Catharina Ziekenhuis: AI neemt radiotherapie werk uit handen

Behandelplannen met één druk op de knop

In het Catharina Ziekenhuis in Eindhoven is veel geautomatiseerd bij de radiotherapie voor borstkankerpatiënten. Het ziekenhuis beschikt over de meest precieze en slimme behandelapparatuur. Maar er zit tot nu toe nog veel handwerk in het maken van exacte bestralingsplannen en het intekenen van de organen van individuele patiënten. Met behulp van artificiële intelligentie (AI) komt daar nu verandering in.

"De zorg wordt in coronatijd overspoeld met rammelende AI-modellen", zei Laure Wynants van Maastricht University onlangs in een interview. Ze onderzoekt klinische voorspelmodellen voor diagnostiek en prognose en is daar niet onverdeeld positief over. Qualified Medical Engineer-in-opleiding Nienke Bakx van de Technische Universiteit Eindhoven en klinisch fysicus Coen Hurkmans van het Catharina Ziekenhuis kunnen zich daar wel iets bij voorstellen. Bakx: "Er wordt snel gezegd van 'We hebben een probleem en dat kunnen we met AI wel oplossen'." AI is een hype, de vraag is altijd wanneer je het moet inzetten, zegt Hurkmans. "Het is alleen nuttig en zinvol als mensen bepaalde tijdrovende werkzaamheden veelvuldig moeten doen, en als je hun overvloed aan expertise en ervaring in data kunt vangen en kunt analyseren. Het vraagt veel kennis van data-analyse en algoritmen. Daarom zijn we zo blij dat we projecten samen met de TU/e kunnen doen."

Nienke Bakx en Coen Hurkmans

Hospital based

Nienke Bakx begon zo'n tweeënhalf jaar geleden aan een afstudeeropdracht in het ziekenhuis over het automatisch opstellen van bestralingsplannen voor borstkankerpatiënten. Dat was voor haar master Medical Engineering (specialisatie medical imaging). Vervolgens ging ze verder als trainee van de TU/e Post-Masteropleiding Qualified Medical Engineer om die plannen ook echt klinisch uitgebreid te testen en bovendien te onderzoeken of het intekenen van organen van

Het opstellen van behandelplannen bij radiotherapie is een tijdrovend en plannerafhankelijk proces, aldus Nienke Bakx, Qualified Medical Engineer-trainee, en Coen Hurkmans, klinisch fysicus van het Catharina Ziekenhuis. Bakx werkte aan een model om dat te automatiseren. Dat wordt nu geïmplementeerd voor mensen met borstkanker.

borstkankerpatiënten ook snel, accuraat en betrouwbaar kan met de computer. Trainees komen tijdens hun tweejarige QME-opleiding in dienst van een ziekenhuis en voeren in die tijd allerlei ontwerpprojecten uit, *hospital based, university managed*. Het resultaat in het project van Bakx is er: vanaf dit voorjaar stapt de afdeling Radiotherapie van het Catherina Ziekenhuis deels over op AI-gegenereerde plannen. En dat gaat uiteindelijk ook gebeuren met het intekenen van organen. 'Ontwikkeling en klinische introductie van AI voor automatisering van segmentatie en planning bij borstbestralingen' heet het onderzoek van Bakx voluit.

Flight simulator

Het scheelt radiotherapeuten en laboranten straks uren werk per patiënt en zorgt voor meer consistentie. "Als mensen bij radiotherapie komen, ligt er vanzelfsprekend de diagnose kanker", vertelt Hurkmans. "Om een behandeling goed te kunnen uitvoeren, bekijkt de radiotherapeut wat precies nodig is: hoeveel doses, hoeveel sessies, met welke frequentie? Vervolgens moeten we zorgen dat de behandeling technisch ook goed kan worden uitgevoerd. Daarvoor is beeldvorming van de patiënt nodig in de houding van de bestraling. Nu gebruiken we nog CT-beelden, dat worden in de nabije toekomst ook vaker MRI-beelden. Op de beelden worden de organen heel precies ingetekend. Vervolgens bootsen we in een soort flight simulator virtueel na hoe we willen bestralen: van welke kant en met welke intensiteit, zodat er zoveel mogelijk straling in de tumor komt en zo weinig mogelijk daar omheen." In die simulator zit een model van de behandeltoestellen plus de beelden van de anatomie van de individuele patiënt. Een ervaren planningslaborant maakt een optimaal bestralingsplan. Dat werk is te automatiseren. Zorgprofessionals kijken vanzelfsprekend met een zeer geoefende blik. AI is een praktische en efficiënte manier om hun kennis en ervaring vast te leggen, door te rekenen en te interpreteren. Stop tientallen, eerder gemaakte planningen in een model en train de computer om ze zelf te maken.

