

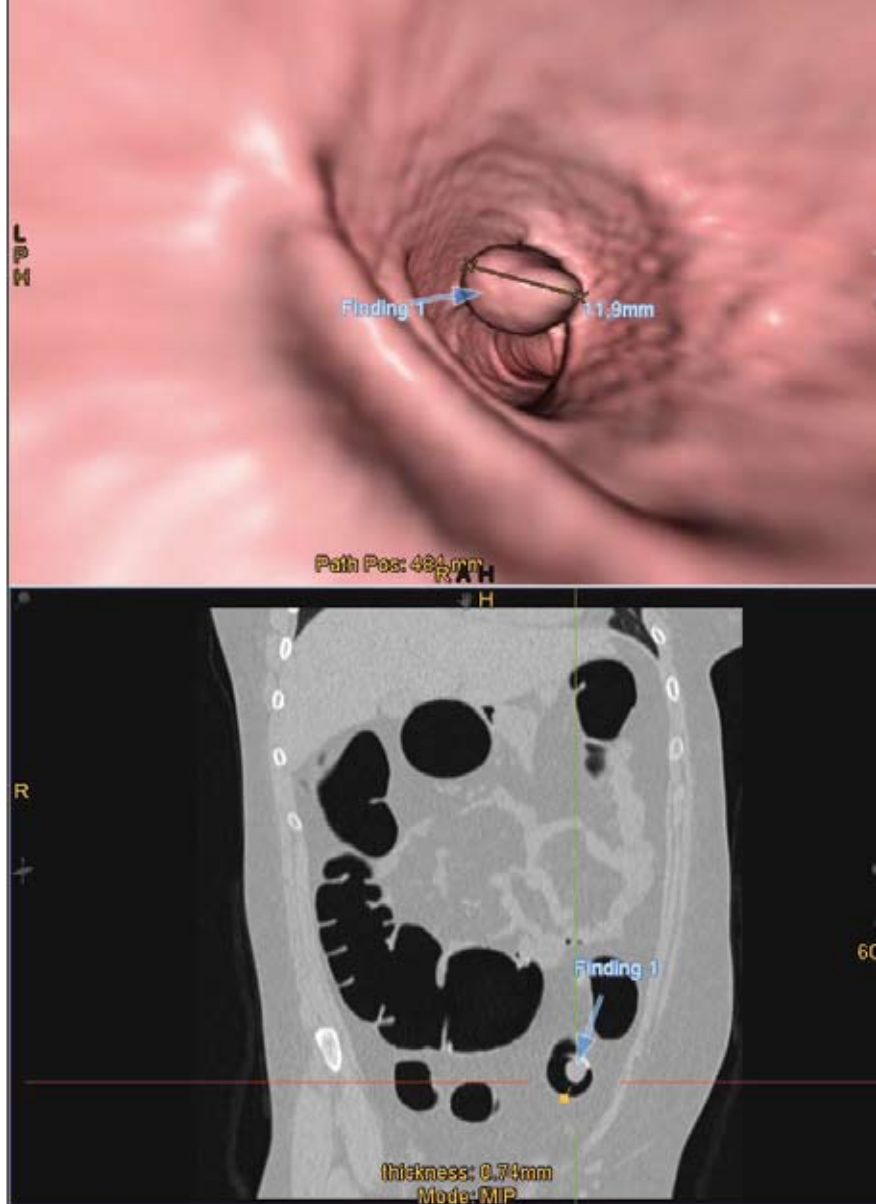
Diagnosestelling is sinds de ontdekking van de X-stralen bijna ondenkbaar geworden. Sindsdien zijn andere beeldverwerkings-technieken in een stroomversnelling geraakt en dreigt de radiologie overrompelt te worden door de gigantische hoeveelheid en verscheidenheid aan beelden.

Om op de vraag naar betere integratie van de medische beeldverwerkings-, analyse-, CAR- en CAD-technieken in te spelen en de aankomende radiologische crisis aan te pakken werd in Vlaanderen het ICA4DT-onderzoeksproject opgericht.

Dit project bundelt in de schoot van het IBBT en i.s.m. de industriële partners Agfa, Barco en Medicim, de krachten van de belangrijkste universitaire onderzoeks-departementen binnen de domeinen van de medische beeldverwerking in Vlaanderen.

