seamless and thus highly conductive.

Helios 3D

Het winnende LED-display

Interview Claudio Lazo (C) en Wieger Ijntema (W)

Dit jaar werd de lijst met “Top-of-the-bill” studententeams weer een stapje langer met de toevoeging van het Helios 3D team. Zoals ze zelf zeggen zijn ze een dynamisch studententeam die de eerste zijn om zich te specialiseren in LED-technologie. Gestationeerd in de laagbouw van EWI in plaats van de Dreamteam-hal gingen ze in 2012 aan de slag om een serieuze deelnemer te worden in het ISA Global Student SSL Contest, en met succes: Ze wonnen de eerste plaats.

Zouden jullie iets kunnen vertellen over het globale idee van jullie team?

W: Het idee is vorig jaar ontstaan met een groep studenten, en toen heeft het rond april/mei een actieve vorm aangenomen en is er een team samengesteld. Ik ben er zelf via via bijgekomen omdat ik veel tijd had en het leek me leuk zo'n project te doen. Bij de eerste paar vergaderingen gingen we echt aan het denken over wat we wilden maken en hoe het zou werken. Ook zijn we toen veel bezig geweest met het opstarten van het team. We hebben onder andere de naam bedacht en we gingen bedenken hoe we wilden dat het zou werken en hoe we dat moesten uitvoeren.

Jullie hebben meegedaan aan het ISA Global Student SSL Contest. Was dit al

direct het idee bij het oprichten van het team?

W: Ja, daar kwam het idee vandaan. Cheng Guo, een professor binnen de faculteit, wist dat er een wedstrijd zou komen en had ons uitgenodigd als studententeam om mee te doen en dat leek ons leuk.

Kunnen jullie wat meer vertellen over het team waarin jullie hebben gewerkt?

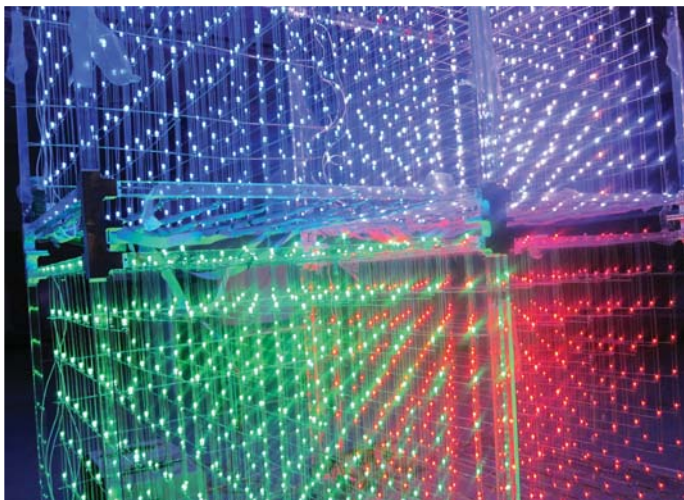
C: In het begin hadden we ongeveer negen studenten Elektrotechniek. Hier zijn we mee begonnen. Toen gingen we opzoek naar mensen die goed kunnen programmeren, dus kwam er een student van Technische Informatica bij. We hebben een organisatiestructuur aangehouden waarin we het team opdeelden in een technische en een organisatorische/administratieve divisie. We hadden bijvoorbeeld het bestuur van de stichting en ook kleinere technische groepen die zich bezig hielden met specifieke problemen. We hebben mensen ingedeeld naar wat hen zelf leuk leek. We hebben

nu ongeveer 17 man, van heel veel verschillende studies. Ongeveer de helft is studenten van elektrotechniek, maar we kwamen er al redelijk snel achter dat we ook mensen van andere studies nodig hadden voor zo'n project. We hebben ook twee keer een Dreamteam-aanvraag gedaan, en de eerste keer was het afgewezen omdat het team niet interfacultair genoeg was. Uiteindelijk zijn we nooit een Dreamteam geworden, maar we hebben niet het gevoel dat we hierdoor echt iets hebben gemist. Cheng Guo heeft ons team goed begeleid.

Hoe hebben jullie het werken in een team ervaren?

C: We hebben vooral de kwaliteiten van de verschillende studies goed benut. We hadden bijvoorbeeld een masterstudent bouwkunde die visualisaties verzong die we zouden kunnen uitvoeren op de kubus. We hadden ook twee mensen van Technische Bestuurskunde die goed de planning bijhielden en mensen konden motiveren als het nodig was. De studenten elektrotechniek waren vooral bezig met het ontwerpen van de IC's en hoe de kubus aangesloten kon worden.

Dus ondanks dat het project heel erg gericht is op elektrotechniek, hebben ook heel veel studenten uit andere richtingen meegeholpen.



Het eindresultaat, publiekelijk onthuld op Lichtjesavond op de Markt

C: Ja, we hadden dus ook studenten van Bouwkunde en Technische Bestuurskunde, en daarbij ook nog mensen van Werktuigbouwkunde en Industrieel Ontwerpen. Bij de realisatie waren de mensen van Werktuigbouwkunde erg fijn. Die wisten op het laatste moment nog iets aan het frame te veranderen wat erg veel tijd bespaarde. Dat zijn dingen die wij als studenten Elektrotechniek waarschijnlijk niet zelf hadden bedacht.

Wieger, jij bent uiteindelijk meegeweest met de LED-kubus richting China om daar de Global Lighting Student Contest mee te maken, hoe heb je dat ervaren als deelnemer?

W: Heel bijzonder! Het was de eerste keer dat deze Contest plaatsvond, en ik wist gewoon niet wat ik kon verwachten. Vanaf het moment dat we het vliegtuig stapten waren we meteen in een compleet andere wereld. Om vanuit de EWI over te vliegen om je project te presenteren, dat alleen al is een hele mooie ervaring geweest.

Was gelijk op het begin duidelijk dat jullie hadden gewonnen?

W: Ja, want de andere teams waren absent. Om het te verduidelijken: de student contest bestond uit 3 onderdelen. Er bestonden eigenlijk drie categorieën:

- Maak iets met ledjes voor Afrika
- Maak een nieuwe lamp
- Maak een 3D-led scherm

De laatste was opgewerkt tot de Student Contest. Wij deden samen met 2 andere universiteiten in die laatste categorie. De meedingende universiteit van China, Guandong, echter hadden zij niks ingeleverd. Die universiteit van Sydney, Australië, hadden wel iets gemaakt, wat meer leek op een paardenbloem van glasvezel met ledjes aan de afloop. De ISA bepaalde dat hun project niet aan de eisen van een 3D-ledscherm voldeed. Daarom is hun product niet overgevoerd naar de

contestlocatie. Eenmaal aangekomen had Helios-3D direct gewonnen.

Hadden jullie het project als bijzonder moeilijk ervaren?

W: Er waren een aantal grote knelpunten: het aansturen van mensen, tijdsplanning. We zaten met grote tijdsdruk, waardoor het een erg grote uitdaging was om de kubus op tijd af te krijgen.

C: Je krijgt natuurlijk naast de bestuurlijke en administratieve ook de technische uitdaging. Wat voor LED's gebruiken we, hoe implementeren we de LED-drivers, al dat soort problemen komen naar boven. Die hebben we in kleine gespecialiseerde teams opgelost. Dat was lastiger dan verwacht.

W: Het duurde behoorlijk lang voordat we iets technisch werkend kregen (Wieger wijst naar een prototype in de hoek). Dat apparaat heeft dus nooit gewerkt, omdat het zoveel kleine foutjes bevatte.

Nu is het dus af, waar werkt het team nu naartoe?

W: Morgen (11 november j.l.) is de grote publieke tentoonstelling op de Markt in Delft tijdens lichtjesavond.

We blijven ongeveer een half jaar zoeken naar mogelijkheden om onze kubussen te presenteren. Na die periode komt er een deel in de hal van EWI te hangen, als interactieve decoratie. We zijn niet meer van plan om naast onderhoud nog veel tijd erin te investeren. Dit is het uiteindelijke product.



De kubus tijdens Lichtjesavond



Solderen aan een van de 9 voltooide kubussen

Je doet je zo'n project niet alleen maar voor het resultaat, je wilt zelf er ook veel van leren. Hoe zien jullie je eigen ontwikkeling gedurende het gehele proces?

C: Het meest simpele antwoord: we weten nu alles over LEDs. Belangrijker: ikzelf wilde heel snel een bestuursfunctie binnen het project vervullen. Mijn rol was de verantwoordelijkheid dragen over de financiën van de stichting. Hoe het projectproces in elkaar stak, van het laagste technische niveau tot en met de organisatorische kwesties.

W: Op praktisch vlak, was het mooi om de toepassing van opgedane studiekennis te vinden. Zelf veel bezig geweest met printplaten te ontwerpen, datasheets bekijken, afwijkingen oplossen. Je eerste prototype is natuurlijk nooit foutloos.

We hebben wat motivatieproblemen gehad, ik heb de rol opgepakt de teamleden met passie weer aan het werk te blijven houden.

Beschouw je het meer als verbreding of als verdieping van je studie?

W: Als verdieping, omdat het technische praktische onderdeel eruit sprong. Veel studiekennis vond zijn toepassing, en natuurlijk zijn we bijzonder trots op het feit dat we als team dit project hebben neergezet.

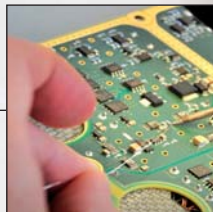
>topteams
in Gouda



>diep**technologisch**

Bij ons werken toppers. Toppers met een afgeronde studie electrical engineering of computer science. Samen werken zij aan projecten voor onze klanten. Elk projectteam wordt samengesteld gebaseerd op de talenten en ambities van onze collega's. Zo bereiken wij het meest optimale, voor onszelf en voor de klant. Wij vinden dat heel logisch.

www.technolution.eu/carriere



Symposium report

From the committee's eye of view

Auteur: Adriaan Taal

On the 16th of november the speakers arrived in our faculty. When approximately 300 students, employees and externals moved to Lecture room A, 'The Future of Computing' commenced. Unseen subjects were revealed to our attendants. Now it's featured for you as a reader in the Maxwell.

