

Samenvatting

Een nauwkeurige intekening van de tumor en omliggende kritieke organen is essentieel voor radiotherapie om een zo goed mogelijk behandelresultaat te verkrijgen. Het intekenen van kritieke organen is echter gevoelig voor inter- en intra-observatievariatie. Eerder onderzoek heeft uitgewezen dat de kwaliteit van intekenen van kritieke organen door MBRT studenten verbetering behoeft, maar dat hulpmiddelen hiervoor niet voorhanden zijn. In het Panoptes project is een web-based hulpmiddel voor het onderwijs ontwikkeld en getest om het intekenonderwijs te verbeteren. Het project is uitgevoerd door het Lectoraat Medische Technologie van de Hogeschool Inholland in samenwerking met de Universiteit van Manchester en het Amsterdam UMC (locatie AMC). De ontwikkelde tool is, na evaluatie, geïmplementeerd in het curriculum van de opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken in Haarlem.

Scheurleer J¹⁾, Vasquez Osorio E¹⁾, Assendelft E¹⁾, Bel A¹⁾, van Dijk J¹⁾, Bijwaard H¹⁾, van Herk M¹⁾

1. Hogeschool Inholland, Domein Gezondheid, Sport en Welzijn, Haarlem, Nederland
2. Universiteit van Manchester, Afdeling Kankerwetenschappen, Faculteit Biologie, Geneeskunde en Gezondheid, Manchester, Verenigd Koninkrijk
3. Amsterdamse Universitaire Medische Centra, locatie AMC, Amsterdam, Nederland
4. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Centrum Veiligheid, Bilthoven, Nederland

Introductie

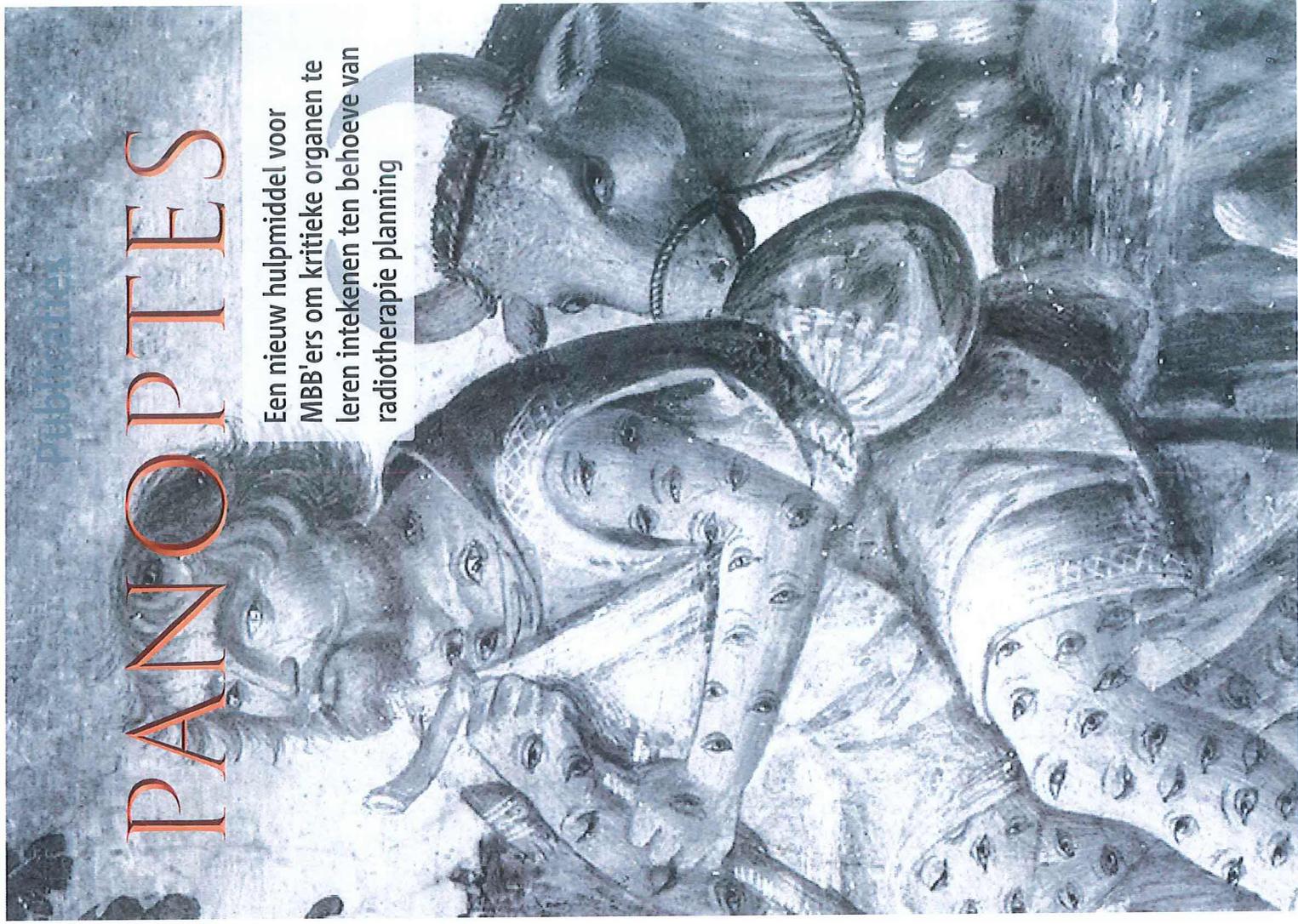
In Nederland werd in 2020 bij ongeveer 115.000 mensen de diagnose kanker gesteld¹⁾. Nadat een patiënt gediagnosticeerd wordt met kanker, is radiotherapie één van de mogelijke behandelopties, al dan niet in combinatie met chirurgie en chemotherapie. Van alle patiënten die kanker krijgen in Nederland wordt ca. 33% behandeld met radiotherapie²⁾. Als de patiënt wordt doorverwezen naar de afdeling radiotherapie dan ziet de voorbereiding op het behandelproces er als volgt uit: na de intake worden CT- en eventueel PET- of MRI-beelden gemaakt van het te bestralen doelgebied en de omliggende organen. De tumor en de kritieke organen worden ingetekend op de CT-beelden (al dan niet met hulp van de PET- en MRI-beelden). Op basis van de ingetekende CT-beelden wordt vervolgens een bestrahlingsplan vervaardigd.

