

Automatisering van het verslagleggingsproces

“Op welke manier kan de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht worden in Carestream Vue Reporting, zodat de manier van werken efficiënter en betrouwbaarder wordt?”



OGUZHAN CIHAN

0911315

Automatisering van het verslagleggingsproces

“Op welke manier kan de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht worden in Carestream Vue Reporting, zodat de manier van werken efficiënter en betrouwbaarder wordt?”

Hogeschool Rotterdam
Rotterdam, 09-03-2020
Versie 1.0.0

Auteur:

Oguzhan Cihan
0911315@hr.nl

Bedrijfsbegeleider:

J.J. Visser
j.j.visser@erasmusmc.nl

Begeleider:

M. Slingerland
m.slingerland@hr.nl

Begeleider:

I.S. Paraschiv
i.s.paraschiv@hr.nl

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie “Automatisering van het verslagleggingsproces”. Dit onderzoek naar het automatiseren van het verslagleggingsproces voor de radiologen is uitgevoerd bij het Erasmus MC te Rotterdam. Deze scriptie is geschreven in het kader van het afstuderen aan de opleiding Informatica aan de Hogeschool Rotterdam. Van oktober 2019 tot en met maart 2020 heb ik gewerkt aan deze scriptie.

In overleg met mijn bedrijfsbegeleider (J.J. Visser) en mijn stagebegeleiders (I.S. Paraschiv en M. Slingerland) heb ik mijn onderzoeksvraag geformuleerd. Het onderzoek, en daarbij behorende prototype, is uitgevoerd onder begeleiding van mijn bedrijfsbegeleider.

Hierbij wil ik mijn begeleiders J.J. Visser, I.S. Paraschiv en M. Slingerland bedanken voor de begeleiding, ondersteuning, feedback en het beantwoorden van mijn vragen tijdens deze periode. Daarnaast wil ik de externe betrokkenen J. Glastra (Quantib ND) en O. Dijkstra (Carestream Vue Reporting) bedanken voor de fijne samenwerking en de technische ondersteuning. Tot slot wil ik ook alle radiologen bedanken die mij hebben voorzien van de benodigde informatie.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Oguzhan Cihan

Rotterdam, 9 maart 2020

Samenvatting

Binnen de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde van het Erasmus MC worden verschillende softwareapplicaties gebruikt. Het is echter nog wel het geval dat radiologen handmatige acties moeten verrichten. Doordat softwaresystemen onderling niet met elkaar praten moeten radiologen informatie zelf van het ene systeem naar het andere systeem overtypen en/of dicteren. Dit is inefficiënt, kost veel tijd en er kunnen fouten gemaakt worden wat weer gevaren met zich mee brengt. Met komst van de nieuwe verslagleggingstool, Philips Carestream Vue Reporting, willen de stakeholders dat het verslagleggingsproces voor de radiologen deels wordt geautomatiseerd. Middels deze automatisering moet het manier van werken efficiënter en betrouwbaarder worden voor de radioloog.

Het doel van dit onderzoek is om erachter te komen op welke manier de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht kan worden in Carestream Vue Reporting. Hiervoor is de volgende hoofdvraag opgesteld: *“Op welke manier kan de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht worden in Carestream Vue Reporting, zodat de manier van werken efficiënter en betrouwbaarder wordt?”*.

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag is eerst het huidige proces van begin tot eind in kaart gebracht. Vervolgens is ingezoomd op het verslagleggingsproces. Het huidige verslagleggingsproces en het gewenste verslagleggingsproces zijn in kaart gebracht. Daarnaast is onderzoek gedaan naar de wensen van de stakeholders. Uit de resultaten van deze onderzoeken is gebleken dat de stakeholders willen dat binnen het verslag (Carestream Vue Reporting) per kwab en hippocampus de percentielen worden toegevoegd.

Op basis van de resultaten is er een prototype, genaamd “Connector”, gebouwd die uiteindelijk moet communiceren met Quantib ND en Carestream Vue Reporting. Het prototype filtert eerst alle percentielwaardes uit het rapport (RTF-bestand) afkomstig uit Quantib ND. Om de juiste scan bij de juiste patiënt te krijgen is metadata benodigd. Deze metadata wordt uit de DICOM-bestanden gehaald en samen met de percentielwaardes opgeslagen in een XML-bestand. Het huidige prototype is momenteel nog een *proof of concept*, dat uitgewerkt moet worden naar een stabiele implementatie.

Het verwachte resultaat is dat hiermee de eindgebruiker (radioloog) niet meer de percentielwaardes van het ene naar het andere systeem hoeft over te typen of dicteren. Dit is efficiënt voor de eindgebruiker en is daarnaast ook betrouwbaarder omdat er geen typ en- of dicteerfouten worden gemaakt.

Abstract

Various software applications are used within the Radiology and Nuclear Medicine department of the Erasmus MC. However, it is still the case that radiologists have to perform manual actions. Because software systems do not talk to each other, radiologists must retype and/or dictate information from one system to another. This is inefficient, takes a lot of time and mistakes can be made. With the arrival of the new reporting tool, Philips Carestream Vue Reporting, stakeholders want that the reporting process for the radiologists to be partially automated. Through this automation, the way of working must become more efficient and reliable for the radiologist.

The purpose of this research is to find out how the information from Quantib ND can be automatically transferred to Carestream Vue Reporting. For this, the following main question has been prepared: "How can information from Quantib ND be automatically transferred to Carestream Vue Reporting, so that the way of working becomes more efficient and reliable?"

To be able to answer the main question, the current process was first mapped out from start to finish. We have zoomed in on the reporting process. We also zoom in on the current reporting process and the desired reporting process. In addition, research was done into the wishes of the stakeholders. The results of these studies have shown that the stakeholders want the percentiles to be added per lobe and hippocampus within the report (Carestream Vue Reporting).

Based on the results, a prototype called "Connector" has been built that must ultimately communicate with Quantib ND and Carestream Vue Reporting. First the prototype filters all percentile values from the report (RTF file) from Quantib ND. Metadata is required to get the right scan to the right patient. This metadata is extracted from the DICOM files and stored together with the percentile values in an XML file. The current prototype is currently still a proof of concept, which must be developed into a stable implementation.

The expected result is that the end user (radiologist) no longer has to retype or dictate the percentile values from one system to another. This is efficient for the end user and is also more reliable because no typing and dictation errors are made.

Inhoudsopgave

Verklarende woordenlijst.....	8
1 – Inleiding	10
1.1 – Organisatie	11
1.2 – Aanleiding	12
1.3 – Probleemstelling	12
1.4 – Doelstelling.....	13
1.5 – Leeswijzer.....	13
2 – Onderzoeksmethode	14
3 – Theoretisch kader	16
3.1 – PACS	16
3.2 – DICOM	17
4 – Huidige integratie van Quantib ND en Carestream Vue Reporting	19
4.1 – De huidige manier van werken	19
4.2 – Huidige softwareapplicaties op het PACS Werkstation	23
4.2.1 – Philips IntelliSpace PACS Enterprise.....	23
4.2.2 – G2 SpeechReport	23
4.3 – Huidige softwareapplicaties op het Quantib ND Werkstation	24
4.3.1 – Myrian	24
4.3.2 – Quantib ND.....	25
4.4 – Gewenste manier van werken	28
4.5 – Gewenste softwareapplicaties op het PACS Werkstation	29
4.5.1 – Philips Carestream Vue Reporting	29
4.6 – Deelconclusie	30
5 – Wensen van de stakeholders	31
5.1 – Wensen stakeholders.....	31
5.2 – Verslagleggingsproces	32
5.3 – Deelconclusie	34
6 – Mogelijke technische toepassingen	35
6.1 – Percentielwaardes filteren.....	35
6.2 – Percentielwaardes opslaan	37
6.3 – Metadata ophalen uit DICOM-bestanden	44
6.4 – Deelconclusie	45

7 – Ontwerp automatisering /mogelijke toepassing	47
7.1 - Het C4-model voor software architectuur.....	47
7.2 – Gebruikte modules/bibliotheken.....	50
8 – Aantonen dat de oplossing efficiënter en betrouwbaarder is voor de gebruiker	52
8.1 – Prototype (Connector)	52
8.2 – Opbouw van het prototype.....	54
8.3 – Product review	58
8.3 – Deelconclusie	60
9 – Conclusie.....	61
10 – Aanbevelingen.....	62
11 – Persoonlijke reflectie	63
Literatuurlijst.....	64
Bijlagen	70
Bijlage I – Observatie	70
Bijlage II – Quantib ND Rapport	73
Bijlage III – Interviews	77
Bijlage IV – Emailverkeer.....	81
Bijlage V – Legenda	84
Bijlage VI – Initiële planning.....	85
Bijlage VII – Gevolgde planning.....	87
Bijlage VIII – Observatie van bedrijfsbegeleider	90

Verklarende woordenlijst

BMP	BMP (bitmap) is een eenvoudige grafische bestandsindeling voor rasterafbeeldingen. De BMP-indeling is een veelgebruikte grafische indeling voor het opslaan van afbeeldingsbestanden. Het werd geïntroduceerd op het Windows-platform, maar wordt nu herkend door veel programma's [1].
Carestream Vue Reporting	Carestream Vue Reporting is een rapportage tool waarmee radiologen hun bevindingen zoals metingen of DICOM-metagegevens kunnen registreren. Carestream Vue Reporting heeft een native spraakherkenning. Hierdoor kunnen radiologen hun bevindingen inspreken, vervolgens controleren en tot slot goed keuren. Als gevolg hiervan wordt de doorlooptijd van het rapporteren korter [2].
DCMTK	DCMTK is een verzameling bibliotheken en applicaties die grote delen van de DICOM-standaard implementeren. Het bevat software voor het onderzoeken, construeren en converteren van DICOM-beeldbestanden, het verwerken van offline media, het verzenden en ontvangen van beelden via een netwerkverbinding, evenals demonstratieve beeldopslag en werklijstservers. DCMTK is geschreven in een mengsel van ANSI C en C ++. Het komt in volledige broncode en wordt beschikbaar gesteld als "open source" software [3].
DICOM	DICOM (<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>) is de internationale standaard voor medische beelden en gerelateerde informatie. Het definieert de formaten voor medische beelden die kunnen worden uitgewisseld met de gegevens en kwaliteit die nodig zijn voor klinisch gebruik [4].
Hippocampus	De hippocampus, ook wel het zeepaardje, is een belangrijk deel van de hersenen [5].
HL7	HL7 staat voor Health Level Seven: de wereldwijde standaard voor veilige, elektronische informatie-uitwisseling in de zorg. De HL7 standaard definieert alle soorten gegevens in alle zorgdomeinen en zorgsectoren [6].
Kunstmatige intelligentie	Kunstmatige intelligentie (KI) of <i>artificiële intelligentie (AI)</i> is de benaming voor IT-systemen die gewaarworden, begrijpen, acteren en leren [7].

Medische beeldvorming	Medische beeldvorming (<i>medical imaging</i>) verwijst naar verschillende technologieën die worden gebruikt om het menselijk lichaam te bekijken voor het diagnosticeren, bewaken of behandelen van medische aandoeningen. Elk type technologie geeft verschillende informatie over het gebied van het lichaam dat wordt bestudeerd of behandeld, in verband met mogelijke ziekten, verwondingen of de effectiviteit van medische behandelingen [8].
MRI	<i>Magnetic resonance imaging (MRI)</i> , in het Nederlands soms aangeduid met kernspintomografie, is een techniek voor het produceren van afbeeldingen van lichaamsorganen door de reactie van de atoomkernen van lichaamsweefsels op hoogfrequente radiogolven te meten wanneer deze in een sterk magnetisch veld worden geplaatst [9].
PACS	<i>Picture Archiving and Communication System</i> , afgekort als PACS, staat voor beeldarchiverings- en communicatiesysteem. PACS is een systeem dat elektronische medische beelden verwerkt, opslaat, verspreidt en ophaalt in een deel van of door een zorginstelling. PACS wordt het meest gebruikt op radiologieafdelingen voor het verwerken en routeren van radiografieën en andere diagnostische beeldvormingsmodaliteiten, waaronder MRI's, CT's, nucleaire geneeskunde scans en echografiebeelden [10].
Quantib ND	Quantib ND is een medische beeldvorming verwerkingssoftware die bestemd is voor automatische labeling, visualisatie en volumetrische kwantificatie van segmenteerbare hersenstructuren uit een stel magnetische resonantie (MR) beelden. De Quantib ND-output bestaat uit segmentaties, visualisaties en volumetrische metingen van hersenstructuren en hyperintensiteiten van witte stof. Volumetrische metingen kunnen worden vergeleken met centile referentie-gegevens [11].
RTF	<i>Rich Text Format (RTF)</i> is een bestandsindeling ontwikkeld door Microsoft in 1987 waarmee tekstbestanden uitgewisseld kunnen worden tussen verschillende programma's en verschillende besturingssystemen. Voor RTF-bestanden wordt de bestandsextensie .rtf gebruikt [12].

1 – Inleiding

De maatschappij en ook de gezondheidszorg digitaliseren. Het gebruik van informatie en communicatietechnologie (ICT) voor de gezondheidszorg wordt gezien als een gunstige oplossing om de kwaliteit van de zorg en de beheersing van de kosten binnen de zorg te waarborgen [13].

Er wordt dan ook flink geïnvesteerd in de automatisering voor de gezondheidszorg. Zorgorganisaties stellen steeds meer geld beschikbaar voor automatisering. Het geld wordt onder andere uitgegeven voor de digitalisering van administratieve processen en aan het verbeteren en versimpelen van het applicatielandschap [14].

Binnen de gezondheidszorg worden verschillende softwareapplicaties gebruikt. Het is echter nog wel het geval dat zorgverleners handmatige acties moeten verrichten. Zo blijkt uit een artikel van het Financieele Dagblad dat zorgverleners dossiers van patiënten moesten overtypen. Pas jaren later na komst van een nieuwe softwareapplicatie werd dit pas verleden tijd [15].

Verder blijkt uit onderzoek van het NOS dat de haperende ICT in de gezondheidszorg zelfs heeft geleid tot onjuiste geneesmiddelen en verkeerde besluiten. Zorgverleners maken elke dag riskante toestanden mee omdat informatie ontbreekt. Softwaresystemen opereren los van elkaar, waardoor informatie niet automatisch van het ene in het andere systeem terecht komt [16].

Doordat softwaresystemen onderling niet met elkaar praten moeten zorgverleners de informatie zelf overtypen en dat kost veel tijd. Daarnaast brengt het ook gevaren met zich mee, het overtypen kan leiden tot typfouten. Hierdoor kunnen patiënten bijvoorbeeld verkeerde doses geneesmiddelen voorgeschreven krijgen [17].

Binnen de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde kampen radiologen met soortgelijke problemen. Softwareapplicaties die los van elkaar functioneren zorgen er voor dat radiologen informatie van het ene naar het andere systeem moeten overtypen of dicteren.

“Ik vind het een groots probleem dat door de hele zorg sector heen gaat”, zegt Jan Hazelzet, hoogleraar aan het Erasmus MC [18]. Ook vind Hazelzet dat de overheid te terughoudend is bij het realiseren van een goede ICT-infrastructuur in de zorg [19].

Al met al een groots probleem waar aandacht aan besteed moet worden. In dit onderzoek wordt daarom gekeken naar mogelijkheden om twee softwareapplicaties met elkaar te laten communiceren met als doel het creëren van een efficiëntere en meer betrouwbare manier van werken.

1.1 – Organisatie

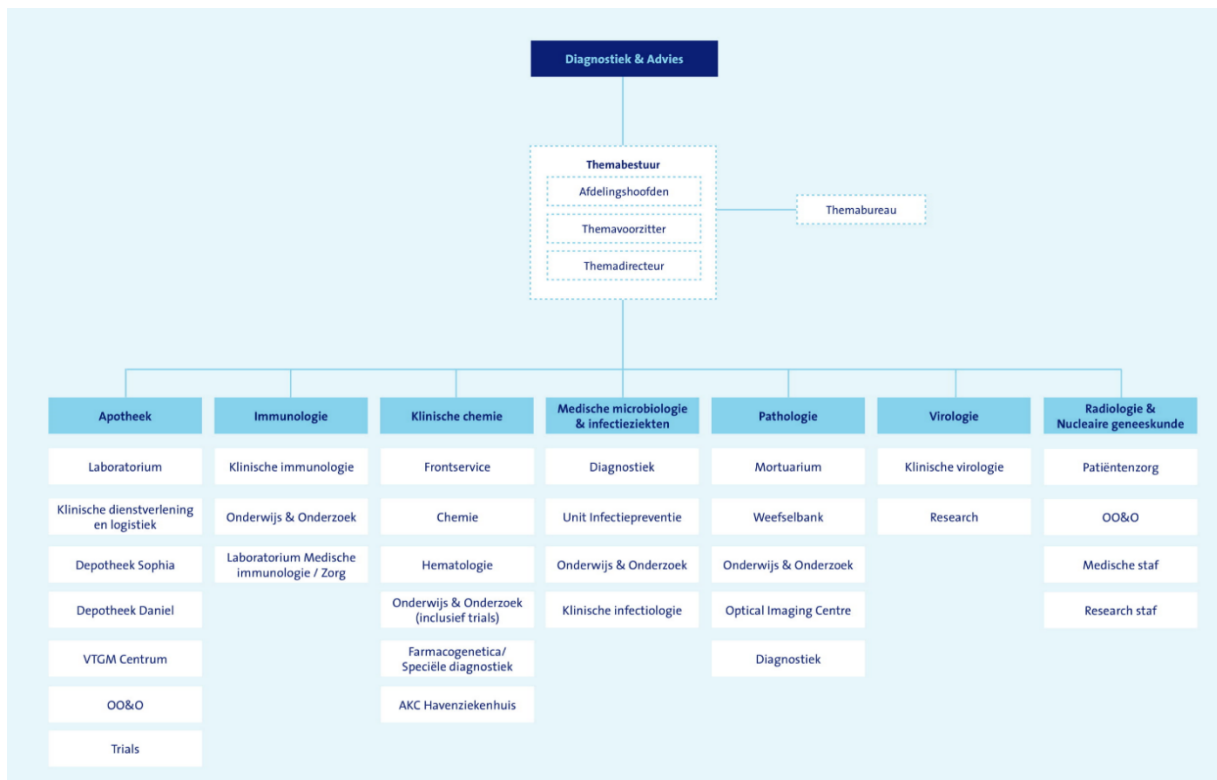
Het Erasmus MC is een in Rotterdam gevestigd universitair medisch centrum. Het Erasmus MC is verbonden aan de Erasmus Universiteit Rotterdam. Een gezonde bevolking en goede zorg door research en educatie zijn kernwaarden die voor het Erasmus MC hoog in het vaandel staan. Het Erasmus MC is een non-profitorganisatie en overduidelijk leidend in innovaties voor de gezondheidszorg [20].

Het Erasmus MC heeft een breed werkgebied die zich uitstrekt van ziekte tot gezondheid en van persoonlijke tot sociale gezondheidszorg. De kennis die wordt ontwikkeld en de nieuwe bevindingen worden in de alledaagse zorg voor de behandeling van patiënten gebruikt [21].

In Nederland draagt het Erasmus MC bij aan zowel research, educatie als patiëntenzorg. Er werken zo een 11.031 werknemers (excl. medisch specialisten) en 732 medisch specialisten. Verder worden er 3500 studenten geneeskunde opgeleid [22].

Het Erasmus MC heeft verschillende afdelingen, één daarvan is de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde. Op deze afdeling worden verschillende technologieën gebruikt om de mens inwendig af te beelden. Radiologen onderzoeken middels verschillende technologieën (röntgenstraling, echografie of Magnetische Resonantie (MRI)) wat de aard en plaats van een ziekte, letsel of aandoening is [23].

De heer J.J. Visser is één van de radiologen (en tevens mijn stagebegeleider) die werkt binnen de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde. Naast hem werken nog meer radiologen op de afdeling. De radiologen vallen onder de groep Medische staf binnen de afdeling. Hiernaast bestaat de afdeling uit de groepen Patiëntenzorg, OO&O en Research staf. In figuur 1.1 [24] is een organogram te zien met de bedrijfsstructuur.