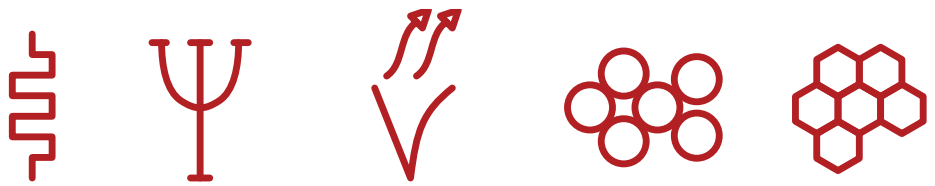
But I will not tell much about the subjects and speakers. We have featured the subjects of Graphene, Molecular electronics and Quantum Computing in the theme part.

This will be an introductory to how we set up the symposium, starting with the forming of our committee and finding our theme and speakers, and reserving sandwiches with salmon for lunch.

It all started out with an idea. Followed after the lustrumsymposium on 'Safety in transport systems', we desired to have much greater ambitions. Together with Lennart Boeke, Auke Booi, Patrick Fuchs and myself we wrote a plan how to fill up lecture room A with over 300 attendants.

First of all, we needed a lecture free day for all bachelor students. What better daytime activities can the faculty offer her students than listening to presentations on memristors and eating salmon sandwiches? So Friday 16th was chosen. Little did they know the day spending would be completely different.

Secondly, the quest for a useful theme started, and we visited professors Charbon, Zeman, Sarro for inspiration. Although Zeman had nothing to do with the envisioned theme in the end, he gave the tip to offer students a glimpse of the future technologies. So 'The Future of' was pre-determined and '... the



The final result: a full lecture room and interesting presentations by renowned professors.

Computing' was added after talking with Charbon and Jeltsema.

Then the speakers! How did we attract such a wide range of interesting speakers, some researchers at EWI and TNW asked. Simple enough: we just sent an e-mail. Many liked the Netherlands so much I guess, they would give up their lectures to enjoy a free trip to Delft. Five speakers came from abroad and two, Dmitri Strukov and John Martinis, even faced a jet-lag to visit from the US.

Flash forward to the start of the day. 218 students, 28 employees and 27 externals. Our list of speakers was flawlessly mixed together by chairman of the day Chris

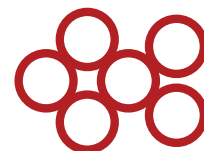
Verhoeven, also giving our last walk away message on staying innovative.

With that in mind the end of the day was signed with drinks in EEMCS hall, where the return of salmon snacks marked the end of a very succesful symposium!

Couldn't be at the symposium? Too bad, the next one will be in one-and-a-half years probably. However, because we have a theme this Maxwell that we strive to seamlessly mix with the symposium subjects. Want to know how graphene, molecular electronics and quantum computing change our interaction with computers? Then read on!

Moleculaire elektronica

Geleiding door moleculaire netwerken



E. J. Devid, PhD-student bij de researchgroep Atomic and Molecular Conductors (AMC) te Universiteit Leiden.

Bij “moleculaire elektronica” denk je gauw aan onze hedendaagse elektronica, zoals een computer, maar dan opgebouwd uit organische moleculen met afmetingen in de nanometers (10^{-9}) in plaats van koperen geleiders met afmetingen van millimeters (10^{-3} meter) tot micrometers (10^{-6}).

Mijn onderzoek [1] naar moleculaire netwerken is onderdeel van een Europese NanoSci-E+ samenwerkingsproject genaamd INTERNET (INTERfacing single molecules via nanoparticle NETworks).

Sinds de ontwikkeling van elektronica streeft men om de elektrische componenten te verkleinen. Vroeger was een rekenmachine net zo groot als een lange bibliotheekkast (zie figuur 1). Tegenwoordig kunnen we dankzij de microchip (zie figuur 2) kleine computers met een enorme capaciteit, zoals iPhones, maken, die bovendien handig te verwerken zijn in onze kledij en voertuigen. Stel dat we met

het huidige tempo verder gaan met de miniaturisatie van onze elektrische componenten en circuits. Dan zouden we binnen een paar decennia op de schaal van atomen en moleculen uitkomen. Mede daarom is het belangrijk om de geleiding in deze systemen te begrijpen.

Van vroeger tot nu

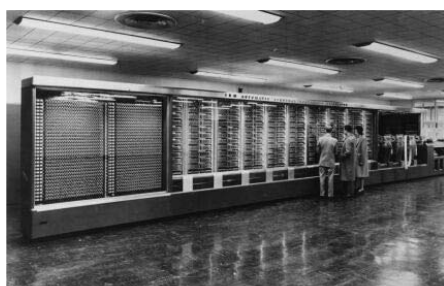
Vanaf 1950 is het woord en idee “moleculaire elektronica” voor het eerst gebruikt in een strategisch plan om onze elektronica verder te miniaturiseren in zowel afmeting, gewicht en omvang. Het idee was geboren, maar de experimentele ontwikkelingen, die naar deze doorbraak moesten leiden, bleven uit.

Pas in 1970 kwam het concept achter moleculaire elektronica weer terug. Ari Aviram en Mark Ratner, ontwierpen toen de eerste moleculaire gelijkrichter op papier (zie figuur 3). Dit is een elektrische schakeling waarbij via een molecuul een stroom kan geleiden in één richting. Het

duurde echter nog een tijdje voor de eerste experimenten aan enkele moleculen werden uitgevoerd.

In 1980 kwam IBM met de uitvinding van de Scanning Tunneling Microscop (STM). Via de STM werd de mogelijkheid geopend om atomen en moleculen praktisch “te zien”, aan te raken (elektrische geleiding via direct contact) en beïnvloeden (atomen en atoomketens op te pikken en te verplaatsen).

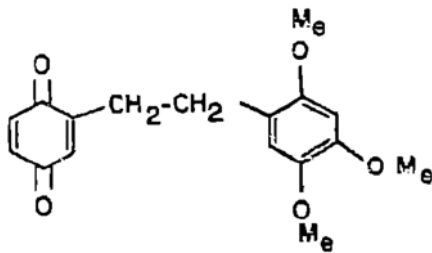
In de jaren '80 en '90 kwam ook naar voren dat geleiding op nanoscopische schaal zich anders gedraagt dan in onze gewone dagelijkse wereld. De kwantummechanica bepaalt de waarschijnlijkheid dat een elektron(golf) door een molecuul (of atoom) heen kan en daarmee bepaalt het de totale geleidingseigenschappen van een molecuul. Dit alles vormt de inspiratie voor een nieuw vakgebied: moleculaire elektronica. Het idee is om de bijzondere functionaliteit van moleculen te introduceren in elektrische circuits en deze eventueel nog verder te verkleinen richting de dimensies van atomen. Alleen zijn er geen devices met slechts één molecuul, die stabiel zijn en kunnen functioneren bij kamertemperatuur. Ik wil hier een introductie geven over een nieuwe, robuustere vorm van moleculaire elektronica, die wellicht tot toepassingen kan leiden in de toekomst.



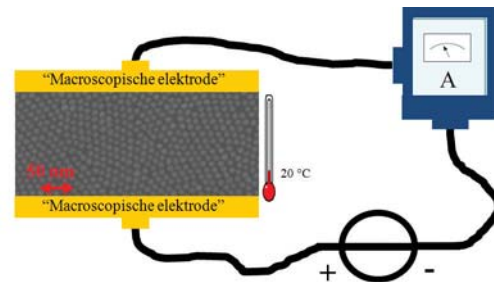
Figuur 1: De eerste rekenmachine ontwikkeld in 1930



Figuur 2: De dunste tablet computer tot nu toe (links), tot stand gekomen via microchips (rechts)



Figuur 3: een voorbeeld van een moleculaire gelijkrichter (de lading verplaatst zich van links naar rechts)



Figuur 4: 2D netwerk (afgebeeld via elektronenmicroscopie), gekoppeld aan elektrodes, zodat zijn geleidingseigenschappen kunnen worden bepaald

Netwerken via moleculen en nanodeeltjes

Een alternatieve wijze om moleculaire elektronica te fabriceren en te bestuderen is via zelf-assemblage van de organische moleculen met goud nanodeeltjes tot een netwerk. Cruciaal is de rol van een goud nanodeeltje, dat dient als nanoscopische elektrode (knooppunt in een netwerk) waar tussen meerdere moleculen verbonden zijn met andere goud nanodeeltjes. Meerdere goud-molecuul-goud nanodeeltjesverbindingen leiden tot een netwerk (zie figuur 4).

Het zelf-assemblage proces van een 2D netwerk is gebaseerd op de waterafstotende interacties van de moleculen. Een goud nanodeeltje wordt eerst bedekt met moleculen en dan aangebracht op een waterlaag. Hierdoor zullen de goud nanodeeltjes (bedekt met moleculen) elkaar opzoeken en een geordende 2 dimensionale (2D) molecules-nanodeeltjes netwerk maken. Dit netwerk kan macroscopische afmetingen aannemen en is met het oog zichtbaar.

Dit 2D netwerk bezit diverse voordelen en mogelijkheden ten opzichte van de eerder genoemde, hedendaagse methodes. De 2D netwerken zijn makkelijk en goedkoop te fabriceren. Een 2D netwerk is stabiel in diverse omgevingen (zowel in vacuüm als in lucht, van lage temperaturen tot circa 50 °C en in diverse oplossingen). Tevens is een 2D netwerk robuust: indien er defecten ontstaan in een 2D netwerk

dan zijn er overige paden beschikbaar om door te geleiden. Het 2D netwerk kan worden "gestempeld" op diverse materialen en elektrische schakelaars. Tot slot bepaalt het type molecuul gebruikt in een 2D netwerk de geleidende eigenschappen achter zo een 2D netwerk. Via een proces genaamd "uitwisselen" kunnen functionele organische moleculen ingebracht worden tussenin de nanodeeltjes van een 2D netwerk. Hierdoor kan je de geleidende eigenschappen van een 2D netwerk veranderen naar keuze (zie figuur 5).

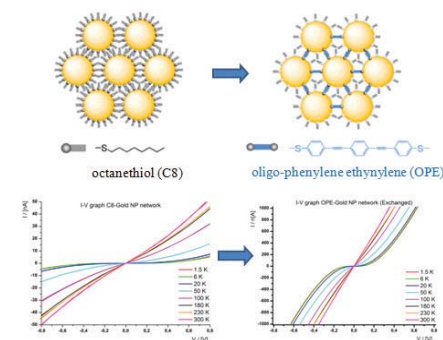
Hiermee kunnen we de geleidingseigenschappen van dezelfde netwerk naar wens aanpassen (meer geleiding via OPE moleculen). In de onderste plaatjes van figuur 5 is te zien dat de stroom-spannings grafieken (I-V plots) sterk veranderen bij hele lage temperaturen (1 K = -272°C). Dit komt doordat ook de goud nanodeeltjes dan een rol gaan spelen in de geleiding: deze gaan zich dan meer gedragen als isolatoren.