Hoogwaardige datasets

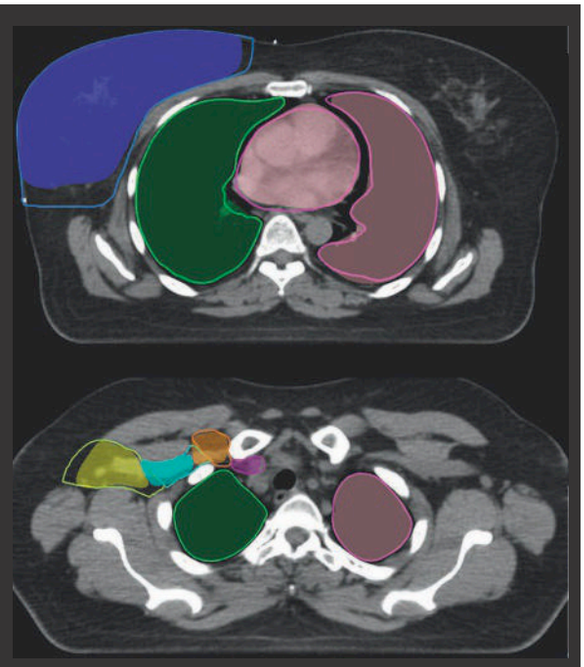
Nienke Bakx: "Elders in de wereld is dat al wel voor onder meer prostaatkanker en kanker in het hoofd-halsgebied gebeurd, maar nog niet eerder voor borstkanker. Ik heb eerst uitgezocht welke analysemodellen en algoritmen gebruikt zijn voor die andere gebieden." Twee gevalideerde softwaremodellen sprongen eruit: het open source U-Net-model, dat uitgaat van convolutional neural networks, CNN's. Het model graaft heel simpel gezegd steeds dieper en gerichter in data. En het cARF model, waarbij cARF staat voor contextual Atlas Regression Forest. Dat laatste model is gebruikt en getraind door RaySearch Laboratories (RS), een Zweeds medisch-technologisch bedrijf dat overal ter wereld met kankerinstituten samenwerkt aan betere behandelmethoden.
Het Catharina Ziekenhuis gebruikt de RS-software. Die samenwerking tussen ziekenhuis, universiteit en toeleverancier is heel belangrijk, stelt Hurkmans. "Wij hebben een overvloed aan goed gevalideerde, kwalitatief hoogwaardige datasets volgens internationale richtlijnen en weten precies wat we willen. De Technische Universiteit heeft veel kennis van data en van medical imaging. RaySearch kan de uitkomsten breed toepassen in haar producten. Ons streven is altijd dat wat wij vinden vervolgens breed gebruikt kan worden in de medische wereld." De Zweden weten dat radiotherapie in Nederland op een hoog niveau staat en werken graag samen met Nederlandse ziekenhuizen.

95 procent bruikbaar

Beide modellen vulde Nienke Bakx met data uit ruim honderd patiëntenbehandelplannen. De uit-en-te-na getrainde modellen werden vervolgens tijdens een klinische pilot getest met data van twintig compleet nieuwe patiënten. Radiotherapeuten en laboranten maakten ook met de hand hun plannen voor die twintig patiënten en legden die naast de automatisch gegeneerde plannen om de software nog verder te optimaliseren. Hoe beter de input, hoe beter de output. Dat gaf een heel goed resultaat: 95 procent van wat de computer bedacht, bleek te gebruiken zonder enige handmatige aanpassing. Uit de voorspellingen van de benodigde doses bleken ook heel goed de uiteindelijke machineparameters af te leiden. Het U-Net-model scoorde net wat beter dan het cARF-model, wat voor RaySearch reden is om dat U-Net-model in de RayStation-software voor planning van radiotherapiepatiënten te gaan gebruiken. Ze werken aan een nieuwe module voor borstbestraling.

Consensus verkrijgen

Nienke Bakx overlegde steeds uitgebreid met de radiotherapeuten en laboranten: wat vonden zij van de plannen, zouden ze deze ook



Op deze twee axiale slices van een borstkankerpatiënt is het automatisch versus handmatig intekenen van organen te zien. De automatische intekening is ingevuld, de handmatige intekening wordt gerepresenteerd door de lijn. Op de bovenste slice zijn borst, hart en longen ingetekend, op de onderste een aantal kliergebieden en de longen.