Figuur 1.1 – Organogram Erasmus MC

1.2 – Aanleiding

De aanleiding van dit onderzoek is voortgekomen uit het feit dat radiologen in de bestaande manier van werken handmatige acties moeten verrichten. Quantib ND is een softwareapplicatie waar radiologen gebruik van maken om hersenstructuren mee te kwantificeren. Daarmee in verbinding staat een dicteersysteem, genaamd Carestream Vue Reporting. Momenteel functioneren deze softwareapplicaties los van elkaar. Middels dit onderzoek is het de bedoeling om beide applicaties aan elkaar te koppelen en hiermee het bestaande manier van werken te automatiseren.

1.3 – Probleemstelling

Er is post processing software afkomstig uit Quantib ND beschikbaar die radiologen in staat stelt om het volume van de hippocampus te berekenen. Binnen de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde gebeurt dit doormiddel van de softwareapplicatie, Quantib ND, die met behulp van een KI (kunstmatige intelligentie) algoritme de gewenste resultaten genereert. Op dit moment moeten deze resultaten handmatig door de radioloog in het verslag, Carestream Vue Reporting, worden ingevoerd. De radioloog typt of dicteert hierbij de resultaten in het verslag. Dit is inefficiënt en er kunnen fouten gemaakt worden bij het handmatig invoeren van de resultaten in het verslag. De opdracht is om dit automatisch te laten plaatsvinden. Er is geen eerder onderzoek gedaan naar dit probleem.

Centrale onderzoeksvraag:

“Op welke manier kan de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht worden in Carestream Vue Reporting, zodat de manier van werken efficiënter en betrouwbaarder wordt?”

Deelvragen:

1. Hoe zijn Quantib ND en Carestream Vue Reporting in de huidige situatie geïntegreerd?
2. Wat zijn de wensen van de stakeholders?
3. Welke mogelijke technische toepassingen zijn er?
4. Hoe ziet het ontwerp van de automatisering /mogelijke toepassing eruit?
5. Hoe kan aangetoond worden dat de oplossing efficiënter en betrouwbaarder is voor de gebruiker?

1.4 – Doelstelling

Doel van het onderzoek is om erachter te komen op welke manier de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht kan worden in Carestream Vue Reporting.

Het uiteindelijke doel is om de resultaten uit Quantib ND automatisch (eventueel na autorisatie door de radioloog) in het radiologie verslag, Carestream Vue Reporting, te plaatsen.

1.5 – Leeswijzer

Om te beginnen zal in hoofdstuk twee worden beschreven welke onderzoeksmethodes zijn gebruikt binnen de scriptie. Vervolgens zal in hoofdstuk drie het theoretisch kader worden beschreven. Daarna wordt in hoofdstuk vier ingegaan op hoe de softwareapplicaties in de huidige situatie zijn geïntegreerd. Wat zijn de wensen van de stakeholders? Deze vraag zal worden beantwoord in hoofdstuk vijf. Daarna volgt in hoofdstuk zes de vraag: welke mogelijke technische toepassingen zijn er? In hoofdstuk zeven wordt het ontwerp van de automatisering /mogelijke toepassing beschreven. Tot slot, wordt in het laatste hoofdstuk, aangetoond dat de oplossing efficiënter en betrouwbaarder is voor de gebruiker.

2 – Onderzoeksmethode

Om de kwaliteit van de scriptie te waarborgen wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de gebruikte onderzoeksmethodes. Alle gebruikte onderzoeksmethodes worden benoemd en er wordt aangegeven bij welke deelvragen gebruik gemaakt is van welke onderzoeksmethode.

Observatie

Voor het beantwoorden van deelvraag één wordt allereerst gebruik gemaakt van observatieonderzoek (*observation*). Hierbij wordt informatie verzameld door in feite gedrag te observeren. Onder observeren wordt kijken, luisteren en beoordelen verstaan. Observatie wordt uitgevoerd om de radiologen hun huidige manier van werken beter te begrijpen. En om de integratie van de softwareapplicaties, Quantib ND en Carestream Vue Reporting, in de huidige situatie beter te begrijpen [25].

Er wordt gebruik gemaakt van een participerende observatie. Hierbij maakt de observator deel uit van de context waarbinnen wordt geobserveerd. Daarnaast zal er gebruik gemaakt worden van een ongestructureerde observatiemethode. Bij een ongestructureerde observatie wordt het gedrag van de personen zo breedvoerig mogelijk geobserveerd. Hierbij worden zo veel mogelijk gegevens verzameld. Het uiteindelijke doel is om een verhalend verslag te maken van het gedrag dat is geobserveerd [25].

Tijdens het observeren wordt ook gebruik gemaakt van het zogenaamde Think Aloud protocol of ook wel ‘hardop denken’ genoemd. Hierbij moet de radioloog tijdens het uitvoeren van een taak vertellen waarom hij/zij ergens op klikt en welke associaties hij/zij daarbij maakt. Essentieel is dat de motieven van de keuzes die radiologen maken hiermee aan het licht komen [26].

Documentanalyse

Voor het beantwoorden van deelvraag één wordt ook gebruik gemaakt van document analyse (*document analysis*). Documentatie die het bedrijf tot hun beschikking heeft kan een geweldige eerste bron zijn voor het begrijpen van de organisatie en hun werkprocessen. Dit onderzoek wordt dan ook uitgevoerd om de integratie van de softwareapplicaties, Quantib ND en Carestream Vue Reporting, in de huidige situatie beter te begrijpen. Dit zal gebeuren middels het bestuderen van bedrijfswebsites, productwebsites, interne documentatie en handleidingen [27].

Interview

Om deelvraag twee te beantwoorden wordt gebruik gemaakt van interviews. Doormiddel van interviews is het mogelijk om gebruikers en andere belanghebbenden (*stakeholders*) beter te begrijpen door hun meningen, gedragingen, doelen, attitudes en ervaringen te verzamelen. Dit onderzoek wordt uitgevoerd om de wensen van de stakeholders te achterhalen [28].

Toegepast onderzoek

Om deelvraag drie te beantwoorden wordt gebruik gemaakt van toegepast onderzoek (*applied research*). Toegepast onderzoek is een methode die wordt gebruikt om een specifiek praktisch probleem op te lossen. Er wordt onderzoek gedaan voor de praktijk. De resultaten die uit het onderzoek komen zijn conclusies en aanbevelingen. Deze zijn meestal direct toepasbaar in de praktijk [29].

IT-architectuur schetsen

Om deelvraag vier te beantwoorden wordt gebruik gemaakt van de onderzoeksmethode IT-architectuur schetsen (*IT architecture sketching*). Het definiëren van de IT-architectuur is complex en vereist bijdragen van en interacties tussen softwareontwerpers en/of architecten. Middels dit onderzoek is het de bedoeling dat er een ontwerp van de mogelijke toepassing/automatisering wordt gemaakt. [30].

Product review

Om deelvraag vijf te beantwoorden wordt gebruik gemaakt van de onderzoeksmethode product review. Dit onderzoek wordt uitgevoerd om na te gaan of de ontwikkelde automatisering/toepassing juist is. Hierbij doorlopen de gebruikers de ontwikkelde automatisering/toepassing. Dit zorgt ervoor dat het product voldoet aan vooraf ingestelde kwaliteitsnormen en dat alle overeengekomen eisen deel uitmaken van het product [31].

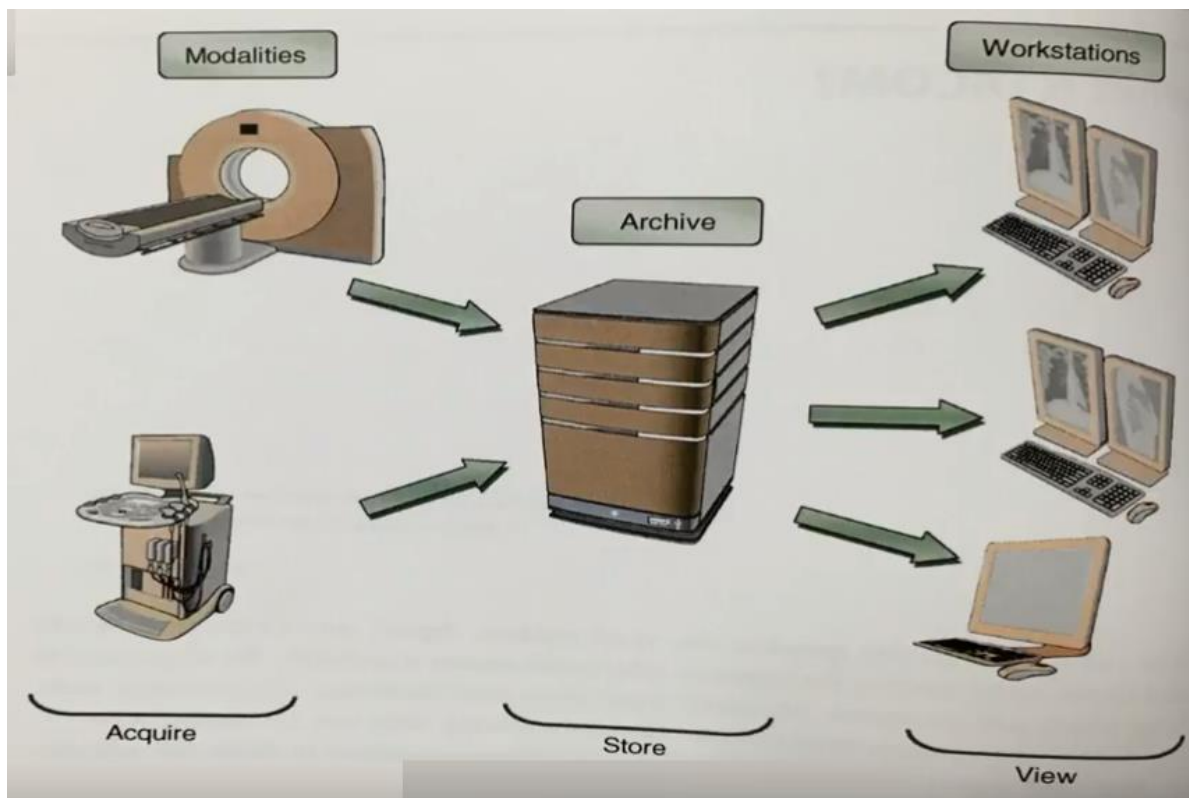
3 – Theoretisch kader

In dit hoofdstuk zal achtergrondinformatie worden gegeven over onderwerpen relevant voor de opdracht. Eerst zal het onderwerp PACS worden toegelicht. Daarna zal informatie worden gegeven over DICOM.

3.1 – PACS

Op de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde worden verschillende technieken gebruikt om de inwendige mens af te beelden. De apparaten die de verschillende technieken gebruiken worden ook modaliteiten genoemd.

PACS (*Picture Archiving and Communication System*) communiceert met modaliteiten, werkstations en andere apparaten. Dit gebeurt als volgt: De modaliteiten zoals een MRI-scanner of CT-scanner verkrijgen medische afbeeldingen door bijvoorbeeld een patiënt te scannen. Na het verkrijgen van de medische afbeeldingen worden deze in een PACS-server gearcheveerd/opgeslagen. Tot slot kunnen de medische afbeeldingen door een behandelend arts worden opgevraagd op een workstation. In figuur 3.1 [32] is een visuele weergave te zien van hoe PACS werkt.



Figuur 3.1 – Visuele weergave PACS

In het PACS worden alle digitale medische beelden die zijn verkregen van de modaliteiten volgens een speciaal protocol, genaamd DICOM, opgeslagen. DICOM is simpel gezegd een set met regels die bepaalt hoe apparaten onder elkaar moeten omgaan met digitale medische afbeeldingen [33]. Meer over DICOM volgt in paragraaf 3.2.

3.2 – DICOM

DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) is de internationale standaard voor het verzenden, opslaan, ophalen, afdrukken, verwerken en weergeven van medische beeldvormingsinformatie [34].

In 1993 is DICOM voor het eerst geïntroduceerd en is gemaakt om de uitwisseling en bruikbaarheid van digitale beelden tussen verschillende systemen mogelijk te maken [35].

De kern van DICOM bestaat uit de volgende twee delen:

- Bestandsformaat: het bestandsformaat voor alle medische beelden met aanvullende gegevens tot de patiënt. De modaliteit en andere context wordt gebruikt om de weergave van de studie te verbinden aan de medische behandeling [36].
- Netwerkprotocol: Het netwerkprotocol is een applicatieprotocol dat TCP/IP gebruikt om te communiceren tussen systemen in het netwerk. DICOM-bestanden kunnen worden uitgewisseld tussen twee entiteiten die beeld- en patiëntgegevens in DICOM-formaat kunnen ontvangen [37].

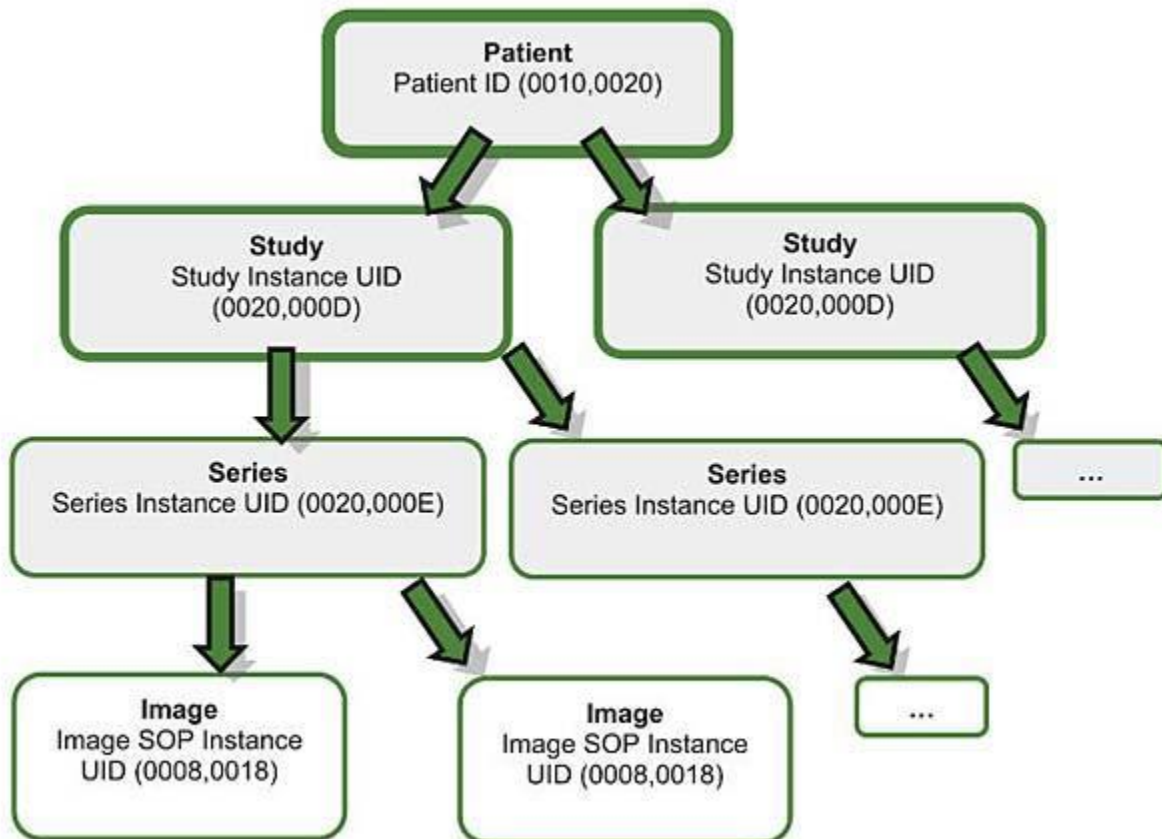
Voorbeeld: Met een MRI-scanner wordt een scan gemaakt van de hersenen van een patiënt. Bij het maken van deze scan bepaald DICOM precies hoe deze informatie in een bestand moet worden opgeslagen. Als de MRI-scanner de afbeelding daarna wilt doorsturen naar een beeldarchief (PACS) om hem daar op te slaan, dan beschrijft DICOM hoe deze communicatie verloopt. En als tot slot een radioloog de scan wilt bekijken op een workstation, wordt deze opgevraagd uit het beeldarchief. Een applicatie opent het bestand en weergeeft het op een monitor. Ook deze stappen staan beschreven in de DICOM standaard [33].

De DICOM standaard is erg succesvol, dit komt met name doordat verschillende fabrikanten allemaal gebruik maken van de DICOM-standaard. Al deze fabrikanten slaan hun afbeeldingen op dezelfde manier op. Dit maakt mogelijk dat apparaten en systemen die omgaan met medische afbeeldingen zonder problemen kunnen samenwerken [33].

Apparaten van fabrikanten maken zogenoemde DICOM-bestanden. Zo een bestand bevat een medische afbeelding en gegevens van de patiënt. Deze gegevens blijven bij elkaar, op deze manier kan een foto nooit onbedoeld aan de onjuiste patiënt worden gekoppeld. Als een scanner meerdere beelden maakt in één sessie, dan worden deze opgeslagen in meerdere DICOM-bestanden. Middels een code in het

bestand wordt aangegeven welke bestanden een set vormen, een zogenaamde '*DICOM study*' [33].

DICOM kent de volgende patiëntgeoriënteerde hiërarchie: patiënt (*Patient*), onderzoek (*Study*), deelonderzoek (*Series*) en beeld (*Image*). Een beeld is dus altijd onderdeel van een deelonderzoek, welke onderdeel is van een onderzoek dat bij een patiënt behoort [35]. In figuur 3.2 [38] is het patiëntgeoriënteerde hiërarchie visueel te zien.



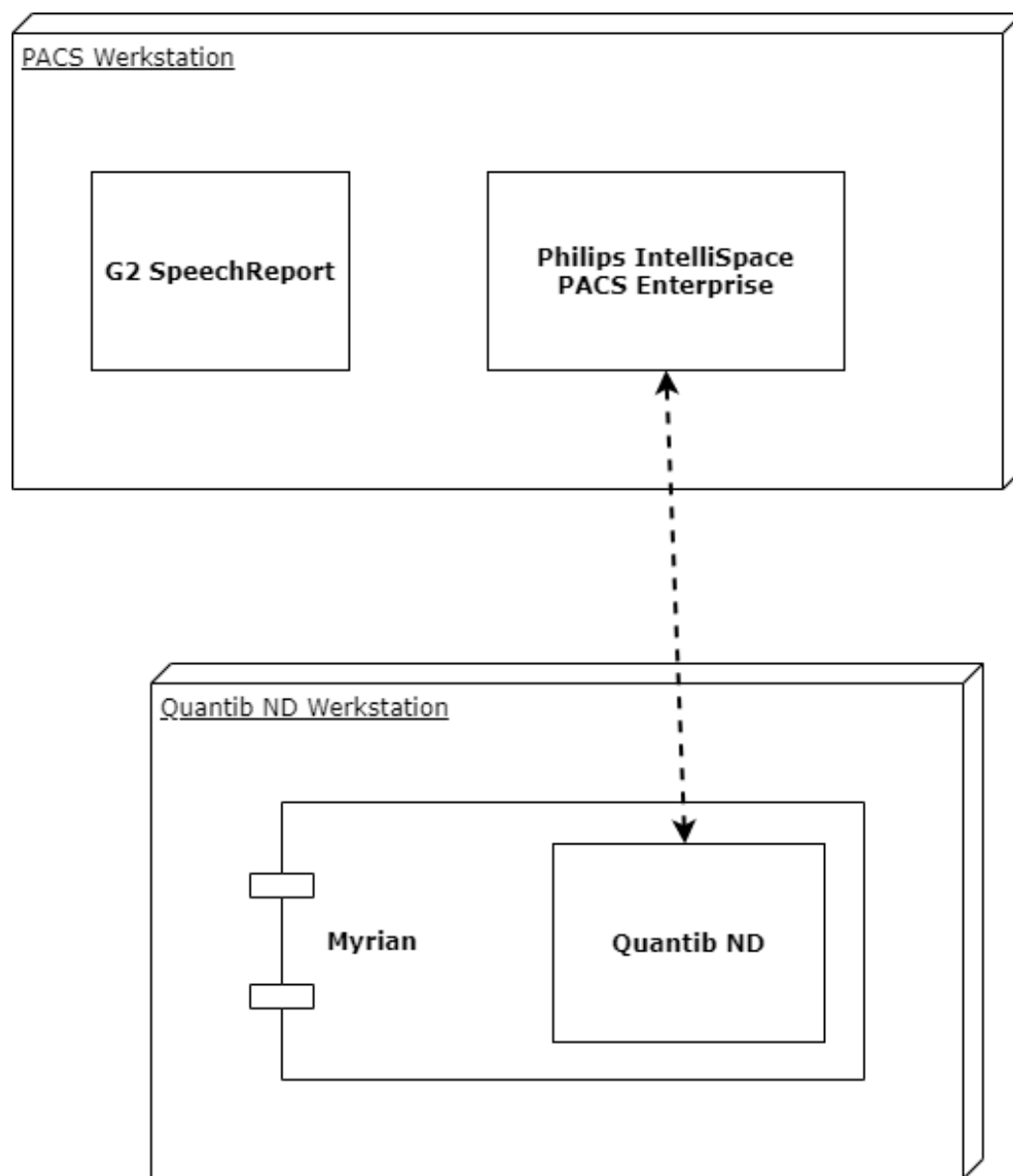
Figuur 3.2 – DICOM hiërarchie

4 – Huidige integratie van Quantib ND en Carestream Vue Reporting

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de manier waarop Quantib ND en Carestream Vue Reporting in de huidige situatie zijn geïntegreerd. De huidige manier van werken wordt in kaart gebracht middels observaties. Daarnaast worden de verschillende softwareapplicaties die op de afdeling Radiologie worden gebruikt beschreven. Dit gebeurt middels documentatie die het bedrijf tot hun beschikking heeft.