---

**R. De Deklerck, J. De Mey, P. Dewaele,  
P. Dekeyser, T. Kimpe en B. Morlion**



# Giga-, tera, petabytes: Kan de

Sedert het ontstaan van de radiologie aan het eind van de 19<sup>de</sup> eeuw door toedoen van de ontdekking van de X-stralen door Wilhelm Conrad Röntgen, wordt het domein van de radiologie door zijn succes en een gestadige technologische vooruitgang constant met toenemende beeldvolumes geconfronteerd. Maar met de komst van de micro-elektronica, die steeds snellere beeldacquisitie en de ontwikkeling van nieuwe beeldvormingsmodaliteiten mogelijk maakt, is de toename aan beeldgegevens in een exponentiële versnelling terecht gekomen. Steeds meer medische diensten en klinische specialiteiten maken gebruik van medische beelden tijdens de diagnosevorming en de behandeling van uiteenlopende pathologieën. Steeds vaker maakt men gebruik gemaakt van 3D- en 4D- (3D+tijd)-beelden. Steeds meer mensen hebben toegang tot geavanceerde geneeskunde en screeningsprogramma's in asymptomatische populaties genereren aanzienlijke aantallen additioneel te protocolleren beelden. Deze evolutie stelt heel wat eisen. Wat de opslag en

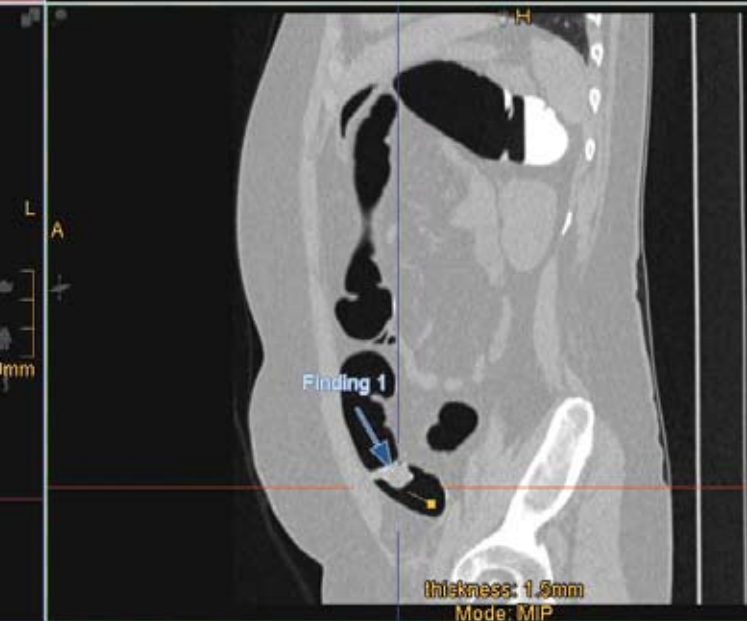
transfer van de beeldgegevens betreft hebben de PACS-systemen ("Picture Archiving en Communication Systems") systemen dankzij snellere verwerkingseenheden, opslagmedia met hogere densiteiten (harde schijven, DVD, Blu-Ray & HD-DVD) en snellere netwerktechnologie (vooral intramuraal) tot nog toe een oplossing kunnen bieden. Wat echter de beelddiagnose betreft dreigt het voor de radioloog in de toekomst ondoenbaar te worden om de vloed aan data op een kosteneffectieve en met een draaglijke werkbelasting te verwerken (zie *kaderstuk Radiologie anno 2010*).

## Het TRIP-initiatief

Er is dus dringend nood aan meer efficiëntie en effectiviteit in het radiologische interpretatieproces. Dit heeft aanleiding gegeven tot het TRIP-initiatief "Transforming the Radiology Interpretation Process" [1-3] van de Amerikaanse SCAR of "Society for Computer Applications in Radiology" vereniging (De SCAR vereniging heets thans SIIM, "The Society for Imaging Informa-



**Figuur 1:** Virtuele colonoscopie als toepassing van computerondersteunde lezing: (a) links boven: momentopname van de 'fly-through' doorheen de gereconstrueerde binnenwand van de dikke darm; (b) rechts boven: 3D-weergave die een dubbel-contrast barium enema aanzicht nabootst in combinatie met een superpositie van het navigatiepad van de virtuele endoscoop; (c) links onder: coronale snede doorheen de anatomie; (d) rechts onder: sagittale snede doorheen de anatomie. Alle aanzichten zijn gecentreerd rond een manueel geannoteerde poliep. Beelden opgenomen in het UZ Leuven en getoond met toelating van Dr. D. Bielen, Radiologie, UZ Leuven.