De toekomst van 2D netwerken

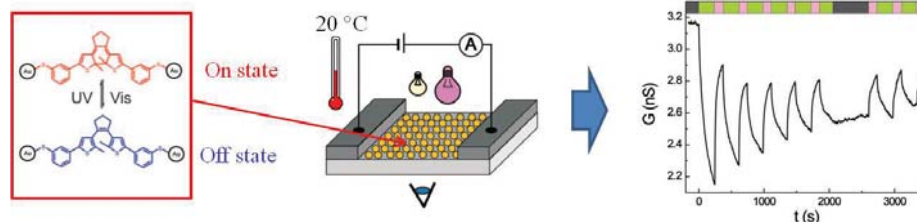
Dankzij de voordelen en mogelijkheden van een 2D netwerk opent zich een rijke

verzameling aan fenomenen en elektrische gedragingen. In de toekomst kunnen we via unieke moleculen in een 2D netwerk de geleiding van stroom schakelen (soort aan/uit schakelaar (zie figuur 6) of dienen als (temperatuur) sensor). De verdere uitbreiding en studie achter deze 2D netwerken opent in de toekomst het gebruik van moleculaire elektronica.

[1]. ("J-F Dayen, E. Devid, et al., *Enhancing the Molecular Signature in Molecule-Nanoparticle Networks via Inelastic Cotunneling*, *Advance Materials*, 31 augustus 2012, DOI: 10.1002/adma.201201550")



Figuur 5: Een voorstelling van hoe we moleculen kunnen uitwisselen in een 2D-netwerk



Figuur 6: Een voorstelling van hoe we moleculen kunnen uitwisselen en de geleiding erdoor verandert in een 2D netwerk

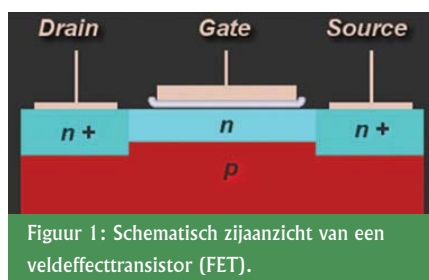
Grafeen en zijn 2D-familie

Nieuwe ingrediënten van je smartphone?

Auteur: Stijn Goossens, promovendus natuurkunde in de vakgroep Quantum Transport op de TU Delft

Silicium is het grote werkpaard van de halfgeleider industrie. Alle processoren zijn ervan gemaakt, alle Flash-geheugenchips en zelfs zonnecellen.

Silicium op zichzelf is een heel eenvoudig materiaal: vanuit fysisch oogpunt is het een halfgeleider met een bandkloof van 1.1 eV. Zo'n bandkloof betekent dat silicium van nature niet geleidt. Om een transistor van het silicium te maken, moet het ook kunnen geleiden. Door het materiaal te doteren met bijvoorbeeld fosforatomen die een vrij elektron aan het silicium afstaan, gaat het silicium geleiden. Om een volledig werkende transistor te realiseren moet het silicium dan nog gecombineerd worden met een laagje oxide (bijvoorbeeld hafniumoxide, HfO_2) voor onder de gate-electrode, metaal (bijvoorbeeld koper) voor de contacten naar source en drain en metaal voor de gate electrode (figuur 1). De stroom loopt door het n-gebied van source naar drain en kan gemoduleerd worden met een spanning op de gate. De drain, source en gate zijn metalen. De gebieden n+, n en p zijn verschillend gedoteerde gebieden in een silicium wafer. Het grijze laagje tussen de gate en het n-gebied is het gate-oxide. Het HfO_2 isoleert beter dan silicium en het koper geleidt beter dan silicium. De halfgeleiderindustrie combineert dus op een slimme manier de eigenschappen van heel veel verschillende materialen om hun producten steeds sneller, func-



Figuur 1: Schematisch zijaanzicht van een veld-effecttransistor (FET).

tionelere, energiezuiniger en goedkoper te maken.

Silicium zal de komende jaren nog steeds het meest belangrijke materiaal in de halfgeleiderindustrie blijven. Echter, voor sommige doelen is silicium niet toereikend. Een van die doelen is het ontwikkelen van een snellere transistor die kan dienen als modulator voor signalen in de mobiele communicatie, een zogeheten RF-transistor. Op het moment opereren die apparaatjes op GHz frequenties, maar de industrie wil naar THz toe. Daarvoor kan geen silicium gebruikt worden, want dat geleidt simpelweg niet goed genoeg. Een mogelijkheid is om de huidige siliciumtechnologie op een slimme manier te combineren met een nieuw materiaal: grafeen.

Grafeen is een enkele laag koolstofatomen geordend in een honingraatrooster (zie figuur 2). De koolstofatomen zijn de zwarte bolletjes en de sterke covalente bindingen zijn weergegeven met de witte vormen. (door Russel Knightly) Grafeen heeft geen bandkloof en dus is het geleidend. De speciale roosterstructuur van grafeen zorgt ervoor dat elektronen bijna zonder weerstand door het materiaal kunnen bewegen. In 2004 heeft een onderzoeksgroep in Manchester onder leiding van André Geim en Kostya Novoselov voor het eerst een transistor van grafeen gemaakt waarmee ze meteen veel speciale eigenschappen van het grafeen hebben gedemonstreerd. Een leuke anekdote is dat ze het grafeen voor dat experiment met een rolletje plak-

band en wat grafiet hebben gemaakt. 6 Jaar later hebben ze voor al hun baanbrekende experimenten op het gebied van grafeen de Nobelprijs gekregen. Een van die experimenten was het aantonen van de afwezigheid van een bandkloof. De geleiding van de grafeentransistor kon dus slechts gemoduleerd, maar niet uitgezet worden. Een grafeentransistor werkt dus niet goed als schakelaar, waardoor het onmogelijk is om van grafeen logische circuits voor computerprocessoren te maken. Voor RF-transistoren daarentegen is het slechts van klein belang dat de geleiding aan en uitgeschakeld kan worden. Grafeen is hier dus perfect toepasbaar. De ontwikkelingen gaan al heel hard. Vorig jaar heeft IBM een RF-transistor met een snelheid van 100 Ghz gerealiseerd. Een andere bijzondere eigenschap van grafeen is dat het slechts 0.34 nm dik is en dus maar

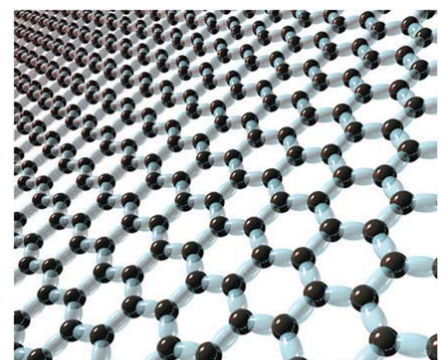
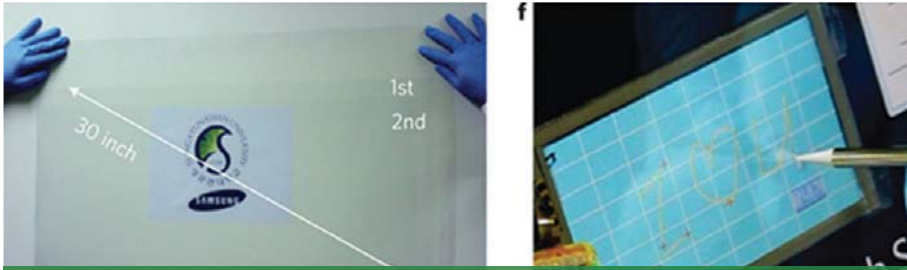


Fig. 2: De kristalstructuur van grafeen.

mogelijk om van silicium een laag zo dun te maken dat hij geleidt en tegelijk transparant is. Daarom zit in touchscreens en zonnepanelen het materiaal indium tin oxide (ITO). Door twee intrinsieke eigenschappen van grafeen te combineren, namelijk transparantie en



Figuur 3: Een transparante grafeenelectrode op een PET film (links) en een werkend voorbeeld van een grafeen touchscreen (rechts). (S. Bae et al., Nature Nanotechnology 5, 574-578 (2010))

geleiding, is grafeen de ultieme opvolger van ITO. Het geleidt beter en het laat ook nog eens meer licht door. In figuur 3 is een plaatje te zien van een werkend grafeen touchscreen. In dit figuur kun je ook zien dat de plakken grafeen al erg groot zijn. Grafeen kan namelijk ook gegroeid worden, waardoor de grootte van een plak niet meer gelimiteerd is door de plakbandmethode.

Naast de speciale elektronische en optische eigenschappen heeft grafeen ook nog eens bijzondere mechanisch karakteristieken. De covalente koolstof-koolstof bindingen en de hexagonale roosterstructuur zorgen ervoor dat grafeen een heel sterk materiaal is. Het kan in theorie uitgerekt worden tot 20% van zijn eigen grootte. Ook is het materiaal heel stijf, nog stijver dan diamant. Als een cellofaanfolie (~100 micrometer dik) dezelfde exceptionele mechanische eigenschappen als grafeen zou hebben, zou je het gewicht van een grote auto op een potlood dat met de punt op het folie staat, kunnen balanceren. Net als cellofaan is het moeilijk grafeen in het vlak te vervormen, maar uit het vlak gaat het juist weer extra gemakkelijk. Simpelweg omdat het zo dun is.