4.1 – De huidige manier van werken

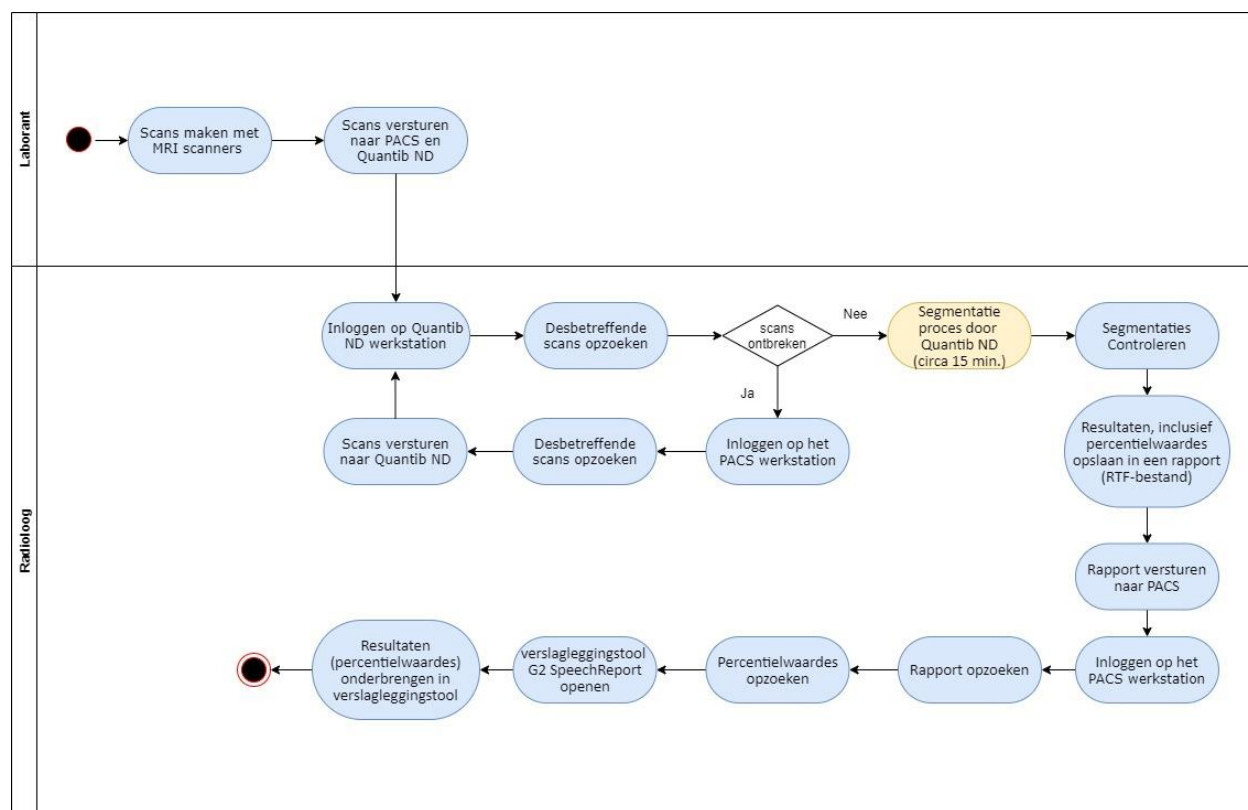
In de huidige situatie wordt door radiologen gebruik gemaakt van de softwareapplicaties Philips IntelliSpace PACS Enterprise (PACS), Quantib ND en G2 SpeechReport. Centraal staat het PACS, deze is verbonden met Quantib ND, wat een softwareapplicatie (*add-on*) voor Myrian is. Het PACS en G2 SpeechReport staan beide op hetzelfde werkstation geïnstalleerd. Quantib ND daarentegen staat op een apart werkstation geïnstalleerd. Het PACS en Quantib ND communiceren met elkaar over het netwerk. In figuur 4.1 is een visuele weergave van de huidige applicatielandschap te zien.



Figuur 4.1 – Applicatie architectuur huidige situatie

Huidige proces

Het huidige proces bij de afdeling Radiologie is in kaart gebracht doormiddel van observaties (bijlage I) met verschillende radiologen. Het huidige proces is vertaald naar een *activity diagram* (figuur 4.2) en weergeeft het huidige proces van begin tot eind. Binnen de *activity diagram* staan de blauwe activiteiten voor handmatige acties uitgevoerd door de gebruiker. De gele activiteiten zijn automatische acties uitgevoerd door het systeem. In bijlage V is een legenda te zien waarop alle activiteiten staan uitgelegd.



Figuur 4.2 – Huidige proces van begin tot eind

Het proces begint bij de laboranten, zij maken met MRI-scanners scans van patiënten. Vervolgens sturen de laboranten deze scans (die ook DICOM-bestanden bevatten) door naar het PACS en naar Quantib ND. Indien de laboranten vergeten de scans door te sturen naar Quantib ND, dan moet de radioloog de desbetreffende scans zelf doorsturen door eerst op het PACS in te loggen, de juiste scans op te zoeken en deze tot slot door te sturen naar Quantib ND.

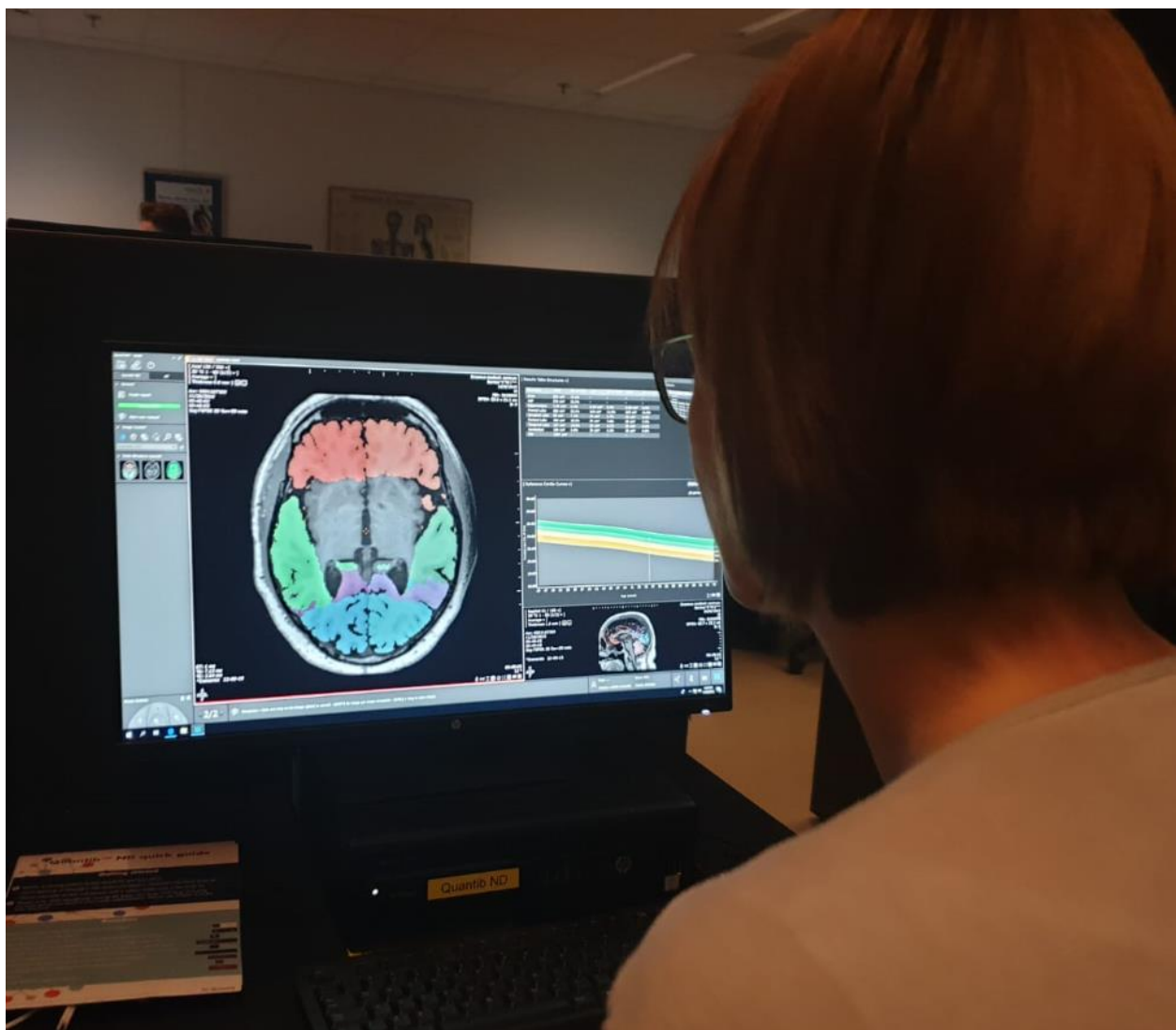
Om gebruik te kunnen maken van Quantib ND moet de radioloog op een ander werkstation inloggen waarop Quantib ND geïnstalleerd staat. Nadat de radioloog is ingelogd op het werkstation kan hij/zij Quantib ND gebruiken.

Nadat Quantib ND de scans (en ook de DICOM-bestanden) heeft ontvangen van het PACS berekend Quantib ND de hersenstructuren en de hippocampus. Dit wordt ook wel het segmentatieproces genoemd. Het segmentatieproces duurt circa 15 minuten en wordt uitgevoerd door het systeem

(Quantib ND).

Als het segmentatieproces is voltooid kan de radioloog met behulp van Quantib ND de segmentaties controleren. In figuur 4.3 is te zien hoe een radioloog de segmentaties controleert. Na deze controle kan de radioloog een rapport (RTF-bestand) maken met de resultaten van de segmentaties (waaronder de percentielwaardes). Het rapport wordt opgeslagen en terug verstuurd naar het PACS-werkstation. Op het PACS-werkstation staat ook het verslagleggingstool, G2 SpeechReport, geïnstalleerd. De resultaten van de segmentaties (percentielwaardes) worden vervolgens opgezocht en in het verslagleggingstool ondergebracht. Dit wordt gedaan door de resultaten als normaal, afwijkend of onzeker in te voeren.

Een voorbeeld rapport van de resultaten afkomstig uit Quantib ND is te zien in bijlage II.



Figuur 4.3 – Radioloog tijdens het controleren van de segmentaties

4.2 – Huidige softwareapplicaties op het PACS Werkstation

De huidige softwareapplicaties die op het PACS werkstation staan zijn: Philips IntelliSpace PACS Enterprise en G2 SpeechReport.

4.2.1 – Philips IntelliSpace PACS Enterprise

Philips IntelliSpace PACS Enterprise is een bedrijfsbrede oplossing voor beelddistributie dat de kracht van radiologie naar de aandachtspunt brengt. Philips IntelliSpace PACS Enterprise is gebaseerd op iSyntax-technologie die artsen altijd en overal toegang biedt tot beelden van diagnostische kwaliteit in de hele zorgomgeving. Snelle levering van beeldgegevens en interpretaties aan verwijzende artsen maakt snelle behandelbeslissingen mogelijk. Philips IntelliSpace PACS Enterprise biedt geavanceerde visualisatiefuncties om de beoordeling en raadpleging van volumetrische gegevenssets zoals multi-slice CT- en MR-cases te versnellen [39].

Philips IntelliSpace PACS is een beeldbeheersysteem dat bedoeld is om te worden gebruikt door getrainde professionals, inclusief maar niet beperkt tot artsen, verpleegkundigen en medische technici. Het systeem is een softwarepakket dat wordt gebruikt met computerhardware voor algemene doeleinden om afbeeldingen en bijbehorende gegevens in een klinische omgeving te verzamelen, op te slaan, te distribueren, te verwerken en weer te geven. De software voert digitale beeldverwerking, meting, communicatie en opslag uit [40].

Philips IntelliSpace PACS Enterprise werkt op standaard pc's en netwerken en vereist geen dure, speciale werkstations en netwerken. Philips IntelliSpace PACS ondersteunt het ontvangen, verzenden, afdrukken, opslaan en weergeven van onderzoeken ontvangen van de volgende modaliteitstypes via DICOM: CT, MR, NM, US, XA, PET, DX, DR, RF, RT, MG, SC, VL, zoals evenals informatiesystemen voor ziekenhuizen/radiologie [40].

4.2.2 – G2 SpeechReport

G2 Speech is een in 1998 opgericht bedrijf die zich heeft gespecialiseerd in spraakherkenning, digitaal dicteren en workflowmanagement [41]. SpeechReport is één van de oplossingen die G2 Speech heeft. SpeechReport is een complete oplossing voor workflowmanagement en is ontwikkeld samen met verschillende gezondheidsorganisaties in Nederland en België. De software helpt gebruikers bij het maken, corrigeren en beheren van documentatie. Dit is mogelijk middels spraakherkenning of door gewoon digitaal te dicteren. Na het creëren van de documentatie is het ook mogelijk om deze naar andere belanghebbenden toe te sturen. Communicatie met Elektronisch Patiënten Dossiers verloopt via HL7-berichten [42].

4.3 – Huidige softwareapplicaties op het Quantib ND Werkstation

De huidige softwareapplicaties die op het Quantib ND werkstation staan zijn: Myrian en Quantib ND.

4.3.1 – Myrian

Myrian is een softwarepakket bedoeld voor de visualisatie, opslag, reproductie en export van medische beelden. Beeldgegevens kunnen afkomstig zijn van standaard DICOM-modaliteiten (CT, MR, US, CR, PT, NM, etc.) of digitale fotografie (jpeg, tiff, bmp) [43].

Myrian is een software voor het beoordelen van medische beelden en hulp bij diagnose. De algemene gebruikers zijn opgeleide medische professionals, waaronder chirurgen, radiologen, klinici en technici. Het biedt gebruikers de volgende functies:

- Importeren en exporteren van DICOM-bestanden van/naar elke DICOM-compatibele modaliteit, werkstation of PACS;
- Visualisatie van DICOM-afbeeldingen in verschillende standaardvisualisatiemodi (bijv. MPR, 3D, enz.) Met optionele beelduitlijnfunctie;
- Creatie van interessante objecten ("OOI") voor analyse- en meetdoeleinden;
- Genereren van medische rapporten;
- Virtueel snijoppervlaktool voor pre-operatieve evaluatie van operatiestrategieën;
- Longitudinale follow-up van de patiënt, ontworpen om de oncologische workflow te ondersteunen door de gebruiker te helpen de afwezigheid of aanwezigheid van laesies te bevestigen, inclusief evaluatie, kwantificering, follow-up en documentatie van dergelijke laesies.

De gehele Myrian-productlijn is gebaseerd op DICOM-normen om optimale interoperabiliteit met modaliteiten, PACS, RIS en andere informatiesystemen te garanderen [43].

Myrian Studio

Myrian Studio is een ontwikkelomgeving voor medische beeldvorming. Myrian Studio biedt ingenieurs en onderzoekers die werkzaam zijn in medische beeldvorming een krachtig klinisch kader om hun technologieën te integreren [44].

Myrian Studio biedt de mogelijkheid om *add-ons* te ontwikkelen met behulp van de C++ SDK en om op deze manier nieuwe technologie te integreren in het Myrian-platform. Een voorbeeld van zo een *add-on* is Quantib ND [45].

4.3.2 – Quantib ND

Quantib ND is een medische beeldvorming verwerkingssoftware die bestemd is voor automatische labeling, visualisatie en volumetrische kwantificatie van segmenteerbare hersenstructuren uit een stel magnetische resonantie (MR) beelden [11].

De Quantib ND-output bestaat uit segmentaties, visualisaties en volumetrische metingen van hersenstructuren (*Brain Volumetry*) en hyperintensiteiten van witte stof (*White Matter Hyperintensities*) [11]. In figuur 4.4 [46] en 4.5 [46] is de Quantib ND-output te zien.

Quantib ND is bedoeld om de getrainde medische professional te voorzien van aanvullende informatie voor de evaluatie en beoordeling van MR-hersenbeelden en om de getrainde medische professional te helpen bij kwantitatieve rapportage [11].

Quantib ND is een softwareapplicatie voor Myrian. Het is een post-processing analysemodule voor Myrian. DICOM-compatibiliteit wordt gegarandeerd door het Myrian-softwarepakket waarvoor Quantib ND een *add-on* is. Quantib ND kan op de achtergrond worden uitgevoerd als een preprocessing-service of op aanvraag worden gestart [11].

