

KIM – Kunstmatige Intelligentie voor Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen

Projectvoorstel RAAK publiek, 22 juni 2020

Penvoerder: Dr. Harmen Bijwaard, Lector Medische Technologie, Hogeschool Inholland



inholland
hogeschool

Fontys

Erasmus MC
Universitair Medisch Centrum Rotterdam

Erasmus



NVMBR



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport



Samenvatting (N=275)

Het project KIM-Kunstmatige Intelligentie voor MBB'ers richt zich op de handelingsverlegenheid van Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen (MBB'ers) ten aanzien van Kunstmatige Intelligentie (Artificial Intelligence of AI).

AI heeft de laatste jaren de radiologiewereld ingrijpend veranderd. Ook het werk van MBB'ers verandert daardoor sterk. AI wordt namelijk niet alleen ingezet voor beeldherkenning en diagnose, maar bijvoorbeeld ook voor workflow management, voor reconstructie van CT-beelden en voor automatische planning van radiotherapie. Dat is het werkterrein van MBB'ers, maar zij zijn in hun opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) niet in aanraking gekomen met AI. Daarmee ontstaat een handelingsverlegenheid waarvan zowel MBB'ers zelf als stakeholders zoals afdelingshoofden, directeuren en AI-experts aangeven dat die moet worden aangepakt. Dit moet ertoe leiden dat MBB'ers nu en in de toekomst niet alleen verantwoord met AI kunnen omgaan, maar ook een bijdrage kunnen blijven leveren aan de ontwikkeling van het werkveld.

Om dit voor elkaar te krijgen is een sterk projectconsortium geformeerd bestaande uit hogescholen met een MBRT-opleiding, de beroepsverenigingen van MBB'ers (NVMBR) en radiologen (NVvR), Erasmus MC en het RIVM. Daarnaast is een adviesraad geformeerd met gerenommeerde AI-experts uit diverse gremia. Voor de succesvolle invulling van het AI kennishiaat is een tweetraps actieplan opgesteld: (1) Na een systematische inventarisatie van de state-of-the-art of AI voor radiologische doeleinden wordt een visiedocument opgesteld over AI voor MBB'ers nu en in de toekomst en (2) de zorgvuldig getoetste visie wordt omgezet in een protocol met twee online instructieprogramma's: een introductie in AI op HBO niveau voor MBB'ers (i.o.) om het kennishiaat te dichten en een gevorderdenmodule op post-HBO niveau zodat MBB'ers een bijdrage kunnen leveren aan de ontwikkeling van hun werkveld met AI.

Inhoudsopgave

Samenvatting (N=275).....	1
Inleiding (N=698)	4
Vraagarticulatie (N=700)	6
Netwerkvorming (N=1400).....	9
Samenstelling van het CONSORTIUM en toelichting	9
Aansluiting van het consortium op regionale speerpunten en landelijke innovatiethema's.	10
Beschrijving hoe het consortium verbonden is met de topsector	10
Koppeling met strategische doelstellingen en Centres of Expertise Hogescholen	10
Ambities en doelstellingen van het consortium. Verdeling van de belangen binnen het consortium.	11
Per instelling een beschrijving welke expertise wordt ingebracht en waarom deze expertise van belang is voor het projectvoorstel.	11
Beoogde wijze van borging van de duurzaamheid en uitbreiding van het consortium.....	12
Onderzoeksplan (N=6269).....	13
State-of-the-art	13
Onderzoeksvraag.....	16
Methode	17
Activiteitenplan	18
Werkpakket 1: Systematic review van (inter)nationale literatuur.....	18
Werkpakket 2: Focusgroepen met AI-experts.....	19
Werkpakket 3: Opstellen van visiedocument	20
Werkpakket 4: Bepalen benodigde kennis en vaardigheden.....	21
Werkpakket 5: Ontwikkelen van online protocollen en instructies.....	22
Disseminatie	22
Gedetailleerd activiteitenplan.....	24
Doorwerking naar onderwijs en onderzoek.....	28
Projectorganisatie en -management (N=1258).....	29
Projectmanagement.....	29
Projectstructuur	29
Managementteam.....	30
Projectadministratie – administratieve ondersteuning	30
Bemensing	31
Projectplanning	32

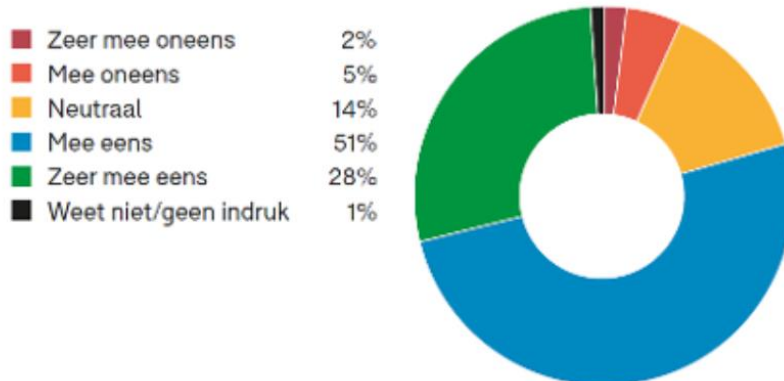
Succes- en faalfactoren voor het project: SWOT-analyse en voorgenomen maatregelen naar aanleiding van SWOT.....	33
De analyse	33
Conclusies n.a.v. de SWOT-analyse	34
Datamanagementparagraaf	35
Data hergebruik.....	35
Waar de data opgeslagen worden	35
Data beschikbaar voor derden	35
Voorzieningen ICT.....	35
Prestatie-indicatoren.....	36
C.V. en publicatieoverzicht lector	37
Referenties	38

Inleiding (N=698)

De radiologiewereld is met de komst van kunstmatige intelligentie (Artificial Intelligence, kortweg AI) in rep en roer. AI heeft al laten zien beter dan medisch specialisten radiologisch onderzoek te kunnen beoordelen (Kulkarni e.a., 2020). Daarop begonnen radiologen zich af te vragen of zij wellicht zouden kunnen worden vervangen door AI-algoritmen (Caobelli, 2020). Zover lijkt het, mede vanwege de juridische en ethische vraagstukken die dat met zich meebrengt, op korte termijn niet te gaan komen, maar sinds de komst van AI is de radiologie niet meer hetzelfde.

Onder AI verstaat men i.h.a. het gebruik van regels, beslismodellen en -bomen, logica en algoritmen door computersystemen. Tot op zekere hoogte kan AI dan net zo beslissen als de mens. AI heeft zich in het afgelopen decennium ontwikkeld als een *disruptive technology* die diverse vakgebieden ingrijpend verandert (zie ook Figuur 1).

**'AI gaat de samenleving
ingrijpend veranderen'**
(n=1484)



Figuur 1: Resultaat van een peiling van bureau Markteffect i.o.v. het blad Onderzoek van NWO onder onderzoekers uit 11 uiteenlopende vakgebieden (NWO, 2020)

Bij deze ingrijpende veranderingen is binnen de Radiologie begrijpelijkerwijs veel aandacht geweest voor de positie van radiologen, maar tegelijkertijd is daarbij de positie van Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen (MBB'ers), de doelgroep van dit project, onderbelicht gebleven (Hardy & Harvey, 2019). MBB'ers zijn de HBO-professionals die op afdelingen Radiologie, Nucleaire Geneeskunde en Radiotherapie de röntgenbeelden maken en die bestralingen uitvoeren. Zolang de AI binnen de Radiologie vooral gericht was op beeldherkenning en diagnose, was de geringe aandacht voor de MBB'er wellicht nog te rechtvaardigen, maar tegenwoordig worden AI-algoritmen voor veel meer doeleinden toegepast. Zo is er nu AI voor workflow management, voor radiotherapie treatmentplanning, voor beeldreconstructie, enz., allemaal taken waar de MBB'er een belangrijke rol in speelt en waarbij het werk van de MBB'er door AI gaat veranderen (zie Figuur 2).



Figuur 2: Terreinen binnen het werkveld van de MBB'er waarop AI impact heeft of gaat hebben (uit Hardy & Harvey, 2019)

Internationale organisaties van MBB'ers hebben daarom onlangs een gezamenlijk statement over AI gepubliceerd (EFRS & ISRRT, 2020). Daarin staat o.a.: *“Adoption of AI in medical imaging and radiation therapy requires radiographers and radiological technologists [MBB'ers] to adapt their imaging and treatment practices to ensure new technology is being implemented, used and regulated appropriately, based on high quality research evidence, maximising benefits to their patients. Changes in practice must be underpinned by appropriate education and training, both for the existing workforce and also curriculum development for the future workforce at European Qualifications Framework (EQF) Levels 6 (Bachelors) and 7 (Masters).”*

Omdat de opkomst van AI binnen het radiologische vakgebied stormenderhand en tegelijkertijd voor MBB'ers vrijwel ongemerkt heeft plaatsgevonden, zijn MBB'ers niet voorbereid op de veranderingen in hun werk die er aan komen. In de curricula van HBO-vooropleidingen Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) is er ook geen aandacht geweest voor AI. Zodoende ontstaat er nu een handelingsverlegenheid bij MBB'ers. Het project KIM – Kunstmatige Intelligentie voor MBB'ers heeft als doel deze handelingsverlegenheid aan te pakken.

Daartoe is een actieplan geformuleerd met twee cruciale stappen: (1) het opstellen van een visiedocument over AI en (2) het daaruit ontwikkelen van een protocol met online instructies over AI voor MBB'ers (i.o.). Het visiedocument moet een overzichtelijk beeld geven van alle aspecten van het werk van MBB'ers waarin AI inmiddels een rol speelt en waarin het in de (nabije) toekomst een rol gaat spelen. Ook moet het document inzicht geven in welke kennis en vaardigheden een MBB'er nu en in de (nabije) toekomst nodig heeft om met de AI die hij/zij tegenkomt in zijn werk te kunnen omgaan. De te ontwikkelen online instructies sluiten aan op het visiedocument en moeten die benodigde kennis en vaardigheden aanreiken aan zowel MBB'ers in opleiding (MBRT studenten) die straks met AI moeten gaan werken als aan MBB'ers die nu reeds AI tegenkomen in hun werk en tegen een handelingsverlegenheid aanlopen.

Om het actieplan snel en efficiënt te kunnen uitvoeren is een sterk consortium geformeerd met daarin MBRT-opleidingen, de beroepsverenigingen van MBB'ers en radiologen, Erasmus MC en RIVM. De leden van het consortium bedienen gezamenlijk alle MBB'ers en zijn via hun netwerken verbonden met alle ziekenhuizen en daarmee alle afdelingen Radiologie en Radiotherapie in Nederland.

Het resultaat van dit project is een breed gedragen visiedocument over de invloed van AI op het werk van MBB'ers nu en in de toekomst alsmede een hierop aansluitend online protocol om MBB'ers en MBB'ers in opleiding bij te scholen in de beginselen van AI en de nieuwe AI-technieken die zich in hun werk zullen gaan manifesteren.

Vraagarticulatie (N=700)

De aanleiding voor de vraagstelling van dit project ligt in het informele circuit tussen opleidingen MBRT onderling, de beroepsvereniging van MBB'ers (NVMBR) en contacten met diverse MBB'ers bij workshops, congressen en symposia. Bij presentaties over AI voor radiologie kwam regelmatig de vraag naar voren wat dit zou gaan betekenen voor MBB'ers. Bij de tweejaarlijkse conferenties van de hogescholen met een MBRT opleiding, is het onderwerp ook uitgebreid aan de orde gekomen (bv. in de presentatie van dr. Mitko Veta over "Deep learning for medical image analysis"), alsook bij het symposium (2019) van de HBO masteropleiding Medical Imaging / Radiation Oncology (een vervolgopleiding bij Hogeschool Inholland in Haarlem)¹. Na dit symposium is een bijeenkomst georganiseerd met de hogescholen en de beroepsverenigingen van MBB'ers (NVMBR) en radiologen (NVvR) om een actieplan te formuleren. Bij deze bijeenkomst is de basis van dit consortium gelegd. Daar is ook besloten de vraagarticulatie naar een hoger plan te tillen in twee stappen:

1. Interviews met open vragen over de impact van AI op het werkveld van MBB'ers met diverse stakeholders: afdelingsmanagers, radiologen, radiotherapeuten, producenten van radiologische apparatuur, etc., onder wie ook diverse AI-deskundigen (gehouden 2/2020)
2. Een landelijke enquête² onder MBB'ers over hun wensen en behoeften aan informatie over AI en de invloed daarvan op hun werk nu en in de toekomst (gehouden 3/2020)

Stap 1: Voor de interviews met stakeholders is een korte vragenlijst opgesteld met als kernvragen: Komt een MBB'er AI tegen in zijn werk en zo ja hoe? En hoe moeten we ons voorbereiden op de toekomst? Via het netwerk van het consortium zijn vervolgens 21 afdelingsmanagers, onderzoekers, productspecialisten, hoofdlaboranten, directeuren e.d. benaderd voor een kort interview. Hun reacties laten zich als volgt samenvatten (zie ook Figuur 3): alle 21 respondenten geven aan dat MBB'ers nu al AI tegenkomen in hun werk als het bv. gaat om workflow management, clinical decision support, beeldherkenning, parameteroptimalisatie, automatisch contouren (intekenen), bestratingsplanning, diagnostiek (detectie van afwijkingen), beeldmatching/ -fusie en post-processing. Van deze 21 vinden 15 dat er als voorbereiding op de toekomst zoiets als een visie op AI voor MBB'ers ontwikkeld moet worden (71%), 4 weten het niet of hebben die vraag niet beantwoord en 2 vinden van niet (10%).