Recentelijk zijn er ook andere materialen ontdekt die heel erg op grafeen lijken, net zo flexibel en bijna net zo sterk als grafeen zijn. Enkellaags molybdeendisulfide (MoS₂) is een voorbeeld van zo'n materiaal. Dit materiaal heeft dezelfde hexagonale kristalstructuur als grafeen, maar de koolstofatomen zijn

vervangen door molybdeenatomen met aan elk molybdeenatoom een zwavelatoom. Dit materiaal heeft een bandkloof net als silicium, maar is dus ultradun en net als grafeen transparant. Die bandkloof zorgt ervoor dat met MoS₂ wel logische schakelingen gebouwd kunnen worden, dus het ligt voor de hand dat er al snel een goed werkende transistor werd gerealiseerd (figuur. 4). Met de source en Drain electrodes kan een stroom door het MoS₂ gestuurd worden en die stroom kan in of uitgeschakeld worden door de spanning op de top gate te veranderen. (B. Radisavljevic et al., Nature Nanotechnology 6, 147-150 (2011))

Een ander familielid van grafeen en MoS₂ is hexagonaal boornitride (hBN). Dit materiaal heeft alweer een hexagonale kristalstructuur, maar nu zijn de koolstofatomen vervangen door borium- en stikstofatomen. Deze transformatie maakt het hBN isolerend. Grafeen kun je opstapelen zodat je grafiet krijgt en zo kun je hBN ook opstapelen tot een isolerende laag waarvan je de dikte met een precisie van ~0.4 nm kunt controleren. Je zou het hBN kunnen gebruiken als vervanger voor het gate oxide in een transistor. Daarnaast is hBN een heel geschikte ondergrond voor grafeen. In de groep van professor Vandersypen op de TU Delft doen we onderzoek aan quantummechanische devices waarin het grafeen tussen twee lagen hBN gesandwiched is. De twee lagen hBN maken de elektronische eigenschappen van het grafeen nog beter waardoor we de

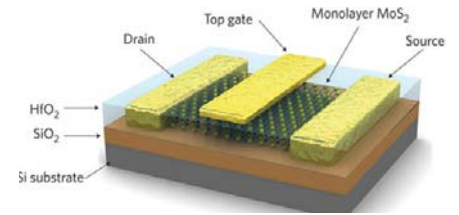


Fig. 4: Een veld-effecttransistor van MoS₂.

natuur van kleine eilandjes met minder dan 100 elektronen kunnen bestuderen.

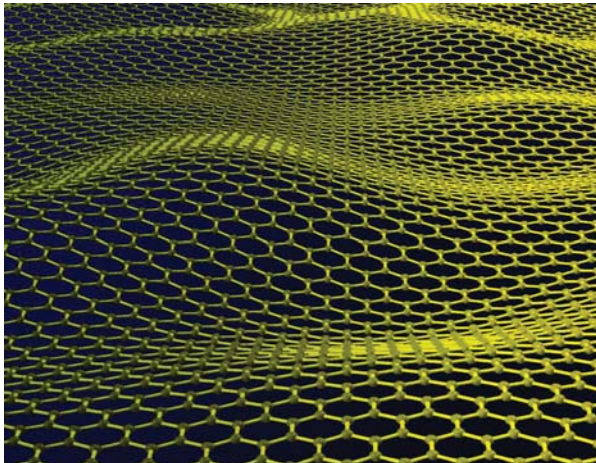
Naast grafeen MoS₂ en hBN bestaan er nog veel meer enkellaags 2D-materialen met elk hun eigen exotische eigenschappen. In dit artikel heb ik slechts voorbeelden genoemd waar op het moment veel onderzoek naar gedaan wordt. Onderzoek naar al die materialen apart kan veel fundamentele inzicht geven en aantrekkelijke toepassingen opleveren, maar hun kracht wordt pas echt benut wanneer ze worden gecombineerd. In een concept als Samsungs 'flexible amoled skin phone' (figuur 5) zou de familie 2D-materialen zeer goed tot hun recht komen. Grafeen kan dienen als touchscreen electrode. De grafeen RF-transistor kan in het zendgedeelte van de telefoon worden opgenomen. MoS₂ en hBN kunnen verwerkt worden tot de transistoren die alle logische functies voor hun rekening nemen. Grafeen kan dan weer op zijn beurt zorgen voor de elektrische verbinding tussen al die transistoren. Het resultaat is een transparante telefoon die zeer flexibel is, maar toch enorm sterk. De 2D-'skinphone' kun je als een zakdoek in je broekzak proppen en je hoeft nooit meer bang te zijn voor barsten in het scherm.



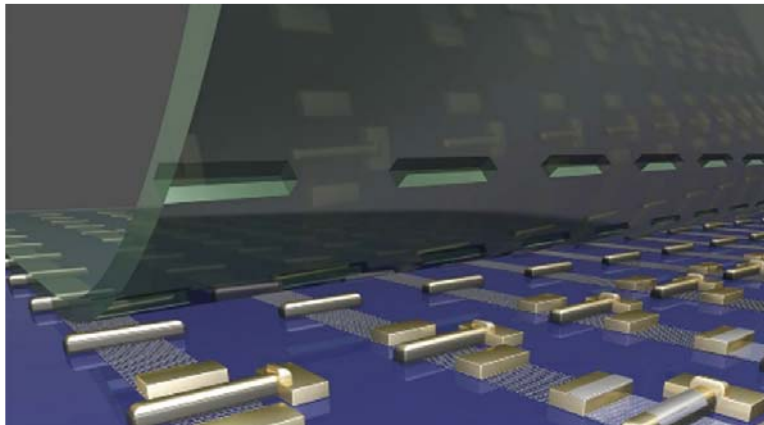
Fig. 5: Artistieke impressie van de Samsung Skin Phone. (door Samsung)

Flexible Electronics

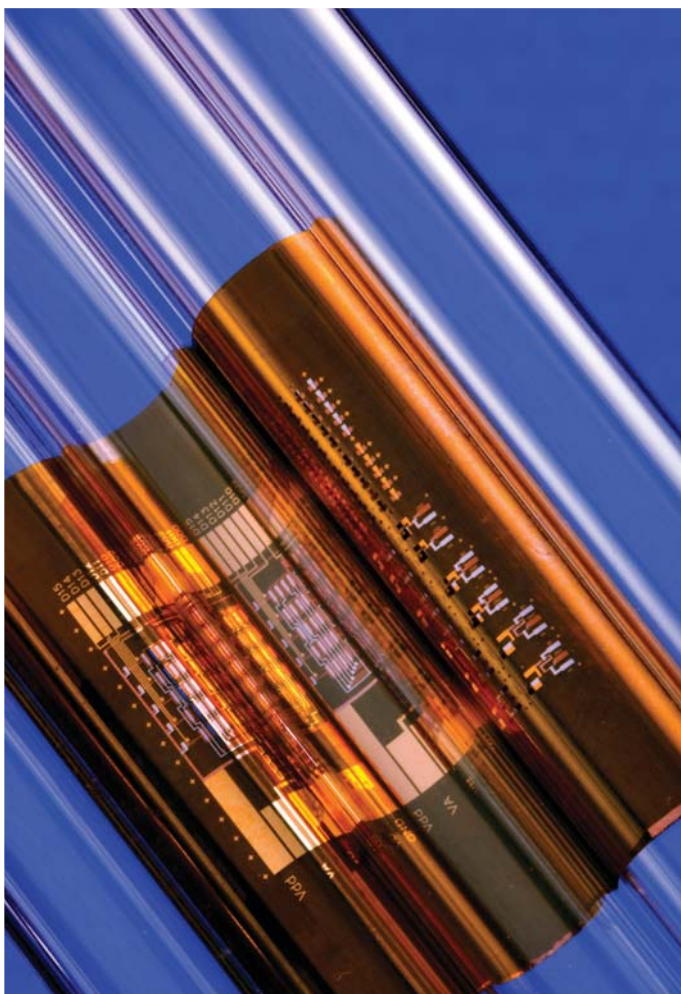
Answering where graphene is taking us



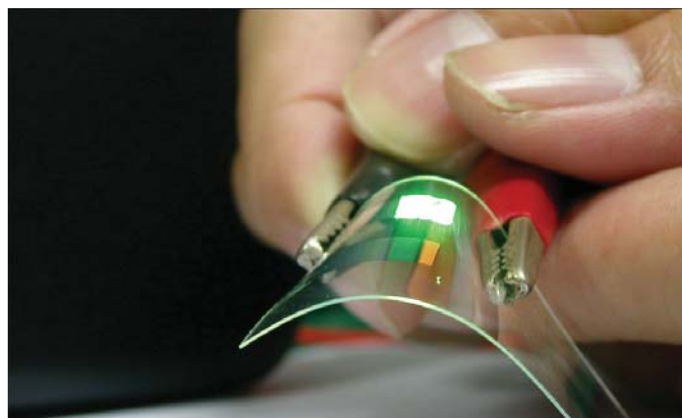
An artistic impression of the ideal graphene: A one atom thick sheet of carbon, positioned in a continuous hexagonal pattern.



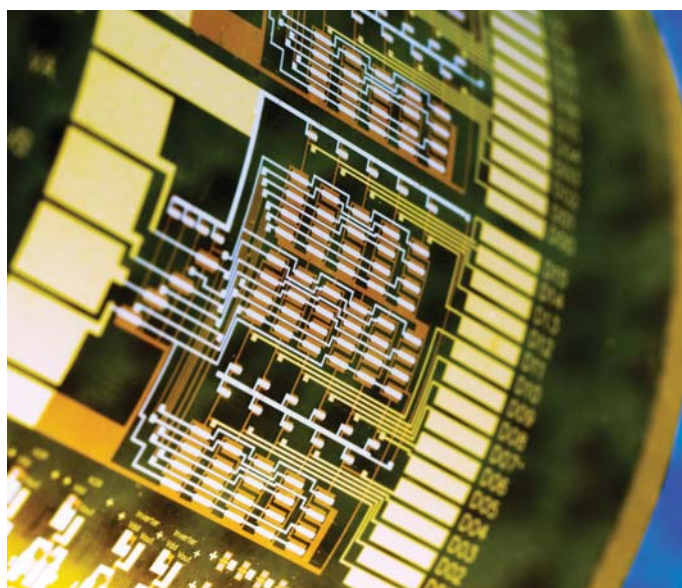
Thanks to its unique build, the material now gains extraordinary properties that no other carbon structure has. The graphene is conductive and forms the base for a new generation of electronics!

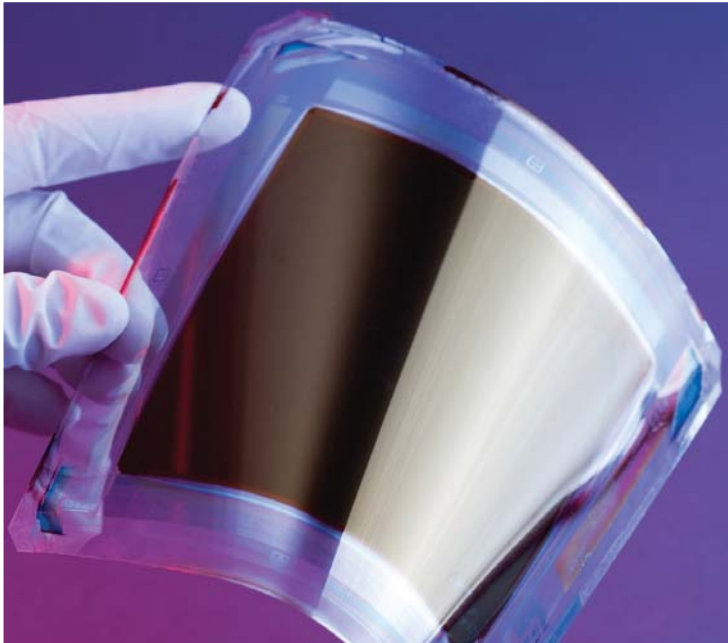


With the graphene as base material, circuits become flexible and even possibly transparent! These kinds of systems are already in use in many new products and medical appliances.