Quantib Brain

REPORT

2018-04-13



Patient Information

Patient ID:	emc2
Name:	Anonymized
Birth Date:	-
Sex:	-

Brain Volumetry

	WM	GM	CSF	Brain	ICV
2014-01-01	339 cm ³ 30.1% of ICV	532 cm ³ 47.2% of ICV	256 cm ³ 22.7% of ICV	871 cm ³ 77.3% of ICV	1127 cm ³
<i>Compared to 2010-01-01</i>	+1.9%	-7.5%	+13.6%	-4.0%	-0.5%
2010-01-01	333 cm ³ 29.4% of ICV	575 cm ³ 50.8% of ICV	225 cm ³ 19.9% of ICV	908 cm ³ 80.1% of ICV	1133 cm ³

White Matter Hyperintensities

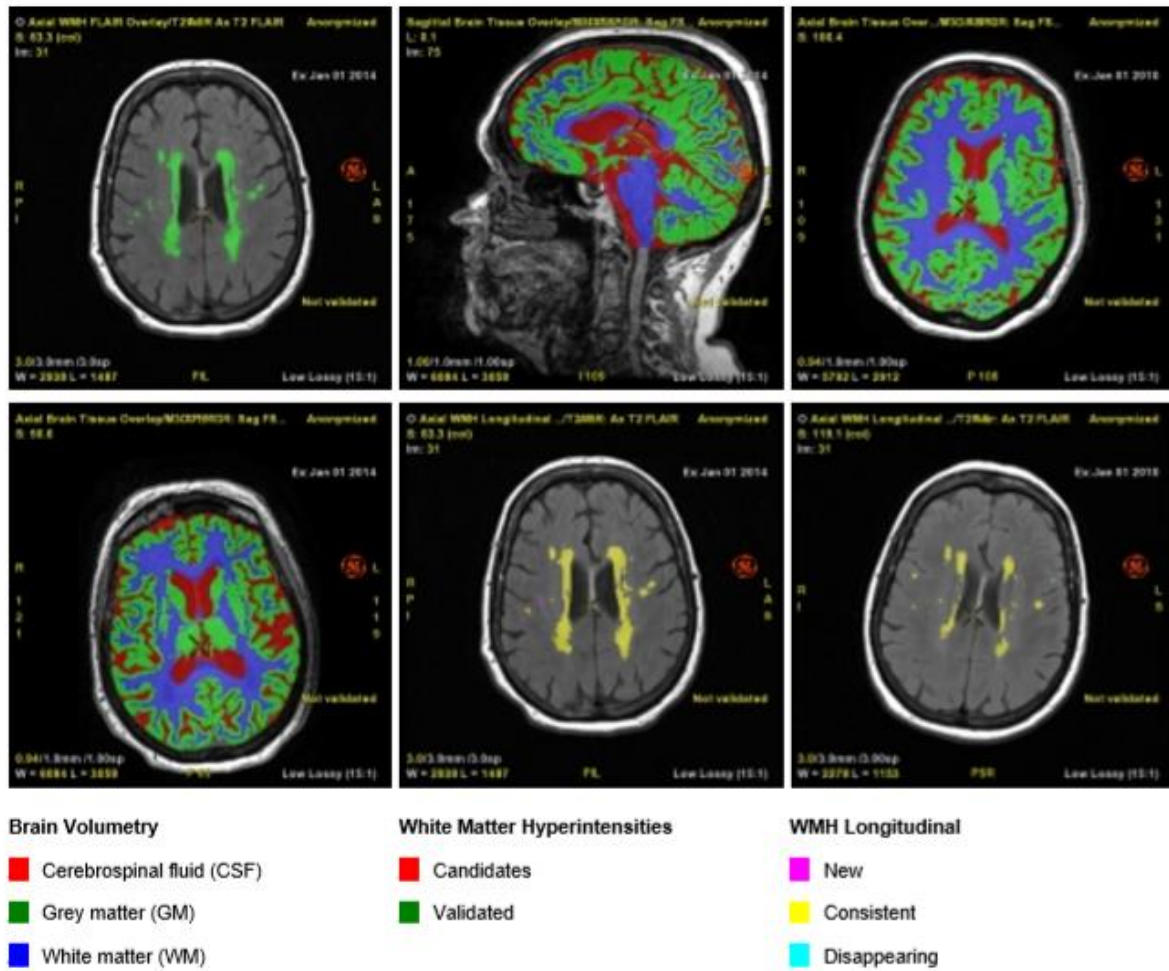
	Total	Consistent	New	Disappearing
2014-01-01	51 WMH	23.26 cm ³ 6.86% of WM		
<i>Compared to 2010-01-01</i>	+4 WMH	+189.3%	17 WMH +14.69 cm ³	34 WMH 0.57 cm ³
2010-01-01	47 WMH	8.04 cm ³ 2.42% of WM		3 WMH 0.04 cm ³

Resources

	Time since preceding	Scan(s) used	Manufacturer	Field strength
2014-01-01	4y 0m 0d	[13:41] Sag FSPGR 3D [13:54] Ax T2 FLAIR	GE MEDICAL SYSTEMS	3T
2010-01-01		[11:23] Sag FSPGR 3D [11:41] Ax T2 FLAIR	GE MEDICAL SYSTEMS	3T

Figuur 4.4 – Resultaten afkomstig uit het Quantib ND rapport

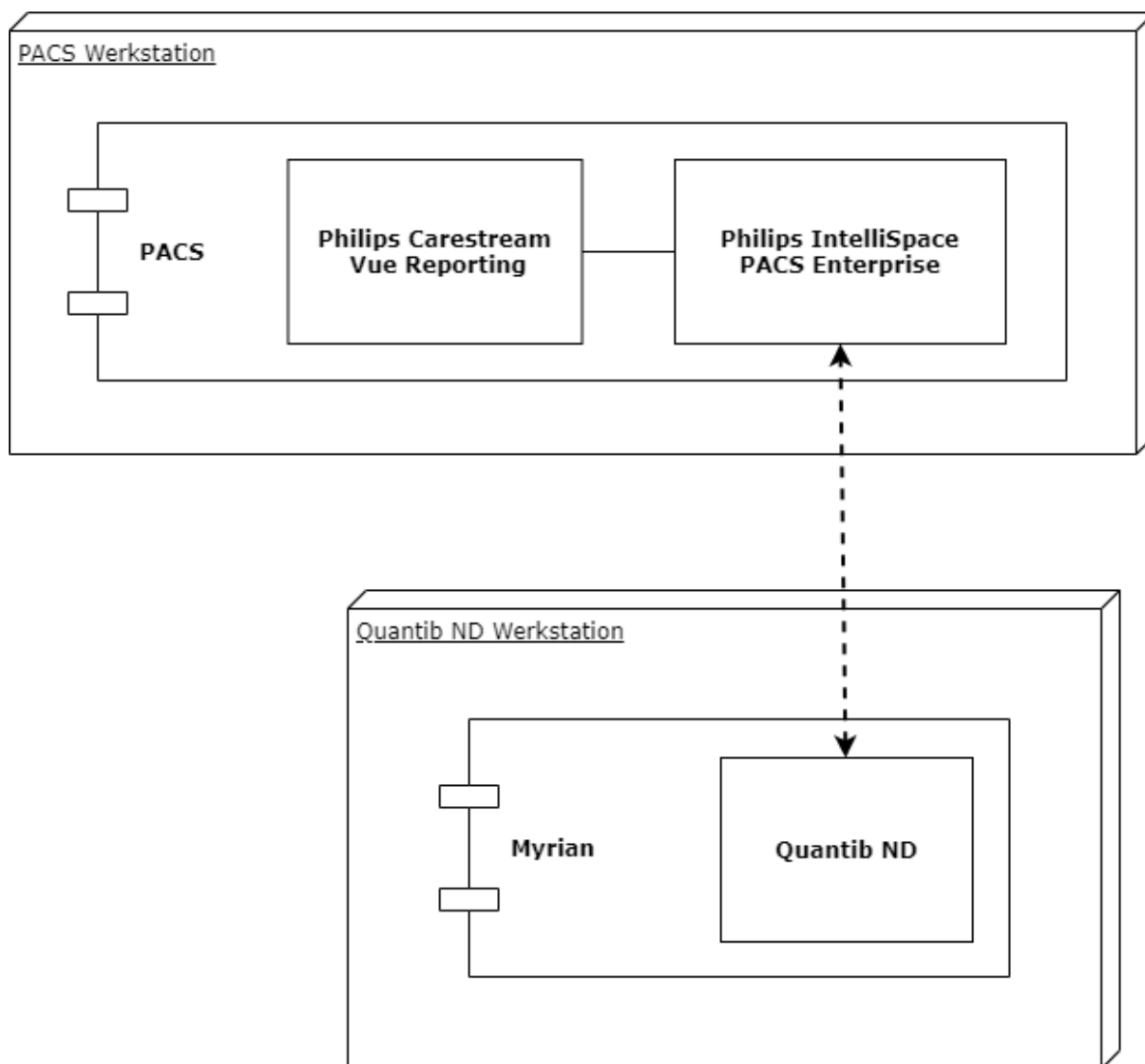
Images



Figuur 4.5 – Afbeeldingen afkomstig uit het Quantib ND rapport

4.4 – Gewenste manier van werken

In de toekomst zal de huidige verslagleggingstool, G2 SpeechReport vervangen worden door Philips Carestream Vue Reporting. De reden hiervoor is omdat G2 SpeechReport momenteel los van het PACS (Philips IntelliSpace) functioneert, het zijn twee verschillende softwareapplicaties. Met de overstap naar Carestream Vue Reporting zal het verslagleggingstool binnen het PACS functioneren. Daarnaast is de kwaliteit van de spraakherkenning binnen Carestream Vue Reporting beter. Binnen G2 SpeechReport worden meer fouten gemaakt met dicteren dan in Carestream Vue Reporting. Ook is de dataopslag binnen Carestream Vue Reporting beter dan in G2 SpeechReport. Tot slot is Carestream Vue Reporting onderdeel van Philips IntelliSpace en heeft daardoor 24/7 support. In figuur 4.6 is een visuele weergave van de gewenste applicatielandschap te zien.



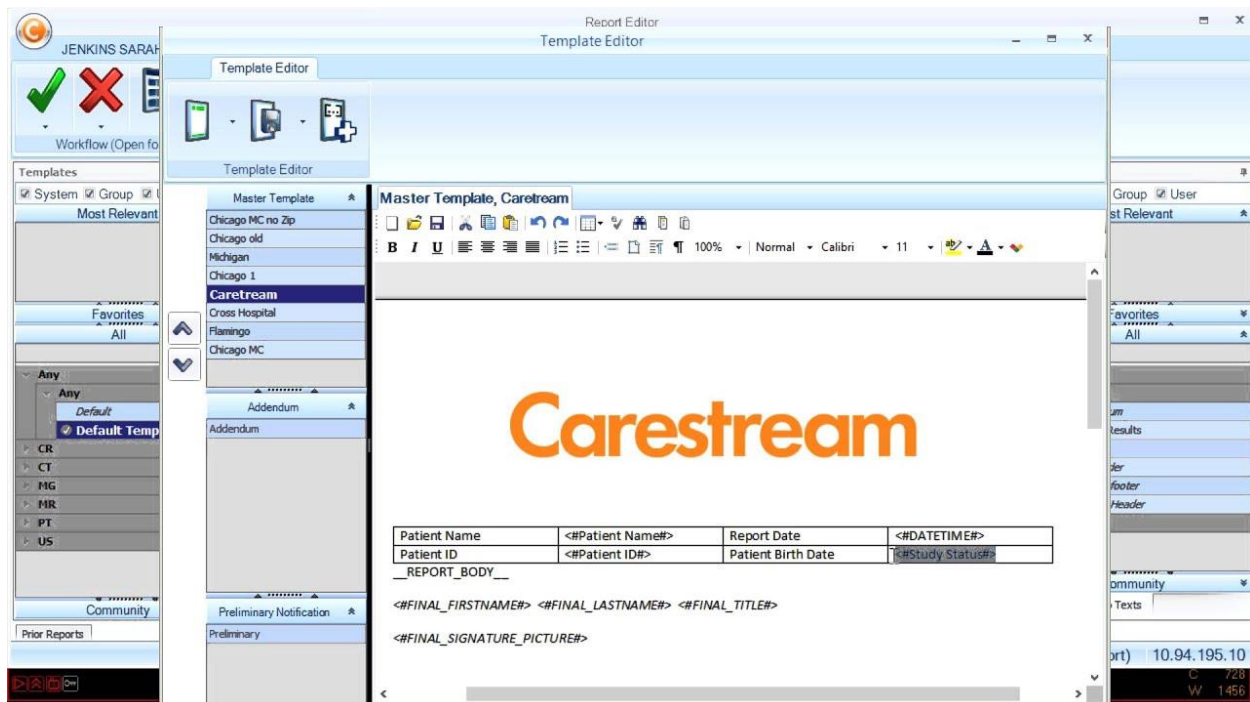
Figuur 4.6 – Applicatie architectuur gewenste situatie

4.5 – Gewenste softwareapplicaties op het PACS Werkstation

De gewenste softwareapplicaties die op het PACS-werkstation staan zijn: Philips IntelliSpace PACS Enterprise en Carestream Vue Reporting.

4.5.1 – Philips Carestream Vue Reporting

Carestream Vue Reporting is een rapportage tool waarmee radiologen hun bevindingen zoals metingen of DICOM-metagegevens kunnen registreren. Carestream Vue Reporting heeft een native spraakherkenning. Hierdoor kunnen radiologen hun bevindingen inspreken, vervolgens controleren en tot slot goed keuren. Als gevolg hiervan wordt de doorlooptijd van het rapporteren korter [2]. In figuur 4.7 [47] is een schermafbeelding van de softwareapplicatie Carestream Vue Reporting te zien.



Figuur 4.7 – Schermafbeelding verslagleggingstool Carestream Vue Reporting

4.6 – Deelconclusie

In de huidige situatie wordt door radiologen gebruik gemaakt van de softwareapplicaties Philips IntelliSpace PACS Enterprise, Myrian, Quantib ND en G2 SpeechReport. Centraal staat het PACS, deze is verbonden met Quantib ND, wat een softwareapplicatie (*add-on*) voor Myrian is. Het PACS en G2 SpeechReport staan beide op hetzelfde werkstation geïnstalleerd. Quantib ND daarentegen staat op een apart werkstation geïnstalleerd. Het PACS en Quantib ND communiceren met elkaar over het netwerk.

In de toekomst zal de huidige verslagleggingstool, G2 SpeechReport, vervangen worden door Philips Carestream Vue Reporting. Het verslagleggingsprogramma, Carestream Vue Reporting, is onderdeel van het Philips IntelliSpace PACS Enterprise. Door deze aanpassing zal het verslagleggingsprogramma, Carestream Vue Reporting, binnen het PACS functioneren.

5 – Wensen van de stakeholders

In dit hoofdstuk worden de wensen van de stakeholders in kaart gebracht. Dit zal gebeuren middels vooronderzoek en interviews. Doormiddel van interviews is het mogelijk om gebruikers en andere belanghebbenden beter te begrijpen.

5.1 – Wensen stakeholders

Uit vooronderzoek is gebleken dat men op de afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde output vanuit Quantib ND automatisch in het Vue Reporting systeem wilden krijgen. Uit verder onderzoek en na overleg met verschillende stakeholders (waaronder hoogleraren neuroradiologie) werd duidelijk welke waarden uit Quantib ND in het Vue Reporting systeem moesten komen.

De stakeholders wilden dat binnen het verslag (Vue Reporting) onder het kopje 'kwantitatieve beoordeling' per kwab en hippocampus de percentielen worden toegevoegd (met de optie die te kunnen verwijderen als gebruikers vinden dat ze niet accuraat zijn); In totaal zijn dit tien getallen, afkomstig uit het Quantib ND rapport. In figuur 5.1 zijn deze waarden (in het rood) te zien. In bijlage IV is het vooronderzoek terug te lezen.

Structure	Left	Percentile	Right	Percentile
Hippocampus	2.98 cm ³ 0.2% of ICV	26.0	3.08 cm ³ 0.2% of ICV	21.7
Frontal Lobe	210 cm ³ 12.2% of ICV	87.5	213 cm ³ 12.4% of ICV	91.7
Occipital Lobe	57 cm ³ 3.3% of ICV	11.5	57 cm ³ 3.3% of ICV	17.6
Parietal Lobe	131 cm ³ 7.7% of ICV	27.4	134 cm ³ 7.8% of ICV	44.5
Temporal Lobe	110 cm ³ 6.4% of ICV	43.0	115 cm ³ 6.7% of ICV	42.6
Cerebellum	75 cm ³ 4.4% of ICV	-	76 cm ³ 4.4% of ICV	-

Figuur 5.1 – Percentielscores afkomstig uit het Quantib ND rapport

Uit interviews (bijlage III) is gebleken dat de wensen van de radiologen echter anders zijn dan vooraf bepaald. Zo geven twee radiologen aan dat ze voornamelijk problemen ervaren bij het vinden en versturen van MRI-scans. Radioloog A.W.A. van der Eerden geeft aan dat ze elke keer dezelfde handmatige stappen moet doorlopen bij het afhandelen van een dementiescan. Ook geven de radiologen aan geen problemen te ervaren met het verslagleggingsproces.

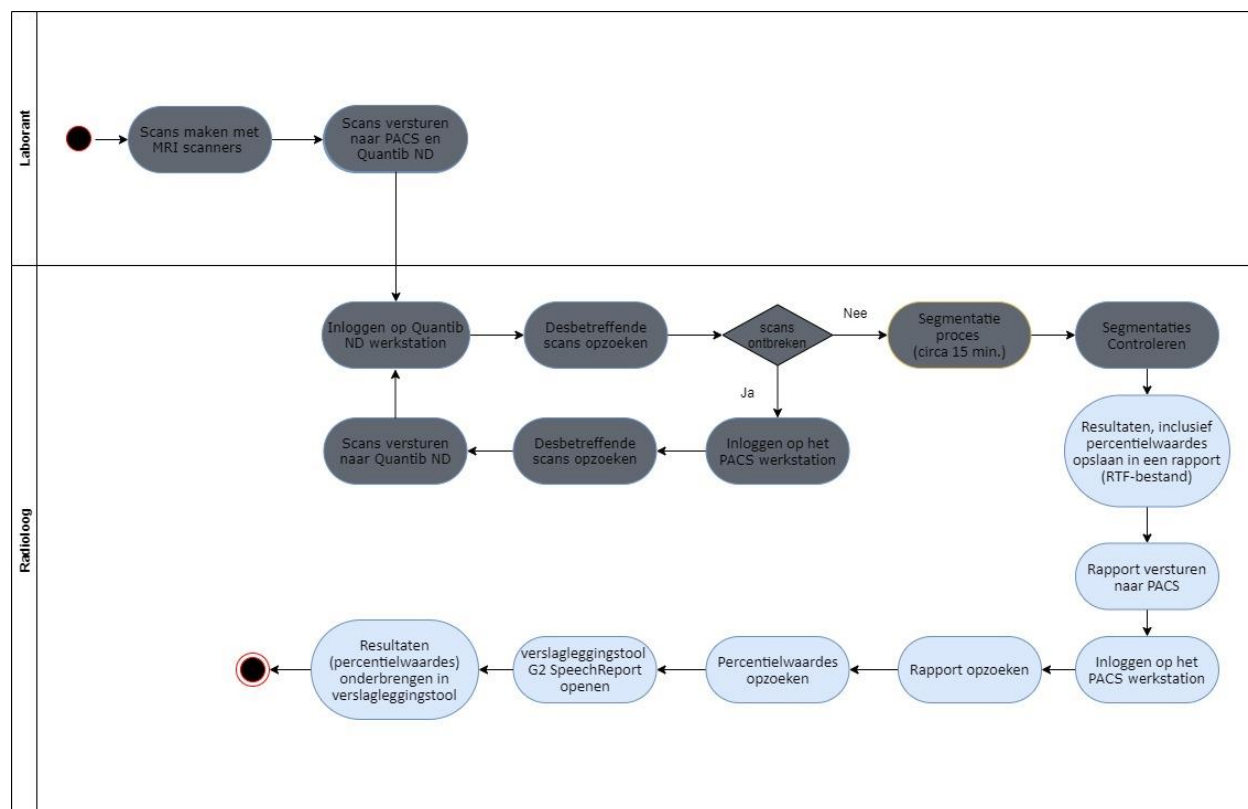
Nadat de interviews zijn afgenomen zijn deze getranscribeerd. De resultaten zijn besproken met de heer J.J. Visser. De radiologen ondervinden meerdere problemen op meerdere knelpunten. De problemen die uit het interview naar voren komen behoren niet tot het verslagleggingsproces.

5.2 – Verslagleggingsproces

Huidige verslagleggingsproces

Nadat de segmentaties van de patiënt zijn berekend door Quantib ND, volgt het verslagleggingsproces. In het huidige verslagleggingsproces moet de radioloog de resultaten afkomstig uit Quantib ND versturen naar het PACS. De output afkomstig uit Quantib ND is een RTF-bestand. Nadat de radioloog het RTF-bestand heeft verstuurd naar het PACS moet hij/zij inloggen op het PACS-werkstation en het juiste RTF-bestand opzoeken en openen. Daarna moet de radioloog het verslagleggingstool, G2 SpeechReport, openen. Tot slot moet de radioloog de resultaten van de segmentaties (percentielwaardes) onderbrengen in G2 SpeechReport. Dit wordt gedaan door de resultaten als normaal, afwijkend of onzeker in te voeren. In figuur 5.2 is het huidige verslagleggingsproces te zien binnen een *activity diagram*.

Binnen deze diagram staan de blauwe activiteiten voor handmatige acties uitgevoerd door de gebruiker. De grijze activiteiten vallen buiten het verslagleggingsproces. In bijlage V is een legenda te zien waarop alle activiteiten staan uitgelegd.