Het scheelt straks uren werk per patiënt en zorgt voor meer consistentie

echt gaan gebruiken? Dat is belangrijk voor de acceptatie van de nieuwe werkwijze. Sommige specialisten vonden de modellen nooit beter, anderen juist wel. Hurkmans: “Dit project gaat niet alleen over het toepassen van AI en het gebruik van de juiste algoritmen. Het geeft ook veel inzicht in hoe mensen in de praktijk ermee omgaan en wat ze belangrijk vinden. Het is heel belangrijk om consensus te verkrijgen. We hebben gemerkt dat er in hun hoofden nog meer informatie zit. Die willen we er ook nog uithalen en verwerken. We willen nog helderder krijgen wat ze precies willen. Die onderlinge discussies leiden nu al tot kwaliteitsverbetering.” Los daarvan, radiotherapeuten en laboranten komen ook via de ‘oude’, handmatige werkwijze niet tot in detail op exact dezelfde planning uit, al voldoen hun plannen altijd aan de richtlijnen natuurlijk.

Mijlpaal

Inmiddels ligt er een compleet getraind, gevalideerde werkmodel dat vanaf maart ook live gaat in de klinische praktijk. Een mooie mijlpaal. Alles wat automatisch opgesteld wordt, bekijken de radiotherapeuten en laboranten vervolgens. Ze kunnen zelf makkelijk nog wat aanpassen als ze dat willen. De computer geeft in de nabije toekomst ook aan over welke punten in het plan hij misschien net wat minder zeker van zijn zaak is, zodat

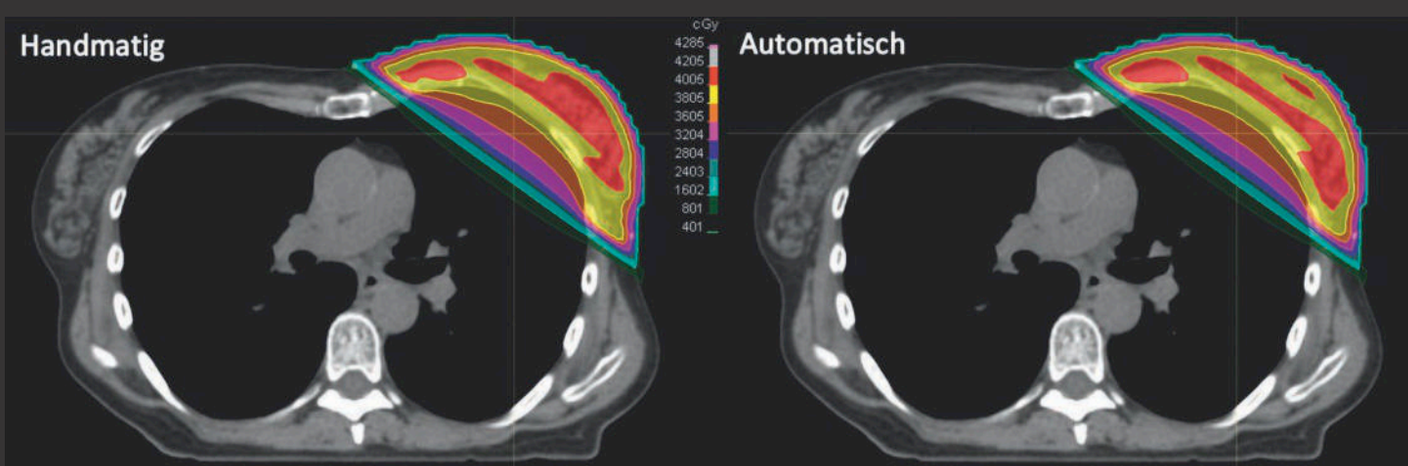
Een compleet getraind, gevalideerde werkmodel gaat in maart live in de kliniek

een mensenoog daar nog eens goed naar kan kijken. “Mensen hoeven niet bang te zijn dat ze geen werk meer hebben. Wat we kunnen standaardiseren en automatiseren, doen we. Dan kunnen medewerkers zich focussen op waar ze goed in zijn, zoals patiëntgesprekken voeren of werken aan verdere verbeteringen”, benadrukt Coen Hurkmans.

Gedrevenheid

Ook voor het automatisch intekenen van de organen en kliergebieden ligt het model klaar en komt er nu een klinische pilot. Nienke Bakx is blij dat wat ze in haar master en haar QME-periode gedaan heeft nu echt de klinische praktijk in gaat. Ze was de eerste QME-trainee op de afdeling radiotherapie en dat is heel goed bevallen, zegt Hurkmans. "Zij combineert kennis van zaken over imaging, artificiële intelligentie en algoritmen met accuratesse, gedrevenheid en enthousiasme. We staan altijd open voor studenten en QME’ers. We hebben nog veel meer vragen. We willen die inzet van AI nu ook voor andere kankersoorten zoals longtumoren onderzoeken.”

Meer informatie:
www.catharinaziekenhuis.nl
www.tue.nl/qme



Twee axiale slices van een patiënt met borstkanker, met daarbij de dosisverdeling die wordt afgegeven tijdens de bestraling. De handmatig en automatisch berekende dosisverdelingen lijken erg op elkaar en leveren dus een vergelijkbaar bestralingsplan op.