In combination with the OLED developments, flexible electronics are also used in development of even thinner displays.





The first prototypes of completely flexible displays have been developed throughout the world and it won't be long before they are implanted in consumer electronics.



Samsung showed off their first prototypes of the flexible phone at the CES 2013.



While seemingly useless prototypes are build, dreams of heads-up displays and fully flexible TV's are sprouting from concept designers minds already.



The transparency of the new display stimulates a growing collection of idea's around augmented reality and HUD designs.



This is a design for the flexible phone future that still seems a little far fetched, but not at all impossible

Quantum rekenen

Quantumcomputers en qubits

Auteurs: Bas Hensen en Ronald Hanson

De quantum computer is een computer gebaseerd op quantum bits, kortweg qubits. Dat zijn bits die fysiek gemaakt zijn van quantum systemen, met de speciale eigenschap dat ze in een superpositie tussen twee toestanden kunnen zijn.

Als bits kunnen ze 1 of 0 zijn, maar ook in een superpositie tussen die twee, 1 en 0 tegelijk. Als je twee bits hebt kunnen ze samen niet alleen de toestanden 00, 01, 10 of 11 hebben, maar die allen tegelijk. Als je een berekening maakt in een quantum 'CPU' kun je ervoor kiezen die berekening uit te voeren met een superpositietoestand als invoer. Je maakt dan de berekening voor alle invoertoestanden tegelijk! Deze manier van parallel rekenen geeft de quantum computer zijn kracht. Maar er is een 'catch'. Op het moment dat je de uitkomst(en) van de berekening wilt uitlezen, kan je maar één van de superpositie van uitkomsttoestanden te weten komen. Desondanks, door deze slim te kiezen, is het mogelijk om de parallelle rekenkracht toch te benutten.

Hoewel het realiseren van de hardware voor een quantum computer met miljoenen qubits nog wel even op zich zal laten wachten, werd al in 1994 een van de belangrijkste stukjes software geschreven. Peter Shor formuleerde toen zijn Shor's algoritme, waarmee hij liet zijn dat het met een quantum computer mogelijk is efficiënt elk getal te ontbinden in zijn priemfactoren. Een ander beroemd algoritme ontdekt door Lov Grover maakt het mogelijk parallel te zoeken in een ongeordende database.

Maar op korte termijn is misschien de belangrijkste toepassing van de quantum computer het simuleren van quan-

tum systemen zelf. Dit idee, in 1981 door de beroemde natuurkundige Richard Feynman bedacht [1], klinkt wat paradoxaal: een quantum computer bouwen om quantum systemen mee te simuleren. Toch is juist deze toepassing van groot belang: ingewikkelde quantum systemen kunnen - juist doordat ze vele toestanden tegelijk kunnen zijn - op dit moment niet op een normale computer gesimuleerd worden. Een voorbeeld zijn de zogenoemde hoge-temperatuur-supergeleiders: materialen die bij relatief hoge temperatuur (-200 graden Celsius) geen weerstand hebben tegen elektrische stroom. Voor onze elektriciteitsvoorziening zou het ideaal zijn zo'n weerstandloos materiaal te vinden bij kamertemperatuur - maar om zo'n materiaal te vinden moeten we eerst begrijpen hoe deze supergeleidende eigenschap ontstaat. Om te beginnen zullen quantum computers dus, wanneer ze gerealiseerd worden, vooral dienst doen als wat we nu supercomputers zouden noemen - grote machines voor ingewikkeld rekenwerk.

Hoe maak je een quantum computer?

Zoals gezegd, met qubits: een systeem met twee toestanden dat zich "quantum" gedraagt. De wetten van de quantum mechanica zijn de meest fundamentele die wij op dit moment kennen en ze gelden overal en op alle schalen. Toch is het niet makkelijk om goede qubits te vinden: het probleem ligt in wat

er gebeurt als een qubit een interactie met zijn omgeving ondergaat. Informatie over de toestand van de qubit lekt een beetje weg naar de omgeving (decoherentie). Als je de weggelekte informatie zou willen terughalen, zou je de qubit én de omgeving onder je controle moeten hebben. Omdat de omgeving van de omgeving uiteindelijk ook informatie over de qubit bevat, is het belangrijk dat ergens in het systeem wat je gebruikt een isolatielaag zit, het liefst zo dicht mogelijk bij je qubit. Bij klassieke computers kan je meerdere kopieën van een bit opslaan, zodat als er informatie weglekt, je dit kan terughalen van de backups. In de quantum mechanica is dit fundamenteel onmogelijk: je kan geen kopie maken van een willekeurige qubit. Dit heet het no-cloning theorema. De enige manier waarop we tot nu toe deze isolatie hebben kunnen vinden is door te zoeken in het zeer kleine: op nanoschaal kun je systemen vinden die goed geïsoleerd zijn van hun omgeving.

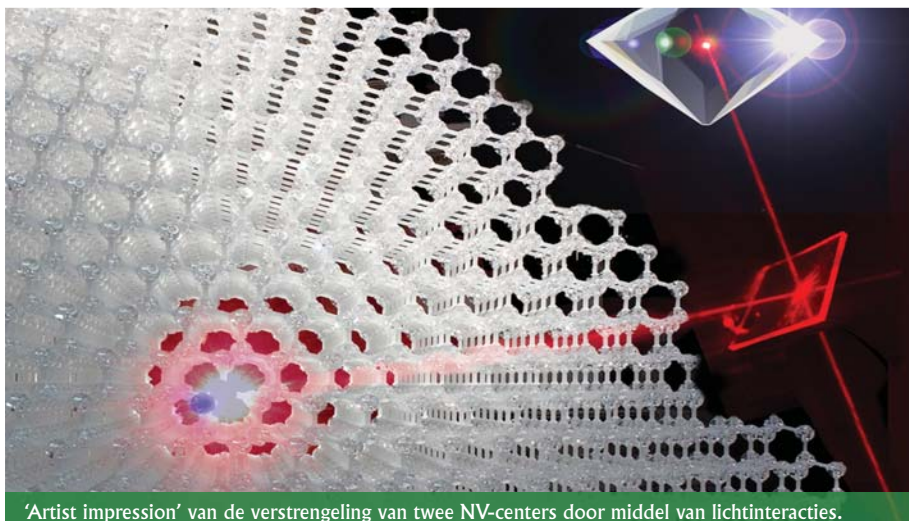
De tweede uitdaging bij het maken van een quantum computer is de schaalbaarheid. Voor een quantum computer zijn duizenden qubits nodig, die allemaal goed geïsoleerd moeten zijn van hun omgeving, maar op het zelfde moment wel een interactie met elkaar moeten kunnen ondergaan, anders is het onmogelijk bewerkingen (quantum gates) uit te voeren op meerdere qubits. Deze combinatie van schaalbaarheid en isolatie van de omgeving is wat het zo

lastig maakt een quantum computer te maken.

Quantum computing met roosterfoutjes

Er is sinds een jaar of 10 een wereldwijde race gaande om goede bouwstenen voor een quantum computer te vinden en een proto-type te maken. Het onderzoek in Delft speelt hierin een vooraanstaande rol. Intussen kunnen we in onze beste systemen al een paar qubits tegelijk controleren. Een van die systemen is diamant. In diamant bevindt zich soms een kleine oneffenheid in het kristalrooster, een zogenaamd defect, waar een elektron gevangen kan komen te zitten. Een speciaal defect, het NV (Nitrogen-Vacancy)-center, heeft zeer nuttige eigenschappen voor het maken van een qubit: de spintoestand (het quantummechanische equivalent van de tolbeweging) van een elektron in een NV center is goed geïsoleerd van de rest van het diamant en dus de omgeving. Daarnaast kan de spintoestand van het elektron toch worden uitgelezen, en zelfs gekoppeld worden aan andere qubits, bijvoorbeeld via de lichtdeeltjes die het elektron uitzendt (fluorescentie).

Om de twee genoemde uitdagingen, decoherentie en schaalbaarheid, te lijf te gaan hebben we recent twee belangrijke stappen gemaakt: door het elektron in het NV center heel snel achter elkaar gecontroleerd rond te draaien, kon de resterende interactie met de omgeving teniet worden gedaan [3]. Deze techniek werkt ook als bescherming tijdens een twee-qubit operatie met de spintoestand van een naburige atoomkern; zo hebben we onlangs Grovers zoekalgoritme kunnen uitvoeren met twee quantum bits [4]. Ten tweede is het gelukt twee NV-centers, in twee verschillende diamanten op een paar meter van elkaar, bijna perfect te isoleren van de omgeving, en tegelijkertijd een interactie met elkaar te laten ondergaan [5]. Dit



is gelukt door de lichtdeeltjes die beide NV-centers uitzenden samen te brengen en zo een indirecte interactie te maken. Zo verkregen we de bizarre situatie dat de twee elektronen in een gezamenlijke verstrengelde quantumtoestand zaten zonder dat ze ooit bij elkaar in de buurt waren geweest!

Al met al heeft de quantum computer een mooie toekomst voor de boeg. Op de weg naar een grootschalige quantum computer zijn er nog veel uitdagingen en open fysische vragen, maar het zijn juist die uitdagingen die het onderzoek naar de quantum computer zo interessant maken.

Wil je meer weten over het onderzoek naar NV centers in Delft, kijk dan op hansonlab.tudelft.nl. Wil je een leuke introductie in de wereld van quantum mechanica, neem eens een kijkje in het leerboek voor de tweedejaarsstudenten natuurkunde: Introduction to Quantum Mechanics van David J. Griffiths, of volg de minor Kwantummechanica 1.

Referenties:

- [1] R. Feynman, Simulating physics with computers. Int. J. Theoret. Phys. 21, 467488 (1982).
- [2] Kijk eens op de homepage van onze sectie Quantum Transport voor een

overzicht van verschillende qubit systemen: <http://qt.tudelft.nl>.