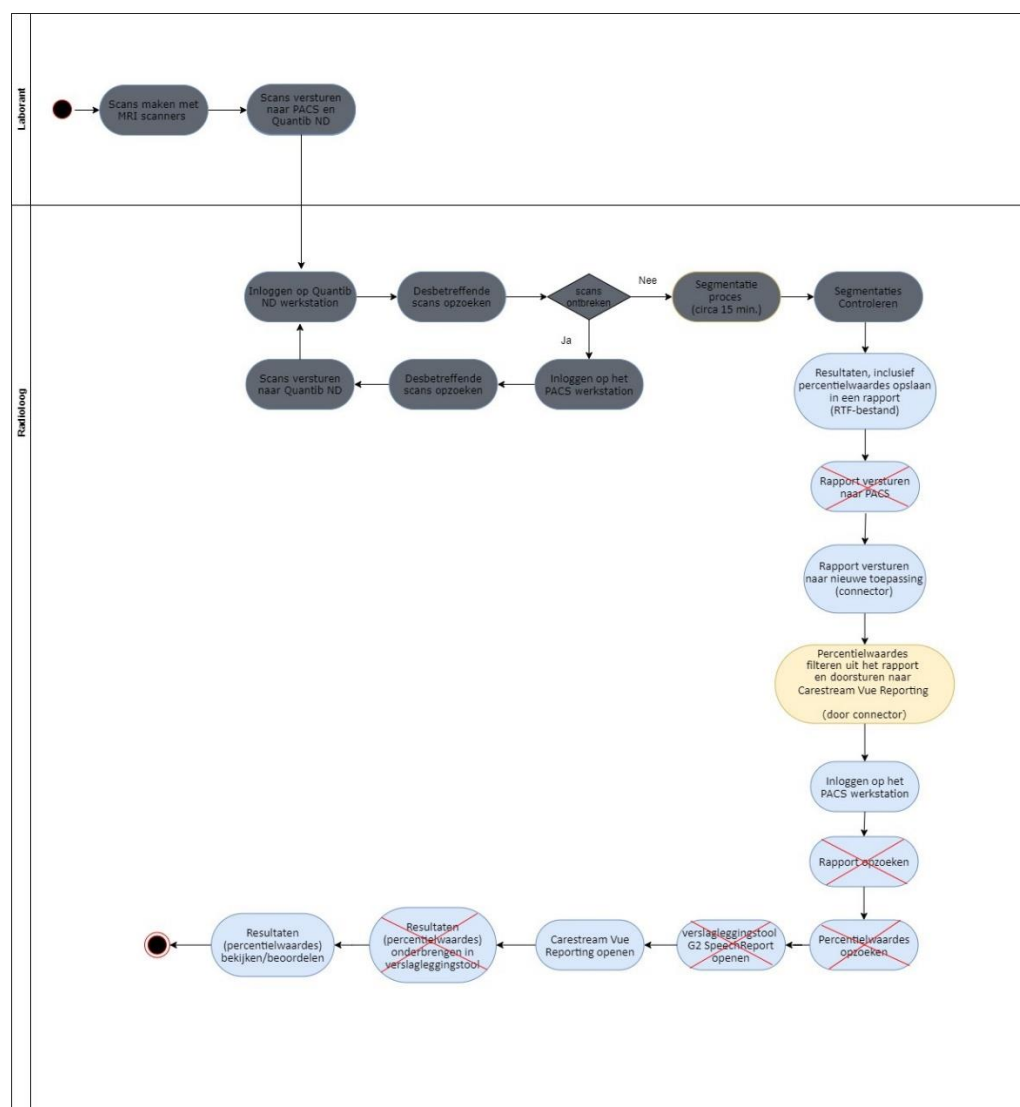


Figuur 5.2 – Huidige verslagleggingsproces

Gewenste verslagleggingsproces

Met komst van de nieuwe verslagleggingstool, Philips Carestream Vue Reporting, willen de stakeholders (hoogleraren neuroradiologie) dat het verslagleggingsproces deels wordt geautomatiseerd. In het gewenste verslagleggingsproces moet de gebruiker de Quantib ND output (het RTF-bestand) versturen naar de nieuwe te ontwikkelen toepassing (Connector). De Connector moet vervolgens de gewenste waardes uit het RTF-bestand filteren en deze tot slot plaatsen in het verslag (Carestream Vue Reporting). In de gewenste verslagleggingsproces hoeft de gebruiker alleen het verslag (Carestream Vue Reporting) te openen en de waardes te bekijken/beoordelen. In figuur 5.3 is een *activity diagram* te zien van het gewenste verslagleggingsproces.

Binnen deze diagram staan de blauwe activiteiten voor handmatige acties uitgevoerd door de gebruiker. De gele activiteiten zijn automatische acties uitgevoerd door het systeem. De grijze activiteiten vallen buiten het verslagleggingsproces. De rode doorkruiste activiteiten zijn oude activiteiten die komen te vervallen. In bijlage V is een legenda te zien waarop alle activiteiten staan uitgelegd.



Figuur 5.3 – Gewenste verslagleggingsproces

5.3 – Deelconclusie

Met komst van de nieuwe verslagleggingstool, Philips Carestream Vue Reporting, willen de stakeholders (hoogleraren neuroradiologie) dat het verslagleggingsproces deels wordt geautomatiseerd.

De stakeholders willen dat binnen het verslag (Carestream Vue Reporting) onder het kopje 'kwantitatieve beoordeling' per kwab en hippocampus de percentielen worden toegevoegd (met de optie die te kunnen verwijderen als gebruikers vinden dat ze niet accuraat zijn).

In het gewenste verslagleggingsproces moet de gebruiker de Quantib ND output (het RTF-bestand) versturen naar de nieuwe te ontwikkelen toepassing (Connector). De Connector moet vervolgens de gewenste waardes uit het RTF-bestand filteren en deze tot slot plaatsen in het verslag (Carestream Vue Reporting). In de gewenste verslagleggingsproces hoeft de gebruiker alleen het verslag (Carestream Vue Reporting) te openen en de waardes te bekijken/beoordelen.

Daarnaast geven de stakeholders aan dat ze problemen ervaren bij het vinden en versturen van MRI-scans. Ze geven aan elke keer dezelfde handmatige stappen te moeten doorlopen bij het afhandelen van een dementiescan. Dit probleem behoort echter niet tot het verslagleggingsproces.

6 – Mogelijke technische toepassingen

In dit hoofdstuk wordt onderzoek gedaan naar de mogelijke technische toepassingen. Er zal gebruik gemaakt worden van toegepast onderzoek (*applied research*). Hierbij wordt onderzoek gedaan voor de praktijk. De resultaten die uit het onderzoek komen zijn conclusies en aanbevelingen.

6.1 – Percentielwaardes filteren

Het is de bedoeling dat de resultaten uit Quantib ND automatisch in het Carestream Vue Reporting systeem moeten komen. Om dit mogelijk te maken moeten eerst per kwab en hippocampus de percentielen uit het RTF-bestand gefilterd worden. Uit onderzoek is gebleken dat dit op twee verschillende manieren kan. Het is mogelijk om de percentielwaardes middels patroonvergelijking (*pattern matching*) uit het RTF-bestand te halen. De tweede manier is om middels de programmeertaal Visual Basic for Applications het RTF-bestand te openen en vervolgens te doorzoeken naar de percentielwaardes.

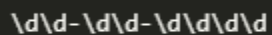
Patroonvergelijking

Patroonvergelijking (*pattern matching*) is het is het controleren en lokaliseren van specifieke gegevensreeksen van een bepaald patroon tussen onbewerkte gegevens of een reeks tokens [48]. Simpel gezegd het herkennen van een specifiek patroon binnen data. Een veelvoorkomende vorm van patroonvergelijking is het zoeken in een tekst naar patronen die gespecificeerd zijn als reguliere expressies (*regular expressions*) [49].

Een reguliere expressie in een programmeertaal is een speciale tekstreeks die wordt gebruikt voor het beschrijven van een zoekpatroon. Het is uiterst handig voor het extraheren van informatie uit tekst zoals code, bestanden, logboeken, spreadsheets of zelfs documenten. Middels reguliere expressies is het mogelijk om een tekstpatroon op te geven waar vervolgens naar kan worden gezocht [50].

Bij het gebruik van reguliere expressies is het belangrijk om te herkennen dat alles in wezen een karakter is en dat patronen worden geschreven die overeenkomen met een specifieke reeks tekens, ook wel *string* genoemd. De meeste programmeertalen ondersteunen reguliere expressies [51].

Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om een geboortedatum uit een tekst te filteren middels reguliere expressies. In figuur 6.1 is een simpele reguliere expressie te zien. Binnen deze expressie staat ‘/d’ voor een getal tussen de 0-9. De ‘-’ staat voor een streepje die gebruikt wordt bij het invoeren van een geboortedatum. Deze reguliere expressie kan binnen een tekst een geboortedatum vinden zoals: 18-03-1995.



```
\d\d-\d\d-\d\d\d\d
```

Figuur 6.1 – Simpele reguliere expressie

Visual Basic for Applications

Visual Basic for Applications (VBA) is een programmeertaal bestemd om applicatieprogramma's mee te automatiseren en/of uit te breiden. VBA wordt voornamelijk gebruikt voor Microsoft Office-toepassingen (zoals Word, Excel en Access). VBA kan worden uitgevoerd als een interne programmeertaal binnen Microsoft Office. De grote kracht van VBA is dat bijna elke bewerking die met een muis, toetsenbord of een dialoogvenster uitgevoerd wordt, ook kan worden geautomatiseerd. De automatisering van repetitieve taken is een van de meest voorkomende toepassingen van VBA in Office [52].

De syntaxis van VBA is overgenomen van Visual Basic. De sterke kant van VBA is dat deze een eenvoudige integratie met het OLE-automation model biedt. *Object Linking and Embedding* (OLE) is een techniek die is ontwikkeld door Microsoft. OLE zorgt voor de communicatie tussen verschillende applicaties binnen Windows. Dit maakt het mogelijk om meerdere applicaties aan elkaar te koppelen. Hierdoor kunnen handmatige acties, zoals het zoeken naar objecten worden geautomatiseerd [53].

Gemaakte keuze

De gemaakte keuze voor het filteren van de relevante percentielwaardes uit het RTF-bestand is patroonvergelijking geworden. Er is onderzoek gedaan naar zowel patroonvergelijking als VBA. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat beide methodes toegepast kunnen worden voor het filteren van de relevante percentielwaardes. Echter is VBA wel een programmeertaal bestemd om met name Office-toepassingen (zoals Word, Excel en Access) mee te automatiseren en/of uit te breiden. Dit kan in een later stadium voor problemen zorgen, als de gefilterde waardes bijvoorbeeld naar het verslag verzonden moeten worden. Patroonvergelijking daarentegen is een programmeertaalafhankelijke oplossing. De meeste programmeertalen ondersteunen patroonvergelijking.

6.2 – Percentielwaardes opslaan

Nadat de relevante percentielwaardes uit het RTF-bestand zijn gefilterd moeten deze in het verslag (Carestream Vue Reporting) worden geplaatst. Uit onderzoek is gebleken dat Carestream Vue Reporting meerdere standaarden ondersteund voor het ontvangen van data.

Er is overlegd met het softwarebedrijf Philips Carestream Vue Reporting. Het bedrijf heeft geadviseerd om de resultaten uit Quantib ND in eerste instantie op te slaan als een nieuwe RTF-bestand en deze vervolgens te versturen naar Carestream Vue Reporting. Daarnaast is het ook mogelijk om de resultaten uit Quantib ND op te slaan in een XML-bestand en te versturen naar Carestream Vue Reporting. De laatste optie is om middels JSON de resultaten over het netwerk te versturen naar Carestream Vue Reporting.

Ook is overlegd met het softwarebedrijf Quantib ND. Deze gaf aan om middels DCMTK de resultaten uit Quantib ND op te slaan in een BMP-bestand (bitmap). Hierbij moet eerst een lege BMP-bestand gemaakt worden als bron image. Vervolgens kan middels img2dcm een secondary capture gemaakt worden (de tool img2dcm dient als conversietool van een standaard afbeeldingsindeling zoals JPEG of BMP naar DICOM). Daarna moeten de relevante percentielwaardes toegevoegd worden aan het BMP-bestand. Uiteindelijk kan het BMP-bestand verstuurd worden naar Carestream Vue Reporting.

RTF (Rich Text Format)

Rich Text Format (RTF) is een bestandsindeling ontwikkeld door Microsoft in 1987 waarmee tekstbestanden uitgewisseld kunnen worden tussen verschillende programma's en verschillende besturingssystemen. Voor RTF-bestanden wordt de bestandsextensie .rtf gebruikt [12].

Hoewel een normaal tekstbestand alleen platte tekst opslaat, kunnen RTF-bestanden extra informatie bevatten over bijvoorbeeld letterstijl, opmaak, afbeeldingen en meer. RTF-bestanden zijn uiterst handig voor het delen van documenten op verschillende platforms, omdat ze door veel applicaties worden ondersteund. RTF werd opgericht door het Microsoft Word-team en was bedoeld als een universeel formaat dat door de meeste tekstverwerkers kon worden gebruikt. Microsoft heeft de ontwikkeling van RTF in 2008 stopgezet, maar het wordt nog steeds breed ondersteund door applicaties op vrijwel elk besturingssysteem [54].

Voordelen en nadelen

- Bestandscompatibiliteit: Het belangrijkste kenmerk van een RTF-bestand is de compatibiliteit met tal van besturingssystemen en tekstverwerkingsapplicaties. RTF is een algemeen aanvaard documentformaat voor veel besturingssystemen en programma's. Ook kan elke tekstverwerker of teksteditor een RTF-document openen.
- Vrij van virussen: RTF heeft geen macro- of programmeermogelijkheden. Dat betekent dat een RTF-document niet gemakkelijk elk soort virus kan bevatten en verspreiden.

- Bestandsgrootte: als een bestand alleen tekstgegevens bevat, resulteert het opslaan van het bestand met de extensie .docx (Word) in een grotere bestandsgrootte. Als hetzelfde bestand echter wordt opgeslagen als een .rtf-bestand, is het kleiner dan het .docx-bestand. RTF-bestanden gebruiken op tekst gebaseerde codering. Dit is voordelig, omdat kleinere bestanden gemakkelijker te downloaden/uploaden zijn en ook schijfruimte besparen.
- Bestandsgrootte: als een bestand afbeeldingen bevat, is de bestandsgrootte veel groter dan het overeenkomstige .docx-bestand. RTF-documenten die afbeeldingen bevatten zijn niet gecomprimeerd en zijn dus veel groter dan hetzelfde document dat is opgeslagen in .docx. Dit is nadelig omdat het meer download/upload-tijd kost en meer schijfruimte in beslag neemt.
- Beveiliging: RTF-bestanden kunnen niet met een wachtwoord worden beveiligd. Als het bestand vertrouwelijke gegevens bevat die moeten worden beveiligd, is het raadzaam om Word te gebruiken.

[55], [56]

XML

Extensible Markup Language (XML) is een taal om gegevens gestructureerd als tekst op te slaan. XML is een opmaaktaal voor documenten die gestructureerde informatie bevatten. Een opmaaktaal is een mechanisme om structuren in een document mee te identificeren. De XML-specificatie definieert een standaardmanier om markeringen aan documenten toe te voegen. XML is een door de gebruiker gedefinieerd hiërarchisch gegevensformaat [57].

De indeling die daarbij gebruikt wordt is zowel machine leesbaar als leesbaar voor de mens. XML lijkt qua indeling veel op HTML, maar het grote verschil is dat HTML gebruikt wordt om gegevens op te maken, en XML om gegevens in te delen. XML wordt steeds vaker gebruikt om gegevens te versturen of uit te wisselen [58].

XML is platformonafhankelijk/programmeertaalafhankelijk en kan daarom ongeacht de hardware of het besturingssysteem op elke computer gelezen worden. Hierdoor is het eenvoudiger om gegevens te delen tussen verschillende systemen met verschillende hardware- en softwareconfiguratie [59].

XML ondersteunt unicode. Unicode is een internationale coderingsstandaard voor gebruik met verschillende talen en scripts, waarbij elke letter, elk cijfer of symbool een unieke numerieke waarde krijgt die van toepassing is op verschillende platforms en programma's. Met deze functie kan XML alle informatie verzenden die in een menselijke taal is geschreven [60]. Een voorbeeld van XML is te zien in figuur 6.2 [61].

Voordelen en nadelen

- Platformonafhankelijk: XML is platformonafhankelijk en programmeertaalafhankelijk, dus het kan op elk systeem worden gebruikt en ondersteunt de technologische verandering wanneer

dat gebeurt.

- Eenvoudig delen van gegevens: XML vereenvoudigt het delen van gegevens tussen verschillende systemen vanwege het platformonafhankelijke karakter. XML-gegevens vereisen geen conversie bij overdracht tussen verschillende systemen.
- Ondersteunt Unicode: XML ondersteunt Unicode waarmee het bijna alle informatie in elke geschreven menselijke taal kan communiceren.
- XML-syntax: De XML-syntax is uitgebreid en overbodig in vergelijking met andere op tekst gebaseerde gegevensoverdrachtindelingen zoals JSON.
- Minder goed leesbaar: Een XML-document is minder goed leesbaar in vergelijking met andere op tekst gebaseerde gegevensoverdrachtindelingen zoals JSON.
- Bestandsgrootte: XML-bestandsgroottes zijn meestal erg groot vanwege de uitgebreide aard.

[62]

```
<employees>
  <employee>
    <firstName>John</firstName> <lastName>Doe</lastName>
  </employee>
  <employee>
    <firstName>Anna</firstName> <lastName>Smith</lastName>
  </employee>
  <employee>
    <firstName>Peter</firstName> <lastName>Jones</lastName>
  </employee>
</employees>
```

Figuur 6.2 – Voorbeeld XML

JSON

JSON (*Javascript Object Notation*) is een gestandaardiseerd lichtgewicht gegevensformaat voor data-uitwisseling. JSON is ontworpen als een taal voor gegevensuitwisseling die gemakkelijk te lezen en schrijven is voor mensen (programmeurs). Daarnaast is het gemakkelijk voor machines/computers om te verwerken en te genereren [63].

JSON is ontstaan uit de programmeertaal Javascript, hierdoor lijkt de syntax van JSON veel op die van Javascript. JSON is een tekstformaat dat volledig taalafhankelijk is. Het lezen en maken van JSON-data

wordt door bijna alle programmeertalen ondersteund. De JSON-website heeft momenteel meer dan 175 tools voor 64 verschillende programmeertalen die bestaan om JSON-verwerking te integreren. JSON wordt voornamelijk gebruikt voor het verzenden en beantwoorden van API-verzoeken en is één van de populairste manieren voor het uitwisselen van gegevens op internet [64]. Een voorbeeld van JSON is te zien in figuur 6.3 [61].

Voordelen en nadelen

- Minder uitgebreid: JSON heeft een compactere stijl dan XML en is vaak beter leesbaar. De lichtgewicht gegevensformaat van JSON kan aanzienlijke verbeteringen aanbrengen in bijvoorbeeld RESTful API's die werken met complexe systemen.
- Goed leesbaar: De JSON-structuur is eenvoudig en goed leesbaar in vergelijking met andere op tekst gebaseerde gegevensoverdrachtindelingen zoals XML.
- Snelheid: JSON-syntaxis is zeer eenvoudig te gebruiken. De JSON-syntaxis is klein en licht. Doordat JSON over het algemeen minder gegevens gebruikt is deze ook sneller in vergelijking met andere op tekst gebaseerde gegevensoverdrachtindelingen zoals XML.
- Makkelijk: JSON is relatief gemakkelijk voor mensen om te lezen en te schrijven, en gemakkelijk voor software om te analyseren en te genereren.
- Getypeerd: JSON-objecten zijn getypeerd. Objecten kunnen een string, nummer, array of boolean zijn. In XML is data niet getypeerd waardoor alle data een string zijn.
- Onveilig: JSON kan gevaarlijk zijn als het wordt gebruikt met niet-vertrouwde services of niet-vertrouwde browsers.
- Geen foutafhandeling: JSON heeft geen foutafhandeling (*error handling*) voor zogenoemde JSON-oproepen (*JSON calls*).