Tegenwoordig kan de bestraling tot op de millimeter nauwkeurig worden uitgevoerd en daarom dienen zowel de tumor als omliggende organen heel nauwkeurig ingetekend te worden. De tumor of het doelgebied moet met een voldoende hoge dosis bestraald worden, terwijl de dosis op omliggende gezonde weefsels en kritieke organen zo laag mogelijk moet zijn om het risico op acute en late bijwerkingen zoveel mogelijk te beperken. Het intekenen van de tumor of het doelgebied is de taak van de radiotherapeut-oncoloog. Het intekenen van kritieke organen is in Nederland de taak van een Medisch Beeldvormings- en Bestraalingsdeskundige (MBB'er).

Het voorkomen en verminderen van de kans op bijwerkingen is essentieel voor de kwaliteit van leven van de patiënt tijdens en na radiotherapie. Een concreet voorbeeld is het sparen van de stralingsgevoelige speekselklieren bij patiënten die bestraald worden in het hoofdhalsg gebied. Dit is van groot belang, want als dit niet of onvoldoende gebeurt is er kans op bijwerkingen in de vorm van verminderde speekselproductie. Dit leidt tot een droge mond, hetgeen eten en spreken belemmert. Ook kan de beperkte speekselproductie leiden tot een slechtere mondhygiëne met mogelijke gebtsschade tot gevolg³⁾.

Een juiste intekening van kritieke organen is van groot belang voor het correct sparen van het orgaan, en voor het correct inschatten van het risico op bijwerkingen ten gevolge van de radiotherapie. Bij een onjuiste intekening kan een stuk van de tumor ondergevoerd worden of kan de dosis op een kritiek orgaan worden overschat, waardoor de patiënt niet goed kan worden voorbereid op evt. bijwerkingen⁴⁾. In de literatuur is eerder gesteld dat gedaan door dezelfde persoon op verschillende tijdstippen) bij het intekenen van de tumor en de kritieke organen waarschijnlijk de zwakste schakel is in de keten van radiotherapie⁵⁾.