[3] G. De Lange et al., Universal Dynamical Decoupling of a Single Solid-State Spin from a Spin Bath. Science 330, 60-63 (2010).

[4] T. van der Sar et al., Decoherence-protected quantum gates for a hybrid solid-state spin register, Nature 484, 82-86 (2012).

[5] H. Bernien et al., Heralded entanglement between solid-state qubits separated by 3 meters, preprint beschikbaar op <http://arxiv.org/abs/1212.6136>.

Bas Hensen is promovendus in de sectie Quantum Transport waar hij onderzoek doet naar elektronen in diamant voor gebruik in een quantum computer. Hij ontving voor zijn afstudeerwerk de Shell Afstudeerprijs 2012.

Ronald Hanson(1976) is Antonie van Leeuwenhoek-hoogleraar aan de faculteit TNW. Hij is expert in het bestuderen en controleren van quantumeffecten in nanostructuren voor toekomstige quantum informatie technologieën.



5 000 METER TRACK
150 000 KOFFERS PER DAG
1 BAS BIJKERK

Inderdaad, het zijn imposante systemen die Vanderlande Industries realiseert. Material handling systemen voor tal van nationale en internationale distributiecentra, luchthavens en sorteercentra. De ene keer betrekkelijk compact en overzichtelijk. De andere keer zeer uitgebreid, behorend tot 's werelds grootste installaties. Complex en opgebouwd uit de meest innovatieve en creatieve oplossingen op het gebied van elektronica, mechanica en besturingstechnologie.

Unieke systemen, die altijd weer anders zijn. Gerealiseerd door bijzondere mensen. Bas Bijkerk bijvoorbeeld. Een van onze collega's die niet uitgesproken raakt over de projecten waarbij hij van begin tot einde betrokken is.

Internationale miljoenenprojecten, waar hij in multidisciplinair teamverband aan werkt. En waar hij trots op is! Net als zijn 2 000 collega's op onze verschillende kantoren in de wereld.

De boeiendste technische en logistieke uitdagingen. Een creatieve omgeving met gedreven collega's die van aanpakken weten. De afwisseling van projectenwerk. Met internationale carrièremogelijkheden.

Unieke systemen. Bijzondere mensen. Je vindt het bij Vanderlande Industries. Kijk op www.vanderlande.com.

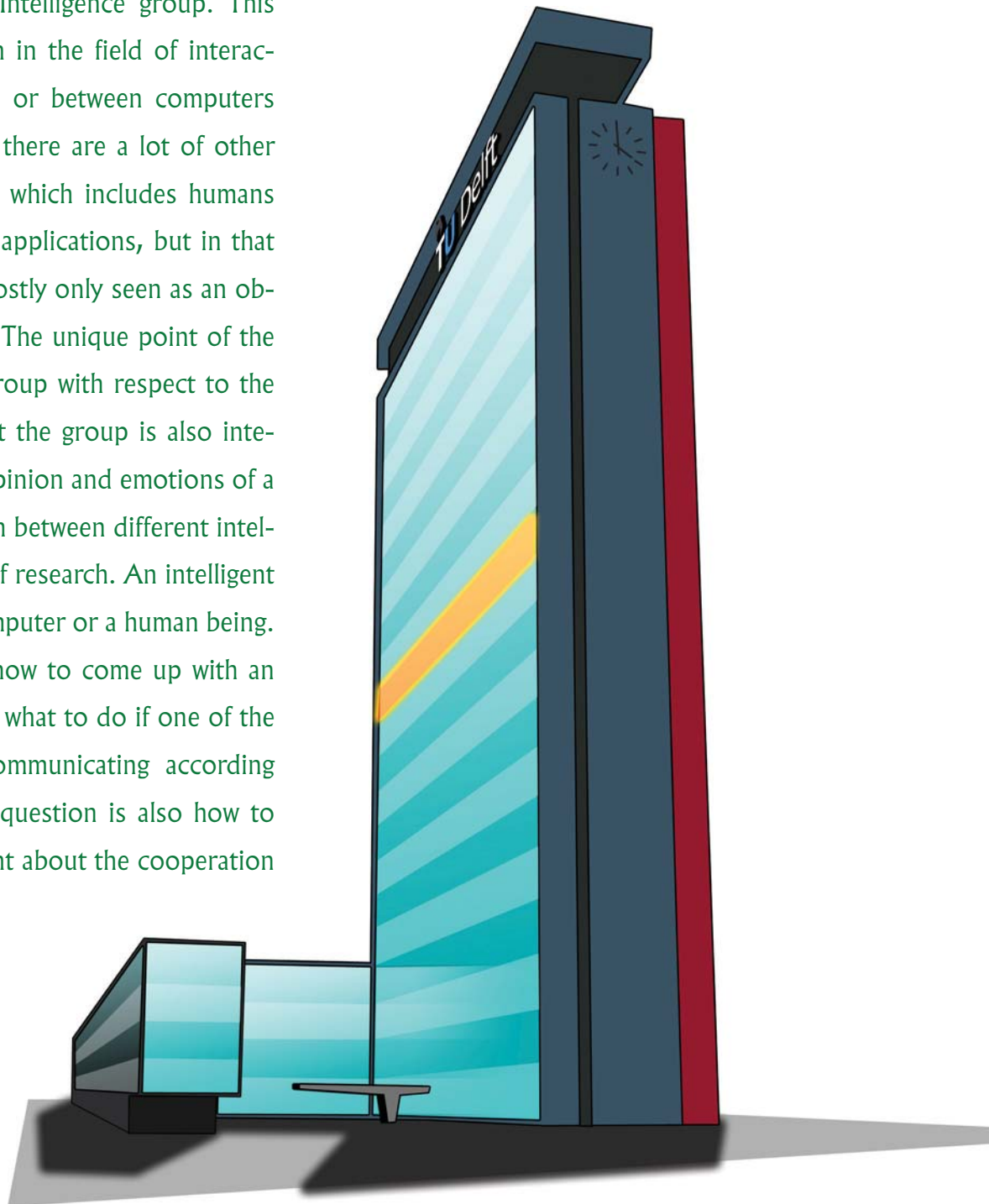
WWW.VANDERLANDE.COM

Exploring the Research Groups

Interactive Intelligence

Author: Ester Stienstra

In this edition we stay at our own faculty where we visit the Interactive Intelligence group. This group conducts research in the field of interaction between computers or between computers and humans. Of course there are a lot of other groups that do research which includes humans for instance for medical applications, but in that research the human is mostly only seen as an object that generates data. The unique point of the interactive intelligence group with respect to the rest of the faculty is that the group is also interested in the behavior, opinion and emotions of a human. Also cooperation between different intelligent systems is a field of research. An intelligent system can here be a computer or a human being. The problems here are how to come up with an interaction protocol and what to do if one of the systems is not entirely communicating according to that protocol. A big question is also how to let a person feel confident about the cooperation with a computer system.



The goal of the interactive intelligence group is to make systems which can interact with human beings on such a level that the two different intelligent systems can cooperate and complement each other. The range of applications is fairly wide, but they always have in common that their purpose is to help humans in everyday life or cooperate with other systems in order to increase productivity. One of the main ideas here is that two heads are better than one. So the weakness of a human is complemented with the strength of a computer and vice versa. A good part of the systems that are made are based on virtual reality or robotics. The job of the group is here to turn robots and computers from just fun research toys into something that can be useful for people who are not whiz kids. One of the main goals is to increase the quality of experience that a user experiences when using the system.

Another question that is asked is how we can use human behavior as an example for computers interacting with each other. One example here is the behavior of people when they first meet, this is different for different cultures. When two people with a different cultural background meet, things can get clumsy, should you give a hand or kiss or only make a bow? Still this does not keep us from interacting on an international level. As soon as we know from the other person that his intentions are the same as ours (for instance in a project group of a group of peo-

ple with the same hobby) we try to make the best of it and learn on the fly how to communicate with one another. But for computers things get very difficult if the other system is not communicating as is expected according to the protocol.

Coaching and therapy

One way in which systems can help human beings, is when they are used for coaching and therapy. A virtual reality system is developed that can be used to help people to get over social phobias such as fear of altitudes or flying. The nice thing about such a system is that at one hand people experience this VR are being very real, but at the same time they dare to do much more, because it is not real after all. In this way people can be cured from fears. The challenge here is that the system should be able to measure how afraid the human is during the therapy, in order to know whether or not to take the next step. Also a lot of knowledge from therapists is necessary and a therapist should be able to change parameters during the therapy when he sees that the therapy should change in one way or the other. At this moment research is done to see whether such a VR system could be helpful in preventing post-traumatic stress disorder in military who get sent into war situations. The idea here is that they can be prepared for the situations they will face through this system in a better way.

Another project is a robot buddy for children with diabetes. These children need

to eat, take medication and sport on a very regular basis. This can be very hard for them when they are very young, but also when someone gets into puberty this can cause big problems. The robot buddy here tries to be a reliable friend who reminds them now and then to take medication or to eat something.

Decision support systems

Something that people might think they are good at is decision making, but it turns out that in situations like negotiation this is not really the case. A computer that is programmed to negotiate is mostly more able to get much out of it than a human is. This is because a computer does not experience emotions as fear or overestimating yourself. The question here is how to make a computer program in such a way that people are willing to use it and to listen to its advice. Another problem is that people do not exactly know what they want to get out of a negotiation at the beginning of it. So a program should be designed in such a way that it helps the user to find out what he wants, and that it is able to encourage the user to take actions that might go against his feelings.

Strategic planning

When people exchange information with each other a lot of things are assumed to be known, so not all the information that is needed to perform an action is given. For instance an instruction in directions can be: go right after the church. This sentence assumes that the listener knows



Figure 1: Virtual reality for therapy purposes



Figure 2: Simulation for emergency services



Figure 3: Actual photo



Figure 4: Distortion

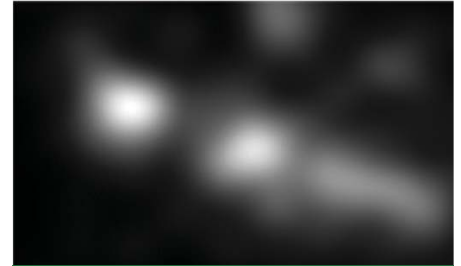


Figure 5: Map of what people look at

what a church is. But maybe even more complicated for a computer it is hidden in the information that you first must go straight on for a while before you are at that particular church, and perhaps even for a while after the church before you reach your destination. The main research question here is thus how to get the information that is not presented.