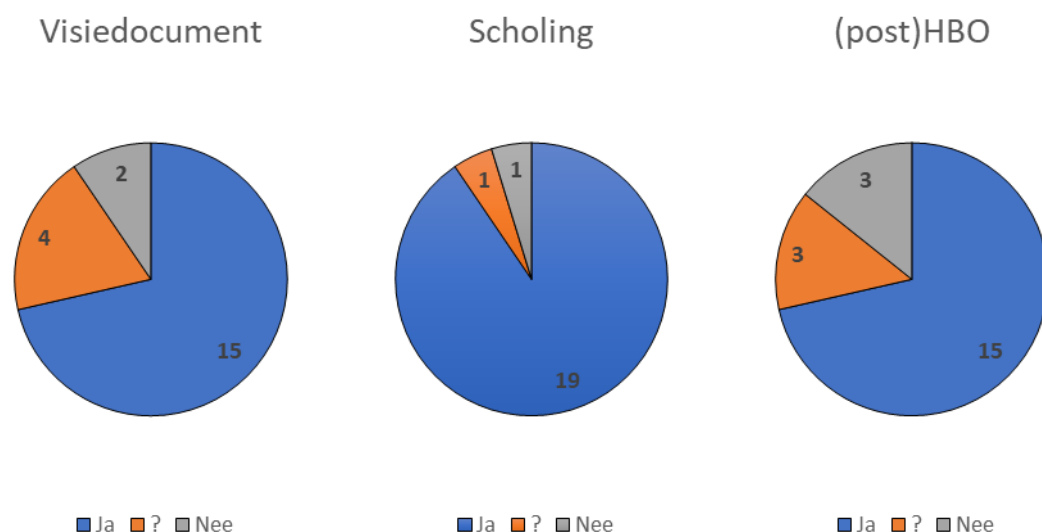
Elmy Osté, manager paramedici a.i., Zuidwest Radiotherapeutisch Instituut (ZRTI): "Een visiedocument zou een fijn handvat zijn om op afdelingen in gesprek te gaan hoe we ons werk moeten/kunnen inrichten in de toekomst, samen met andere disciplines. Voor organisaties ook een houvast om personeelsbegroting/formatie op te kunnen bouwen."

19 van de 21 respondenten (90%) geven aan dat (bij)scholing van MBB'ers noodzakelijk is. Veel genoemd zijn daarbij de basisprincipes, juridisch-ethische kwesties en de veiligheid van AI. Meerdere respondenten merken op dat scholing per vakgebied moet worden ingericht: AI wordt bv. binnen de radiotherapie anders ingezet dan binnen de radiodiagnostiek. 14 respondenten (67%) noemen de MBRT-bacheloropleiding de beste plek voor een basismodule AI; 15 respondenten (71%) denken voor gevorderden aan een post-HBO of masterniveau; drie respondenten (14%) vinden een interne cursus op de afdeling voldoende.

¹ <https://www.inholland.nl/opleidingen/master-medical-imaging-radiation-oncology/evenementen/seminar-medical-imaging-radiation-oncology-2019/>

² Enquête onder alle leden van de NVMBR, 126 reacties ontvangen. Zie <https://www.nvmbnr.nl/lists/nieuws/detail.aspx?ID=130>

Danny Minkema: "Wat een goed initiatief. Ik ben erg benieuwd wat er uitkomt en zou zeer graag meer over dit onderwerp willen weten. Vorig jaar was ik op een cursus in het Royal Marsden in Londen en daar hield een fysicus een presentatie over dit onderwerp. Zeer interessant"



Figuur 3: Overzicht van de antwoorden van 21 stakeholders: 15 willen een visiedocument, 19 vinden scholing van MBB'ers nodig en 15 vinden daarvoor (post)HBO niveau geschikt

Stap 2: Voor MBB'ers is in samenspraak met de partners een enquête opgesteld met 14 vragen die wat dieper ingaan op de vormen van AI die in de praktijk voorkomen, de onderwerpen die in de toekomst kunnen gaan spelen en de vorm en inhoud van een eventuele (bij)scholing. De enquête is door de NVMBR uitgezet onder haar leden en 126 keer beantwoord. De respondenten kwamen uit alle vakgebieden en soorten ziekenhuizen. 90% van de respondenten is bekend met het begrip AI en 70% komt AI tegen op de werkvloer (zie Figuur 4). 94% wil graag meer weten over de invloed van AI op het werk in de toekomst en 83% denkt dat een onderbouwde visie daarop nuttig is. 79% heeft behoefte aan bijscholing over AI en 93% daarvan wil meer weten over het toepassen van AI, 79% over de basisprincipes, 70% over veiligheid en 58% over ethische aspecten. Van de respondenten die bijscholing willen, verkiest 71% e-learning; 63% van hen denkt aan een post-HBO of mastercursus, 53% aan een bachelor cursus en 51% aan een in-company training.

5. Kom je AI tegen in je werk bij de volgende taken			
Aantal respondenten bij deze vraag: 126			
Beeldherkenning		34.92	44
Beeldreconstructie		40.48	51
Beeldfusie (bv. van verschillende modaliteiten)		33.33	42
Parameteroptimalisatie		15.08	19
Dosisoptimalisatie		27.78	35
Automatische intekening (bv. van kritieke organen)		29.37	37
Patiëntpositionering		9.52	12
Automatische behandelplannen		11.90	15
Workflowmanagement		7.94	10
Clinical decision support		7.14	9
Postprocessing		29.37	37
Nee, ik kom AI nog niet tegen in mijn werk		30.16	38

Figuur 4: De respons op vraag 5 van de enquête onder MBB'ers. De laatste kolom geeft het aantal respondenten dat "Ja" heeft geantwoord; de kolom ervoor het percentage.

Quote van een anonieme respondent: “Kennis van AI is een Must voor de MBB’er”

Citaat uit het joint statement van de EFRS & ISRRT (2020): *“The optimal integration of AI into medical safety, clinical imaging and radiation therapy can only be achieved through appropriate education of the current and future workforce and the active engagement of radiographers and radiologic technologists [MBB’ers] in AI advancements going forwards.”*

De uitkomsten van de interviews en de enquête zijn binnen het consortium gedeeld en bediscussieerd. In samenspraak met o.a. de NVMBR heeft dit geleid tot de volgende praktijkvraag:

Hoe gaan de ontwikkelingen in AI de werkzaamheden en de rol van MBB’ers in de toekomst veranderen en welke bijscholing is er nodig om MBB’ers nu te laten aanhaken en toekomstbestendig te maken?

Netwerkvorming (N=1400)

Samenstelling van het CONSORTIUM en toelichting

Het projectconsortium:

Hogescholen	
Hogeschool Inholland	Lectoraat Medische Technologie
	Lectoraat Data Driven Smart Societies
	Lectoraat Robotica
	Inholland Health & Technology Centre (IHTC)
	Master Advanced Health Informatics Practice (AHIP)
	Master Medical Imaging / Radiation Oncology (MIRO)
	Bachelor Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT)
Hogeschool Rotterdam	Lectoraat Technische Innovatie in de Zorg
Fontys Paramedische Hogeschool	Bachelor Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT)
Publieke Instellingen	
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)	Centrum Veiligheid, Medische Stralingstoepassingen
Erasmus Medisch Centrum	Biomedical Imaging Group Rotterdam (BIGR)
Beroepsverenigingen	
Nederlandse Vereniging voor Medische Beeldvorming en Radiotherapie (NVMBR)	
Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVvR)	

De hogescholen omvatten met de vertegenwoordiging van de Hanzehogeschool in de adviesraad (zie Projectorganisatie en -management) alle MBRT-opleidingen voor MBB'ers in Nederland. Inholland heeft de enige MBRT-opleiding waaraan direct een lectoraat en een vervolgmasteropleiding verbonden zijn. Dit plaatst deze Hogeschool bij uitstek in de positie om praktijkonderzoek binnen het werkveld van de MBB'er te faciliteren.

Vanuit Hogeschool Inholland en Hogeschool Rotterdam zijn diverse andere lectoraten met een technische achtergrond aangesloten om expertise in te brengen. Dit gebeurt ook vanuit de aangesloten publieke instellingen: RIVM is een gerenommeerd kennisinstituut met AI expertise (o.a. aangesloten bij de WHO Focus Group AI for Health) en een brede basis binnen de volksgezondheid (RIVM, 2018) en Erasmus MC heeft met BIGR een toponderzoeksgroep o.l.v. prof. Wiro Niessen op het gebied van AI in medische beeldvorming (<http://bigr.nl/about/>).

Daarnaast zijn de twee meest betrokken beroepsgroepen aangesloten via hun verenigingen, nl. de NVMBR voor MBB'ers en de NVvR voor radiologen. De NVvR wordt vertegenwoordigd door dr. Paul Algra, voormalig secretaris van de vereniging en bestuurslid van de European Society of Medical Imaging Informatics (EuSoMII).

Tot slot moet opgemerkt worden dat alle hogescholen zeer goede connecties hebben met de ziekenhuizen in hun regio (o.a. vanwege stages en afstudeeronderzoek), dat geldt ook voor de beroepsverenigingen waarvan de leden alle radiologieafdelingen in Nederland bevolken. Dat maakt dat impliciet de hele Nederlandse ziekenhuiswereld vertegenwoordigd is.

Aansluiting van het consortium op regionale speerpunten en landelijke innovatiethema's.

De Vereniging Hogescholen heeft in haar strategische onderzoekagenda drie uitdagingen geformuleerd (Vereniging Hogescholen, 2016). De eerste daarvan luidt: "Hoe creëren we een gezonde en vitale samenleving?". Kennis van AI van MBB'ers draagt hieraan bij. Bij de uitdagingen zijn ook 10 thema's geformuleerd. De eerste is "Gezondheid: zorg en vitaliteit" en de vierde: "Slimme technologie en materialen". Dit voorstel draait om goede implementatie van en omgang met slimme technologie voor betere zorg.

Landelijke innovatiethema's zijn ook gedefinieerd binnen de Nationale Wetenschapsagenda. In de Route Gezondheidsonderzoek, preventie en behandeling gaat vraag 105 over big data en technologische innovatie. Dit project sluit bij uitstek aan bij deze vraag.

NWO heeft onlangs de Artificial Intelligence Research Agenda for the Netherlands (AIREA-NL) gepubliceerd (NWO, 2019). Hierin staat: *"The Netherlands has recently launched its national AI strategy. This strategy builds on the vision that AI systems should aim at effective collaborations between humans and AI systems, rather than at replacing human skills and capabilities. The AIREA-NL AI research agenda is an integral part of that strategy."* Dit project sluit daar goed bij aan omdat het draait om interactie van MBB'ers met AI-systemen.

Beschrijving hoe het consortium verbonden is met de topsector

Dit project valt binnen de topsector Life Sciences and Health (LSH). Hogeschool Inholland maakt deel uit van Medical Delta dat binnen die topsector een belangrijke rol speelt. Een belangrijk thema van Medical Delta betreft Imaging and Big Data for Life dat gaat over AI voor beeldvorming.

Koppeling met strategische doelstellingen en Centres of Expertise Hogescholen

De MBRT-hogescholen maken zich sterk voor een stevige positionering van de MBB'er in het radiologische werkveld. Hogeschool Inholland biedt daartoe ook een professionele masteropleiding op dit vakgebied aan: Medical Imaging / Radiation Oncology. Dit project bevordert de positionering en zelfverzekerdheid van de MBB'er v.w.b. AI. Daarnaast draagt dit project bij aan de strategische doelstellingen van diverse, hieronder genoemde, Centres of Expertise.

Hogeschool Inholland

Binnen Hogeschool Inholland is het Inholland Health and Technology Centre (IHTC) actief op het gebied van zorgtechnologie. IHTC omvat veel kennis over AI, m.n. binnen de lectoraten Data Driven Smart Societies en Robotica die daarom bij dit project zijn aangesloten.

Daarnaast maakt het lectoraat Medische Technologie deel uit van het Centre of Expertise "Preventie voor Zorg en Welzijn" dat het kernthema 'de Gezonde Samenleving' van Hogeschool Inholland verder vorm geeft³. Binnen dit kernthema zijn de onderliggende thema's zelfmanagement, interprofessioneel werken en technologische innovatie gedefinieerd (Hogeschool Inholland, 2015). Dit project sluit bij de laatste twee thema's zeer goed aan. De strategische doelstelling van het Centre of Expertise is om met hoger beroepsonderwijs en praktijkgericht onderzoek een bijdrage te leveren aan een sociale, gezonde, inclusieve samenleving. MBB'ers met meer kennis van AI zullen daaraan bijdragen.

Fontys Paramedische Hogeschool

Het Fontys Expertisecentrum Gezondheidszorg en Technologie bestaat uit zo'n dertig partners uit de Brainportregio en Noord-Limburg. Samen willen zij de vraag uit de zorgpraktijk en het aanbod van technologische mogelijkheden beter met elkaar verbinden. De strategische doelstelling van dit centre of expertise is multidisciplinaire samenwerking waarbij de eindgebruiker centraal staat. Project KIM

³ <https://www.inholland.nl/onderzoek/kenniscentrum-de-gezonde-samenleving/>).

draait om de rol van MBB'ers in die samenwerking met radiologen, radiotherapeuten, technici, etc. en optimale zorg aan eindgebruikers.

Hogeschool Rotterdam

Het Kenniscentrum Zorginnovatie van Hogeschool Rotterdam initieert, ontwerpt en onderzoekt innovaties in de praktijk, in nauwe samenwerking met de cliënt, opleidingen, praktijken en andere kennisinstituten. Project KIM draait om zo'n zorginnovatie, nl. de opkomst van AI in het werkveld van de MBB'er. Onderzoek naar deze zorginnovatie sluit goed aan bij de kerndoelstellingen van het kenniscentrum. Een van de focuspunten van het strategische onderzoeksprogramma is onderzoek naar technologie in een klinische omgeving (Hogeschool Rotterdam, 2020). Het kenniscentrum stelt daarbij de mens centraal en staat daarmee op één lijn met de andere deelnemende hogescholen: einddoel is betere zorg voor de individuele patiënt.

Ambities en doelstellingen van het consortium. Verdeling van de belangen binnen het consortium.

De belangrijkste doelstelling van het consortium is om een belangrijk probleem voor de MBB'er op te lossen, namelijk het wegnemen van de handelingsverlegenheid rond AI-technologie. Dit leidt ertoe dat MBB'ers kennis hebben van de mogelijkheden en onmogelijkheden van AI voor hun praktijkvoering en er in interprofessioneel verband over kunnen meepraten.

De ambitie is dat na afloop van dit project alle ziekenhuizen in Nederland de ontwikkelde visie op AI voor MBB'ers kennen en dat alle MBB'ers (i.o.) weet hebben van de binnen dit project ontwikkelde online instructies. Om alle ziekenhuizen te bereiken wordt het netwerk van de beroepsverenigingen aangesproken; om alle MBB'ers (i.o.) te informeren worden m.n. de studenten van de hogescholen en de afgestudeerden (via de NVMBR) benaderd.