Eerder onderzoek uitgevoerd door studenten Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT), in opdracht



PANOPTES

Een nieuw hulpmiddel voor MBB'ers om kritieke organen te leren intekenen ten behoeve van radiotherapie planning

van de Hogeschool Inholland en het Amsterdam UMC, wees uit dat de interkwalificaties van afgestudeerde MBRT-ers verbetering behoeven en dat aanvullende training in de klinische praktijk nodig was^{13,14}. Ook lieten deze studies zien dat het gebruik van interkwalificaties en instructie de interkwalificaties kunnen vermindern^{13,14}.

De software gebruikt in de studie van Cramer liet zien dat de software, hoewel geschikt voor onderzoek, niet goed geschikt is voor het onderwijs¹⁵. De tekentool moest uitgevoerd worden in de onderzoekssituatie en niet in het softwarepakket dat studenten normaal in het onderwijs gebruiken. Ook was het voor docenten niet mogelijk om zelf nieuwe casussen in te laden; hiervoor was ondersteuning van één van de ontwikkelaars nodig. Deze bevinding was aanleiding om samen met het Amsterdam UMC en de universiteit van Manchester een project te starten met als doel het ontwikkelen en testen van een web-based tool ter ondersteuning van het radiotherapieonderwijs ten aanzien van intekenen. Omdat de tool zowel voor de bacheloropleiding MBRT als de masteropleiding

Inholland teacher tool case



Patient data: [View](#) | [Export](#)

Zip for observer(s): case:KORT2_THORI session:1 [Download](#)

Create all case data [Make zip](#)

Case data for

Upload gold standard rstrct for case: KORT2_THORI (dcm):
Name: Choose File | No file chosen

Upload scoring region rstrct for case: KORT2_THORI (dcm):
Upload: Choose File | No file chosen

[Collate teacher data](#) | [View](#) | [Import](#)

[Calculate distance maps](#) | [Import](#)

[Create or export rules](#)

Number of gold standards: 1

golden standard [X](#)

Maintenance:

Download UIDs for [KORT2_THORI](#)

Download all server data for [KORT2_THORI](#)

Upload UIDs for [KORT2_THORI](#):
Upload: Choose File | No file chosen

Figuur 1: De docenteninterface waarbij drie gebieden te onderscheiden zijn: in de rechterbovenhoek het gebied voor patiëngegevensheer met een samenvatting van de geproduceerde data, links onder het gedeelte met de gouden standaard met de mogelijkheid om de gouden standaard te updaten, en in de rechterbenedenhoek een lijst van alle studenten met een link naar de resultaten van die individuele student.

- data van een groot aantal studenten kunnen verwerken,
- kunnen omgaan met de reguliere commerciële treatment planningssystemen (TPS) die in de kliniek en het onderwijs gebruikt worden,
- de docent zowel kwantitatief als visueel inzicht verschaffen in de interkwalificaties van studenten, waarbij op subgroepen gefilterd moet kunnen worden,
- de student automatisch feedback geven op de kwaliteit van de tekentool,
- het gebruik van interkwalificaties stimuleren door naar relevante atlases te kunnen linken.

Opzet van de tool - Panoptes

De web-based tool (gebaseerd op de open-source Conquest DICOM-server¹⁶) – en vernoemd naar de Griekse reus Argus Panoptes, wiens lichaam bedekt was met ogen - biedt een infrastructuur

Patient: KORT2 - KORT2_THORI

Number of image slices: 66
Number of templates: 1
Number of region maps: 0
Session: 1

Data upload:

Upload information (document for case: KORT2_THORI (pdf): [upload](#))
Upload: Choose File | No file chosen

Atlas link: <https://mosaic.inholland.nl/#/save> [upload](#)

[Patient data](#)

Upload observer rstrct(s) (dcm/zip):
Upload: Choose File | No file chosen

[Collate observer data](#) | [View](#) | [View](#)

[Extract distance distributions](#) | [View](#) | [View](#)

Observer data in system for KORT2_THORI:

Number of observers: 26

<input type="checkbox"/>	X	625668.1	View
<input type="checkbox"/>	X	609126.1	View
<input type="checkbox"/>	X	616527.1	View
<input type="checkbox"/>	X	575082.1	View
<input type="checkbox"/>	X	633355.1	View
<input type="checkbox"/>	X	633506.1	View
<input type="checkbox"/>	X	564920.1	View
<input type="checkbox"/>	X	627150.1	View
<input type="checkbox"/>	X	633079.1	View
<input type="checkbox"/>	X	610540.1	View
<input type="checkbox"/>	X	613514.1	View
<input type="checkbox"/>	X	633013.1	View