**Figuur 2:** Beeld van de ingewanden, met de dunne darm en dikke darm of colon. De inzetfoto is een virtueel edoscopie-aanzicht van de dikke darm. De gele zones markeren residuele vloestof.

# radiologie ze nog aan?

tics in Medicine"). Het TRIP-initiatief dringt vooral aan op een intenser interdisciplinair onderzoek in de domeinen van computerondersteunde lezing ("CAR: computer-aided reading") en computerondersteunde detectie ("CAD: computer aided detection"), aangezien zij de voornaamste sleutels zijn om een boost in het radiologische interpretatieproces teweeg te brengen.

## CAR-algoritmes

CAR algoritmes zijn erop gericht het beeld te transformeren zodat visuele interpretatie door de radioloog of clinicus zowel sneller als nauwkeuriger kan verlopen. Geavanceerde beeldverbeterings- en -restauratietechnieken vallen in deze klasse. Een voorbeeld hiervan in het domein van de 2D X-ray beelden zijn de nu goed ingeburgerde beeldverbeteringsmethoden op basis van multischaalontbindingen en beeldadaptieve kenmerken. In het domein van 3D-visualisatie is de virtuele colonos-

copie een belangrijk voorbeeld. Deze behelst de nieuwe visualisatie van het binnenoppervlak van een abdominale CT van de dikke darm ten behoeve van poliepopsporing, mogelijk gemaakt door een gesofisticeerde 3D-reconstructie en 3D-ciné-weergave. Een andere uitdaging is de extractie en voorstelling van complexe 3D-bloedvatenbomen in het menselijk lichaam en hun pathologiegerelateerde afwijkingen die anders moeilijk te interpreteren zijn op basis van lezing van de individuele 2D-snedes.

## CAD-algoritmes

CAD algoritmes zijn grosso modo in 2 categorieën op te splitsen: doelgebaseerd zoals objectdetectie en herkenning, en niet-doelgebaseerd zoals detectie van veranderingen in de tijd in longitudinale studies en atlasgebaseerde morfometrische aanpakken. Voorbeelden van huidige commerciële en pre-commerciële doelgebaseerde CAD-applicaties zijn:

- microcalcificatiedetectie in mammografiebeelden;
- longnoduledetectie in CT-thoraxbeelden;
- automatische detectie van darmpoliepen en gezwellen als aanvulling op virtuele colonoscopie;
- automatische detectie van een slagadervernauwing (stenose), verstopping (occlusie) of verwijding (aneurysma) op basis van CT en MR angiografie.

Voor de detectie van sommige pathologieën is de combinatie van de interpretatie van de radioloog en de doelgebaseerde CAD-applicatie superieur aan de detectie gemaakt door de menselijke expert en het computerexpertsysteem alleen. De computer markeert in het algemeen als tweede opinie abnormale structuren of interessezones nadat de radioloog al een initiële interpretatie heeft gemaakt. De radioloog kan die gemarkeerde gebieden dan herbekijken en draagt de eindverantwoordelijkheid over de uiteindelijke interpretatie van de beelden.

### “Decision Support Tools”

Zo kunnen beelden beslissingen ondersteunen, wat bekend staat onder de naam “Decision Support Tools”. De huidige algoritmes worden afgestemd om een zo laag mogelijk percentage aan vals-negatieve resultaten (er is een letsel aanwezig doch het wordt niet als een afwijking beschouwd of wordt niet gedetecteerd) te genereren. Dit gaat vaak ten koste van een hoog percentage aan vals-positieve detecties (een letsel wordt gesignaleerd dat er in werkelijkheid geen is), die de radioloog allemaal dient te beoordelen, zodat er niet veel tijd t.o.v. de detectie zonder CAD-hulp kan worden uitgespaard.

Niet doelgerichte CAD is vaak gefocust op ‘screening’ studies, detectie van veranderingen in de tijd in longitudinale medische onderzoeken, en kwantitatieve morfometrische methodes voor nieuwe types van diagnoses. Veranderingsdetectie identificeert significante verschillen en het simpelweg werken met verschilbeelden (beeld uit de huidige studie minus beeld uit vorige studie) kan een goede aanpak zijn, indien de beelden weinig ruis bevatten en gealigneerd kunnen worden. Subtractie van thorax projectiebeelden is één voorbeeld.