Another part of strategic planning is cooperation and teamwork. This could for instance be in a firefighting organization, where robots cooperate with humans in a rescue operation. The question here is how to have an understanding of each other, and how to know what your own task is. The planning aspects of this are also used in project for serious gaming and simulation.

Perceptual intelligence

Thanks to the internet everyone can share everything they want with anyone on the world, like photos or movies. But because of limited bandwidth first a lot of compression needs to be done on the files you want to share. This of course causes a loss of information, which damages

the picture. The interactive intelligence group does research on how to improve the compression techniques. Most of the techniques that are commonly used compress the entire picture, but the group is trying to find way to figure out which part of the picture humans really look at and which part not. If you know this, you can compress the part that is not looked at much heavier than the part that is looked at often. This does not improve the picture in terms of overall noise, but someone who looks at it probably likes it better. This is called quality of experience.

Something that is closely related to this quality of experience, is quality of life. A project is done in which this is improved via the lighting in a room. By changing the amount of lighting and the color of it how a person is feeling can be changed. This could especially be beneficial for el-

derly, who spend a lot of their time in the same room. The biggest question here is how to monitor someone's emotional wellbeing via sensors and cameras.

Future

For the future the group has a vision of empathic systems. These systems will be able to really sympathize with and think with people. Thanks to this these systems will be able to greatly increase our quality of experience and our quality of live. Something that again comes back here is the opinion of the human being and how to measure that while the system is running.

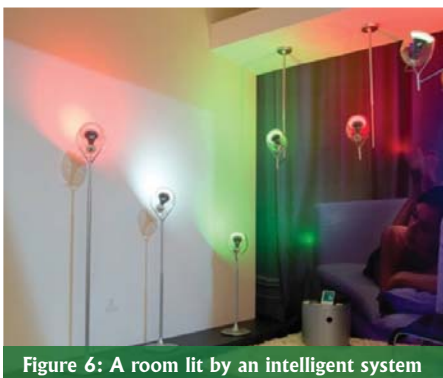


Figure 6: A room lit by an intelligent system



Figure 7: iCat playing a game with a child

Visiting a conference as a student

European Comsol Conference

Author: J.W. van Driel

It is quite unusual for a student to go to a conference, especially when it is in another country. In my case it was the European Comsol Conference in Milan. A three day conference about the Multiphysics Simulation software with user presentations (mine on others), tutorials, mini courses and keynote talks.

My graduation project started in February 2012 and I began with reading some literature and doing simulations with Comsol. Comsol is a piece of software that you can use for simulating numerous problems. One of its great features is that you can link different physics to each other, for example it is possible to link the heating of a wire due to an electric current to a displacement, three different physics. In that way you can research the amount of stresses in your project.

There are a lot of physics, like the electric currents, the elastic waves, laminar flow and many more. I have simulated the electric field distribution of a Cochlear Implant electrode. It is work that I am doing for the Electronic Instrumentation department and if you want to know

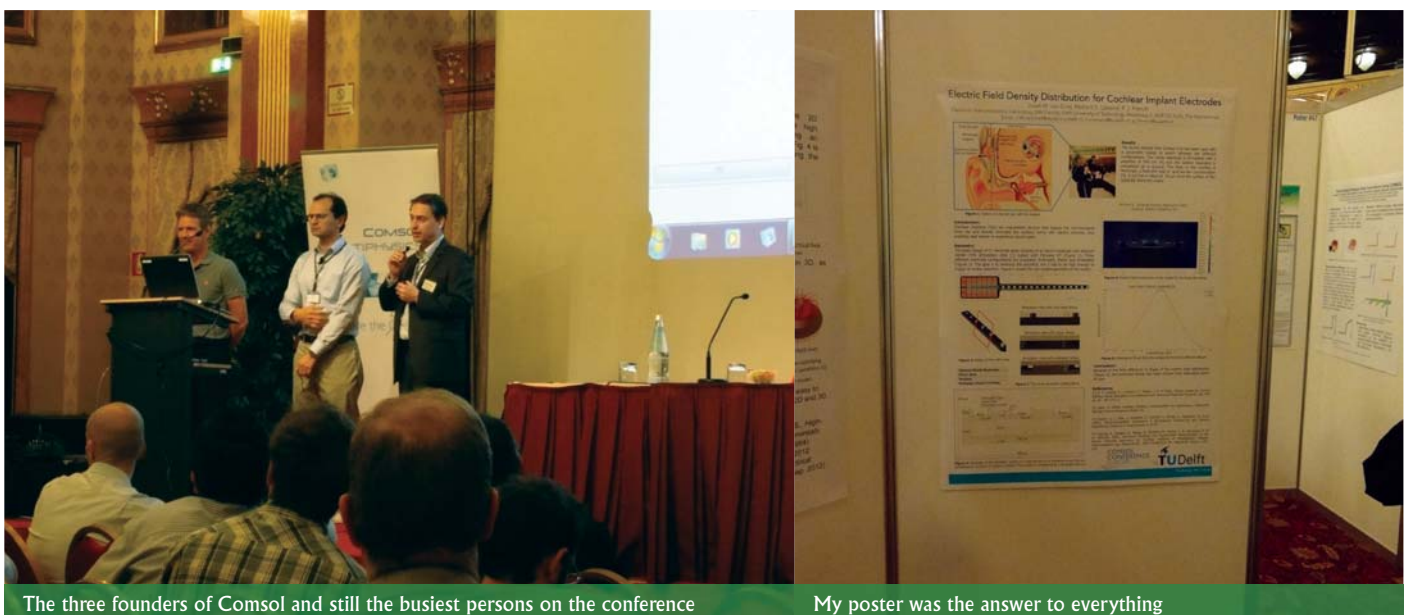
more about that, than you probably have to read edition 16.3 of the Maxwell. By that time I am finished with my project and I will probably be asked to write an article about it for the Maxwell.

My abstract got accepted for the Conference, so I was allowed to give a 15 minutes presentation and a poster presentation and I had to write a full paper of 4 pages. Furthermore I had to arrange the obvious: flight tickets, hotel and the payment for the conference, which is all great for a student, because it costs money. Fortunately, the faculty will give you a cash advance, but it is not sufficient to pay all the bills.

I decided to fly one day in advance of the conference, because the conference start-

ed at 9 AM and to see a bit of the city. It was strange to find a lot of Italian speaking (I think) Chinese behind the desk of for example the 'Gelateria' (Ice cream shop). I found out that visiting a city on your own, unprepared on the highlights is quite boring. Eating on your own in a restaurant is also a bit strange; fortunately it was only for one day. The other days I enjoyed my pizza with some other conference visitors: a Brazilian, Russian, British, German and that was about it. Even a British lady, although some of us asked ourselves if it even was a lady...

The conference itself had a very tight schedule of presentations and breaks, with Swiss coffee machines (in Italy!), odd Juices and pasta. During the tutorials some parts of Comsol were explained,



The three founders of Comsol and still the busiest persons on the conference

My poster was the answer to everything



The cocktail reception was in Italian style: Prosecco



My presentation

like the Livelink with Inventor, which allows you to draw in Autodesk Inventor and simulate it with Comsol, the mini courses required a bit more active participation, as we had to do it on our own, using a manual. The keynote talks were a way to show the participants of the conference which companies sponsor, including their usage of Comsol. Finally, there were the user presentations, spread over different research topics like, in my case, Biomedical Engineering.

It was Thursday afternoon at about 16:45, my time to present. My supervisor Paddy French came that day to support me. The room was quite empty, only 10-15 people were there, while the session before that was viewed by at least the double of that. There was a parallel session on the

same topic, so that is probably where the other people were. But that did not mean that my presentation did not go well, I got compliments that my presentation was better than that of some PhD students and Professors. The only thing that did not go well was the fact that the font I used to say 'Thank you' was not available on the computer. Out of all fonts it could choose from, it automatically chose 'Comic Sans'. Too bad I found that out during the presentation.

That night was also suited to see the nightlife of Milan. It turned out to be a very expensive nightlife. The cheapest thing that we initially found was a bar called 'Straf', where you could buy a bottle of wine for 60 euros. That was even too expensive for the company people, so

we walked some more and found a place populated by policemen, odd people and relatively cheap beer. On our way back to the hotel we found out that the McDonalds sells beer too, so we took advantage of that.

Concluding I can say that it was quite an interesting and fun experience. I have learned things about Comsol, Italy (they say Cappuccino, not Cappuccino), British people and that visiting a city on your own is not so much fun.