De belangen van de partners in het consortium zijn als volgt:

De hogescholen willen studenten en MBB'ers graag up-to-date kennis aanbieden. Dit strookt met het belang van de NVMBR dat graag ziet dat MBB'ers in de praktijk goed beslagen ten ijs komen. De NVvR heeft belang bij goed geschoolde MBB'ers die radiologen op AI-gebied kunnen ondersteunen. Het RIVM zet zich in voor adequate implementatie van nieuwe technologie t.b.v. goede zorg in Nederland en Erasmus MC heeft er belang bij dat hun kennis over AI via de opleidingen van diverse medische professionals op de werkvloer goed geïmplementeerd wordt.

Per instelling een beschrijving welke expertise wordt ingebracht en waarom deze expertise van belang is voor het projectvoorstel.

Voor de deelnemende hogescholen geldt dat zij over kennis van AI en didactiek beschikken. Daarnaast bieden de hogescholen toegang tot studenten en docenten die in het project zullen meedoen. De lectoraten Data Driven Smart Societies en Robotica alsook de aangesloten masteropleiding Advanced Health Informatics Practice, tevens verenigd in het IHTC, hebben specifiek ervaring met AI-onderwijs. Het RIVM beschikt over veel kennis van de Nederlandse gezondheidszorg i.h.a. Er is binnen het instituut expertise over AI, big data en medische toepassingen daarvan. RIVM heeft ook zicht op landelijke ontwikkelingen op dit vakgebied en doet daar onderzoek naar.

Erasmus MC is een vooraanstaand academisch ziekenhuis waarbinnen door de BIGR internationaal toonaangevend AI-onderzoek op het terrein van beeldvorming wordt verricht. BIGR brengt dan ook veel up-to-date kennis over AI in.

De NVMBR beschikt over inzicht in de praktijkvoering in diverse ziekenhuizen en over een groot ledennetwerk van MBB'ers die in het project betrokken kunnen worden. De NVvR heeft daarnaast een ledennetwerk van radiologen, onder wie diverse experts in AI voor radiologie.

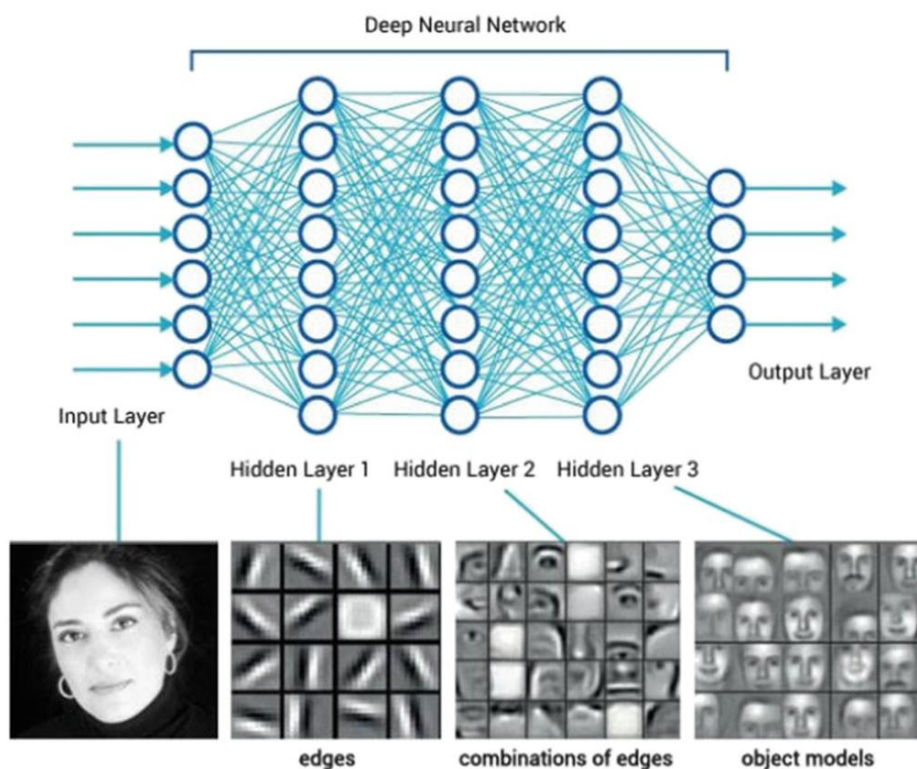
Beoogde wijze van borging van de duurzaamheid en uitbreiding van het consortium.

Er bestaan met een groot deel van het consortium duurzame banden: tussen de hogescholen met een MBRT-opleiding, binnen Vitale Delta met Hogeschool Rotterdam, maar ook met de NVMBR die participeert in de kenniskring van het lectoraat Medische Technologie. Er zijn goede contacten met de NVvR die door dit project verder bestendigd zullen worden. Met het RIVM wordt al vele jaren samengewerkt. De aanvrager van dit project, dr. H. Bijwaard, heeft daar een nevenaanstelling. Ook bestaan er al langer contacten met de BIGR van Erasmus MC. Met dit project worden die bestendigd. Verder bieden de contacten met de vele partijen in het veld (ziekenhuizen, andere beroepsverenigingen) zeer goede mogelijkheden voor uitbreiding.

Onderzoeksplan (N=6269)

State-of-the-art

Velen beschouwen 1950 als het geboortjaar van AI: in dat jaar stelde de Britse wiskundige Alan Turing dat machines wellicht gebruikt zouden kunnen worden om te redeneren, problemen op te lossen en besluiten te nemen. Vanaf de jaren 50 is daar hard aan gewerkt door beslisregels op te stellen en algoritmes te ontwerpen, maar de voortgang daarin werd vertraagd door de beperkte rekenkracht van computers in de vorige eeuw. AI-algoritmes leren nl. door heel veel data tot zich te nemen en daarin te zoeken naar bepaalde (statistische) patronen. Daarin lijken ze ook enigszins op hoe mensen leren, nl. door heel veel ervaringen op te doen (HCIAC, 2020). Met de komst van krachtigere computers werd het mogelijk steeds grotere data sets aan de algoritmes te voeren en werden de resultaten steeds beter. Tegelijkertijd werd ook belangrijke vooruitgang geboekt in de constructie van de intelligente algoritmes. Een belangrijke stap daarbij was de ontwikkeling van neurale netwerken waarin algoritmes in diverse stappen (lagen) worden ingezet op een manier die lijkt op hoe het menselijke brein werkt. Dit wordt ook wel 'deep learning' genoemd en met vooral zogenaamde 'Convolutional Neural Networks' (CNNs) worden nu goede resultaten geboekt.



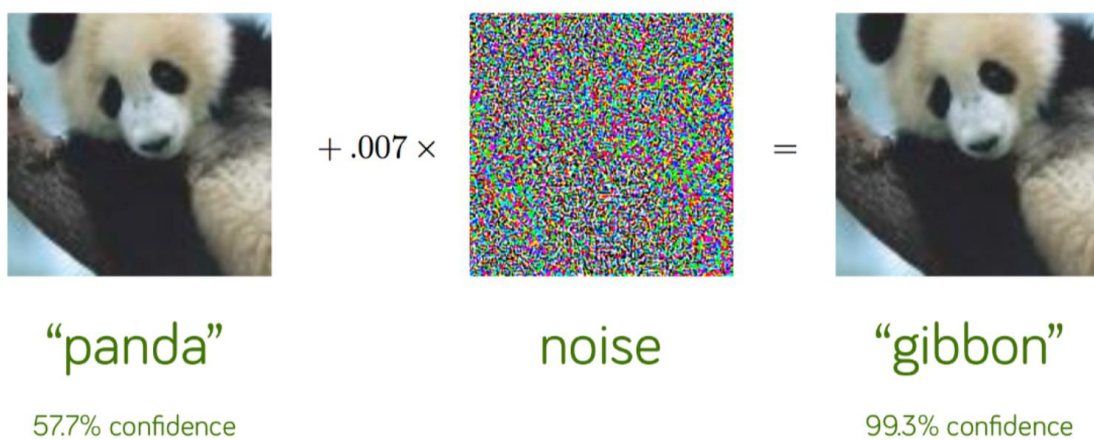
Figuur 5: Voorbeeld van de werking van een neurale netwerk voor gezichtsherkenning. In de eerste laag worden van een input foto simpele kenmerken als lijnen en randen gedetecteerd. In de tweede laag worden iets complexere kenmerken als ogen en neus gevonden en in de derde het gehele gezicht, waarna in de output laag een classificatie plaatsvindt die aangeeft met welke waarschijnlijkheid een bepaald gezicht hoort bij een persoon (Ranschaert e.a., 2019).

Zoals gezegd leert een AI-algoritme door grote hoeveelheden data te beschouwen. Daarom heeft AI een natuurlijke connectie met het vakgebied Big Data dat zich bezighoudt met statistische analyse en patroonherkenning in grote data sets. Een belangrijke reden dat AI binnen de radiologie zo'n belangrijke rol is gaan spelen (medische beeldvorming omvat nu 10% van het marktaandeel van alle AI en dat aandeel zal naar verwachting in 2024 verdubbeld zijn en een omzet hebben van 264 miljard dollar in 2026 (HCIAC, 2020)) is dan ook de beschikbaarheid van grote hoeveelheden geannoteerde

data. Alleen al in Nederland worden jaarlijks ruim 8 miljoen röntgenfoto's en bijna 2 miljoen CT-scans gemaakt (zie www.rivm.nl/ims). Al die foto's en scans worden beoordeeld door radiologen die daar een verslag bij maken waarin staat wat hun bevindingen zijn. Door foto's/scans en verslagen aan een AI-algoritme te voeren kan het algoritme leren welk soort bevindingen horen bij welk soort beelden. Op een nieuwe set beelden kan een AI-algoritme dan diagnostiek bedrijven van een niveau dat soms zelfs hoger ligt dan dat van een radioloog. Voorbeelden daarvan zijn AI-algoritmes voor borstkankerscreening (Mayer McKinney e.a., 2020; Kim e.a., 2020), voor diverse longaandoeningen (Rajpurkar e.a., 2017; Walsh e.a., 2018, Ardila e.a., 2019) en voor hersentumoren (Hollon e.a., 2020).

Bij de hoge scores van AI-algoritmes voor diagnostiek moeten wel wat kanttekeningen geplaatst worden. Als wordt gemeld dat een AI-algoritme beter scoort dan radiologen, kan dat voortkomen uit een laboratoriumsituatie. Een algoritme is getraind en getest op een specifieke test set en radiologen die dezelfde set gebruiken kunnen dan soms slechter scoren. Het is echter nog een hele stap voordat zo'n algoritme ook goed scoort in een klinische situatie. Immers de trainingset maakt meestal gebruik van onderzoek afkomstig van één apparaat, met een beperkt imaging protocol, dus uit één specifieke context. Er zijn echter talloze variaties in imaging protocollen en vaak binnen een ziekenhuis ook verschillende CT en MRI-scanners. Dit leidt tot subtiele variaties in beelden waar een AI-algoritme vaak niet goed mee overweg kan.

Dat betekent ook dat een AI-algoritme voor beeldherkenning dat goed presteert in ziekenhuis A dat niet automatisch ook zal doen in ziekenhuis B. Dat heeft te maken met de beelden die gebruikt zijn om het algoritme te trainen: ziekenhuis A heeft net iets andere apparatuur en gebruikt andere instellingen daarvan dan ziekenhuis B. Dit leidt tot kleine verschillen in beeldvorming die voor een menselijke waarnemer niet van doorslaggevend belang zijn, maar een AI-algoritme het bos in kunnen sturen (zie Figuur 6).



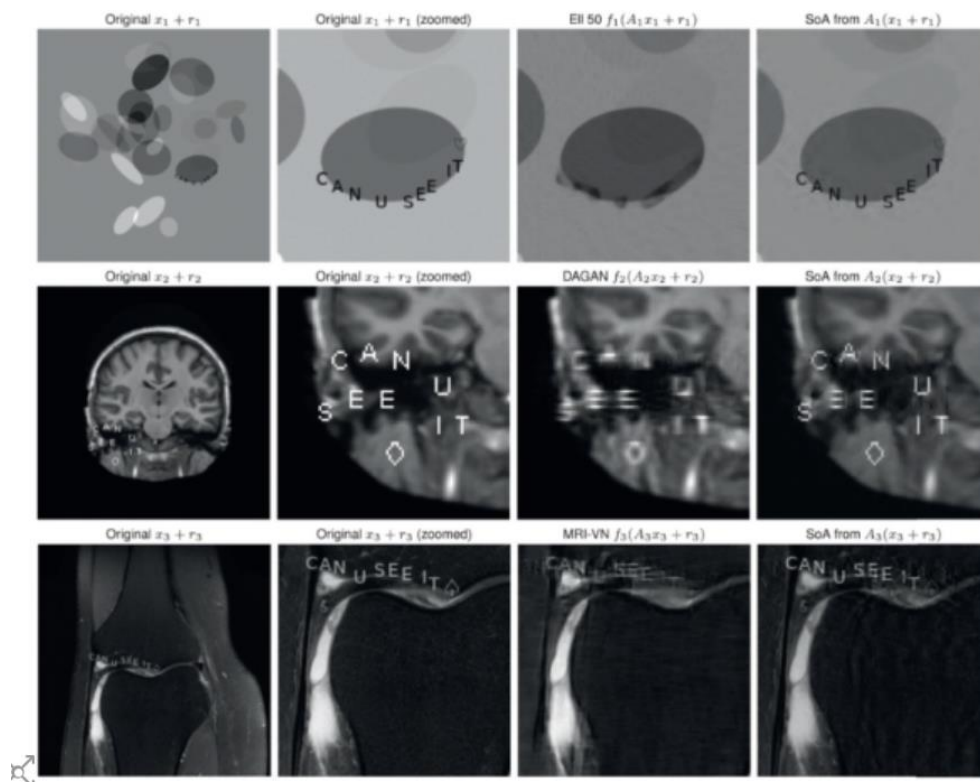
Figuur 6: Klassiek voorbeeld van wat er mis kan gaan met beeldherkenning door AI. Als aan het linker plaatje van een panda een klein beetje ruis wordt toegevoegd (die met het blote oog niet eens zichtbaar is) dan herkent het AI-algoritme (GoogLeNet) er met 99,3% zekerheid een gibbon in (Goodfellow e.a., 2015).

Dit betekent dat AI-software voor beeldherkenning eerst in elk ziekenhuis getraind moet worden op de eigen gemaakte beelden. Het is te verwachten dat MBB'ers hierbij een belangrijke rol zullen gaan spelen, maar zij zijn daar nog niet op voorbereid.