Veranderingsdetectie is ook nuttig in het opvolgen van hersentumoren, multiple sclerose, vaataandoeningen en dementie via het vergelijken van longitudinale MR-onderzoeken. Vanwege de nood aan en het strategisch belang van nieuwe beeldverwerkingstechnieken, CAR en CAD werd ook in Vlaanderen recent het IBBT-project (Interdisciplinair instituut voor BreedBand Technologie: Vlaams ICT onderzoeksinstituut opgericht op initiatief van de Vlaamse regering in 2004) ICA4DT opgestart<sup>[4]</sup> (zie kaderstuk).

## Content Based Image Retrieval

Een onderzoeksdomein dat dicht tegen CAD aanleunt is het zoeken op basis van beeldinhoud (CBIR: “Content Based Image Retrieval”). Zoals reeds vermeld geven de huidige “Picture Archiving and Communication Systems” (PACS) de klinici de mogelijkheid de beelden op een efficiënte manier te bewaren en te verzenden. Wat betreft het doorzoeken van de gegevens, zijn de zoekopdrachten vrij beperkt en louter tekstueel gebaseerd of op basis

van sleutelwoorden, omdat de in de afbeeldingen opgeslagen informatie eerder gering is (het radiologisch rapport is bijvoorbeeld elders opgeslagen).

Het doel van CBIR-systemen is het zoeken op beeldken-

## Radiologie anno 2010: een mogelijk

Het volgende scenario zou binnen enkele jaren (vanaf 2010) tot de standaard klinische praktijk kunnen behoren. Het is echter een fictieve casus we niet verder ingaan op nieuwe evoluties binnen anatomicopathologie, nucleaire geneeskunde, moleculaire beeldvorming, bloedonderzoeken, .... Het scenario toont aan dat nieuwe beeldvormingstechnieken adequate beeldverwerkingstechnieken vereisen.

### • Stap 1: Een lagedosis CT-scan

Patiënt X voelt zich moe, is wat vermagerd en heeft weinig eetlust. Hij biedt zich aan bij zijn huisdokter die geen echte klinische afwijking vindt. Ook een beperkte bloed- en urinecontrole geeft geen pathologische indicatie. Aangezien de klachten aanhouden wordt de patiënt doorgestuurd voor een lagedosis-CT-scan van het hele lichaam. Het betreft hier een onderzoek van 3000 beelden, waar de computer via “Computer Aided Detection” (CAD)-software onmiddellijk een verdacht lever en longletsel aantoot.

### • Stap 2: Een perfusie CE en een MRI

De volgende stap in het onderzoek is een combinatie van een gerichte dynamische perfusie-CT (totaal 8000 beelden) en een magnetische-resonantiespectroscopie. Deze onderzoeken bevestigen dat het hier gaat om een primaire longtumor met één solitaire leveruitzaaiing. Aangezien het hier dus om een uitgezaaide tumor gaat, kan de patiënt niet door middel van een operatie genezen worden.

Dankzij perfusie-CT kunnen we een accurate diagnose stellen en de doorbloedingskarakteristieken van zowel het long- als het leverletsel kennen. Bij dit type onderzoek wordt bij de patiënt een contraststof ingespoten. Vervolgens worden gedurende een drietal minuten op regelmatige tijdstippen (beginnende op tijdstip 0 zonder contraststof in het bloed) een tiental volumetrische beelden opgenomen. Ieder beeld bestaat uit een 800-tal sneden van 512x512 pixels, wat overeenstemt met 400 MB. De totale studie bestaat bijgevolg uit 8000 coupes, die ongeveer 4GB in beslag nemen.

### • Stap 3:

#### Analyse door het beeldverwerkingsstation

Alleen al het bekijken van deze beelden vormt een onoverkomelijk probleem voor de arts. Daarom worden deze beelden overgebracht naar een betaalbaar beeldverwerkingsstation, bestaande uit een cluster van standaard computerprocessoren. Bewegingen en meer specifiek ademhalingsbewegingen van de patiënt leiden tot een variatie in de positie van de beeldvolumes aangezien deze werden opgenomen

merken te ondersteunen: verschillende CBIR-technieken zijn reeds voorgesteld om beelden op basis van specifieke eigenschappen in een database terug te vinden<sup>[5]</sup>. De meest voor de hand liggende toepassing is het zoe-

ken naar gelijkaardige beelden.