[Observers](#)

voor interkwalificaties, ongeacht het treatment planningssysteem (TPS) dat voor de tekentool is gebruikt. Om voor elke individuele student na te kunnen gaan wat zijn/haar resultaten zijn, genereert de tool per student een unieke kopie van de CT-dataset. Hierbij wordt op basis van de persoonsgegevens van de student een unieke nummer in de DICOM-header van de dataset opgeslagen. De dataset bevat naast de in te tekenen beelden ook een lege 'DICOM-structure set' die als sjabloon dient om een uniforme naamgeving van de in te tekenen structuren af dwingt.

- Voor zowel de docent als de studenten werden 'user interfaces' ontworpen. Het 'user interface van de docent (figuur 1) kent de volgende functionaliteiten:
1. een docent kan interkwalificaties voorbereiden. Een opdracht bestaat uit de volgende onderdelen
 - a. een set CT-beelden,
 - b. een sjabloon voor een consistente naamgeving van alle organen door alle observatoren,
 - c. een Gouden Standaard (de tekentool wordt uitgevoerd door een radiotherapeut-oncoloog of een andere klinische expert),
 - d. eventuele begeleidende instructies,
 - e. eventueel een link naar een interkwalificatie;
 2. voorafgaand aan een les kan de docent de door studenten ingeleverde interkwalificaties analyseren;
 3. het visualiseren van de ingeleverde contouren van één of meerdere studenten; de docent kan via een aantal filteropties een groep studenten selecteren;
 4. de docent kan bij elke opdracht regels opstellen voor het geven van automatische feedback. Deze feedback wordt gebaseerd op een vergelijking van de tekentool van de student met de Gouden Standaard.

Voor de studenten is een 'lean' user interface ontworpen dat geteerd is in de elektronische leeromgeving (ELO) 'Moodle' van de Hogeschool. Deze integratie zorgt voor een naadloze integratie van de tool met cursusinformatie. Deze integratie in het ELO van de opleiding zorgt er ook voor dat de tool de student herkent en de cursus/module die de student op dat moment volgt. Dat zorgt ervoor dat de student alleen die opdrachten gepresenteerd krijgt die voor hem of haar relevant zijn.

In figuur 2 is de studenteninterface te zien. Hier kan de student de data voor een interkwalificatie downloaden. Deze data kan hij dan importeren in het Treatment Planningssysteem van de opleiding. Na het voltooien van de opdracht kan de student zijn geëxporteerde resultaten (een gevulde DICOM-structure set) via hetzelfde interface weer uploaden.

Van eerste Prototype tot implementatie

In 2019 werd het eerste prototype van de tool genaamd Panoptes gelanceerd en werd succesvol een ketentest met vijf verschillende treatment planningssystemen uitgevoerd:

- Eclipse¹⁷
- Monaco¹⁷
- Pinnacle¹⁸
- RayStation¹⁹
- Tomotherapy TPS²⁰

In de ketentest werd in elk TPS een CT-dataset met lege RT-structure file geladen, waarna de kritieke organen werden ingetekend. Na het intekenen werd de data geëxporteerd uit het TPS en ingeladen in Panoptes. Deze ketentest diende om na te gaan welke

Panoptes student tool



Figuur 2: Voorbeeld van de studenteninterface. Voor deze student staat nog één casus klaar om in te tekenen.

velden in de DICOM-header gebruikt konden worden om casus- en student-specifieke informatie op te slaan in de geanonimiseerde datasets.

In het voorjaar van 2020 is de tool op één van de servers van Inholland geïnstalleerd en is een pilot uitgevoerd met negen studenten die twee interkwalificaties uitvoerden, één voor een bekken- en één voor een thoraxcasus, met in totaal negen kritieke organen. De studenten maakten daarbij gebruik van het TPS van de Hogeschool, Monaco 5.11²¹. In deze fase werd gesignaleerd dat lange namen van studenten werden afgeknipt met een probleematische import tot gevolg. De tool is op basis hiervan aangepast en in plaats van de naam wordt een uniek nummer gebruikt als identificatie.