[65], [66]

```
{ "employees": [  
  { "firstName": "John", "lastName": "Doe" },  
  { "firstName": "Anna", "lastName": "Smith" },  
  { "firstName": "Peter", "lastName": "Jones" }  
]}
```

Figuur 6.3 – Voorbeeld JSON

XML vs. JSON

Uit onderzoek is gebleken dat zowel JSON als XML gebruikt kunnen worden voor het opslaan van gegevens. Daarnaast is ook gebleken dat beide talen een gegevensformaat zijn voor het uitwisselen van data.

Belangrijkste overeenkomsten

- Platformonafhankelijk: Zowel JSON als XML zijn platformonafhankelijk en programmeertaalafhankelijk en kunnen dus op elke systeem worden gebruikt.
- Zelf beschrijvend: Zowel JSON als XML zijn op tekst gebaseerde, door mensen leesbare formaten.
- Hiërarchisch: Zowel JSON als XML zijn hiërarchisch. Hierbij zijn waardes opgeslagen binnen waardes.
- XMLHttpRequest: Zowel JSON als XML ondersteunen XMLHttpRequests. Dit is een methode om XML of JSON te versturen van en naar een webserver middels HTTP.

Belangrijkste voordelen van JSON

- Getypeerd: JSON-objecten zijn getypeerd. Objecten kunnen een string, nummer, array of boolean zijn. In XML is data niet getypeerd waardoor alle data een string zijn.
- Goed leesbaar: De JSON-structuur is eenvoudig en goed leesbaar. JSON is relatief gemakkelijk voor mensen om te lezen en te schrijven, en gemakkelijk voor software om te analyseren en te genereren.
- Snelheid: JSON-syntaxis is zeer eenvoudig te gebruiken. De JSON-syntaxis is klein en licht. Doordat JSON over het algemeen minder gegevens gebruikt is deze ook sneller in vergelijking met XML.

Belangrijkste nadelen van JSON

- Geen foutafhandeling: JSON heeft geen foutafhandeling (*error handling*) voor zogenoemde JSON-oproepen (JSON calls)
- Onveilig: JSON kan gevaarlijk zijn als het wordt gebruikt met niet-vertrouwde services of niet-vertrouwde browsers.
- UTF-8-codering: Het ondersteunt alleen UTF-8-codering. XML daarentegen ondersteunt Unicode.

Belangrijkste voordelen van XML

- Foutafhandeling: XML heeft foutafhandeling (*error handling*).
- Veilig: XML is veiliger dan JSON
- Unicode: XML ondersteunt Unicode waarmee het bijna alle informatie in elke geschreven menselijke taal kan communiceren.

Belangrijkste nadelen van XML

- Niet getypeerd: In XML is data niet getypeerd waardoor alle data een string zijn.
- Minder goed leesbaar: Een XML-document is minder goed leesbaar. De XML-syntaxis is uitgebreid en overbodig in vergelijking met JSON.
- Bestandsgrootte: XML-bestandsgroottes zijn meestal erg groot vanwege de uitgebreide aard. Dit zorgt ervoor dat XML trager is dan JSON.

Samenvatting

Uit onderzoek is gebleken dat JSON en XML twee bestandsindelingen zijn voor het opslaan en uitwisselen van gegevens. Beide zijn op tekst gebaseerde, door mensen leesbare formaten. Ook zijn beide taalonafhankelijk. En beide hebben ook zo hun voor- en nadelen. Een van de fundamentele verschillen tussen de twee is dat JSON een data-uitwisselingsformaat is, terwijl XML een document-uitwisselingsformaat is.

Voor het delen van documenten is XML de juiste keuze. Dit komt doordat gegevenstypen, zoals grafieken en afbeeldingen toegevoegd kunnen worden aan XML-bestanden. Daarnaast kun je met XML de structuur, of de indeling van gegevens overdragen. JSON daarentegen is alleen geschikt voor het overbrengen van gegevens zonder opmaak [67].

JSON wordt met name gebruikt voor het delen van data. Hierbij wordt data opgeslagen in arrays en records. Deze structuur is bekend bij de meeste objectgeoriënteerde talen. Om deze reden is JSON geschikte bestandsindeling voor web-API's [68].

BMP

BMP (bitmap) is een bestandsindeling voor rasterafbeeldingen. De bitmap bestaat al sinds 1990 en werd geïntroduceerd met de komst van Windows 3.0. De bitmap gebruikt kleurdiepten van maximaal 32 bits per pixel, maar kan geen metagegevens of transparanten opslaan [69].

Bitmap, ookwel *Device Independent Bitmap* (DIB) genoemd is ontworpen door de Windows Corporation om eenvoudig afbeeldingen uit te wisselen tussen verschillende apparaten zonder hierbij zorgen te maken over de logica van het apparaat om rasterafbeeldingen op het scherm te weergeven [70].

Technisch gezien is een bitmapafbeelding een niet-gecomprimeerde bestandsindeling, wat betekent dat elke pixel van een afbeelding een eigen bit (of groep bits) in het bestand heeft. Doordat bitmapafbeeldingen niet-gecomprimeerde gegevens kunnen opslaan zijn ze goed voor archiveringsdoeleinden en beeldverwerking [71].

Het grootste nadeel van BMP-bestanden is dat deze meestal niet gecomprimeerd zijn. Daarom zijn BMP-bestanden vaak veel groter dan wel grafische gecomprimeerde bestanden. Om deze reden worden BMP-bestanden zelden gebruikt. In plaats daarvan worden JPG-bestanden en/of PNG-bestanden gebruikt [72].

Voordelen en nadelen

- Gemakkelijk delen en bewerken: Bitmaps kunnen gemakkelijk bewerkt en gedeeld worden. Er zijn veel softwareapplicaties beschikbaar voor het bekijken, maken en bewerken van bitmaps.
- Archivering en beeldverwerking: Doordat bitmaps niet-gecomprimeerde gegevens kunnen opslaan zijn ze goed voor archiveringsdoeleinden en beeldverwerking.
- Scherp en hoogwaardig: Bitmaps kunnen worden gebruikt voor het opslaan van scherpe en hoogwaardige afbeeldingen omdat het kleurgegevens voor elke pixel in de afbeelding kan opslaan zonder enige compressie.
- Bestandsgrootte: Bitmaps zijn geheugenintensief en hoe hoger de resolutie, hoe groter de bestandsgrootte. Een niet-gecomprimeerde afbeelding kan behoorlijk groot zijn vanwege de hoeveelheid informatie die nodig is om alle pixels in de verschillende kleuren weer te geven. Zo een bestand kan lang duren om te laden, verzenden of ontvangen.
- Verouderd: Het BMP-bestandsformaat wordt momenteel beschouwd als een verouderde bestandsindeling

[73], [74], [75]

Gemaakte keuze

Er is gekozen om de relevante percentielwaardes afkomstig uit Quantib ND op te slaan als een nieuwe RTF-bestand en deze door te sturen naar Carestream Vue Reporting. RTF-bestanden zijn uiterst handig voor het delen van documenten op verschillende platforms, omdat ze door veel applicaties worden ondersteund, waaronder Carestream Vue Reporting. Daarnaast willen de stakeholders dat binnen het verslag (Vue Reporting) de percentielwaardes worden toegevoegd met de optie die te kunnen verwijderen als gebruikers vinden dat ze niet accuraat zijn. Na het plaatsen van het RTF-bestand in het verslag is het mogelijk om de percentielwaardes aan te passen en/of te verwijderen.

Een alternatief is om de relevante percentielwaardes afkomstig uit Quantib ND op te slaan als een nieuwe XML-bestand. XML is een taal om gegevens gestructureerd als tekst op te slaan. XML wordt steeds vaker gebruikt om gegevens te versturen of uit te wisselen. Uit onderzoek is gebleken dat Carestream Vue Reporting XML kan ontvangen. Zo is het mogelijk om de relevante percentielwaardes in het verslag te plaatsen met de optie die te kunnen verwijderen als gebruikers vinden dat ze niet accuraat zijn.

Het verzenden van data over het netwerk middels JSON is ook mogelijk. JSON is een gestandaardiseerd lichtgewicht gegevensformaat voor data-uitwisseling. Uit onderzoek is gebleken dat Carestream Vue Reporting ook JSON kan ontvangen. Ook bij deze standaard is het mogelijk om de relevante percentielwaardes in het verslag te plaatsen met de optie die te kunnen verwijderen als gebruikers vinden dat ze niet accuraat zijn. Echter is pas in een later stadium binnen het afstuderen ontdekt dat Carestream Vue Reporting JSON kan ontvangen. Om deze reden is in een eerder stadium binnen het afstuderen al gekozen voor XML.

De laatste oplossing, het opslaan van de relevante percentielwaardes in een BMP-bestand, is minder handig. De resultaten worden opgeslagen in een BMP-bestand, wat te vergelijken is met een afbeelding. Het is enkel mogelijk om de gehele BMP-bestand aan te passen of te verwijderen en niet de afzonderlijke percentielwaardes.

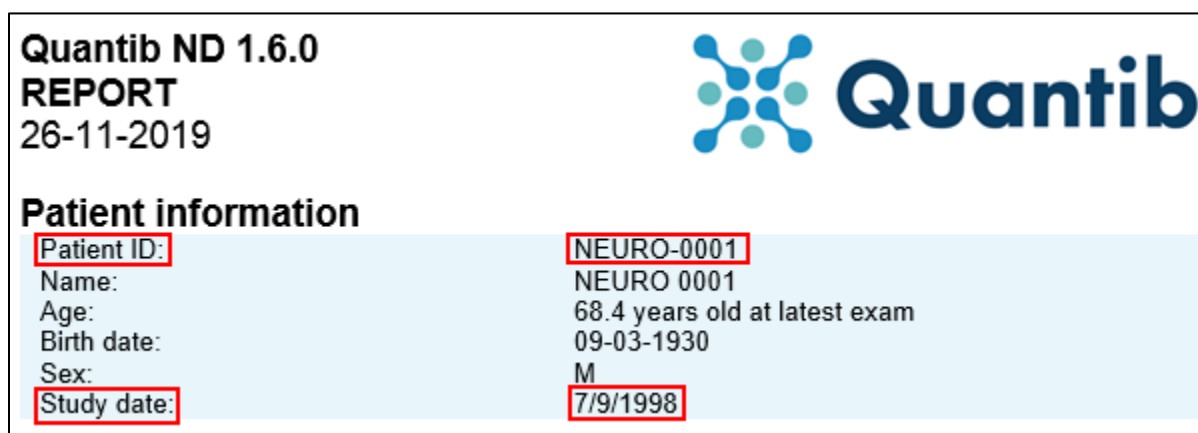
6.3 – Metadata ophalen uit DICOM-bestanden

Om de juiste scan bij de juiste patiënt te krijgen is de volgende metadata benodigd:

- AccessionNumber
- PatientBirthDate
- PatientID
- PatientSex
- StudyDate
- StudyInstanceUID

Deze metadata staat opgeslagen in de DICOM-bestanden. Het is de bedoeling dat deze metadata wordt opgeslagen samen met de percentielwaardes, zodat het uiteindelijk bij de juiste patiënt en de bij de juiste scan komt.

Om deze metadata te krijgen moet eerst middels patroonvergelijking de “PatientID” en “StudyDate” uit het RTF-bestand worden gefilterd. In figuur 6.4 zijn deze waarden in het rood te zien. Vervolgens worden deze waarden vergeleken met ook weer de “PatientID” en “StudyDate” afkomstig uit de DICOM-bestanden om na te gaan of het RTF-bestand wel bij de juiste DICOM-bestanden hoort. Als deze vergelijking klopt kunnen ook de overige metadata gegevens worden opgehaald uit de DICOM-bestanden. Indien deze vergelijking niet klopt hoort het RTF-bestand niet bij de DICOM-bestanden. Nadat alle metagegevens zijn opgehaald uit de DICOM-bestanden worden deze opgeslagen in het RTF-bestand/XML-bestand.



Quantib ND 1.6.0
REPORT
 26-11-2019

Patient information

Patient ID:	NEURO-0001
Name:	NEURO 0001
Age:	68.4 years old at latest exam
Birth date:	09-03-1930
Sex:	M
Study date:	7/9/1998

Figuur 6.4 – PatientID en StudyDate binnen het RTF-bestand

6.4 – Deelconclusie

Het is de bedoeling dat de resultaten uit Quantib ND automatisch in het Carestream Vue Reporting systeem moeten komen. Om dit mogelijk te maken moeten eerst per kwab en hippocampus de percentielen uit het RTF-bestand gefilterd worden. Uit onderzoek is gebleken dat dit op twee verschillende manieren kan. Het is mogelijk om de percentielwaardes middels patroonvergelijking (*pattern matching*) uit het RTF-bestand te halen. De tweede manier is om middels de programmeertaal Visual Basic for Applications het RTF-bestand te openen en vervolgens te doorzoeken naar de percentielwaardes. De gemaakt keuze voor het filteren van de relevante percentielwaardes uit het RTF-bestand is patroonvergelijking geworden.

Nadat de relevante percentielwaardes uit het RTF-bestand zijn gefilterd moeten deze in het verslag (Carestream Vue Reporting) worden geplaatst. Ook bij deze fase zijn er meerdere mogelijkheden. Zo is het mogelijk om de resultaten uit Quantib ND op te slaan als een nieuwe RTF-bestand en deze vervolgens te versturen naar het verslag (Carestream Vue Reporting). Daarnaast is het mogelijk om de relevante percentielwaardes afkomstig uit Quantib ND op te slaan als een nieuwe XML-bestand. Het is ook mogelijk om de percentielwaardes te verzenden over het netwerk middels JSON. Tot slot is het mogelijk om middels DCMTK de resultaten uit Quantib ND op te slaan in een BMP-bestand (bitmap) en deze vervolgens te versturen naar het verslag.

Er is gekozen om de relevante percentielwaardes afkomstig uit Quantib ND op te slaan als een nieuwe RTF-bestand. Indien dit in de praktijk niet mogelijk is zal er een alternatief worden toegepast: De relevante percentielwaardes afkomstig uit Quantib ND op slaan als een XML-bestand.

Om de juiste scan bij de juiste patiënt te krijgen is metadata benodigd. Deze metadata wordt uit de DICOM-bestanden gehaald en samen met de percentielwaardes opgeslagen in het RTF-bestand/XML-bestand.

7 – Ontwerp automatisering /mogelijke toepassing

In dit hoofdstuk zal er een ontwerp van de mogelijke toepassing/automatisering gemaakt worden. Er zal gebruik gemaakt worden van de onderzoeksmethode IT-architectuur schetsen (*IT architecture sketching*).

7.1 - Het C4-model voor software architectuur

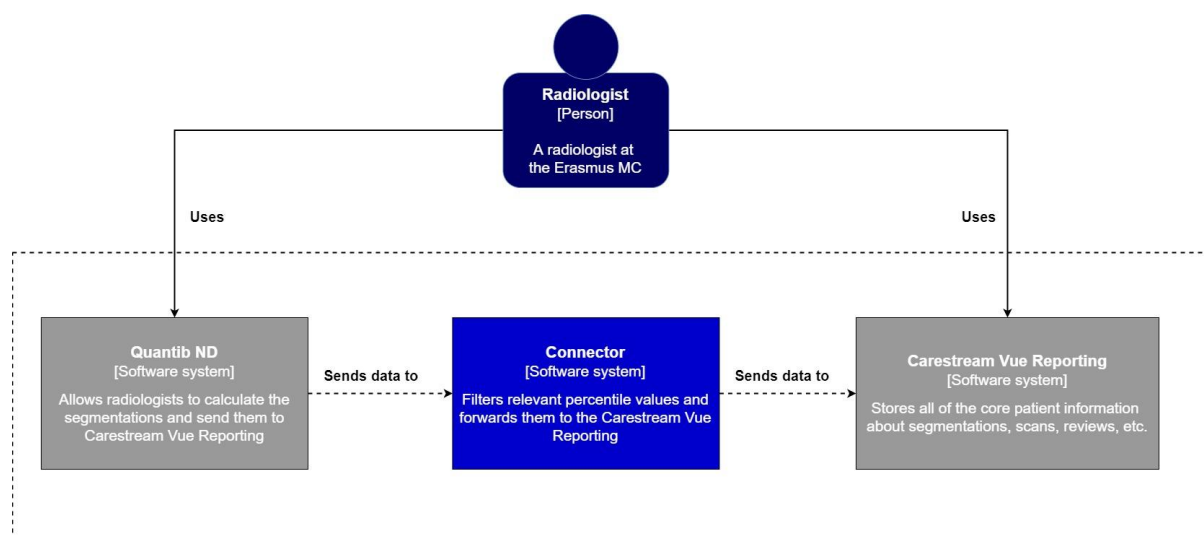
Om de mogelijke toepassing/automatisering te visualiseren is gebruik gemaakt van de modeleringstechniek C4. Het C4-model is een eenvoudige manier om software-architectuur op verschillende abstractieniveaus mee te communiceren. Het C4-model bestaat uit een hiërarchische set software-architectuurdiagrammen voor context, containers, componenten en code [76].

Het gehele systeem wordt in verschillende lagen gevisualiseerd, waarbij er bij elke laag meer details worden toegevoegd. In de onderstaande diagrammen is per diagram een laag van het C4-model verwerkt. Binnen de diagrammen zijn sommige blokken blauw en sommige grijs.

De blauwe blokken zijn binnen deze afstudeeropdracht geïmplementeerd. De grijze blokken daarentegen zijn onderdeel van het gehele systeem, maar vallen buiten de scope.

Systeem context diagram

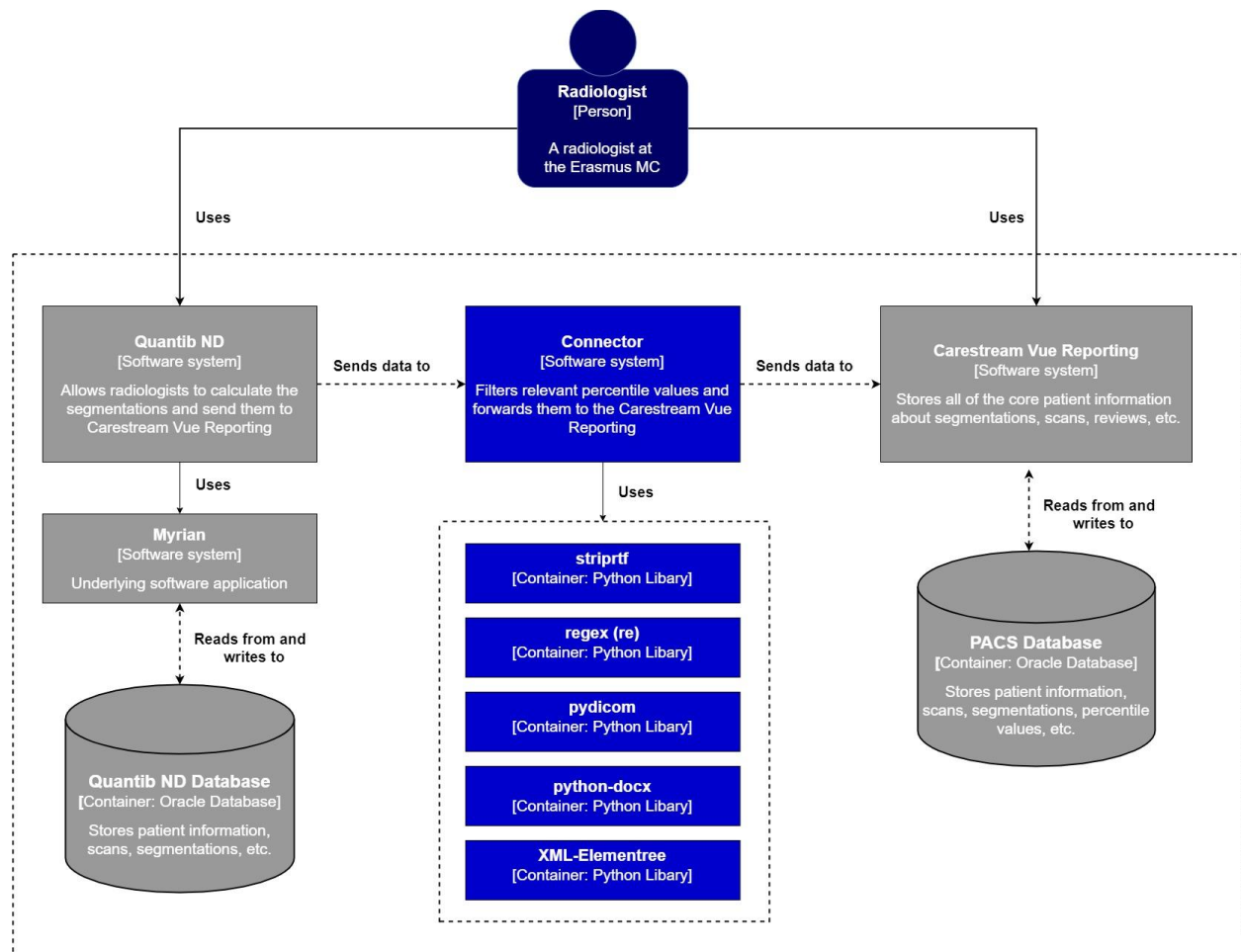
Binnen het systeem context diagram (figuur 7.1) zijn drie systemen te onderscheiden waar de eindgebruikers (hier versimpelt als Radiologist) mee te maken hebben. De eindgebruikers maken enkel gebruik van de softwaresystemen Quantib ND en Carestream Vue Reporting. De zogenoemde “Connector” zorgt ervoor dat de softwaresystemen (op aanvraag van de gebruiker) met elkaar kunnen communiceren.