De gelijkenis tussen verschillende gevallen kan echter niet altijd enkel bepaald worden door het afstemmen van unimodale beelden. Een arts zal voor het stellen van

## scenario m.b.t. diagnose en opvolging van een nodule in lever en longen

op verschillende tijdstippen. Daarom worden de beeldvolumes op elkaar afgestemd qua positie via registratietechnieken. In een volgende stap haalt de beeldverwerkingssoftware met minimale tussenkomst van de geneesheren de driedimensionele nodules uit elk van de volumetrische beelden, opgenomen op verschillende tijdstippen. Dit gebeurt op basis van segmentatietechnieken. Bij aanwezigheid van meerdere nodules in één beeldvolume, worden hun overeenstemmende 3D-segmenten automatisch herkend in de andere beeldvolumes. Indien nodig, wordt de afstemming van de posities verder verfijnd op het niveau van de nodules zelf via een tweede klasse van registratietechnieken.

### • Stap 4:

#### Combinatie van de diverse technieken

Het dynamische verloop van de opname van de contraststof wordt berekend met kwantificatietechnieken per voorkomende nodule. De parameters, die het dynamische verloop van de nodules beschrijven, en de vormkarakteristieken worden bepaald met behulp van kenmerkextractietechnieken. Deze kenmerken, aangevuld met gegevens bepaald uit het MR-spectroscopie onderzoek, worden dan verder verwerkt in een CAD-software met behulp van patroonherkenningstechnieken en kennisgebaseerde beeldinterpretatietechnieken. De CAD-software levert een beperkt aantal gegevens aan de geneesheer en geeft aan om welke types gezwel het zou kunnen gaan. Ook geeft het op basis van kennis opgedaan uit vorige studies en de incidentie van het type de waarschijnlijkheid aan voor elk type gezwel.

### • Stap 5:

#### Bepaling van de behandelingsprocedure

Uit deze gegevens en eventueel bijkomende onderzoeken, blijkt dat de beste kans op genezing erin bestaat zowel het lever- als het longgezwel te behandelen met radiotherapie. Eén van de beeldvolumes (typisch het volume op tijdstip 0) wordt verstuurd samen met een voor de behandeling geoptimaliseerd 3D-model van de nodules, berekend op basis van de segmentaties van de beeldvolumes genomen op meerdere tijdstippen. Het 3D-model kan ook worden aangewend voor visualisatie doeleinden. Op basis van deze informatie en de 3D-visualisaties kan in een korte tijd de planning worden gemaakt voor de bestraling van de gezwellen.

### • Stap 6: Behandeling van de patiënt

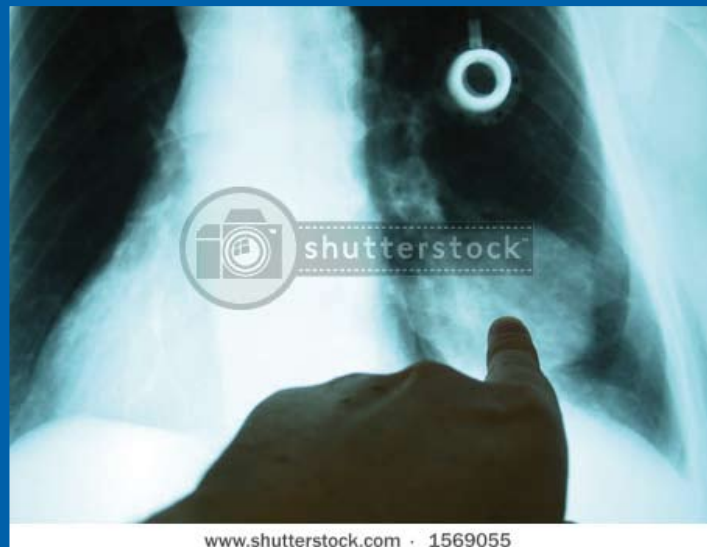
De patiënt wordt behandeld en na een week volgt een nieuw onderzoek met dynamische volumetrische CT om na te gaan hoe de nodules evolueren. Dezelfde

beeldverwerkingsstappen als in het eerste onderzoek worden gevolgd. De CAD-software weet echter dat het gaat om een opvolgsonderzoek en zal de kenmerkende parameters over het dynamische verloop en de vormverandering interpreteren in relatie tot de parameters van het eerste onderzoek. Indien blijkt dat de nodules gunstig evolueren, kan een nieuwe behandeling worden verdaagd. Een volgend opvolgsonderzoek wordt bijvoorbeeld voorzien na 3 weken. Indien de gunstige evolutie zich doorzet, zal de patiënt pas binnen een paar maanden opnieuw op controle dienen te komen.