In het cursusjaar 2020-2021 is de tool geïmplementeerd in het radiotherapie keuzonderwijs van jaar 3 en 4 van de MBRT-opleiding. Alle studenten konden hun werk succesvol downloaden, visualiseren en evalueren zonder tussenkomst van een docent. In het 2e semester van dat jaar is begonnen met het genereren van automatische feedback door de tool. Elke student kon toen een persoonlijk rapport met scores en feedback inzien.

Report for 626668

Report for session 1 using the structure in the golden standard (GS) named 'golden standard' (default).

Node	Your result	Points	Weight	Total
Results for Lung_R				
Pass if 90% of points are within 3 mm of the GS.	2.59 mm	40/40	15%	15
Pass if 95% of points are within 5 mm of the GS.	2.59 mm	40/40	15%	15
Pass if 99% of points are within 7 mm of the GS.	4.82 mm	20/20	15%	15
Penalised if the difference in lengths is larger than 3 slices.	0 slices	0/10		
Penalised if the volume difference is larger than 10%.	0%	0/20		
Results for Lung_L				
Pass if 90% of points are within 3 mm of the GS.	2.59 mm	40/40	15%	15
Pass if 95% of points are within 5 mm of the GS.	2.59 mm	40/40	15%	15
Pass if 99% of points are within 7 mm of the GS.	4.75 mm	20/20	15%	15
Penalised if the difference in lengths is larger than 3 slices.	0 slices	0/10		
Penalised if the volume difference is larger than 10%.	0%	0/20		
Results for Esophagus				
Pass if 75% of points are within 3 mm of the GS.	2.59 mm	40/40	30%	9
Pass if 85% of points are within 5 mm of the GS.	3.25 mm	40/40	30%	9
Pass if 95% of points are within 7 mm of the GS.	11.3 mm	0/20	30%	0
Penalised if the difference in lengths is larger than 4 slices.	13 slices	-20/20		-4
Penalised if the volume difference is larger than 10%.	32.5%	-30/10		-4
Results for Spinal_cord				
Pass if 90% of points are within 3 mm of the GS.	5.2 mm	0/50	20%	0
Pass if 95% of points are within 5 mm of the GS.	6.18 mm	0/50	20%	0
Penalised if the volume difference is larger than 10%.	15.15%	-20/20		-4
Results for Heart				
Pass if 90% of points are within 5 mm of the GS.	22.03 mm	0/50	20%	0
Pass if 95% of points are within 7 mm of the GS.	24.5 mm	0/50	20%	0
Penalised if the volume difference is larger than 10%.	6.67%	0/20		-4

TOTAL 35

Figuur 3: Links: Het gegenereerde rapport met de beoordeling. Rechts onder: De viewer die zowel de Gouden Standaard (ononderbroken lijn) als de inkekening van de betreffende student toont (gestippelde lijn). In dit voorbeeld voldeed de student aan alle criteria voor het inkeken van de rechter- en linkerlong en aan geen van de criteria voor de andere kriebke organen. Rechts boven: Ook wordt voor het geselecteerde criterium het histogram getoond, dat weergeeft welke percentage van de contour meer dan een bepaalde afstand afwijkt van de gouden standaard.

Dit persoonlijke rapport (figuur 3) is pas in te zien nadat de docent in de docententinterface de data heeft laten analyseren door Panoptics en toestemming geeft: om de rapporten te benaderen. Deze analyse, waarbij het systeem per student en voor elk ingeteld kriebke orgaan de afstand berekent ten opzichte van de Gouden Standaard vraagt veel rekenkracht en is op de huidige server tijdrovend, omdat dit een virtuele server is met beperkte processorcapaciteit.

Nadat Panoptics deze berekeningen heeft uitgevoerd kan de docent gemakkelijk de verschillende intekeningen laten zien in de viewer, ook kan hij per orgaan een histogram van de afstandsverdeling ten opzichte van de Gouden Standaard laten zien. Omdat alle voor dit doel benodigde gegevens vooraf zijn berekend, kan dit zonder tijdsvertraging.