AI voor beeldherkenning en diagnose is ook nog vaak beperkt tot een enkele specifieke afwijking in een orgaan (bijvoorbeeld vlekjes op de longen) en ziet dan heel veel andere zaken niet (aneurysma, skeletmetastasen). Al die meerdere vormen van longpathologie herkent is er nog maar weinig, maar begint nu op te komen. Als een algoritme het goed doet in één patiëntenpopulatie, wil dat nog niet

zeggen dat het ook goed werkt in een andere omgeving dan waarin het is getraind. Soms kan een algoritme nogal makkelijk amateuristische fouten maken; men hoeft maar enkele pixeltjes te veranderen of het algoritme is helemaal de weg kwijt (zie bv. Figuur 6). Met alle tekortkomingen is AI een welkome hulp bij de diagnostiek van radiologische beelden. Men zou AI als een copiloot kunnen zien; een deskundig adviseur die over de schouder van de captain meekijkt en toeschiet als dat nodig is. Er blijft echter een captain de baas net zoals er altijd een radioloog bij betrokken blijft. AI is een hulpmiddel; een hele goede weliswaar maar niet meer dan een hulpmiddel. Er is dan ook nog geen sprake van AI die radiologen kan vervangen, maar het is wel zaak dat radiologen en ook MBB'ers weten waar ze bij gebruik van AI op moeten letten om medische missers te voorkomen.

Vanwege de grote hoeveelheden geannoteerde beelden waarmee binnen de radiologie wordt gewerkt, is radiodiagnostiek een terrein waar AI goed op kan worden toegepast. Er zijn echter diverse andere toepassingen van AI binnen de radiologie en radiotherapie (zie Figuur 2). Hardy & Harvey (2019) geven een overzicht daarvan voor m.n. medische beeldvorming. Zo voorzien zij dat AI een rol gaat krijgen bij checks vooraf, zoals of de patiënt wel het juiste onderzoek krijgt (klopt de aanvraag met het patiënt ID en het patiëntdossier). Ook bij het positioneren van de patiënt en het analyseren van de scout view (een soort verkennende proefscan) kan AI een rol spelen. Dat geldt ook voor het optimaliseren van instellingen van de apparatuur, het kiezen van het beeldvormingsprotocol en de hoeveelheid contrastmiddel (indien nodig). Als het gaat om radiotherapie dan kan AI automatisch tumoren segmenteren in het beeld, bestralingsdoses optimaliseren en een bestralingsplan opstellen (Wang e.a., 2019; Meyer e.a., 2018; Cardenas e.a., 2019; Boon e.a., 2018). Ook bij het bewerken van de beelden achteraf wordt al AI ingezet. Dat biedt ook de mogelijkheid om automatisch organen te segmenteren in het beeld, maar ook om beelden te fuseren met die van andere modaliteiten. Bij al deze taken is het cruciaal dat MBB'ers en andere professionals de resultaten van AI met een kritische blik beschouwen. AI is ook in deze situaties niet onfeilbaar. In Figuur 7 staat daarvan een voorbeeld.



Figuur 7: Resultaten van een wiskundige modelstudie naar beeldreconstructie met AI. De eerste kolom bevat 3 testbeelden, waarvan in de tweede kolom een stukje is uitvergroot. De derde kolom laat het beste resultaat zien dat met AI wordt verkregen en de vierde kolom het beste resultaat met een klassieke methode. De verschillen tussen de derde en vierde kolom laten duidelijk zien dat AI kan leiden tot artefacten en misinterpretaties (Antun e.a., 2020).

In Nederland en in het buitenland zijn er diverse ziekenhuizen die AI al hebben geïmplementeerd voor andere taken dan beeldherkenning. Bijvoorbeeld op het gebied van validatie algoritmen, voor workflow management en voor clinical decision making. Op wetenschappelijk niveau is de sectie Techniek van de NVvR actief en speelt Nederland een belangrijke rol in de European Society of Medical Imaging and Informatics (EuSoMII) van de Europese sectie van de European Society of Radiology. De NVvR speelt daarom ook een belangrijke rol in dit project.

De vormen van AI die al binnen de beroepspraktijk van MBB'ers aanwezig zijn (zie ook Figuur 3) en die binnen afzienbare termijn geïmplementeerd zullen worden, zullen leiden tot veranderingen in de rollen en werkzaamheden van MBB'ers op afdelingen radiologie en radiotherapie. Hardy & Harvey (2019) geven aan dat met de groei van de rol van AI de MBB'er een belangrijkere rol krijgt in de intermenselijke communicatie met de patiënt, bv. als het gaat om uitleg van risico's en het verkrijgen van toestemming van de patiënt, vooral omdat met verdergaande automatisering de patiënt minder tijd krijgt om op keuzes te reflecteren. Eerdere genoemde feilbaarheid van AI brengt bovendien ethische en juridische kwesties met zich mee: wie is er in het hele diagnostische en therapeutische proces verantwoordelijk voor het goed trainen en laten functioneren van AI-systemen en de beoordeling van hun resultaten. Daarvoor moeten MBB'ers bekend raken met de basis van AI en de toepassing ervan op diverse terreinen binnen de radiologie en radiotherapie. Voor de beoordeling van de uitkomsten van AI-algoritmes is soms ook gevorderde kennis nodig, bv. als het gaat om automatisch gegenereerde bestralingsplannen. MBB'ers spelen verder ook een rol bij de eerste beoordeling van gemaakte beelden, al is het maar om te bepalen of die van voldoende kwaliteit zijn. Als daarbij AI ingezet gaat worden dan is ook kennis daarvan van belang om de AI-beoordeling op waarde te kunnen schatten. Ten slotte merken Hardy & Harvey op dat het waarschijnlijk is dat MBB'ers zullen worden ingezet voor het periodiek reviewen/auditen van de resultaten van AI-systemen. Wat zij niet noemen, maar wat wel al in sommige Nederlandse ziekenhuizen plaatsvindt, is de inzet van MBB'ers bij het trainen van algoritmes op de eigen data. Zoals eerder opgemerkt gebruikt elk ziekenhuis eigen apparatuur en instellingen (protocollen) voor het maken van beelden. Dat betekent dat er subtiele verschillen in beelden tussen ziekenhuizen bestaan en een AI-algoritme voor beelddiagnostiek dus eerst op de 'eigen' beelden getraind moet worden.

Hardy & Harvey (2019): "Without doubt, the next generation of AI-driven systems in diagnostic imaging will impact on radiographic practice across modalities and the roles and responsibilities of radiographers [MBB'ers]."

Onderzoeksvraag

Uit de hiervoor geschetste state-of-the-art van AI in het werkveld van de MBB'er rijst het beeld van een *disruptive technology* die het werk van MBB'ers op diverse manieren aan het veranderen is. Voor een deel gaat het om wijzigingen die al zijn ingezet en waarvan goed te voorzien is wat de impact zal zijn op het beroep, maar voor een ander deel gaat het ook om mogelijkheden van AI die in de nabije toekomst kunnen ontstaan en waarvan nog niet geheel duidelijk is waar die toe gaan leiden. Dit vraagt om nader onderzoek en het leidt tot de volgende centrale onderzoeksvraag voor dit project:

Wat zijn de ontwikkelingen in radiologische/radiotherapeutische AI en hoe zijn de praktische, ethische en juridische aspecten daarvan van invloed op het werk van MBB'ers nu en in de nabije toekomst, welke rol t.a.v. die ontwikkelingen gaan MBB'ers vervullen en welke kennis en vaardigheden hebben zij daarvoor nodig?

Deze hoofdvraag omvat de volgende deelvragen:

1. Hoe ontwikkelt radiologische/radiotherapeutische AI zich nu en in de nabije toekomst?
2. Hoe beïnvloeden de praktische, ethische en juridische aspecten van die ontwikkelingen het werk van MBB'ers?
3. Welke rol gaan MBB'ers t.a.v. AI vervullen?
4. Welke scholing in kennis en vaardigheden hebben MBB'ers nodig om die rol te vervullen?

De hoofd- en deelvragen sluiten goed aan bij de AI-onderzoekagenda AIREA-NL zoals die onlangs door NWO is gepubliceerd (NWO, 2019). Daarin worden vier uitdagingen genoemd: (1) creëren van AI-componenten, (2) creëren van AI systemen, (3) AI systemen en mensen en (4) AI systemen en samenleving. MBB'ers zullen zich i.h.a. niet bezig houden met het creëren van nieuwe systemen of componenten, maar met het toepassen daarvan. Dit project richt zich daarom niet op de eerste twee genoemde uitdagingen. De geformuleerde onderzoeksvraag past bij de derde en vierde uitdagingen en meer specifiek bij de daar geformuleerde Research Question 3.1. How can humans and AI systems productively interact and understand each other's behaviour in context?

Methode

Voor de beantwoording van de onderzoeksvraag wordt het volgende stappenplan voorzien:

1. Systematic review om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen uit de wetenschappelijke literatuur van AI-systemen die nu en in de nabije toekomst het werk van MBB'ers (gaan) beïnvloeden => beantwoording van deelvraag 1
2. Focusgroepen met AI-experts om te achterhalen hoe zij denken dat de resultaten van stap 1 het werk van MBB'ers gaan beïnvloeden en tevens als check dat alle relevante AI is geïdentificeerd => beantwoording van deelvraag 2
3. Opstellen van een visiedocument over de ontwikkelingen in AI nu en in de nabije toekomst en hoe die de rol van MBB'ers gaan veranderen. Bij deze stap wordt ook een tussentijdse update van het literatuuroverzicht uit stap 1 voorzien, gezien de snelle vorderingen in het vakgebied => beantwoording van deelvraag 3
4. Bepalen welke kennis en vaardigheden MBB'ers nodig hebben om hun toekomstige rol t.a.v. AI te vervullen. Hiertoe worden workshops met stakeholders georganiseerd, waarvoor i.i.g. afgevaardigden van de MBRT-opleidingen en beroepsverenigingen NVMBR en NVvR alsook afdelingsmanagers worden uitgenodigd => beantwoording van deelvraag 4
5. Opstellen van een online protocol om het huidige kennishiaat te dichten: een online instructie basisvaardigheden voor in het MBRT-onderwijs (inclusief juridische aspecten, ethiek en veiligheid) en een online instructie voor gevorderden op post-HBO niveau voor bij- en nascholing van MBB'ers. De protocollen zullen als online instructies voor MBB'ers worden aangeboden via de NVMBR => omzetting van antwoorden op deelvraag 4 in scholing

Activiteitenplan

Voor het uitvoeren van het beschreven stappenplan worden de volgende werkpakketten voorzien:

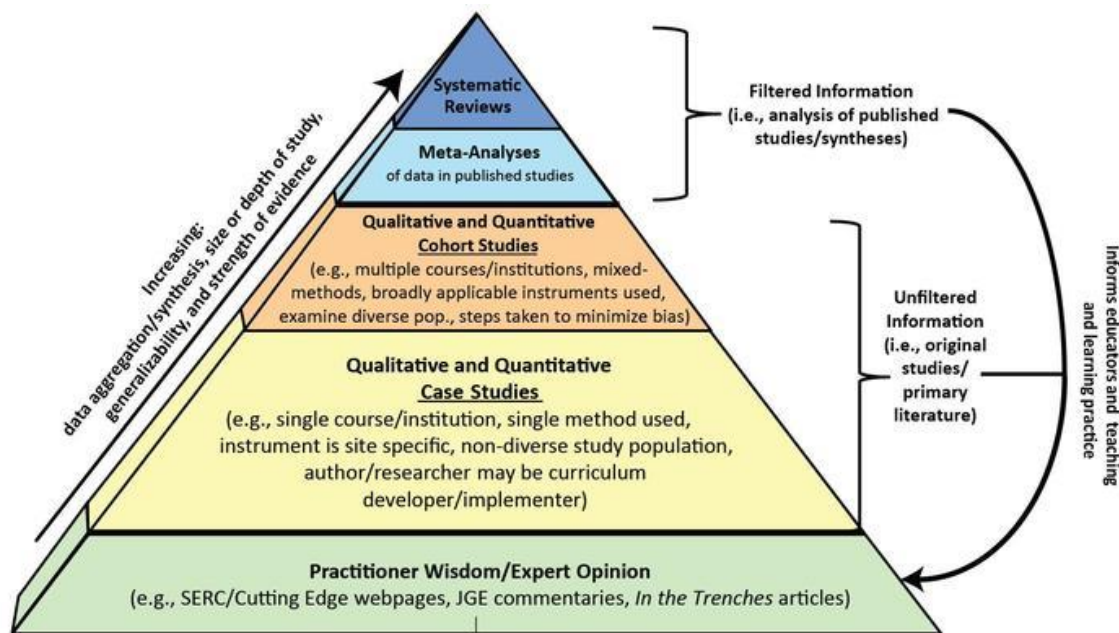
WP	Titel/ omschrijving	Wie participeert en wie leidt
1	Systematic review van (inter)nationale literatuur	<u>Hogeschool Inholland</u> , RIVM, NVvR, NVMBR, Hogeschool Rotterdam
2	Focusgroepen met AI-experts	<u>NVvR</u> , NVMBR, Hogeschool Inholland
3	Opstellen van visiedocument	<u>NVMBR</u> , NVvR, Hogeschool Inholland, Fontys
4	Bepalen benodigde kennis en vaardigheden	<u>Hogeschool Inholland</u> , Fontys, Hogeschool Rotterdam, Erasmus MC
5	Ontwikkelen van online protocollen en instructies	<u>Fontys</u> , Hogeschool Inholland, Hogeschool Rotterdam, Erasmus MC

Werkpakket 1: Systematic review van (inter)nationale literatuur

Doelstelling: Alle voor het werk van MBB'ers relevante publicaties over AI in kaart te brengen. Dit leidt vervolgens tot een compleet overzicht van waar en hoe AI het werkveld van MBB'ers beïnvloedt. Hierbij zal in aanvulling op Hardy & Harvey (2019) breder gekeken worden naar de werkvelden van MBB'ers (inclusie van radiotherapie) en zal specifiek de Nederlandse situatie worden bekeken.