### • Stap 7: Archivering van gegevens

Ondertussen hebben al deze onderzoeken al ettelijke Gigabytes aan gegevens gegenereerd. Het bewaren van al deze gegevens voor review-doeleinden, stelt echter zware eisen aan het beeldarchiveringssysteem. Aangezien de geregistreerde beeldvolumes in de tijd, echter voor het overgrote deel (met uitzondering van het gezwel en de bloedvaten) een gelijkaardige beeldinhoud dragen en er ook een grote correlatie is tussen de beeldinhoud van de aanliggende coupes in éénzelfde beeldvolume, kan het volume aan gegevens aanzienlijk worden gereduceerd. Dit kan met efficiënte compressietechnieken zonder perceptuele verschillen, leiden tot een reductie met bvb. een factor tien. Met deze technieken is het eveneens mogelijk om een verschillende compressiegraad per regio te definiëren, wat toelaat om de regio's die een gezwel bevatten, verliesloos te coderen en minder belangrijke regio's (bv. regio's buiten het orgaan dat onderzocht wordt) sterker te comprimeren.

Verder kan de radioloog in een aparte databank de interessante studies en hun afgeleide kenmerkende parameters bijhouden en - indien de patiënt akkoord gaat - deze aan de fabrikant van de beeldverwerkings- en CAD-software overmaken, om een verdere verfijning van de software te kunnen bewerkstelligen.



Figuur A: Kankervlek op de longen zichtbaar op een radiologische opname.

## Het IBBT-project ICA4DT: Image-based Computer Assistance for Diagnosis and Therapy

Om op de vraag naar betere medische beeldverwerkings-, analyse-, CAR- en CAD-technieken in te spelen en de aankomende radiologische crisis aan te pakken werd in Vlaanderen het ICA4DT-onderzoeksproject op initiatief van de bedrijven Agfa en Barco in de schoot van het IBBT (Interdisciplinair Instituut voor Breedband Technologie) opgestart. Tezamen met de industriële partners Agfa, Barco en Medicim, bundelen de belangrijkste universitaire onderzoeksdpartementen binnen de domeinen van de medische beeldverwerking en de radiologie via het IBBT hun krachten in dit project (UA – Vision Lab; UGent – TELIN-IPI; KULeuven – ESAT/PSI, UZLeuven-Radiologie; VUB – ETRO, AZVUB-Radiologie). Naast het ontwikkelen van nieuwe algoritmen is het project er ook op gericht om deze algoritmen op een gebruiksvriendelijke manier in medische applicaties te integreren. Wat dit gedeelte betreft, leveren het bedrijf Namahn en de onderzoeksgroep (K.U. Leuven – CUO) de nodige expertise.

Het project is gestart op 1 september 2005 en heeft een duur van 2 jaar.

Het belangrijkste doel van ICA4DT is het opbouwen van een kritische massa op het vlak van medische beeldverwerking in Vlaanderen met het oog op het creëren van een meerwaarde in

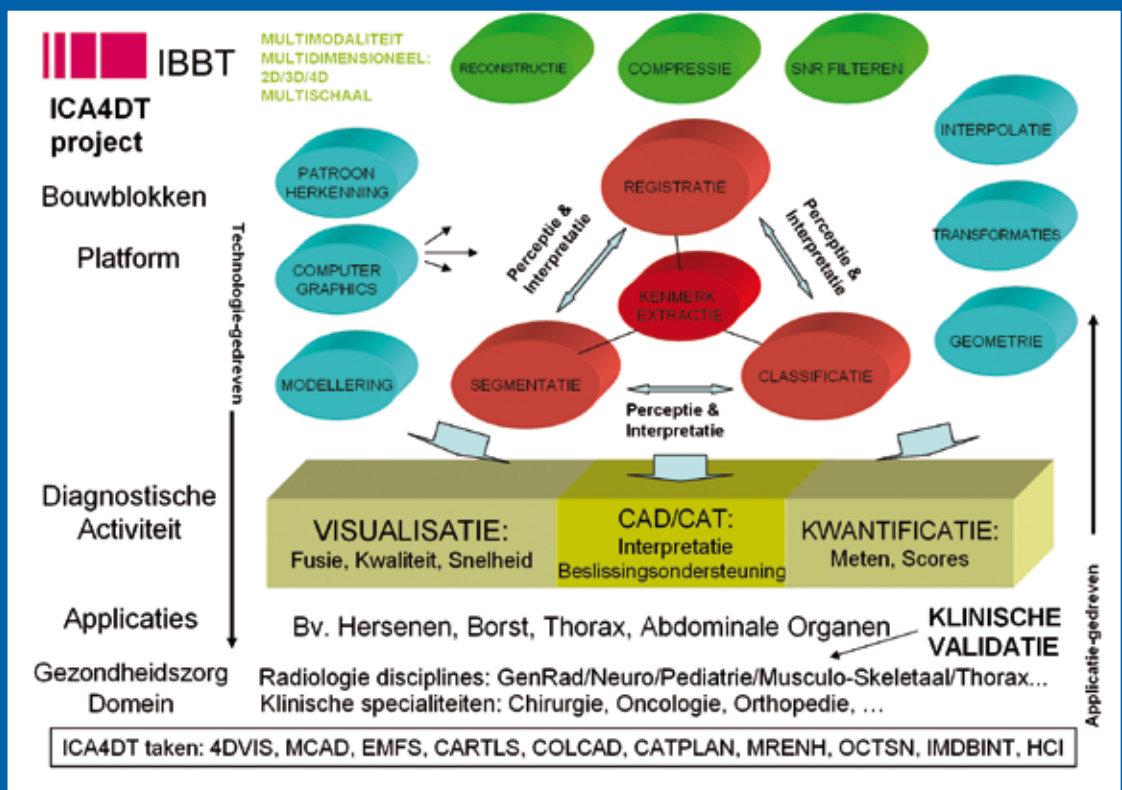
Vlaanderen, en om deze competentie vervolgens naar wereldniveau te brengen.