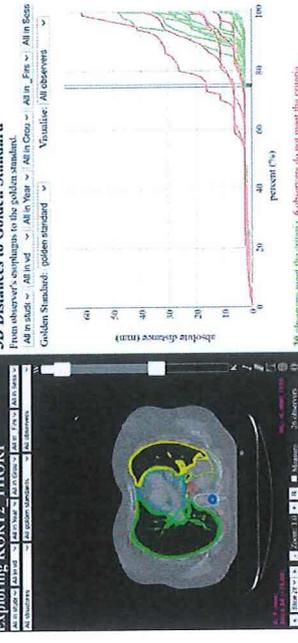
Huidige situatie en toekomst

Zoals beschreven is ten behoeve van het radiotherapieonderwijs een web-based tool ontwikkeld, met de naam Panoptics. Voor zover bekend bestond een dergelijke tool nog niet. De tool visualiseert, kwantificeert en geeft feedback op intekenopdrachten. Dit zijn belangrijke hulpmiddelen om de vaardigheden van studenten te verbeteren en inzicht te krijgen in de effectiviteit van onderwijs. De tool werd geïntegreerd in de elektronische leeromgeving van de opleiding.

Dat in de praktijk het intekenen steeds meer geautomatiseerd uitgevoerd begint te worden, is een feit, toch blijft een goede anatomische kennis vereist om na te kunnen gaan of een automatisch ingetekende structuur daadwerkelijk correct is ingetekend.

Op het moment zijn AI-algoritmes nog niet in staat om voor alle tumorlocaties een perfecte inkekening te genereren^(19,33), zeker niet als de anatomie door chirurgie of door andere oorzaken afwijkend is. Ook zal in een adaptieve workflow, waarbij op de CBCT of MRI een 'plan of the day' wordt gegenereerd, deze beoordeling in een korte tijd gedaan moeten worden. Dit stelt hoge eisen aan de

3D Distances to Golden Standard



Figuur 4: Links: De viewer waarin een visuele vergelijking uitgevoerd kan worden tussen de inkekening van studenten (gestippelde lijn) met de Gouden Standaard (ononderbroken lijn). Rechts: Het histogram van een bekkenkasus waarbij voor de bias de afstandsverdeling ten opzichte van de gouden standaard wordt weergegeven. In rood de studenten die een specifiek criterium voor de automatische feedback niet hebben gehaald. In groen de studenten die dat criterium wel hebben gehaald.

anatomische kennis van MBB'ers.

In aanvullend onderzoek zal vastgesteld worden welke verbetering van de inkekenbaarheid is bereikt met behulp van Panoptics. Op basis van het eerder uitgevoerde onderzoek en onze ervaringen tot zover is de verwachting dat Panoptics een duidelijke positieve bijdrage zal hebben. De betrokken studenten geven zelf aan dat de persoonlijke feedback en de discussie van de resultaten in groepsverband hun inzicht vergroot.

Ook wordt deze verwachting gevoerd door het feit dat de contacttijd met studenten effectiever kan worden ingezet en dat feedback gericht kan worden gegeven. Naast feedback aan de gehele groep krijgt elke student op elke ingeleverde opdracht individuele feedback. Omdat de inkekenopdracht zelf niet tijdens de les gedaan hoeft te worden, maar als zelfstudie opdracht vooraf aan de feedbackbijeenkomst, kan de tijd effectiever worden gebruikt. Zodoende kunnen naar verwachting ook meer opdrachten in een semester gedaan worden.

Op dit moment is het aantal inkekenopdrachten beperkt tot enkele casussen voor het bekken en de thorax. In samenwerking met het Amsterdam UMC komen in de loop van dit studiejaar meerdere bekken- en thoraxcasussen beschikbaar van zowel mannelijke als vrouwelijke patiënten. Andere locaties, zoals het hoofd-hals gebied en hersenen zullen in een later stadium worden toegevoegd. Daar waar mogelijk zal hierbij ook geput worden uit op internet gepubliceerde data, zoals bijvoorbeeld beschikbaar in "The Cancer Imaging Archive"⁽³⁴⁾.

In het voorjaar van 2021 zijn de user interfaces geëvalueerd door studenten van de opleiding Informatica in het kader van een keuze module 'User Experience'. Een groep van studenten evalueerde de 'user interface' van de student, de andere dat van de docent. De informaticastudenten voerden meerdere interviews met docenten en studenten die Panoptics gebruikten. Op basis van deze interviews en de ervaringen van de informaticastudenten zijn verbeterpunten gesteld gedaan en is een prototype van een nieuwe interface ontwikkeld. In de loop van het studiejaar 2021-2022 zal naar verwachting het 'user interface' aan, zowel de docent-als aan de studentzijde verbeterd worden door één of meerdere studenten informatica op basis van deze uitgevoerde evaluaties.