Figuur 7.1 – Systeem context diagram

Container diagram

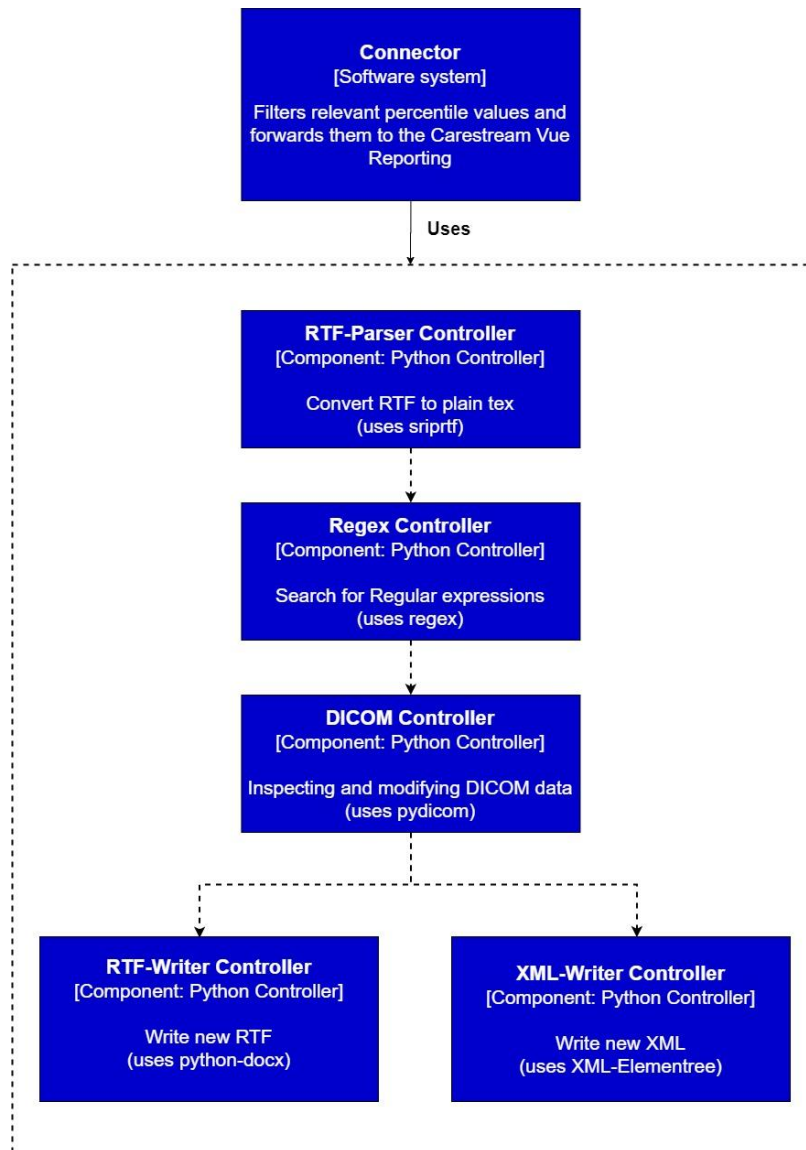
Ook binnen het container diagram (figuur 7.2) is te zien dat de eindgebruiker enkel gebruik maakt van Quantib ND en Carestream Vue Reporting. Deze softwaresystemen communiceren met onder andere databases voor het ophalen en/of schrijven van gegevens. De zogenoemde “Connector” maakt gebruik van verschillende containers om de aanvraag van de eindgebruiker te vervullen.



Figuur 7.2 – Container diagram

Component diagram

Binnen de component diagram (figuur 7.3) is te zien dat de zogenoemde “Connector” meerdere componenten heeft. Deze componenten zijn onderdeel van de Python applicatie. De componenten communiceren zowel onderling als met de zogenoemde “Connector”.



Figuur 7.3 – Component diagram

7.2 – Gebruikte modules/bibliotheeken

Voor het realiseren van het prototype is gebruik gemaakt van meerdere modules/bibliotheeken van derde partijen. Deze paragraaf bevat een lijst met alle gebruikte software.

Modules binnen Python voor het filteren van de percentielwaarden

Module/ Bibliotheek	Omschrijving
striprt	Dit is een eenvoudige bibliotheek om rtf-bestanden te converteren naar python-strings. Veel medische documenten zijn geschreven in rtf-formaat, wat niet ideaal is voor parsing en verdere verwerking. Deze bibliotheek converteert het naar gewone oude tekst [77].
regex (re)	Deze module biedt reguliere expressie-overeenkomsten vergelijkbaar met die gevonden in Perl. Zowel patronen als te zoeken strings kunnen zowel Unicode-strings als 8-bit strings zijn [78]. Een RegEx of reguliere expressie is een reeks tekens die een zoekpatroon vormen. RegEx kan worden gebruikt om te controleren of een string het opgegeven zoekpatroon bevat [79].

Modules binnen Python voor het ophalen van de metadata

Module/ Bibliotheek	Omschrijving
pydicom	Pydicom is een puur python-pakket voor het werken met DICOM-bestanden. Het is gemaakt voor het inspecteren en wijzigen van DICOM-gegevens op een eenvoudige manier [80].

Modules binnen Python voor het opslaan van de percentielwaarden

Module/ Bibliotheek	Omschrijving
python-docx	Python-docx is een Python-bibliotheek voor het maken en bijwerken van Microsoft Word-bestanden (.docx) [81].

XML-ElementTree	Python heeft een ingebouwde bibliotheek, ElementTree, die functies heeft om XML's (en andere vergelijkbare gestructureerde bestanden) te lezen en te manipuleren [82].
-----------------	--

8 – Aantonen dat de oplossing efficiënter en betrouwbaarder is voor de gebruiker

In dit hoofdstuk zal worden bekeken of de ontwikkelde automatisering/toepassing juist is. Er wordt gebruik gemaakt van de onderzoeksmethode product review. Hierbij doorlopen de gebruikers de ontwikkelde automatisering/toepassing met als doel nagaan of het product voldoet aan de vooraf ingestelde kwaliteitsnormen en dat alle overeengekomen eisen deel uitmaken van het product.

8.1 – Prototype (Connector)

Op basis van alle onderzoek is er een prototype gebouwd, genaamd “Connector”. Eerst zijn de relevante percentielwaardes gefilterd uit het RTF-bestand middels patroonvergelijking. Daarna is de metadata uit de DICOM-bestanden gehaald. Vervolgens is alle data opgeslagen als een nieuwe RTF-bestand en als een nieuwe XML-bestand.

Er is gebruik gemaakt van de Python bibliotheek, regex, om de relevante percentielwaardes te filteren. Daarnaast is gebruik gemaakt van de Python bibliotheek, python-docx, om een RTF-bestand op te maken en te genereren. In figuur 8.1 is te zien hoe het RTF-bestand eruitziet binnen Microsoft Word. Binnen Microsoft Word is het RTF-bestand goed leesbaar, maar helaas is dat niet het geval binnen Notepad (zie figuur 8.2). De Python bibliotheek, python-docx, was helaas niet de juiste bibliotheek voor het creëren van zuivere RTF-bestanden. Er is gezocht naar andere RTF-bibliotheken binnen Python, maar helaas zijn deze niet gevonden.

Om deze reden is samen met het softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, besloten om de relevante percentielwaardes op te slaan als een XML-bestand (zie figuur 8.3).

Structure	Left Percentile	Right Percentile
Hippocampus	26.0	21.7
Frontal Lobe	87.5	91.7
Occipital Lobe	11.5	17.6
Parietal Lobe	27.4	44.5
Temporal Lobe	43.0	42.6

Figuur 8.1 – RTF-bestand geopend in Word



Figuur 8.2 – RTF-bestand geopend in Notepad

```
<?xml version="1.0"?>
- <percentiles>
-   <metadata>
-     <field1 name="Accession Number"/>
-     <field2 name="Study Instance UID">1.2.528.11028.12023851125129395277550049271295293567248022793790</field2>
-     <field3 name="Study Date">19980907</field3>
-     <field4 name="PatientID">NEURO-0001</field4>
-     <field5 name="Patient's Birth Date">19300309</field5>
-     <field6 name="Patient's Sex">M</field6>
-   </metadata>
-   <percentile>
-     <field1 name="Structure">Hippocampus</field1>
-     <field2 name="Left Percentile">26.0</field2>
-     <field3 name="Right Percentile">21.7</field3>
-   </percentile>
-   <percentile>
-     <field1 name="Structure">Frontal Lobe</field1>
-     <field2 name="Left Percentile">87.5</field2>
-     <field3 name="Right Percentile">91.7</field3>
-   </percentile>
-   <percentile>
-     <field1 name="Structure">Occipital Lobe</field1>
-     <field2 name="Left Percentile">11.5</field2>
-     <field3 name="Right Percentile">17.6</field3>
-   </percentile>
-   <percentile>
-     <field1 name="Structure">Parietal Lobe</field1>
-     <field2 name="Left Percentile">27.4</field2>
-     <field3 name="Right Percentile">44.5</field3>
-   </percentile>
-   <percentile>
-     <field1 name="Structure">Temporal Lobe</field1>
-     <field2 name="Left Percentile">43.0</field2>
-     <field3 name="Right Percentile">42.6</field3>
-   </percentile>
- </percentiles>
```

Figuur 8.3 – XML-bestand

8.2 – Opbouw van het prototype

Het prototype (Connector) is opgebouwd uit verschillende controllers die met elkaar communiceren:

- RTFParserController
- RegexController
- DICOMController
- RTFWriterController
- XMLWriterController

Binnen deze paragraaf wordt beschreven wat de functie is van de verschillende controllers en waarvoor ze worden gebruikt.

RTFParserController

In figuur 8.4 is te zien hoe het RTF-bestand genaamd “0.1.20191126104143.rtf” wordt geconverteerd van RTF naar python-strings. Simpel gezegd wordt het RTF-bestand uitgelezen en vervolgens omgezet naar bruikbare tekst door de RTFParserController.

```
class RTFParserController:
    # Read out RTF file
    rtf = open('0.1.20191126104143.rtf').read()
    text = rtf_to_text(rtf)
```

Figuur 8.4 - RTFParserController

RegexController

De RegexController zorgt ervoor dat de waardes “PatientID”, “StudyDate” en alle relevante percentielwaardes uit de tekst (het RTF-bestand) worden gefilterd en opgeslagen. Dit is terug te zien in figuur 8.5.

```
class RegexController:
    # Filter PatientID from RTF
    PatientID = re.compile(r'\w\w\w\w\w-\d\d\d\d')
    mo = PatientID.search(RTFParserController.text)
    FinalPatientID = mo.group()

    # Filter StudyDate from RTF
    StudyDate = re.compile(r'\d[/]\d[/]\d\d\d\d')
    po1 = StudyDate.search(RTFParserController.text)
    FinalStudyDate = po1.group()

    # Change StudyDate from RTF to dateformat DD/MM/YYYY
    datetimeobject = datetime.strptime(FinalStudyDate, '%d/%m/%Y')
```

```

Formatted_RTF_StudyDate = datetimeobject.strftime('%d/%m/%Y')

# Filter Percentiles from RTF and clean them
Percentiles = re.findall('[\d\d\d\d\d\d\d\d]', RTFParserController.text)
CleanPercentiles = [s.strip('|') for s in Percentiles]
NewPercentiles = CleanPercentiles[5:]

```

Figuur 8.5 - RegexController

DICOMController

De DICOMController haalt alle benodigde metadata uit de DICOM-bestanden die staan opgeslagen in de map “neuro-0001”. In figuur 8.6 is te zien dat eerst alle DICOM-bestanden worden gescand en vervolgens de benodigde metadata eruit wordt gehaald en wordt opgeslagen.

```

class DICOMController:
    # Get metadata from DICOM-files
    PathDicom = "./neuro-0001/"
    lstFilesDCM = [] # create an empty list
    for dirName, subdirList, fileList in os.walk(PathDicom):
        for filename in fileList:
            if ".dcm" in filename.lower(): # check whether the file's DICOM
                lstFilesDCM.append(os.path.join(dirName, filename))
    RefDs = dicom.read_file(lstFilesDCM[1])

    # Change StudyDate from DICOM to dateformat DD/MM/YYYY
    datetimeobject = datetime.strptime(RefDs.StudyDate, '%Y%m%d')
    Formatted_DICOM_StudyDate = datetimeobject.strftime('%d/%m/%Y')

    DICOM_AccessionNumber = RefDs.AccessionNumber
    DICOM_StudyInstanceUID = RefDs.StudyInstanceUID
    DICOM_StudyDate = Formatted_DICOM_StudyDate
    DICOM_PatientID = RefDs.PatientID
    DICOM_PatientBirthDate = RefDs.PatientBirthDate
    DICOM_PatientSex = RefDs.PatientSex

```

Figuur 8.6 – DICOMController

RTFWriterController

De RTFWriterController maakt eerst een nieuw document aan. Vervolgens maakt de RTFWriterController een nieuwe tabel binnen het document aan. Daarna haalt de RTFWriterController alle relevante percentielwaarden op van de RegexController en slaat deze op in velden binnen de tabel. Tot slot zorgt de RTFWriterController ervoor dat de tabel de juiste opmaak krijgt, zoals een blauwe achtergrond. In figuur 8.7 is de code terug te zien van de RTFWriterController. In figuur 8.1 is de output (tabel binnen het RTF-bestand) terug te zien van de RTFWriterController.

```

class RTFWriterController:
    # Make new RTF file
    document = Document()

    records = (
        ('Hippocampus', RegexController.NewPercentiles[0],
RegexController.NewPercentiles[1]),
        ('Frontal Lobe', RegexController.NewPercentiles[2],
RegexController.NewPercentiles[3]),
        ('Occipital Lobe ', RegexController.NewPercentiles[4],
RegexController.NewPercentiles[5]),
        ('Parietal Lobe', RegexController.NewPercentiles[6],
RegexController.NewPercentiles[7]),
        ('Temporal Lobe', RegexController.NewPercentiles[8],
RegexController.NewPercentiles[9])
    )

    table = document.add_table(rows=1, cols=3)

    hdr_cells = table.rows[0].cells
    hdr_cells[0].text = 'Structure'
    hdr_cells[1].text = 'Left Percentile'
    hdr_cells[2].text = 'Right Percentile'
    for structure, left_percentile, right_percentile in records:
        row_cells = table.add_row().cells
        row_cells[0].text = str(structure)
        row_cells[1].text = left_percentile
        row_cells[2].text = right_percentile

    for i in range(3):
        paragraph = hdr_cells[i].paragraphs[0]
        run = paragraph.runs
        font = run[0].font
        font.bold = True
        font.color.rgb = RGBColor(255, 255, 255)
        font.size = Pt(11)

    for j in range(1, 6):
        hdr_cells2 = table.rows[j].cells
        paragraph = hdr_cells2[0].paragraphs[0]
        run = paragraph.runs
        font = run[0].font
        font.bold = True

    for row in table.rows:
        for cell in row.cells:
            paragraphs = cell.paragraphs
            for paragraph in paragraphs:
                for run in paragraph.runs:
                    font = run.font
                    font.name = 'Calibri'

    for k in range(3):
        table.rows[0].cells[k]._tc.get_or_add_tcPr().append(

```

```

        parse_xml(r'<w:shd {} w:fill="168DC2"/>'.format(nsdecls('w'))))

    for l in range(3):
        table.rows[1].cells[1]._tc.get_or_add_tcPr().append(
            parse_xml(r'<w:shd {} w:fill="D1EEFA"/>'.format(nsdecls('w'))))
        table.rows[2].cells[1]._tc.get_or_add_tcPr().append(
            parse_xml(r'<w:shd {} w:fill="D1EEFA"/>'.format(nsdecls('w'))))
        table.rows[3].cells[1]._tc.get_or_add_tcPr().append(
            parse_xml(r'<w:shd {} w:fill="D1EEFA"/>'.format(nsdecls('w'))))
        table.rows[4].cells[1]._tc.get_or_add_tcPr().append(
            parse_xml(r'<w:shd {} w:fill="D1EEFA"/>'.format(nsdecls('w'))))
        table.rows[5].cells[1]._tc.get_or_add_tcPr().append(
            parse_xml(r'<w:shd {} w:fill="D1EEFA"/>'.format(nsdecls('w'))))

    document.save('demo.rtf')

```

Figuur 8.7 – RTFWriterController

XMLWriterController

De eerste stap die de XMLWriterController uitvoert is vergelijken of het RTF-bestand wel bij de juiste DICOM-bestanden hoort. Dit doet de XMLWriterController door de “PatientID” en de “StudyDate” afkomstig van de RegexController te vergelijken met ook weer de “PatientID” en de “StudyDate” afkomstig van de DICOMController. Als deze vergelijking klopt, haalt de XMLWriterController de overige metadata op van de DICOMController en slaat deze op in het XML-bestand. Tot slot haalt de XMLWriterController ook de percentielwaardes afkomstig uit de RegexController op en slaat ook deze waardes op in het XML-bestand. In figuur 8.8 is de code terug te zien van de XMLWriterController. In figuur 8.3 is de output (het XML-bestand) terug te zien van de XMLWriterController.

```

class XMLWriterController:
    if (RegexController.FinalPatientID == DICOMController.PatientID and
    RegexController.Formatted_RTF_StudyDate ==
    DICOMController.Formatted_DICOM_StudyDate):
        print("DICOM bestanden en RTF-bestand zijn juist. Er wordt een nieuwe XML-
        bestand gemaakt")

        structure = ["Hippocampus", "Frontal Lobe", "Occipital Lobe", "Parietal
        Lobe", "Temporal Lobe"]

        percentiles = ET.Element("percentiles")

        metadata = ET.SubElement(percentiles, "metadata")
        ET.SubElement(metadata, "field1", name="Accession Number").text =
        DICOMController.DICOM_AccessionNumber
        ET.SubElement(metadata, "field2", name="Study Instance UID").text =
        DICOMController.DICOM_StudyInstanceUID
        ET.SubElement(metadata, "field3", name="Study Date").text =
        DICOMController.DICOM_StudyDate
        ET.SubElement(metadata, "field4", name="PatientID").text =

```

```

DICOMController.DICOM_PatientID
    ET.SubElement(metadata, "field5", name="Patient's Birth Date").text =
DICOMController.DICOM_PatientBirthDate
    ET.SubElement(metadata, "field6", name="Patient's Sex").text =
DICOMController.DICOM_PatientSex

    for i in range(5):
        percentile = ET.SubElement(percentiles, "percentile")
        ET.SubElement(percentile, "field1", name="Structure").text = structure[i]
        if i % 2 == 0:
            ET.SubElement(percentile, "field2", name="Left Percentile").text =
RegexController.NewPercentiles[i]
        if i % 2 == 1:
            ET.SubElement(percentile, "field3", name="Right Percentile").text =
RegexController.NewPercentiles[i]

        tree = ET.ElementTree(percentiles)
        tree.write("percentiles.xml")

    else:
        print("DICOM bestanden horen niet bij RTF-bestand")

```

Figuur 8.8 – XMLWriterController

8.3 – Product review

In de huidige situatie wordt door de radiologen gebruik gemaakt van de verslagleggingstool, G2 SpeechReport. In de toekomst zal deze verslagleggingstool vervangen worden door Philips Carestream Vue Reporting. De mogelijkheden voor het verzenden van het XML-bestand naar Carestream Vue Reporting zijn momenteel beperkt. Hierdoor is het reviewen van het prototype met de gebruikers ongunstig.