Methode: Er zal een zoekstring worden geformuleerd met daarin sleutelwoorden als "AI", "machine learning", "deep learning" en "image reconstruction", "treatment planning" etc. De zoekstring zal vervolgens in diverse literatuur databases worden toegepast (bv. PubMed, Google Scholar, Scopus). Delen van deze review zullen worden uitbesteed aan studenten als afstudeeropdracht. Er zal ook worden gezocht naar zogenaamde 'grijze literatuur': rapportages van kennisinstellingen of beroepsorganisaties over AI voor radiologie en radiotherapie. Hierbij kan ook aan verhalen in niet-wetenschappelijke tijdschriften gedacht worden en aan presentaties gehouden op internationale congressen. Dit laatste is met name van belang voor de op te stellen visie die o.a. een toekomstbeeld moet bevatten.

Een belangrijk onderdeel van de systematic review is het op waarde schatten van de verschillende stukken. Voor wetenschappelijke literatuur moet gelden dat deze peer reviewed is en wordt ook de impact factor van het tijdschrift meegewogen. Voor de 'grijze' literatuur weegt de status van bijvoorbeeld het instituut dat de publicatie heeft verzorgd mee. De geïnccludeerde artikelen zullen aanvankelijk gescoord worden aan de hand van een pyramid of evidence (zie Figuur 8). Hierbij zal gebruik gemaakt worden van een STARD-checklist (STAndards for Reporting of Diagnostic accuracy). De STARD-score wordt dan opgenomen in een data-extractieformulier. In dit data-extractieformulier zal ook de belangrijke informatie uit de artikelen worden opgenomen zoals, de auteur(s), de titel, het tijdschrift waarin het gepubliceerd is, het jaartal waarin het gepubliceerd is en de relevante informatie uit het artikel.



Figuur 8: Voorbeeld van een pyramid of evidence waarmee de bewijslast van wetenschappelijke informatie kan worden gerangschikt

Resultaat: Dit werkpakket resulteert in een basisdocument dat dient als input voor de focusgroepen in het tweede werkpakket. Het basisdocument wordt ook omgevormd naar een wetenschappelijk artikel dat ter publicatie zal worden aangeboden aan Radiography.

De systematic review beantwoordt deelvraag 1 en vormt de basis voor zowel het visiedocument als de onderwijsmodules en moet daarom aan het begin van het project worden uitgevoerd.

Rolverdeling: Hogeschool Inholland trekt dit werkpakket om als penvoerder het project meteen goed op weg te helpen, maar ook vanwege de ervaring opgedaan met systematic reviews in het RAAK publiek REVIVE. In dat project werd net als in dit project voor de systematic review ook nauw samengewerkt met het RIVM. Het RIVM heeft veel kennis van en ervaring met deze aanpak. De andere partners hebben meer een ondersteunende rol op de achtergrond. Waarbij de beroepsverenigingen via hun netwerk meer toegang hebben tot grijze literatuur.

Planning: Voor dit eerste werkpakket worden de eerste zes maanden van het project gereserveerd. In de eerste maand wordt de zoekstrategie in detail opgesteld. In de tweede maand wordt die strategie toegepast in diverse literatuurdatabases en aangevuld met grijze literatuur. In de twee maanden daarna worden de resultaten van de zoekstrategie bestudeerd en samengevat in een werkdocument. De laatste twee maanden worden gebruikt om het werkdocument om te vormen tot een wetenschappelijk artikel.

Werkpakket 2: Focusgroepen met AI-experts

Doelstelling: Nagaan welke van de in werkpakket 1 geïdentificeerde ontwikkelingen in AI binnen de radiologie/radiotherapie van invloed (gaan) zijn op het werk van MBB'ers en hoe die invloed tot uitdrukking gaat komen. Vaststellen voor welke AI-toepassingen door MBB'ers richtlijnen nodig zijn.

Methode: Via de NVvR, de NVMBR, Erasmus MC, RIVM en de Adviesraad van dit project heeft het consortium van dit project toegang tot diverse experts op het gebied van AI voor radiologische en radiotherapeutische toepassingen. Zij zullen gevraagd worden om deel te nemen aan focusgroep bijeenkomsten waarvoor het basisdocument uit werkpakket 1 het uitgangspunt zal vormen. Binnen de focusgroepen zal bediscussieerd worden welke ontwikkelingen welke impact gaan hebben op het werk

van MBB'ers en waarvoor richtlijnen in het navolgende visiedocument moeten worden opgenomen. Daarbij zal ook nadrukkelijk nagegaan worden of er bij het literatuuronderzoek van werkpakket 1 nog ontwikkelingen gemist zijn die wel relevant zijn. Er zullen drie focusgroepen worden georganiseerd met elk ongeveer 10 deelnemers. De focusgroepen en interviews worden na toestemming van de deelnemers opgenomen op audio en vervolgens uitgeschreven. De transcripten worden inductief gecodeerd in MAXQDA, aan de hand van de *grounded theory* benadering. Het coderen wordt onafhankelijk uitgevoerd door twee onderzoekers en vervolgens besproken (onderzoeker triangulatie).

Resultaat: De resultaten van de focusgroep bijeenkomsten zullen worden samengevat in een rapportage die ook zal worden omgevormd naar een wetenschappelijk artikel dat bv. in Radiography gepubliceerd kan worden. Het basisdocument uit werkpakket 1 en de rapportage van de focusgroepen beantwoorden deelvraag 2 en dienen als input voor werkpakket 3, waarin het visiedocument wordt geformuleerd.

Rolverdeling: Dit werkpakket dient ter voorbereiding van de visie en daarom zijn de beroepsverenigingen hier in the lead. Het netwerk van m.n. de NVvR zal worden benut voor het formeren van de focusgroepen. De NVMBR zal hierbij aanvullen en Hogeschool Inholland zal de methodologie bewaken. In RAAK publiek project REVIVE heeft Hogeschool Inholland hier al veel ervaring mee opgedaan.

Planning: Voor de organisatie, uitvoering en terugrapportage van de focusgroepen wordt de tweede periode van zes maanden gereserveerd. De eerste maand wordt gebruikt om potentiële deelnemers aan de focusgroepen te identificeren en te benaderen. De tweede maand wordt gebruikt om met de geselecteerde deelnemers die hun medewerking hebben toegezegd de daadwerkelijke focusgroep bijeenkomsten te plannen. Tevens ontvangen de deelnemers in maand twee de resultaten van werkpakket 1 ter voorbereiding van de bijeenkomsten. In maanden drie en vier worden de bijeenkomsten vervolgens gehouden en in de resterende twee maanden worden de resultaten daarvan opgeschreven.

Werkpakket 3: Opstellen van visiedocument

Doelstelling: Het basisdocument uit werkpakket 1 en de rapportage van de focusgroepen uit werkpakket 2 omvormen tot een breed gedragen visiedocument. Dit visiedocument moet niet alleen de huidige en toekomstige implementatie van AI in het werkveld en de rol van MBB'ers beschouwen, maar ook waar nodig voor specifieke toepassingen van AI-richtlijnen geven.

Methode: Het is nadrukkelijk niet de bedoeling een zeer lijvig document te gaan schrijven. De kunst is juist om de hoeveelheid aan informatie op een bondige manier te presenteren, zodanig dat alle betrokken beroepsgroepen zich erin kunnen vinden. De toekomstige rol van de MBB'er is nl. niet alleen een zaak van de MBB'er zelf maar ook van de beroepsgroepen die met de MBB'er samenwerken, zoals de klinisch fysici en de radiologen en radiotherapeuten.

Een belangrijk onderdeel van dit werkpakket is dan ook de afstemming met de betrokken beroepsverenigingen: de Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica (NVKF), de Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVvR), de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde (NVNG) en de Nederlandse Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie (Nvro). Dit zal in twee rondes georganiseerd worden: in een eerste informatieronde zal met alle afzonderlijke partijen worden gesproken om verschillen in inzichten waar mogelijk glad te strijken en eventueel te parkeren voor ronde twee. In de tweede ronde zal een plenair overleg plaatsvinden waar de amendementen van ronde één worden besproken en met name de resterende verschillen in inzicht.

Resultaat: Dit werkpakket leidt tot een breed gedragen visiedocument dat de rol van de MBB'er t.a.v. AI in zijn werkveld vastlegt en de beantwoording vormt van deelvraag 3. Middels de geïntegreerde

richtlijnen voor specifieke toepassingen biedt het document ook handvatten voor MBB'ers voor toepassing van AI in de praktijk.

Rolverdeling: De NVMBR leidt dit werkpakket omdat zij veel ervaring heeft met het opstellen van visies voor het werkveld van de MBB'er en met de afstemming daarvan met aanpalende beroepen. Het belangrijkste aanpalende beroep is dat van radioloog en vandaar dat de NVvR hier nauw bij betrokken is. De hogescholen hebben hierbij een meer ondersteunende rol op de achtergrond.

Planning: Voor de formulering en afstemming van het visiedocument worden tien maanden gereserveerd. Deze periode is m.n. nodig vanwege de langere doorlooptijd die gepaard gaat met het organiseren van de overleggen met de diverse gremia. In de eerste maand worden de materialen voor het visiedocument verzameld uit de eerste werkpakketten en er worden voorbeelden van visiedocumenten bijgevoegd. In de twee maanden daarna wordt het concept visiedocument geschreven, waarbij voor de opgenomen richtlijnen uit de eerdere systematisch review van literatuur geput wordt. In maanden 4, 5 en 6 wordt het concept voorgelegd aan de beroepsverenigingen en besproken. In maand 7 wordt het concept omgevormd in een eindconcept dat op hoofdlijnen voldoet aan de wensen van alle partijen. In de laatste 3 maanden wordt dit eindconcept voor accordering aan deze partijen aangeboden.

Werkpakket 4: Bepalen benodigde kennis en vaardigheden

Doelstelling: De verzamelde kennis en de opgestelde visie omvormen tot een pakket van eisen aan de kennis en vaardigheden van MBB'ers op het gebied van AI. Voor dit werkpakket dienen het basisdocument uit werkpakket 1 en de rapportage uit werkpakket 2 als uitgangspunt. Daarnaast speelt het visiedocument met richtlijnen uit werkpakket 3 een belangrijke rol, maar er wordt voorzien dat dat bij de start van dit werkpakket nog niet geheel af zal zijn. De basis voor het visiedocument zal echter wel voorhanden zijn.

Methode: Binnen dit werkpakket organiseert elke MBRT-opleiding een workshop waarin met afdelingsmanagers van de ziekenhuizen waarmee de betreffende opleiding verbonden is en met eigen docenten alsook afgevaardigden van beroepsverenigingen wordt bepaald over welke kennis en vaardigheden m.b.t. AI toekomstige MBB'ers zouden moeten beschikken. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen basisvaardigheden die elke MBRT student zou moeten leren en gevorderde kennis voor latere post-HBO specialisatie. Door de workshops in de bedieningsgebieden van de MBRT-opleidingen te organiseren wordt gewaarborgd dat een landelijke beeld wordt verkregen dat representatief is voor alle Nederlandse ziekenhuizen. Dit zorgt er ook meteen voor dat de beoogde online AI instructies qua inhoud en niveau aansluiten op de behoeften in alle regio's: ze kunnen op alle hogescholen opgenomen worden in het MBRT-curriculum en als bijscholing in de ziekenhuizen worden gebruikt.

Resultaat: De uitkomsten van de workshops van de hogescholen met een MBRT-opleiding worden gebundeld in een pakket van eisen voor de op te stellen online instructies op basis van consensus. Hiervoor zal een overkoepelend overleg worden georganiseerd. Het pakket van eisen vormt de beantwoording van deelvraag 4.

Rolverdeling: Het bepalen van de benodigde kennis en vaardigheden is bij uitstek een taak voor de hogescholen. Daarom staat voor dit werkpakket Hogeschool Inholland aan het roer, ondersteund door de Fontys Paramedische Hogeschool en de Hogeschool Rotterdam. Belangrijk hierbij is echter ook de input vanuit Erasmus MC: daar heeft men veel kennis van en ervaring met het opstellen van AI scholing voor de masteropleiding Klinische Technologie die nauw verwant is aan MBRT.

Planning: Voor dit werkpakket wordt een doorlooptijd van zes maanden voorzien. In de eerste maand wordt input uit de eerste drie werkpakketten verzameld en worden de workshops gepland. In maanden 2 en 3 worden de workshops gehouden. In de vierde maand worden de resultaten van de

workshops verzameld en gebundeld. In de laatste twee maanden wordt uit de verzamelde resultaten een pakket van eisen gedestilleerd.

Werkpakket 5: Ontwikkelen van online protocollen en instructies

Doelstelling: Het pakket van eisen aan de opleiding van MBB'ers in AI uit werkpakket vier omvormen naar twee online instructies (met daarin verweven de richtlijnen voor specifieke AI toepassingen): één als introductie in AI en één voor gevorderden.

Methode: In dit werkpakket worden twee online instructies ontwikkeld: een instructie basisvaardigheden voor MBB'ers op HBO niveau (inclusief juridische aspecten, ethiek en veiligheid) en een instructie voor gevorderden op post-HBO niveau voor bij- en nascholing van MBB'ers die meer willen/moeten met AI. De partners in het consortium hebben in een eerder RAAK publiek project (REVIVE) ruime ervaring opgedaan met het ontwikkelen van online instructies.

Het online programma zal worden opgebouwd in Moodle, het platform dat zowel de hogescholen als de NVMBR hiervoor gebruiken. De uitkomsten van werkpakket 4 dienen als input. De basisinstructie zal worden opgezet als een online instructie die via de NVMBR wordt verspreid onder MBB'ers die zichzelf willen bijscholen in de basis van AI en daarnaast wordt deze ook beschikbaar gesteld voor MBRT studenten van de MBRT opleidingen. Er zal met de hogescholen worden afgestemd hoe de online instructie in het curriculum van hun MBRT-opleidingen verder ontwikkeld en opgenomen kan worden (buiten de scope van dit project). Sowieso zal de module worden getest door minimaal 10 MBB'ers (i.o.) de module te laten doorlopen en ze vooraf en achteraf een kennistoets te laten maken.

Voor de gevorderdeninstructie zullen eveneens in dit werkpakket materialen worden ontwikkeld. Ook deze instructie zal online worden opgezet. Deze instructie zal vrij beschikbaar zijn via de NVMBR en kan voor bijscholing in de ziekenhuizen worden gebruikt.

Resultaat: Online protocol met 2 online instructies over AI voor MBB'ers: een basisinstructie op hbo-niveau die zowel voor bijscholing van MBB'ers op de werkvloer gebruikt kan worden als ook in het MBRT curriculum en een gevorderdeninstructie op post-HBO niveau voor MBB'ers die meer met AI willen/moeten doen in hun werk.