Om de kwaliteit van de feedback te verbeteren is in het najaar van 2021 een validatieonderzoek gestart om

te komen tot een gevalideerde set met regels voor geautomatiseerde feedback voor de kritieke organen in het bekken en de thorax. Hiervoor worden regels gemaakt die de beoordeling van een 'gemiddelde' docent nabootsen. Op dit moment wordt de consistentie van de beoordeling tussen verschillende docenten geëvalueerd. Voorlopige resultaten (figuur 5), na evaluatie van de cijfers van vijf docenten op vier ingetekende kritieke organen, suggereren dat extra aanvullingen toegevoegd moeten worden aan de Gouden Standaard om de evaluatieconsistentie te vergroten. Dit is een onverwachte positieve bijkomende uitkomst van Panoptes: docenten worden gedwongen hun eigen beoordelingen kritisch te vergelijken met die van andere docenten. Dat leidt uiteindelijk ook tot een betere, consistentere beoordeling van studenten. Naar verwachting wordt dit onderzoek later dit cursusjaar afgerond.

Conclusie

De Panoptes tool is ontwikkeld om MBRT-studenten bij het leren van intekenaarigheden te ondersteunen. In de huidige versie kan de tool intekenvariatie visualiseren en kwantificeren en geeft de tool individuele feedback. De tool is inmiddels geïmplementeerd in het MBRT-onderwijs van Hogeschool Inholland. De komende tijd wordt verder gewerkt aan de vervolmaking van de tool en wordt onderzocht of de intekenaarigheden door het gebruik ervan ook daadwerkelijk toenemen.

Dankbetuiging

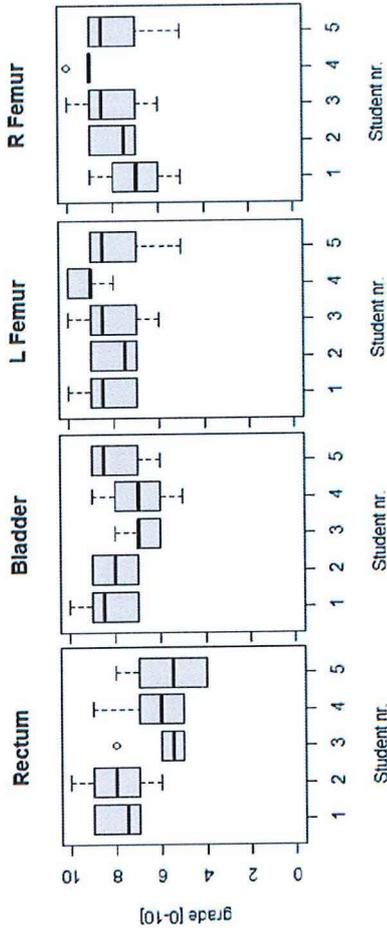
Wij danken het Rengelingfonds voor het beschikbaar stellen van de financiële middelen om dit project uit te voeren.

Referenties

1. Volksgezondheidszorg.info: RVM; 2021 [Available from: <https://www.volksgezondheidszorg.info/volksgezondheidszorginfo>].
2. Lybeert W, Louwman MLW, Poortmans PMP, J.C.M. V. J.W.W. C. Trends in verwijzingen van patiënten voor radiotherapie na de initiële diagnose van kanker in Zuid-Nederland sinds 1988. NED TIJDSCHR ONCOL. 2005.
3. Greenspan D. Xerostomia: diagnosis and management. Oncology (Williston Park). 1996;10(3 Suppl):711.
4. Villa A, Connell C, Abati S. Diagnosis and management of xerostomia and hyposalivation. Ther Clin Risk Manag. 2015;11:45-51.
5. Zunt S.L. Xerostomia/Salivary Gland Hypofunction: Diagnosis and Management. Compend Contin Educ Dent. 2018;39(6):365-9; quiz 71.
6. Vinod SK, Jameson MG, Min M, Holloway LC. Uncertainties in volume delineation in radiation oncology: A systematic review and recommendations for future studies. Radiother Oncol. 2016;121(2):169-79.
7. Vinod SK, Min M, Jameson MG, Holloway LC. A review of interventions to reduce inter-observer variability in volume delineation in radiation oncology. Journal of medical imaging and radiation oncology. 2016;60(3):393-406.
8. Nelms BE, Tome WA, Robinson G, Wheeler J. Variations in the contouring of organs at risk: test case from a patient with oropharyngeal cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2012;82(1):368-78.
9. Riegel AC, Vaccarelli M, Cox BW, Chou H, Cao Y, Poters L. Impact of Multi-Institutional Prospective Peer Review on Target and Organ-at-Risk Delineation in Radiation Therapy. Pract Radiat Oncol. 2019;9(2):e28-e35.
10. Verellen D, De Ridder M, Linthout N, Tournel K, Soete G, Storme