Deze meerwaarde zal nagestreefd worden in drie domein die relevant zijn voor de clinicus (zie *figuur*): betere visualisatie, automatische meting (kwantificeren) van beelden en automatische detectie of diagnose (kwalificatie) van symptomen (CAD – Computer Aided Detection).

Deze doelstellingen - kwantificatie en kwalificatie – vormen een vitale link in de creatie van een zogenaamd "Evidence-Based Medicine", waarbij de therapie van elk syndroom geoptimaliseerd zal worden aan de hand van de recentste objectieve data, in verhouding tot b.v. de tot dan toe gevolgde therapie.

Om tot deze doelstellingen te komen zal het project zoals aangegeven in de *figuur* ongeveer alle belangrijke domeinen binnen de beeldverwerking, -analyse en -visualisatie bestrijken.

Na afloop van het onderzoeksproject zullen de industriële partners het potentieel voor commercialisatie op grotere schaal evalueren. Indien positief, kunnen zij de ontwikkelde modules omzetten in commerciële producten met een verder doorgedreven (klinische) validatie, perfecte integratie in hun productlijn, documentatie, FDA goedkeuring, ...



een diagnose dikwijls meerdere types beelden bestuderen en ook andere aspecten in acht nemen, zoals de leeftijd van de patiënt of resultaten van een bloedonderzoek. Daarom is er op termijn nood aan inhoudgebaseerde zoeksystemen die relevantere resultaten kunnen teruggeven door net als een arts met meerdere aspecten dan één enkel beeld rekening te houden tijdens het zoekproces.

### Integrated Health Enterprise

Dankzij het streven naar een Integrated Health Enterprise <sup>[6]</sup>, die de integratie en koppeling van HIS (Hospital Information System), RIS (Radiology Information System) en PACS systemen beoogt, zullen geïntegreerde elektronische patiëntendossiers meer en meer hun intrede doen, zodat de informatie van alle verschillende onderzoeken en de patiëntenhistoriek beschikbaar wordt vanuit één enkel systeem. Dit biedt een uitstekende gelegenheid om een dergelijk zoekstelsel op termijn hierin te integreren. Het teruggeven van eerdere gelijkaardige gevallen, kan aanzienlijke tijdswinst opleveren, doordat bijvoorbeeld de rapportering grotendeels zou kunnen uitgaan van het verslag van het overeenstemmende onderzoek dat eerder werd gedaan voor een andere patiënt. Deze werkwijze zou de uniformiteit in de rapportering trouwens ten goede komen, en bijgevolg ook de performantie van het zoeken van gelijkaardige gevallen verder kunnen opdrijven.

## Besluit

De verdere integratie van de systemen (CAR, CAD, CBIR) én de verrijking en uniformisering van de informatie in databanken (PACS, RIS, HIS) zou de kloof op termijn kunnen dichten tussen de snelheid waarmee huidige en toekomstige volumes aan beeldgegevens kunnen worden opgenomen en de toenemende complexiteit van het radiologisch interpretatieproces.