Rolverdeling: De Fontys Paramedische Hogeschool leidt dit werkpakket vanwege hun ervaring met het ontwikkelen van online instructies (o.a. voor het RAAK publiek project REVIVE). De andere hogescholen ondersteunen dit vanuit hun eigen expertise met online lessen (bv. voor de masteropleiding MIRO bij Hogeschool Inholland), maar wederom is de bijdrage van Erasmus MC vanuit hun ervaring binnen de opleiding Klinische Technologie cruciaal.

Planning: Voor de ontwikkeling van het online protocol worden zes maanden gereserveerd. In de eerste twee maanden wordt het concept van de basis-instructie gemaakt. In maand 3 wordt die getest en eventueel aangepast. In maanden 4 en 5 wordt het concept van de gevorderdeninstructie gemaakt. In maand 6 wordt die getest en eventueel aangepast. Gedurende de hele zes maanden wordt er regelmatig afgestemd met de MBRT-opleidingen, de NVMBR en de andere partners.

Disseminatie

In de afzonderlijke werkpakketten zullen een aantal activiteiten worden uitgevoerd om de uitkomsten van het project breed te verspreiden en er zorg voor te dragen dat ze landelijk geïmplementeerd worden.

Allereerst zal aan elke deelnemende MBRT-opleiding een workshop worden georganiseerd voor MBB'ers en MBRT studenten waarin de resultaten van het project worden getoond. Bij deze workshops zullen diverse stakeholders (zoals bv. afdelingsmanagers uit de ziekenhuizen) worden uitgenodigd.

Daarnaast zullen de betrokken beroepsverenigingen worden ingezet om het visiedocument en de (online) onderwijsprotocollen via hun websites te verspreiden en er ruchtbaarheid aan te geven via vakbladen, nieuwsbrieven, mailingen e.d.

Verder zullen de resultaten worden gepresenteerd op het NVMBR-congres en andere nationale en internationale conferenties. Een longlist daarvan is opgesteld. Daarnaast wordt een eigen congres georganiseerd (bv. aanpalend aan het jaarlijkse seminar van de masteropleiding Medical Imaging/Radiation Oncology van Hogeschool Inholland) om de resultaten voor een breed publiek uitgebreid voor het voetlicht te brengen.

Het projectteam rondt het project af met meerdere publicaties over de geproduceerde materialen in internationale peer-reviewed tijdschriften. Er wordt dan inzicht gegeven in hetgeen het team heeft opgelost voor de Nederlandse MBB'er. Ook zullen publicaties verzorgd worden in professionele tijdschriften met een goede verspreiding onder de Nederlandse doelgroepen, bijv. het Nederlandse Tijdschrift voor Geneeskunde.

Ten slotte is er ook de optie om de projectresultaten op te nemen in een leerboek. Het consortium lid dat de NVvR vertegenwoordigt, dr. Algra, medeauteur van o.a. "Artificial Intelligence in Medical Imaging, Opportunities, Applications and Risks" (Ranschaert e.a., 2019), is tevens betrokken bij de opzet van een leerboek over AI. Daarin komen ook een of meerdere hoofdstukken gewijd aan AI voor MBB'ers. Het visiedocument opgesteld in werkpakket 3 vormt daarvoor een goede basis.

Gedetailleerd activiteitenplan

WP/taak	Doelstelling	Resultaat	Waarom	Betrokken zijn	Wat	Wanneer
1	Systematic review van (inter)nationale literatuur					
1.1	Ontwikkelen van een specifieke zoekstrategie voor dit project en doelgroep	Up-to-date zoekstrategie voor literatuur	Dit is een efficiënte manier om de basis te leggen voor de systematic review	HS Inholland, RIVM, Erasmus MC en HS Rotterdam	Nagaan welke zoektermen, databases e.d. toepasbaar zijn voor onze doeleinden	Bij aanvang van het project
1.2	Zoekstrategie uit 1.1 toepassen	Een lijst van wetenschappelijke artikelen	Met deze nieuwe artikelen kan de review opgesteld worden	HS Inholland, RIVM, Erasmus MC, HS Rotterdam	De zoekstrings worden in verschillende databases (PubMed, Scopus e.d.) gebruikt om relevante artikelen te vinden	Na afronding 1.1
1.3	Wetenschappelijke literatuur aanvullen met 'grijze' literatuur	Een lijst van rapporten, richtlijnen e.a. documenten die niet in wetenschappelijke databases staan maar wel relevant zijn	Met deze documenten wordt een completer beeld van de state-of-the-art verkregen	NVMBR, NVvR	De zoektermen worden buiten de wetenschappelijk literatuu databases ingezet om andere documenten te vinden	Na afronding 1.1 (simultaan met 1.2)
1.4	Gevonden literatuur bestuderen en samenvatten	Een serie samenvattingen van relevante stukken	De belangrijke informatie in de gevonden stukken moet geëxtraheerd worden	HS Inholland, NVMBR, NVvR en HS Rotterdam	De in 1.2 en 1.3 gevonden stukken worden beoordeeld op hun waarde (door kwaliteitscriteria aan te leggen) en de relevante stukken worden bestudeerd en samengevat	Na afronding 1.2 en 1.3
1.5	Samenvattingen bundelen en omschrijven tot review artikel	Een peer reviewed publicatie	Een meta-samenvatting vormt de basis voor WP2. Voor de uitstraling van het project is het goed daar meteen een publicatie van te maken	HS Inholland, RIVM, Erasmus MC, NVMBR, NVvR en HS Rotterdam	Alle samenvattingen worden bij elkaar gelegd en er wordt een rode draad geformuleerd die wordt opgeschreven als artikel en ingediend	Na afronding 1.4

2	Focusgroepen met AI-experts					
2.1	Deelnemers aan focusgroepen selecteren	Focusgroepen gereed	Noodzakelijk voor voorbereiding van bijeenkomsten met focusgroepen	NVvR, NVMBR, HS Inholland	Via de netwerken van de partners worden AI-experts gevraagd om deel te nemen.	Tijdens WP1
2.2	Bijeenkomsten van focusgroepen plannen	Bijeenkomsten gepland, lijst met deelnemers gereed.	Noodzakelijk voor voorbereiding van bijeenkomsten met focusgroepen	NVvR, NVMBR, HS Inholland	Uit de geselecteerde deelnemers gemaakte groepen formeren waarin verschillende achtergronden zijn vertegenwoordigd en daarvoor afspraken maken	Tijdens WP1
2.3	Vorbereiding van deelnemers aan focusgroepen	Deelnemers voldoende voorbereid om de focusgroep bijeenkomsten bij te wonen	Noodzakelijk voor voorbereiding van bijeenkomsten met focusgroepen	NVvR	De uitkomsten van WP1 worden gedeeld met de deelnemers opdat zij goed beslagen ten ijs komen	Tijdens WP1
2.4	Houden van focusgroep bijeenkomsten	Inzicht in wat AI-experts belangrijk vinden voor MBB'ers in de Nederlandse ziekenhuispraktijk	Dit is belangrijke input voor het visiedocument	NVvR, NVMBR, HS Inholland	Elk van de 3 betrokken partners houdt 1 bijeenkomst met 10 AI experts en stelt daar een deelrapportage over op	Na 2.3
2.5	Opstellen rapportage over bijeenkomsten	Een rapportage met de uitkomsten van de focusgroepen	Samen met de review is dit input voor het visiedocument	NVvR	De rapportages van alle bijeenkomsten worden gedeeld en daarmee wordt een gezamenlijk rapport opgesteld	Na 2.4
3	Opstellen van visiedocument					
3.1	Verzamelen input en voorbeelden	Alle benodigde informatie bij elkaar met een voorbeeld van een goed visiedocument	De informatie uit WP1 en WP2 moet gecombineerd worden en een voorbeeld van een visiedocument kan ter inspiratie dienen	NVMBR, NVvR, HS Inholland, Fontys HS	Uitkomsten van WP1 en WP2 worden bij elkaar gelegd en er wordt een visie uit geformuleerd	Na afronding WP2

3.2	Opstellen concept visiedocument	Concept visiedocument	Vormt noodzakelijke stap op weg naar het definitieve visiedocument	NVMBR, NVvR, HS Inholland, Fontys HS	De partners vormen gezamenlijk en in consensus de informatie uit WP1 en 2 om tot een concept visiedocument	Na 3.1
3.3	Concept visiedocument voorleggen aan de partijen in het veld (ketenbenadering)	Brede consensus onder alle betrokken beroepsgroepen	Voor de brede implementatie als nationaal visiedocument is consensus essentieel	NVMBR, NVvR	Dit zal in 2 rondes gebeuren: een 1 ^e informatieronde met leden afzonderlijk en daarna een plenair overleg	Na 3.2
3.4	Opstellen definitief visiedocument	Definitief visiedocument	Dit is een belangrijk eindproduct	NVMBR, NVvR, HS Inholland, Fontys HS	De amendementen uit 3.3 worden geïmplementeerd in de visie	Na 3.3
3.5	Formele accordering visiedocument	Geaccordeerd visiedocument	Dit is essentieel voor de brede implementatie van het visiedocument in de Nederlandse beroepspraktijk	NVMBR, NVvR, HS Inholland, Fontys HS	De hogescholen en beroepsverenigingen onderschrijven formeel het definitieve visiedocument	Na 3.4
4	Bepalen benodigde kennis en vaardigheden					
4.1	Verzamelen van input uit voorgaande werkpakketten	Input voor kennis en vaardigheden	Noodzakelijke eerste stap naar module	HS Inholland, Fontys HS, HS Rotterdam	Resultaten uit WP1, 2 en 3 worden verzameld	Na eerste concept visiedocument (3.2)
4.2	Organiseren van workshops	Workshops in gereedheid	T.b.v. bredere discussie over pakket van eisen	HS Inholland, Fontys HS	Stakeholders uitnodigen om mee te denken o.b.v. de stukken uit WP 1-3	Tegelijk met 4.1
4.3	Workshops houden met stakeholders	Consensus in het veld over essentie van pakket van eisen	Belangrijk voor breed gedragen online instructies	HS Inholland, Fontys HS	Bij de workshops worden alle materialen gepresenteerd en bediscussieerd	Na 4.2
4.4	Resultaten workshops bundelen	Consensusdocument over de basisinhoud van de AI e-learning	Belangrijke input voor breed gedragen pakket van eisen	HS Inholland, Fontys HS, HS Rotterdam	Samenvattingen van de discussies bij de	Na 4.3

					workshops worden gebundeld tot 1 document	
4.5	Opstellen pakket van eisen voor AI online protocol	Pakket van eisen voor de AI online instructies	Dit vormt de leidraad voor het ontwikkelen AI online protocol	HS Inholland, Fontys HS, HS Rotterdam, Erasmus MC	Uit de stukken van WP 1-3 en de samenvattingen van 4.4. wordt een longlist van eisen samengesteld	Na 4.4
5	Ontwikkelen van online protocollen en instructies					
5.1	Opzetten online protocol	Concept basisinstructie in gereedheid	Dit is de basis van het AI-online protocol voor MBB'ers (i.o.)	Fontys HS, HS Inholland, HS Rotterdam, Erasmus MC	Met de resultaten van 4.3 wordt een basisinstructie opgezet	Na WP 4
5.2	Testen en aanpassen basisinstructie	Definitieve online basisinstructie in gereedheid	Deze module kan gebruikt worden voor onderwijs aan MBB'ers (i.o.)	Fontys HS, HS Inholland, HS Rotterdam	10 MBB'ers (i.o.) testen de instructie en daarna wordt deze evt. aangepast	Na 5.1
5.3	Opzetten online gevorderdeninstructie	Concept online gevorderdeninstructie in gereedheid	Dit is de gevorderdeninstructie voor MBB'ers (i.o.) die meer kennis nodig hebben	Fontys HS, HS Inholland, Erasmus MC	Met de resultaten van 4.3 en 5.1 wordt een gevorderdeninstructie gemaakt	Na 5.2
5.4	Testen en aanpassen gevorderdeninstructie	Definitieve gevorderdeninstructie in gereedheid	Deze module kan via de NVMBR als post-HBO onderwijs worden verspreid	Fontys HS, HS Inholland	10 MBB'ers (i.o.) testen de instructie en daarna wordt deze evt. aangepast	Na 5.3

Doorwerking naar onderwijs en onderzoek

Voor de doorwerking naar onderwijs wordt één online protocol ontwikkeld met twee online instructies die door de deelnemende hogescholen verder ontwikkeld zullen worden om uiteindelijk in het curriculum te worden opgenomen. Tevens zullen ze verspreid worden via de deelnemende beroepsverenigingen zodat ook de hbo-professionals in het werkveld kunnen worden bijgeschoold in AI. Daarnaast zal de basisinstructie zo wordt ingericht dat delen daarvan ook binnen andere opleidingen als inleiding in de AI kunnen worden gebruikt. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de opleidingen Verpleegkunde, Mondzorgkunde, Sportkunde en Fysiotherapie. Ook hbo-professionals actief in deze werkvelden zullen in de toekomst meer en meer met AI in aanraking komen.

Voor de doorwerking naar de onderzoeksgemeenschap is het de bedoeling om de resultaten van werkpakketten 1 en 2 te publiceren in een wetenschappelijk tijdschrift en te presenteren op diverse nationale en internationale congressen. Daarnaast zal naar verwachting de analyse van die stappen culminerend in het visiedocument waardevolle informatie gaan opleveren voor ontwikkelaars van AI voor radiologische en radiotherapeutische doeleinden. Zij krijgen zo meer inzicht in welke AI MBB'ers op welke wijze zullen gaan gebruiken en kunnen hun software op die gebruikers afstemmen (co-creatie met eindgebruikers: user-centered design (Alpay e.a., 2019)). Het visiedocument zal daartoe gratis, open access verspreid worden via de kanalen van de partners en hun netwerk. Het document wordt ook gepromoot en toegelicht op congressen. Ten slotte is het de bedoeling het visiedocument ook als basis te gebruiken voor één of meerdere hoofdstukken in het leerboek over AI waarbij dr. Algra betrokken is.

Projectorganisatie en -management (N=1258)

Projectmanagement

In dit werkpakket worden de leiding en de administratieve processen van het KIM-project ingeregeld. Dat wordt uitgevoerd door Hogeschool Inholland. We zien de navolgende belangrijke taken in dit werkpakket:

- Directe communicatie met het regie-orgaan. Deze taak behoort bij de projectleider.
- Inregelen van de organen van het project. Instellen organen (adviesraad, managementraad e.d.) en vaststellen samenwerkingsovereenkomst onder begeleiding van de projectleider.
- Het inregelen van de administratieve processen. Centraal wordt het administratieve proces geleid door de penvoerder.