11. G. Innovations in image-guided radiotherapy. Nat Rev Cancer. 2007;7(12):949-60.
12. Cramer K. In welke mate worden de intekenaarigheden van MBRT-studenten beïnvloed bij het gebruik van een intekenatlas, bij het intekenen van OAR's van volwassen patiënten in het bekkengebied? [Bachelor thesis]. 2017.
13. Uthuisje L. Intekenaarigheden van vierdejaars MBRT studenten in het thoraxgebied en de meervlaar van een intekenatlas. [Bachelor thesis]. 2016.
14. Pont R. Gebruik van een intekenatlas bij het intekenen van het kleine bekkeergebied. [Bachelor thesis]. 2015.
15. Gros LD. Het gebruik van een intekenatlas bij het intekenen van het bovenste KNO en intracraniale gebied. [Bachelor thesis]. 2015.
16. Herk MV, Zijp LV. Conquest DICOM software. 1.5.0b ed. Manchester: University of Manchester; 2020.
17. Eclipse. Varian.
18. Monaco. 5.11 ed. Stockholm: Elekta.
19. Pinnacle. Philips.
20. Raystation. Stockholm: Raysearch Laboratories.
21. Tomotherapy Treatment Planning System. Morges: Accuray.
22. Urago Y, Okamoto H, Kaneda T, Murakami N, Kashiwara T, Takemori M, et al. Evaluation of auto-segmentation accuracy of cloud-based artificial intelligence and atlas-based models. Radiat Oncol. 2021;16(1):1-75.
23. Boon IS, Au Yong TPT, Boon CS. Assessing the Role of Artificial

24. Intelligence (AI) in Clinical Oncology: Utility of Machine Learning in Radiotherapy Target Volume Delineation. Medicines (Basel). 2018;5(4).
25. van der Veen J, Gуйбан A, Willems S, Maes F, Nuys S. Interobserver variability in organ at risk delineation in head and neck cancer. Radiat Oncol. 2021;16(1):120.
26. Clark K, Vendt B, Smith K, Freymann J, Kirby J, Koppeel P, et al. The Cancer Imaging Archive (TCIA): Maintaining and Operating a Public Information Repository. Journal of Digital Imaging. 2013;26(6):1045-57.
27. Tukey JW. Exploratory data analysis. First edition ed. Hoboken, NJ: Pearson; 2020. xvi, 688 pages p.



Figuur 5: Boxplot-grafieken van de eerste resultaten van het valideerde onderzoek. Door vijf docenten zijn de intekeningen van vijf willekeurig geselecteerde studenten gescoord op een 10-puntsschaal (0=slecht tot 10=uitstekend). Elk grafiek toont de spreiding van de scores voor het betreffende kritieke orgaan. (De horizontale vette lijn geeft de mediaan aan, de box de interkwartiel range en de 'whiskers' de range met uitzondering van de 'outliers', welke weergegeven worden met een rondje[25]). Voor het rechter femur is te zien dat voor student 4 de spreiding klein is; de intekening werd consequent beoordeeld met een 9. Daarentegen is het cijfer voor het rectum ingetekend door student 5 het meest inconsistent, variërend van 4 tot 8. Over het algemeen geven de omvang van de 'box' en de 'whiskers' aan in hoeverre de consistente kan worden verbeterd.

NVMBR SCHOLING
EENDAAGSE WORKSHOP
ECHOGRAFIE HOOFD-HALS
"7 SWEEP"
13 mei en 14 oktober 2022
Almere Poort

Kijk voor meer informatie op www.nvmb.nl/agenda