### Referenties

1. Andriole KP, Morin RL, et al., A Position Paper: The Society for Computer Applications in Radiology Transforming the Radiological Interpretation Process (TRIP™) Initiative, November 2003
2. Andriole KP, Morin RL, et al., Addressing the coming radiology crisis—the Society for Computer Applications in Radiology Transforming the Radiological Interpretation Process (TRIP™) initiative, *J Digit Imaging* 17(4):235–243, 2004
3. Andriole KP, Morin RL., Transforming medical imaging: the first SCAR TRIP conference a position paper from the SCAR TRIP subcommittee of the SCAR research and development committee, *J Digit Imaging*. 19(1):6-16, 2006.
4. Project webpagina: <https://ica4dt.ibbt.be>
5. Chi-Ren Shyu, Carla Brodley, Avi Kak, and Akio Kosaka, Assert: A physician-int-the loop content-based retrieval system for HRCT image databases, *Computer Vision and Image Understanding*, 75 (1-2):111–132, 1999.
6. Webpagina: <http://www.ihe.net>

### De auteurs

Rudi DEKLERCK is burgerlijk werktuigkundig-elektrotechnisch ingenieur (Vrije Universiteit Brussel 88). Hij behaalde in 1999 zijn doctoraatstitel in de Toegepaste Wetenschappen aan dezelfde universiteit bij de vakgroep ETRO waar hij nog steeds werkzaam is. Sedert april 2004 is hij ook actief binnen het IBBT, het Interdisciplinair Instituut voor BreedBand Technologie. Zijn onderzoek situeert zich in het domein van de medische beeldverwerking. Hij is tevens onderzoeksleider van het IBBT-ICA4DT project.  
*E-mail: rdeklerc@etro.vub.ac.be*

Prof. Johan DE MEY studeerde geneeskunde aan de Vrije Universiteit Brussel waar hij in 1987 promoveerde. In 1988 werkte hij reeds samen met de vakgroep ETRO om radiologische beelden automatisch te segmenteren. Hij werkt sinds 1992 als radioloog in het universitair ziekenhuis van de VUB te Brussel. Hij behaalde in 2005 zijn doctoraatstitel in de medische wetenschappen. Hij is docent radiologie aan de VUB en hoofd van de dienst radiologie in het Universitair Ziekenhuis Brussel. Deze dienst radiologie is één van de grootste van het land met 180.000 patiëntcontacten per jaar en was één van de pioniers in de digitale beeldvorming en beeldverwerking.  
*E-mail: ??????*

Piet DEWAELE is projectleider van het IBBT-ICA4DT project. Na het behalen van het ingenieursdiploma in 1983 aan de KULeuven heeft hij talrijke beeldverwerkingsprojecten uitgevoerd en begeleid, zowel aan de universiteit als in de industrie. Hij is momenteel hoofdonderzoeker en projectleider op de R&D afdeling Clinical Imaging Applications van Agfa Healthcare.  
*E-mail: ??????*

Paul DE KEYSER lag mee aan de basis van het IBBT ICA4DT project en draagt zowel tot de uitvoering als de sturing ervan bij. Hij studeerde af in Leuven als ingenieur in 1986, en behaalde in 2006 een MBA aan FBS/Kellogg. Hij is bij Agfa actief sinds 1987, achtereenvolgens in de business units Graphic Systems, Consumer Imaging en sinds enkele jaren bij Healthcare, waar hij nu innovatiemanager is.  
*E-mail: ???????*

Tom KIMPE behaalde zijn ingenieursdiploma aan de Universiteit van Gent. Sinds 2001 is hij actief bij Barco Medical Imaging Systems waar hij als onderzoeker en projectleider meewerkte aan de ontwikkeling van verschillende technologieën om de kwaliteit van medische beeldschermen te verbeteren. Momenteel is hij verantwoordelijk voor de onderzoeksactiviteiten van Barco Medical Imaging Systems als manager van de technologie & innovatiegroep.  
*E-mail: ??????*

Birgit MORLION is Programma Manager eHealth bij IBBT. Zij behaalde haar ingenieursdiploma aan de Vrije Universiteit Brussel en in 2003 een doctoraatstitel in de Biomedische Wetenschappen aan de Université Libre de Bruxelles. Daar heeft ze een vergaande expertise ontwikkeld op het vlak van het aanwenden van marktrijpe informatietechnologieën bij de ontwikkeling en integratie van een telegeneeskunde infrastructuur voor de thuismonitoring van de longfunctie. Momenteel is ze verantwoordelijk voor de opvolging en ondersteuning van de eHealth projecten binnen IBBT waaronder ook het ICA4DT-project.  
*E-mail: ??????*