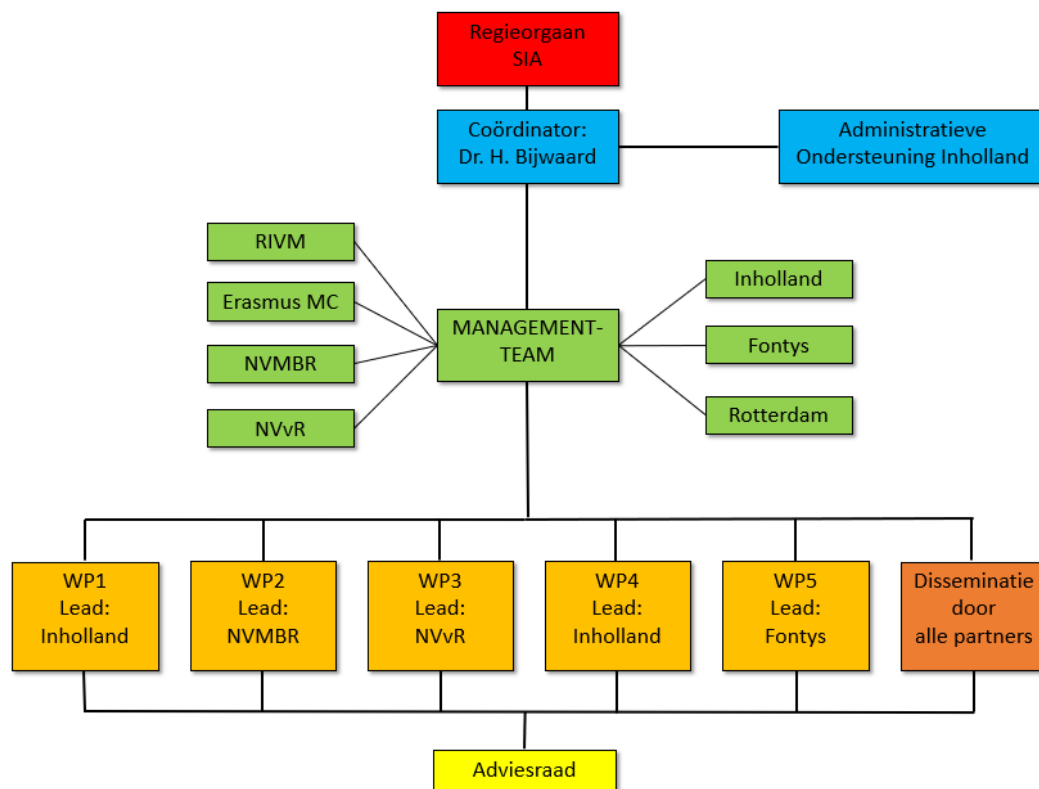
Per deelnemende organisatie wordt een klein administratief centrum ingericht. Primair bedoeld om alle kosten te registreren en te verantwoorden.

Projectstructuur

De management projectstructuur gaat uit van “simpel en doeltreffend” waarbij de inbreng van elk van de partijen op elk niveau is gewaarborgd. Leiderschap van deze RAAK publiek-aanvraag behoort toe aan Inholland. Alle partners hebben hun bijdragen. Daarnaast is een adviesraad geformeerd, bestaande uit:

- Annemieke van der Heij-Meijer, Hogeschooldocent Onderzoek, Hanzehogeschool Groningen;
- Richard Kemkers, Innovation Program Manager Precision Diagnosis, Philips;
- Jim Stolze, o.a. bedenker van De Nationale AI Cursus;
- Maaïke Harbers, Lector Artificial Intelligence & Society, Kenniscentrum Creating 010, Hogeschool Rotterdam;

Deze adviesraad waarborgt allereerst de betrokkenheid van de Hanzehogeschool bij dit project. Daarmee zijn alle MBRT opleidingen van Nederland bij dit project betrokken. Daarnaast is in deze adviesraad veel kennis over de verschillende aspecten van AI aanwezig vanuit zeer diverse gremia. Dat maakt de raad bijzonder geschikt om met een frisse blik feedback op de in het project te ontwikkelen producten te geven. In figuur 9 wordt de projectstructuur weergegeven.



Figuur 9: Schematisch overzicht van de projectstructuur.

Managementteam

Het managementteam van het project bestaat uit de coördinatoren namens de partners (zie Bemensing), de projectcoördinator (dr. H. Bijwaard) en de uitvoerend projectmanager. Het team houdt toezicht op de uitvoering van het project en komt regulier twee keer per jaar (al dan niet online) bijeen om de voortgang van het project te bespreken en evt. irregulier indien daarvoor aanleiding is. Aanleidingen kunnen bv. zijn vertraging van de uitvoering, het wegvallen van onderzoekers, het niet nakomen van verplichtingen, etc. Deze gevallen worden dan besproken in het managementteam en indien mogelijk passend opgelost. Hiertoe wordt ook een samenwerkingsovereenkomst opgesteld bij aanvang van het project.

Projectadministratie – administratieve ondersteuning

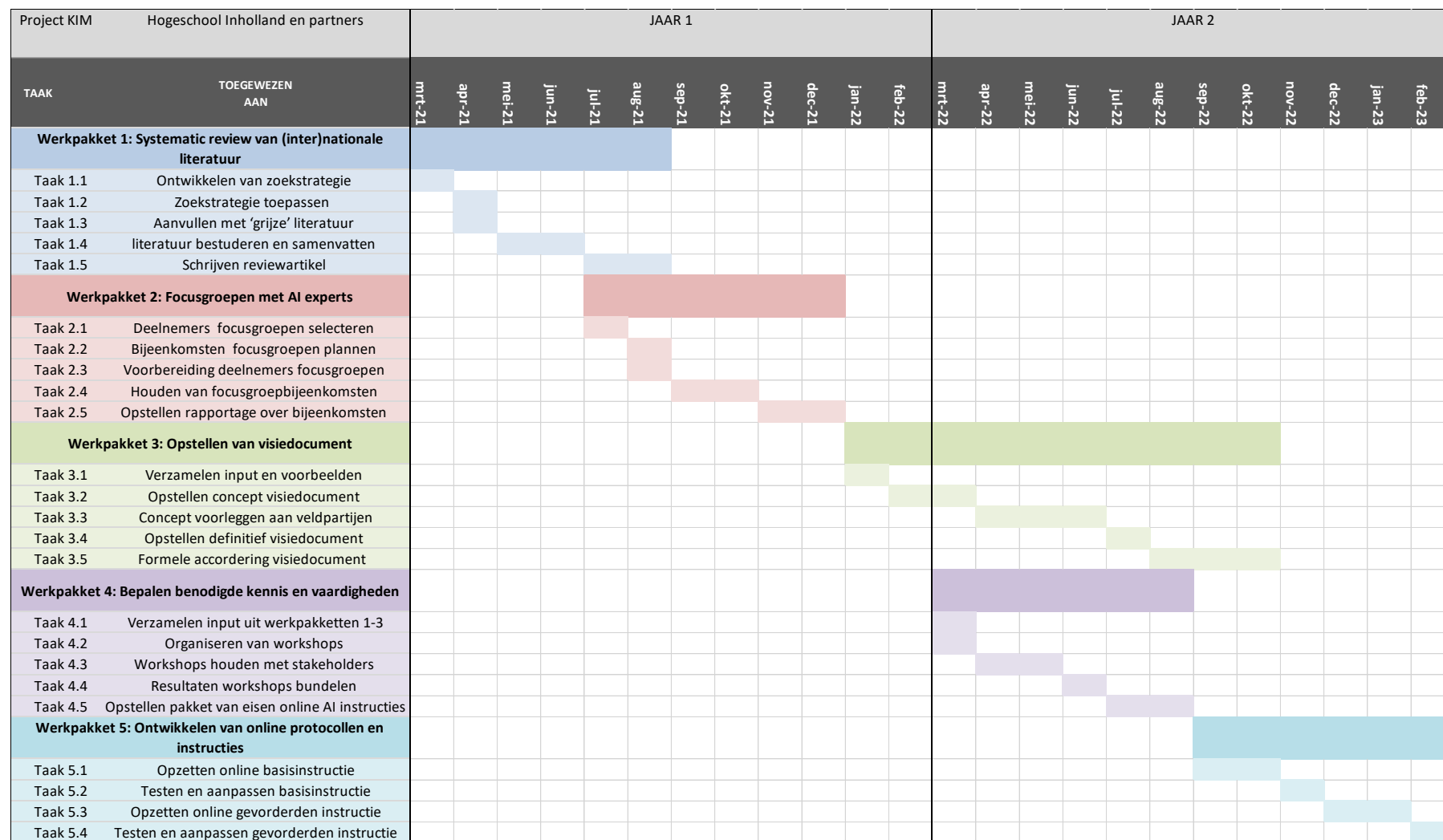
De projectadministratie is in handen van Hogeschool Inholland. Inholland onderhoudt directe contacten met het Regieorgaan SIA. De projectleider, dr. Harmen Bijwaard, draagt zorg voor de administratie van het gehele project. Hij heeft veel (inter)nationale ervaring met het leiden van onderzoeksprojecten. Niet alleen vanwege zijn lectoraat aan de Hogeschool maar ook vanwege zijn rol als senior onderzoeker en projectcoördinator bij RIVM.

Hij wordt hierin ondersteund door Astrid Haijma van Inholland die zorg draagt voor directe contacten met de administratieve officials van de verschillende partnerpartijen. 6-maandelijks overleg is hierin voorzien. In het algemeen wordt opgemerkt dat de betrokken hogescholen veel ervaring hebben met subsidie(management). Ook is er veel ervaring met RAAK-subsidies en andere subsidieprogramma's (zoals SPRONG) waarbij het Regieorgaan is betrokken.

STRUCTUUR	NAAM	ROL	ORGANISATIE	EXPERTISE
Inholland kernteam	Dr. Harmen Bijwaard	Coördinator, lector	Inholland	Medische technologie
	Colinda Vroonland	Uitvoerend projectmanager	Inholland	Projectmanagement en inhoudelijk deskundig
	Astrid Haijma	Administratieve coördinatie	Inholland	Financiële verantwoording en calculaties
	Sharmila Balesar	Ondersteunend personeel	Inholland	Facility management
Projectmanagementteam	Dr. Paul Algra	Coördinator namens NVvR	NVvR	Neuroradioloog en AI-deskundige
	Jeannette Meedendorp	Coördinator namens NVMBR	NVMBR	Lid van de kenniskring van het lectoraat Medische Technologie,
	Frédérique Emmen MSc.	Coördinator namens Fontys	Fontys	Projectmanager MBRT
	Dr. Linda Wauben	Coördinator namens Hogeschool Rotterdam	Hogeschool Rotterdam	Expert zorgtechnologie
	Ischa de Waard-Schalkx	Coördinator namens RIVM	RIVM	Projectleider medische stralingstoepassingen
	Dr. Jifke Veenland	Coördinator namens Erasmus MC	Erasmus MC	Expert AI-onderwijs
Overige projectdeelnemers	Dr. Cock Heemskerk	Lector Robotica	Inholland	Expert AI voor robotica
	Dr. Tjeerd van der Ploeg	Associate Lector Data Driven Smart Societies	Inholland	Expert Big Data voor AI
	Dr. Laurence Alpay	Associate lector E-health	Inholland	AI-deskundige
	Rob Doms	Coördinator Master Advanced Health Informatics Practice	Inholland	Deskundige AI-onderwijs
	Geert de Vries	Docent MBRT en PhD student	Inholland	AI-deskundige
	Jelle Scheurleer	Docent MBRT	Inholland	Didactiek en onderzoek
	Dr. Silvia Enders-Wognum	Docent/onderzoeker	Fontys	Onderzoek
	Dr. Manon Peeters	Docent/onderzoeker	Fontys	Onderzoek
	Lambert Baken MSc.	Docent MBRT	Fontys	Onderwijs
	Merlijn Lobbes MSc.	Docent MBRT	Fontys	Onderwijs
	Leontine Boudewijns-Schoonderbeek	Onderzoeker	RIVM	Onderzoek
	Marloes Velsma	Onderzoeker	RIVM	Onderzoek

Projectplanning

We hebben de projectplanning omgezet naar een Gantt chart presentatie:



Figuur 10: Gantt chart gebaseerd op het activiteitenplan.

Succes- en faalfactoren voor het project: SWOT-analyse en voorgenomen maatregelen naar aanleiding van SWOT

De analyse

Interne analyse		Externe analyse	
Sterke punten		Kansen	
- De betrokken hogescholen zijn sterk op het terrein van gezondheid gerelateerd onderwijs - Met de adviesraad beslaan zij alle opleidingen Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (landelijke dekking) - De hogescholen trekken al gezamenlijk op in onderwijs- maar ook op onderzoeksterrein - Ook met de andere partners bestaan langdurige, hechte relaties - Het consortium en de adviesraad hebben een uitstekend <i>trackrecord</i> op het kernthema van de aanvraag - Het consortium wordt ondersteund door vele vertegenwoordigers van het beroepenveld. Dit duidt op een brede basis die ten grondslag ligt aan het onderzoekontwerp - Het onderwerp van de aanvraag sluit goed aan bij de speerpunten van de partners, de NWA, de topsector LSH en de strategische onderzoekagenda van NWO voor AI (AIREA-NL) - Sterke wetenschappelijke onderbouwing van de relevantie van het thema AI voor MBB'ers		- Landelijke, breed gedragen uniforme visie op AI voor MBB'ers - Landelijk, uniforme instructies in AI-applicaties voor MBB'ers en MBB'ers in opleiding - Invulling van een belangrijk kennishiaat van HBO-professionals - Kwaliteitsimpuls voor professionals, met name voor HBO-gekwificeerden - Kwaliteitsimpuls voor docenten en studenten aan HBO-instellingen - Kwaliteitsimpuls aan de interprofessionele samenwerking tussen MBB'ers, radiologen, radiotherapeuten, technici en klinisch fysici op het gebied van AI	
Zwakke punten		Bedreigingen	
- De MBB 'er heeft verantwoordelijkheden binnen een netwerk van professionals. Er moet dus goed worden afgestemd met radiologen en andere beroepsgroepen - De acceptatie van het visiedocument hangt deels af van de andere beroepsverenigingen. - Over de implementatie van de te ontwikkelen online instructies in de curricula van de hogescholen zijn nog geen bindende afspraken gemaakt		- Haalbaarheid van het project hangt mede af van de bereidheid van MBB'ers en aanpalende beroepsgroepen om eraan mee te werken - Nieuwe wetenschappelijke publicaties en inzichten kunnen de eindproducten snel laten "verouderen"	

Conclusies n.a.v. de SWOT-analyse

De zwakke punten uit de SWOT-analyse laten zien dat samenwerking met alle stakeholders van begin tot eind essentieel is. Daar zetten we vol op in. Het gaat daarbij niet alleen om de betrokken beroepsverenigingen maar ook met ziekenhuizen en afdelingen radiologie en om de onderlinge samenwerking binnen het project. Daartoe is voorzien in minimaal een halfjaarlijks overleg met partners en adviesraad. We geven extra aandacht aan het frequent informeren van ziekenhuizen en afdelingen radiologie via presentaties en nieuwsberichten in hun vakbladen en op hun websites. De betrokken hogescholen met MBRT-opleidingen hebben bovendien regelmatig overleg met de ziekenhuizen in hun regio. Via deze overleggen zullen zij ook goed op de hoogte worden gehouden.