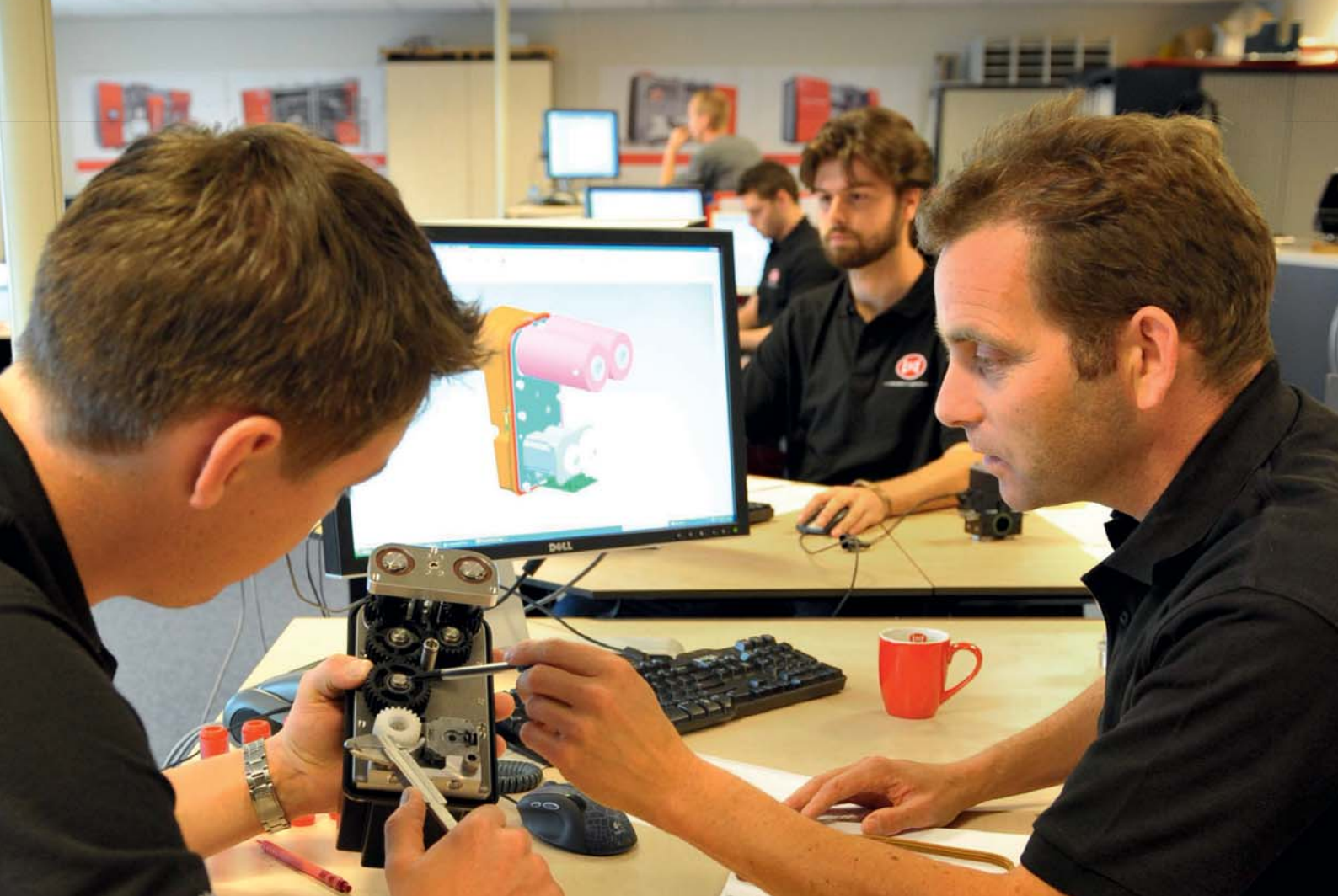


The bar with cheap beer and wine



One of the few interesting highlights of Milan, the Duomo

Working at Lely



LOOKING FOR TALENT

Do you want to work in the most sustainable building of Europe? Lely is always looking for talent! We are interested to get in contact with students who have a background in Electrical Engineering, Mathematics or Computer Science.

Please get in touch with Lely recruitment:
recruitment@lely.com



Column

Over het weer gesproken...

In mijn studententijd was ik gefacineerd door de weersvoorspelling van het 8 uur journaal. Op een gestyleerde landkaart werd aangegeven waar het in Nederland meer of minder ging regenen. Soms werd er ook een plaatje toegevoegd met isobaren waarop hoge en lage druk gebieden te zien waren. De weersvoorspellingen werden toentertijd door het KNMI berekend in samenwerking met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium. Begin jaren negentig leverde NEC de eerste supercomputer aan het NLR die een gecombineerde computing power van 1 Tera-FLOP/s kon bereiken. Versterkt door deze enorme vooruitgang in computing power, zei men indertijd dat weersvoorspellingen nu niet meer tot drie dagen beperkt zouden blijven, maar dat nauwkeurige voorspellingen tot 2 weken mogelijk zouden worden.

En inderdaad werd de weersvoorspelling aangepast in de jaren negentig. De kaarten op het 8 uur journaal werden uitgebreid met tabellen en er werd een heus percentage toegevoegd voor de kans op neerslag. Helaas stelde men aan het begin van deze eeuw vast dat deze weersvoorspelling teveel aan terechte kritiek onderhevig was en keerde men terug naar het model waar we vandaag de dag nog steeds mee werken: tot drie dagen vooruit.

Wat hebben het weer, het heelal, ons DNA, onze hersenen en de aandelenbeurs

met elkaar gemeen? Het zijn allen systemen die triljarden mogelijkheden kunnen bevatten, waardoor het bijna onmogelijk is er een nauwkeurige voorspelling over te doen. In het jaar 2000 is door de toenmalige president van de VS met veel bombarie aangekondigd dat het genoom volledig ontcijferd was. In werkelijkheid hadden wetenschappers slechts de precieze chemische samenstelling van het DNA molecuul kunnen vaststellen. Schokkend voor veel mensen was dat ons DNA voor meer dan 99% overeenkomt met dat van een chimpansee.

Weer een decenium later blijkt dat wetenschappers met de enorm toegenomen computing power van 10 peta-FLOP/s die vandaag de dag beschikbaar is, nog slechts van 5% van het menselijk DNA heeft vastgesteld wat de functie precies is. Voor de resterende 95% tasten we nog grotendeels in het duister. Kunnen we vaststellen dat de exponentiële toename in computing power over de afgelopen 30 jaar niet geleid heeft tot een betere weersvoorspelling, of een snellere ontrafeling van de werking van het DNA? En waarom tasten we nog grotendeels in het duister als het gaat om het ontstaan van hersenziektes zoals Alzheimer?

De enorme toename in computer power heeft dus niet geleid tot een versnelling in het oplossen van dit soort problemen. Misschien heeft het juist wel het omgekeerde bewerkstelligd...



Ir. D. Weeda

Met andere woorden zijn we niet steeds harder in de verkeerde richting aan het rennen?

Hoewel we graag anders willen geloven, is de mens in de afgelopen eeuwen niet bijster veel intelligenter geworden. Psychologische tests tonen aan dat de menselijke intelligentie zich wel kan aanpassen aan de omgevingsfactoren, maar dat het een altijd ten koste gaat van het andere.

Moeten we ons niet veel meer daarop richten? Het schrijven van een intelligent algoritme bespaart vaak vele uren processing capaciteit. Dus ligt 'the future of computing' misschien niet in het vergroten of verder miniaturiseren van computing power, maar juist in het schrijven van intelligentere algoritmen. En dus in het bevorderen van de menselijke creativiteit, die aan de basis staat van alle algoritmen.

“Hoewel we graag anders willen geloven, is de mens in de afgelopen eeuwen niet bijster veel intelligenter geworden”

ETV Social Activities

An overview of the second quarter



The ETV organised a tubing event



ETV members hard at work keeping their tube on track



Sinterklaas dropped by to fill ETV members' shoes with goodies



Enjoying a nice meal during the Christmas lunch



Santa was kind enough to visit the /Pub and share a christmas tale



Watching 'Lullo's' in the /Pub



There even were real midgets at the midget-drink



Freshman enjoying a meal after lasergaming



While watching the lullo's, the ETV members dressed the part

ETV Activities

December 18th: Excursion Thales

Pascal Lagerweij

On the 18th of December the Electrotechnische Vereeniging went to Thales Group, site Hengelo, The Netherlands. We went to Thales with a select group of 16 ETV members from a variety of different years in the study - from Bachelor to Master students. When we were heading for the eastern part of The Netherlands we got stuck in a traffic jam between The Hague and Utrecht.

After an unexpectedly extended travel time of around 45 minutes we arrived at Thales group in Hengelo. Luckily after arriving we could start the program for that day right away.

So we went straight for the Lunch, which was stunning. Afterwards they skipped two of the general talks before the lunch and we went right into the first presentation we would receive that day.

With interesting talks about what Thales does at this moment, ranging from systems that can destroy incoming weapons to

detection of incoming objects around the radar, and what they have done in the past we started a very interesting day.

After the presentation about the current projects, we got a more in depth talk about how the radar systems actually works and what kind of methods are used to detect objects around them, discussing the problems and challenges that come with these techniques along the way.

This presentation was followed by a guided tour over the site where we saw the different testing facilities, the R&D facilities and the dedicated developing facilities.

Even though Thales site Hengelo only does the radar detection for objects above ground level nowadays, it was a very interesting experience for all the participants. If I would have the chance to visit the other sites of Thales in France to see more of the other systems Thales develops I would certainly do so.

After the drive back, which fortunately was without traffic jams, we arrived back at the faculty of EEMCS.



The Thales site in Hengelo



Leading in Oil & Gas Technology

Frames defines itself by implementing new technologies in a dynamic market with growing internationalization. In addition, we highly appreciate a good working atmosphere in an informal setting.

Well educated ambitious people are working at Frames. Our terms of employment are correspondingly. Frames tries to stimulate its employees to continue learning, both "on the job" as well as through providing training. Our study costs arrangement allows employees to follow an adequate education in an affordable and easy manner.

Specialized in the design, manufacturing, supply, installation and commissioning of complete systems for oil & gas treatment, separation, heat exchanging, flow control and safeguarding, we constantly expand our technological capabilities as well as our customer base to include virtually all the major oil & gas production companies worldwide.

Opportunities to grow in one of our offices are plentiful. Besides developing opportunities in the Netherlands, we are continuously looking for employees who are willing to help with the growth of our international offices.

In total, Frames has five offices in the Netherlands located in Alphen aan den Rijn, Vollenhove, Woerden and Zoeterwoude. Besides expanding in the Netherlands, more and more Frames offices are opened abroad. Supported by offices in Brazil, Germany, India, Malaysia, Russia, Saudi Arabia, UAE and the USA, Frames has managed to make a name for itself in the global oil & gas industry in the past three decades.

The following technology and product groups are part of the Frames portfolio:

- Flow control & safeguarding
- Gas & liquid treatment
- Separation technologies
- Gas processing
- Biogas processing
- Heat transfer
- Automation
- Field services

Interested?

Please visit www.jobsatframes.com or www.frames-group.com for more information.

Frames is a medium sized international company providing turn-key technology for the upstream oil & gas industry. Headquartered in Zoeterwoude the Netherlands with offices in Alphen a/d Rijn, Woerden, Germany, United Arab Emirates, USA, India, Malaysia, Brazil and Saudi Arabia. Our business plan includes a sustainable growth for the coming years. The Frames organization is characterized by an open, international, committed and relatively young staff. Visit www.frames-group.com to learn more about our company.



INVESTOR IN PEOPLE

Het laagste punt van Nederland is ook het veiligste

Als een auto te langzaam door de Westerschelde-tunnel rijdt, wordt dat direct waargenomen door detec-

tielussen in het wegdek. De tunneloperator krijgt een melding en kan de snelheden in de tunnel aanpassen of een rijbaan afsluiten met een rood kruis op de matrixborden. Hij kan de bestuurder toespreken via een van de 300 luidsprekers

Gezocht: Ingenieurs

in de tunnel. Bij calamiteiten kan hij zelfs Giel Beelen of Edwin Evers onderbreken. Al deze elek-

trotechnische installaties zijn van Croon. Wil je graag aan de slag bij een interessante werkgever? Lees meer over werken op 60 meter diepte en andere projecten waar je zelf aan zou kunnen werken op onze website. Of bel 0800 - 276 66 34. **We leven elektrotechniek werkenbijcroon.nl**



croon
TBI techniek