Bij de bedreigingen staan enerzijds de doelgroepen centraal en anderzijds de vraag hoe de eindproducten up-to-date blijven. De doelgroepen hebben belang bij dit project. Dat maakt het waarschijnlijk dat zij willen meewerken. Dat is ook duidelijk uit de gehouden enquête gebleken. Via het consortium zijn voldoende contacten om een grote participatie van doelgroepen te garanderen.

De eindproducten van het project zijn up-to-date bij oplevering. Er zal met de betrokken MBRT opleidingen worden afgesproken dat de online instructieprotocollen dan in het onderwijs van de MBRT-opleidingen worden opgenomen. Ze zullen dan net als de rest van het MBRT onderwijs bij elke onderwijsvernieuwing/-herziening worden meegenomen. Iets soortgelijks geldt voor het visiedocument: na afstemming met de andere beroepsverenigingen is het de bedoeling dat dit een veldstandaard wordt. Dan wordt deze geadopteerd door de betrokken beroepsverenigingen en dragen zij zorg voor het up-to-date houden ervan.

Datamanagementparagraaf

Data hergebruik

Voor zover op dit moment is te voorzien zullen de data die worden verzameld en opgeslagen in dit project niet worden hergebruikt voor onderzoeksdoelen. Mogelijk dat de databank wel binnen een onderwijssetting wordt gebruikt binnen één van de partner hogescholen. Dit onderzoek is qua vraagstelling, ontwerp en uitvoering interessant voor onze studenten.

Om niet in discussie te raken over wel of niet hergebruik van data, willen we de vragen beantwoorden alsof de data wel hergebruikt zullen worden. Immers die kans is en blijft aanwezig.

Waar de data opgeslagen worden

Alle data die direct of indirect worden verkregen in dit project, worden opgeslagen in de cloud-omgeving van Hogeschool Inholland (OneDrive binnen Microsoft Office 365). Dit systeem is sterk beveiligd. Alle data zijn tijdens de projectperiode toegankelijk voor de projectpartners.

De projectleider zal optreden als datasteward, daarbij ondersteund door de datasteward van domein GSW van Hogeschool Inholland. Taken:

- Toezicht houden op alle data die binnen het project worden gegenereerd, verzameld, opgeslagen en verwerkt
- Toezien op alle procedures en regelingen die worden opgesteld binnen dit project en of binnen de partnerorganisatie (uiteraard voor zover deze het project rechtstreeks zouden kunnen raken)
- Toezien op vertrouwelijk gebruik van alle data die kunnen worden herleid tot personen en/of instellingen.
- Optreden als adviseur in die gevallen dat één der consortiumleden een vraag m.b.t. één van bovenstaande onderwerpen heeft

Data beschikbaar voor derden

De data zijn uitsluitend beschikbaar tijdens en na het project voor de leden van het consortium. Dit zal worden vastgelegd in de samenwerkingsovereenkomst die wordt opgesteld bij aanvang van het project. Er wordt een bewaartermijn van tenminste vijf jaren voorzien zodat eventuele publicaties in vakbladen afgerond zijn. Na de periode van vijf jaar beslist Hogeschool Inholland tezamen met de andere hogescholen of de data nog langer zullen worden aangehouden. Ook zullen wij in en na overleg met de betrokken partners bekijken in hoeverre de data langer beschikbaar zouden moeten blijven voor het beroepenveld.

Voorzieningen ICT

De ICT-voorzieningen van de betrokken hogescholen zijn uitmuntend en toegerust voor veel dataverkeer in korte tijd. Alle systemen zijn goed beveiligd en staan onder constant toezicht. Overigens zijn de onderzoeksuitkomsten geen “data-vreters” en zijn geen extra snelle verbindingen vereist. Binnen dit project worden geen nieuwe AI-applicaties ontworpen en er zal ook niet op grote schaal van AI applicaties gebruik gemaakt worden anders dan voor demonstratiedoeleinden. Gezien de stand van zaken met betrekking tot data kunnen wij goed uit de voeten met de aanwezige (goed beveiligde) ICT-voorzieningen.

Prestatie-indicatoren

Netwerkvorming			
Type organisatie	Aantal	Waarvan consortiumpartner	Waarvan overige betrokken partijen
Hogeschool	4	3	1
Koepel- of brancheorganisatie	-	-	-
Beroepsvereniging	2	2	-
Publieke instelling	2	2	-
Mkb-onderneming	-	-	-
Bedrijf (geen mkb-onderneming)	1	-	1
Kennisinstelling Zzp'er	1	-	1

Onderwijs		
Deelname docenten per onderwijssector	Deelname studenten per onderwijssector	Tot welke onderwijssector behoren zij?
10	25	Gezondheidszorg
2	5	Bèatechniek

* De onderwijssectoren zijn: Agro en Food; Gezondheidszorg; Sociale Studies; Onderwijs Bèatechniek; Kunst; Economie

C.V. en publicatieoverzicht lector

Harmen Bijwaard is sinds 2013 lector Medische Technologie bij Hogeschool Inholland. Zijn aandachtsgebieden zijn medische beeldvorming, radiotherapie en ICT in de zorg (eHealth). Hij combineert het lectorschap met een aanstelling als senior onderzoeker Medische Stralingstoepassingen bij het Centrum Veiligheid van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Hij is tevens Honorary Research Fellow aan de University of Salford (Verenigd Koninkrijk).

Harmen is in 1994 cum laude afgestudeerd in de geofysica aan de Universiteit Utrecht. Zijn promotie in de seismische tomografie in 1999 leidde tot publicaties in *Nature* en *Science*. Hij werd in 2000 onderzoeker bij het Laboratorium voor Stralingsonderzoek van het RIVM en in 2005 projectleider. Daar was hij betrokken bij de nucleaire ongevalsorganisatie, ketenmodellering van radioactiviteit en met name mechanistische modellering van carcinogenese en atherosclerose. Vanaf 2003 heeft hij zich beziggehouden met patiëntveiligheid, kwaliteitsborging en technische ontwikkelingen van medische stralingstoepassingen (radiodiagnostiek, radiotherapie en nucleaire geneeskunde).

Harmen is (co-)auteur van ongeveer 100 wetenschappelijke artikelen, rapporten en beroepsgerichte publicaties. Tevens is hij betrokken geweest bij diverse EU-projecten als *principal investigator* en *work package leader*. Hij is één van de leading lectoren van het SPRONG programma Vitale Delta en lid van het *Scientific Board* van het Horizon2020 project EUCLID. Hij is geregistreerd coördinerend stralingsdeskundige en *National Contact Point* voor het *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR), waarvoor hij 8 jaar lid was van de Belgische delegatie.

Publicaties in 2019:

1. Laurence Alpay, Harmen Bijwaard en Rob Doms, De mens centraal bij de ontwikkeling van ehealth Een 'User Centered Design'-benadering, in: De mens centraal, geen probleem? Thomas Kampen (red.), Uitgeverij van Gennep, 2019
2. Harmen Bijwaard; Geert de Vries; Ischa de Waard-Schalkx; Frank van Welie; Sharon Haarmans-Jonkman; Hendrik Erenstein; Jelle Scheurleer; Thom Roding; Isabel Middendorp; Tjeerd van der Ploeg, Meta-analysis of radiation exposure data from common radiological procedures in Dutch hospitals, *Radiography*
3. Harmen Bijwaard, Ischa de Waard-Schalkx and Sandra Noij, DIGITAL RADIOGRAPHY REJECT ANALYSIS – RESULTS OF A SURVEY AMONG DUTCH HOSPITALS, accepted by *Radiological Technology*
4. Harmen Bijwaard and Fleur Wit, Comment on "Pregnancy Screening before Diagnostic Radiography in Emergency Department; an Educational Review", *Archives of Academic Emergency Medicine* 7(1), e23, 2019
5. Annika Verhoef en Harmen Bijwaard, Een vergelijking van toegepaste hoeveelheden radioactiviteit voor nucleaire geneeskundige verrichtingen in Nederland, *NVMBR Magazine* 2(2), 24-30, 2019
6. Fleur Wit, Colinda Vroonland, Harmen Bijwaard. Pre-natal X-ray exposure and the risk of developing paediatric cancer; a systematic review of risk factors and a comparison of international guidelines, submitted to *Radiat. Environ. Biophys.*

Referenties

Alpay L, Bijwaard H en Doms R, De mens centraal bij de ontwikkeling van ehealth Een 'User Centered Design'-benadering, in: De mens centraal, geen probleem? Thomas Kampen (red.), Uitgeverij van Gennep, 2019

Antun V, Renna F, Poon C, Adcock B, and Hansen AC, On instabilities of deep learning in image reconstruction and the potential costs of AI, PNAS first published May 11, 2020 <https://doi.org/10.1073/pnas.1907377117>

Ardila D, Kiraly A, Bharadwaj S e.a, End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography, Nat Med. [nature.com/articles/s41591-019-0447-x](https://www.nature.com/articles/s41591-019-0447-x), 2019.

Bijwaard H, de Vries G, de Waard-Schalkx I e.a., Analysis of radiation exposure data from common radiological procedures in Dutch hospitals, Radiography, <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.12.011>, 2019

Boon I, Au Yong T, Boon C, Assessing the Role of Artificial Intelligence (AI) in Clinical Oncology: Utility of Machine Learning in Radiotherapy Target Volume Delineation, Medicines 5(4), 131, 2018

Caobelli F, Artificial intelligence in medical imaging: Game over for radiologists?, Eur J Radiol 2020; 126: 108940

Cardenas CE, Yang J, Anderson BM, Court LE, Brock KB. Advances in Auto-Segmentation, Seminars in Radiation Oncology 29(3), 185-197, 2019

EFRS & ISSRT, Artificial Intelligence and the Radiographer/Radiological Technologist Profession: A joint statement of the International Society of Radiographers and Radiological Technologists and the European Federation of Radiographer Societies, guest editorial, Radiography 26, 93-95, 2020

Goodfellow IJ, Shlens J & Szegedy C, EXPLAINING AND HARNESSING ADVERSARIAL EXAMPLES, ICLR, 2015

Hardy M, Harvey H. Artificial intelligence in diagnostic imaging: impact on the radiography profession. Br J Radiol 2019; 92: 20190840

HCIAC, The Artificial Intelligence Era: The Role of Radiologic Technologists and Radiation Therapists, White paper by the HCIAC Corporate Roundtable Subcommittee on Artificial Intelligence, published by ASRT, 2020

Hogeschool Inholland, De gezonde samenleving, Inspiratievisie domein Gezondheid, Sport en Welzijn, https://www.inholland.nl/media/18473/inholland_de-gezonde-samenleving.pdf, 2015

Hogeschool Rotterdam, 'De mens centraal', Strategisch onderzoeksprogramma Kenniscentrum Zorginnovatie 2020-2024, https://www.hogeschoolrotterdam.nl/globalassets/for-this-block-onderzoek-graag-verwijderen/kczi_strategisch-plan-2020-2024.pdf, 2020

Hollon TC, Pandian B, Adapa AR e.a., Near real-time intraoperative brain tumor diagnosis using stimulated Raman histology and deep neural networks, Nature Med 26(1),52-58, 2020

Jacobs A, AI-software helpt door röntgenfoto's te screenen op COVID-19, SmartHealth nieuws, <https://www.smarthealth.nl/2020/04/15/ai-software-covid-19/>, 2020

Kim H-E, Kim HH, Han B-K e.a., Changes in cancer detection and false-positive recall in mammography using artificial intelligence: a retrospective, multireader study, Lancet 2(3), e138-e148, 2020

Kulkarni MBBS et al., Artificial Intelligence in Medicine: Where Are We now? Academic Radiology, 2020-01-01, Volume 27, Issue 1, Pages 62-70.

Mayer McKinney S, Sieniek M, Godbole V e.a., International evaluation of an AI system for breast cancer screening, Nature 577, 89-94, 2020

Meyer P, Noblet V, Mazzara C, Lallement A, Survey on deep learning for radiotherapy, Computers in Biology and Medicine 98, 126-146, 2018

NWO, Artificial Intelligence Research Agenda for the Netherlands, 2019

NWO, AI & de wetenschap: tussen hoop en hype, Onderzoek, editie #3, p. 5, 2020

Rajpurkar P, Irvin J, Zhu K e.a., CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning, arXiv:1711.05225v3, 2017

Ranschaert ER, Morozov S, Algra P, Artificial Intelligence in Medical Imaging, Opportunities, Applications and Risks, Springer, pp 369, 2019

RIVM, Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2018, Themaverkenning 3: Technologie, Data-gedreven technologie in de zorg, <https://www.vtv2018.nl/data-gedreven-technologie>, 2018

Vereniging Hogescholen, Onderzoek met Impact, Strategische onderzoeksagenda hbo 2016 – 2020, 2016

Walsh SLF, Calandriello L, Silva M, Sverzellati N, Deep learning for classifying fibrotic lung disease on high-resolution computed tomography: a case-cohort study, Lancet Respir Med 6(11), 837-845, 2018

Wang C, Zhu X, Hong JC, Zheng D. Artificial Intelligence in Radiotherapy Treatment Planning: Present and Future. Vol. 18, Technology in cancer research & treatment. NLM (Medline); 2019