Er is samen met het softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, gekeken hoe de waardes binnen het XML-bestand in het verslag geplaatst kunnen worden. Uit dit onderzoek is gebleken dat het XML-bestand de juiste indeling heeft, maar wel een unieke naam moet bevatten. De bestandsnaam moet bestaan uit de “PatientID” en “AccessionNumber”. Vervolgens is het de bedoeling dat het XML-bestand in een folder genaamd “pacs-vna-nirth.uw-acc.erasmusmc.nl” binnen Carestream Vue Reporting wordt geplaatst. Philips Carestream Vue Reporting leest vervolgens deze folder uit, interpreteert de XML en slaat dit op in de Vue Reporting database als een dataveld zodat dit veld automatisch kan worden opgenomen in het verslag van de radioloog.

Middels deze automatisering/toepassing wordt het manier van werken efficiënter en betrouwbaarder. De eindgebruiker (radioloog) hoeft de percentielwaardes niet meer van het ene naar het andere systeem over te typen of dicteren. Dit is efficiënt voor de eindgebruiker en is daarnaast ook betrouwbaarder omdat er geen typ en- of dicteerfouten worden gemaakt.

Tot slot is ook gekeken naar welke beperkingen het prototype in de praktijk met zich meebrengt. Uit onderzoek is gebleken dat de reguliere expressies in de praktijk misschien moeten worden aangepast.

Patroonvergelijking

Momenteel worden de “PatientID”, “StudyDate” en de relevante percentielwaardes middels patroonvergelijking uit het voorbeeld RTF-bestand gefilterd. Er is binnen dit voorbeeld RTF-bestand gekeken hoe de waardes zijn opgebouwd. Op basis daarvan zijn er reguliere expressies samengesteld die de waardes uit het RTF-bestand filteren (zie figuur 8.9).

Label	Waarde	Reguliere Expressie
PatientID	NEURO-0001	\w\w\w\w\w-\d\d\d\d
StudyDate	7/9/1998	\d[/]\d[/]\d\d\d\d
Percentielwaarde(s)	26.0	[]\d\d[.]\d[]

Figuur 8.9 – Overzicht reguliere expressies voor het filteren van de waardes

Het kan voorkomen dat in de praktijk de waardes binnen het RTF-bestand anders zijn opgebouwd. Op basis van deze waardes die in de praktijk worden gebruikt moeten de reguliere expressies naar worden aangepast.

DICOM-bestanden

Naast patroonvergelijking wordt ook gebruik gemaakt van voorbeeld DICOM-bestanden om de metadata uit op te halen. Het uitlezen van de metadata uit de DICOM-bestanden is echter betrouwbaarder in vergelijking tot patroonvergelijking. Hierbij is het namelijk mogelijk om de waardes uit de DICOM-bestanden te halen door deze aan te spreken op hun naam. In figuur 8.10 zijn de waardes afkomstig uit de DICOM-bestanden te zien.

Naam	Waarde
Accession Number	
Study Instance UID	1.2.528.11028.12023851125129395277550049271295293567248022793790
Study Date	19980907
PatientID	NEURO-0001
Patient's Birth Date	19300309
Patient's Sex	M

Figuur 8.10 – Overzicht metadata afkomstig uit DICOM-bestanden

8.3 – Deelconclusie

Op basis van alle onderzoek is er een prototype gebouwd, genaamd “Connector”. Deze prototype maakt het mogelijk om de relevante percentielwaardes middels patroonvergelijking te filteren. Vervolgens haalt het prototype de metadata op uit de DICOM-bestanden. Tot slot worden alle percentielwaardes en metadata opgeslagen als een nieuwe XML-bestand.

De mogelijkheden voor het verzenden van het XML-bestand naar Carestream Vue Reporting zijn momenteel beperkt. Hierdoor is het reviewen van het prototype met de gebruikers ongunstig. Wel is samen met het softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, gekeken hoe de waardes binnen het XML-bestand in het verslag geplaatst kunnen worden. Uit dit onderzoek is gebleken dat het XML-bestand de juiste indeling heeft, maar wel een unieke naam moet bevatten. Vervolgens is het de bedoeling dat het XML-bestand in een folder binnen Carestream Vue Reporting wordt geplaatst. Philips Carestream Vue Reporting leest vervolgens deze folder uit, interpreteert de XML en slaat dit op in de Vue Reporting database als een dataveld zodat dit veld automatisch kan worden opgenomen in het verslag van de radioloog.

Middels deze automatisering/toepassing wordt het manier van werken efficiënter en betrouwbaarder. De eindgebruiker (radioloog) hoeft de percentielwaardes niet meer van het ene naar het andere systeem over te typen of dicteren. Dit is efficiënt voor de eindgebruiker en is daarnaast ook betrouwbaarder omdat er geen typ en- of dicteerfouten worden gemaakt.

Tot slot is ook gekeken naar welke beperkingen het prototype in de praktijk met zich meebrengt. Uit onderzoek is gebleken dat de reguliere expressies in de praktijk misschien moeten worden aangepast.

9 – Conclusie

In deze scriptie is onderzoek gedaan naar de vraag: “Op welke manier kan de informatie uit Quantib ND automatisch overgebracht worden in Carestream Vue Reporting, zodat de manier van werken efficiënter en betrouwbaarder wordt?”

Om deze vraag te beantwoorden zal eerst per deelvraag worden gekeken naar de voor dit onderzoek belangrijkste verkregen resultaten. Daarna zal de hoofdvraag worden beantwoord.

In de huidige situatie wordt door radiologen gebruik gemaakt van de softwareapplicaties Philips IntelliSpace PACS Enterprise, Myrian, Quantib ND en G2 SpeechReport. Centraal staat het PACS, deze is verbonden met Quantib ND, wat een softwareapplicatie (*add-on*) voor Myrian is. Het PACS en G2 SpeechReport staan beide op hetzelfde werkstation geïnstalleerd. Quantib ND daarentegen staat op een apart werkstation geïnstalleerd. Het PACS en Quantib ND communiceren met elkaar over het netwerk. In de toekomst zal de huidige verslagleggingstool, G2 SpeechReport, vervangen worden door Philips Carestream Vue Reporting.

Met komst van de nieuwe verslagleggingstool, Philips Carestream Vue Reporting, willen de stakeholders (hoogleraren neuroradiologie) dat het verslagleggingsproces deels wordt geautomatiseerd. De stakeholders willen dat binnen het verslag (Carestream Vue Reporting) onder het kopje ‘kwantitatieve beoordeling’ per kwab en hippocampus de percentielen worden toegevoegd (met de optie die te kunnen verwijderen als gebruikers vinden dat ze niet accuraat zijn);

Om dit mogelijk te maken moeten eerst per kwab en hippocampus de percentielen uit het RTF-bestand gefilterd worden. Er is onderzoek gedaan naar mogelijkheden voor het filteren van de relevante percentielwaardes. Hieruit is gebleken dat patroonvergelijking de geschikte keuze is. Nadat de relevante percentielwaardes uit het RTF-bestand zijn gefilterd moeten deze in het verslag (Carestream Vue Reporting) worden geplaatst. Ook hierbij is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden. De keuze om de relevante percentielwaardes afkomstig uit Quantib ND in op te slaan is XML geworden. Om de juiste scan bij de juiste patiënt te krijgen is metadata benodigd. Deze metadata wordt uit de DICOM-bestanden gehaald en samen met de percentielwaardes opgeslagen in het XML-bestand.

Op basis van alle onderzoek is er een prototype gebouwd, genaamd “Connector”. Deze prototype maakt het mogelijk om de relevante percentielwaardes en metadata op te slaan in een XML-bestand. De mogelijkheden voor het verzenden van het XML-bestand naar Carestream Vue Reporting zijn momenteel beperkt. Hierdoor is het reviewen van het prototype met de gebruikers ongunstig. Wel is samen met het softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, gekeken hoe de waardes binnen het XML-bestand in het verslag geplaatst kunnen worden. Uit dit onderzoek is gebleken dat het XML-bestand in een folder binnen Carestream Vue Reporting moet worden geplaatst. Philips Carestream Vue Reporting leest vervolgens deze folder uit, interpreteert de XML en slaat dit op in de Vue Reporting database als een dataveld zodat dit veld automatisch kan worden opgenomen in het verslag van de radioloog.

Middels deze automatisering/toepassing wordt het manier van werken efficiënter en betrouwbaarder. De eindgebruiker (radioloog) hoeft de percentielwaardes niet meer van het ene naar het andere systeem over te typen of dicteren. Dit is efficiënt voor de eindgebruiker en is daarnaast ook betrouwbaarder omdat er geen typ en- of dicteerfouten worden gemaakt.

10 – Aanbevelingen

In dit hoofdstuk zullen er aanbevelingen worden gedaan voor de doorontwikkeling van het prototype en vervolgonderzoek.

Momenteel worden de “PatientID”, “StudyDate” en de relevante percentielwaardes middels patroonvergelijking uit een voorbeeld RTF-bestand gefilterd. Er is binnen dit voorbeeld RTF-bestand gekeken hoe de waardes zijn opgebouwd. Op basis daarvan zijn er reguliere expressies samengesteld die de waardes uit het RTF-bestand filteren. Het is mogelijk dat in de praktijk de waardes binnen het RTF-bestand anders zijn opgebouwd. Er wordt dan ook aanbevolen om de opbouw van de waardes te controleren en indien nodig de reguliere expressies aan te passen.

Er is vanuit Quantib ND een voorbeeld RTF-bestand en voorbeeld DICOM-bestanden aangeleverd gekregen. Met deze bestanden is gewerkt aan een prototype. In de praktijk moeten deze bestanden opgehaald worden vanuit Quantib ND. Het is ook mogelijk dat de radioloog deze bestanden zelf doorstuurt naar het prototype. Er wordt aanbevolen om samen met het softwarebedrijf, Quantib ND, te kijken naar de mogelijkheden voor het ophalen/versturen van deze bestanden.

Nadat alle waardes zijn opgeslagen in een XML-bestand moeten deze worden verzonden naar Carestream Vue Reporting. Philips Carestream Vue Reporting heeft aangegeven dat het XML-bestand in een folder genaamd “pacs-vna-nirrh.uw-acc.erasmusmc.nl” binnen Carestream Vue Reporting moet worden geplaatst. Het is echter nog niet gelukt om dit te doen. Er wordt aanbevolen om samen met het softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, te kijken hoe dit te realiseren is.

Er is samen met softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, besloten om gebruik te maken van XML voor het opslaan en uitwisselen van gegevens. Echter is in een later stadium gebleken dat Carestream Vue Reporting ook JSON ondersteunt. Zowel JSON als XML hebben zo hun voor- en nadelen. Een van de fundamentele verschillen tussen de twee is dat JSON een data-uitwisselingsformaat is, terwijl XML een document-uitwisselingsformaat is. Er wordt dan ook aanbevolen om samen met het softwarebedrijf te kijken of XML wel de juiste keuze is voor het opslaan en uitwisselen van gegevens.

Tot slot is uit onderzoek gebleken dat stakeholders ook problemen ervaren bij het vinden en versturen van MRI-scans. Twee van de drie geïnterviewde radiologen gaven aan elke keer dezelfde handmatige stappen te moeten doorlopen bij het afhandelen van een dementiescan. Dit probleem valt buiten het verslagleggingsproces en de scope van dit onderzoek. Maar er wordt wel aangeraden om ook onderzoek te doen naar deze vraag van de radiologen.

11 – Persoonlijke reflectie

In dit hoofdstuk zal de reflectie op het uitvoeren van de afstudeeropdracht worden beschreven. Daarnaast wordt de beroepscompetentie “Manage en Control” toegelicht.

Over het algemeen ben ik wel tevreden over de uitvoering van de afstudeeropdracht. Zo ben ik bijvoorbeeld tevreden met de gekozen onderzoeksmethodes. Door de radiologen te observeren en te interviewen heb ik een goed beeld gekregen van de huidige workflow.

Verder ben ik ook tevreden met het ontwikkelde prototype. Het prototype is momenteel echter wel een *proof of concept*. Na overleg met het softwarebedrijf, Philips Carestream Vue Reporting, is gebleken dat het prototype de juiste indeling bevat en uiteindelijk automatisch kan worden opgenomen in het verslag van de radioloog.

Helaas heb ik tijdens mijn afstuderen geen fysieke toegang tot de softwareapplicaties Quantib ND en Carestream Vue Reporting gehad. Hierdoor was ik deels afhankelijk van de twee softwarebedrijven. Verder vind ik het jammer dat ik het prototype niet met de gebruikers heb kunnen reviewen.

Ik vind wel dat ik de afstudeeropdracht niet altijd in de juiste volgorde heb uitgevoerd. Zo heb ik bijvoorbeeld mijn planning moeten aanpassen naar omstandigheden. Ook moest ik tijd vrij maken in de weekenden om te werken aan de afstudeeropdracht.

Manage & Control

Voor het managen van deze afstudeeropdracht en de controle, heb ik gebruik gemaakt van een planning. Deze planning heb ik in Excel gemaakt en bijgehouden. In deze planning staat per dag en per week beschreven welke deelvraag /onderwerp behandeld moet worden. Ook is in deze planning tijd vrij gemaakt voor het prototype (realisatie). Daarnaast zijn de afstudeerbijeenkomsten (met de stagebegeleiders) en de voortgangsoverleggen (met de bedrijfsbegeleider) in de planning opgenomen. Tot slot is ook rekening gehouden met feestdagen en vakanties.

De initiële planning (zie bijlage VI) is naar omstandigheden aangepast naar een gevolgde planning (bijlage VII). Zo is er van te voren geen rekening gehouden met het schrijven van het theoretisch kader. Daarnaast heeft het beantwoorden van deelvraag een en twee langer geduurd dan gepland. De reden hiervoor is omdat de observaties en interviews met de radiologen enkel uit te voeren waren bij zogenoemde “dementiescans”. Deze scans worden niet vaak uitgevoerd. Er moest dus gewacht worden tot er een dementiescan beschikbaar kwam.

Veder is de volgorde van de planning deels aangepast. Om deelvraag drie en vier te kunnen beantwoorden was eerst onderzoek naar het prototype benodigd. Om deze reden is de volgorde van de planning deels aangepast. Er is veel tijd besteed aan het onderzoek van het prototype en de realisatie. Voor onderzoek en realisatie van het prototype was ik deels afhankelijk van de softwarebedrijven Quantib ND en Carestream Vue Reporting.

In week 16 heb ik na overleg met mijn afstudeerbegeleiders besloten om ook de weekenden door te gaan met het werken aan de afstudeeropdracht. Hierdoor is de planning uiteindelijk toch haalbaar gebleken.

Literatuurlijst

- [1] Library of Congress, „Bitmap Image File (BMP), Version 5,” 27 Juli 2017. [Online]. Available: <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000189.shtml>.
- [2] Carestream Health, „Why Type It? Just Speak It,” 2012. [Online]. Available: <https://repmedicas.com.mx/wp-content/uploads/2018/04/Vue-Reporting.pdf>.
- [3] DICOM@OFFIS, „DCMTK - DICOM Toolkit,” 29 10 2019. [Online]. Available: <https://dicom.offis.de/dcmtdk.php.en>.
- [4] DICOM, „Overview - DICOM Standard,” [Online]. Available: <https://www.dicomstandard.org/about/>.
- [5] A. Jochems en F. Joosten, Coëlho Zakwoordenboek der Geneeskunde, Bohn Stafleu van Loghum, 2018.
- [6] HL7, „Over HL7,” [Online]. Available: <https://www.hl7.nl/overhl7.html>.
- [7] M. Purdy en P. Daugherty, „Why artificial intelligence is the future of growth,” Accenture, 2016. [Online]. Available: https://www.accenture.com/t20170524t055435__w__/ca-en/_acnmedia/pdf-52/accenture-why-ai-is-the-future-of-growth.pdf.
- [8] U.S. FOOD & DRUG, „Medical Imaging,” 8 Augustus 2018. [Online]. Available: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/radiation-emitting-products-and-procedures/medical-imaging>.
- [9] I. Bullock, J. Macleod Clark en J. Rycroft-Malone, Adult Nursing Practice, United Kingdom: Oxford, 2019.
- [10] J. F. Dyro, Clinical Engineering Handbook, NY: Biomedical Research Group, 2004.
]
- [11] Quantib BV, „Quantib ND User Guide,” 2018.
]
- [12] M. Rouse, „Rich Text Format (RTF),” September 2005. [Online]. Available:
] <https://whatis.techtarget.com/definition/Rich-Text-Format-RTF>.
- [13] M. J. Sorbi en H. Riper, „e-Health – gezondheidszorg via internet,” Augustus 2009. [Online].
] Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03080400#Sec1>.
- [14] P. Benschop, „ICT-investeringen doen overheadkosten care dalen,” 20 September 2018. [Online].
] Available: <https://www.skipr.nl/actueel/id35909-ict-investeringen-doen-overheadkosten-care-dalen.html>.

- [15 H. Maarsen, „Main Capital steekt miljoenen in automatisering van de zorgsector,” *Het Financieele Dagblad*, 23 September 2019.
- [16 J. Schellevis en R. van den Brink, „Haperende ict in de zorg: verkeerde medicatie, foute beslissingen,” 16 September 2018. [Online]. Available: <https://nos.nl/artikel/2250725-haperende-ict-in-de-zorg-verkeerde-medicatie-foute-beslissingen.html>.
- [17 J. Schellevis en R. van den Brink, „Verpleegkundigen zijn faxen en overtikken van patiëntgegevens zat,” 16 September 2018. [Online]. Available: <https://nos.nl/artikel/2250664-verpleegkundigen-zijn-faxen-en-overtikken-van-patientgegevens-zat.html>.
- [18 M. Schut, „Uitwisseling van patiëntgegevens moet worden verbeterd: ‘Soms wordt de informatie nog gefaxt’,” 3 September 2019. [Online]. Available: <https://demonitor.kro-ncrv.nl/artikelen/uitwisseling-van-patientgegevens-moet-worden-verbeterd-soms-wordt-de-informatie-nog-gefaxt>.
- [19 B. Kiers, „‘Overheid moet ict-standaard in zorg afdwingen’,” 18 September 2018. [Online]. Available: <https://www.zorgvisie.nl/overheid-moet-ict-standaard-in-zorg-afdwingen/>.
- [20 Erasmus MC, „Missie en strategie,” [Online]. Available: <https://www.erasmusmc.nl/nl-nl/patientenzorg/missie-en-strategie>.
- [21 Erasmus MC, „Rechten en plichten,” [Online]. Available: https://patientenfolders.erasmusmc.nl/folders/rechten_en_plichten.
- [22 Erasmus University Rotterdam, „Feiten en cijfers,” 2014. [Online]. Available: https://web.archive.org/web/20150822001050/http://www.eur.nl/eur/feiten_cijfers/.
- [23 Erasmus MC, „Radiologie & Nucleaire Geneeskunde,” [Online]. Available: <https://www.erasmusmc.nl/nl-nl/patientenzorg/specialismen/radiologie-nucleaire-geneeskunde>.
- [24 Erasmus MC, „Organogram Erasmus MC,” 2019.
- [25 K. Dingemanse, „Observatie in je scriptie – wanneer kun je het gebruiken?,” 6 April 2016. [Online]. Available: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/observatie-je-scriptie/>.
- [26 R. J. van Diepen, „Don’t make me think aloud!,” 7 Mei 2007. [Online]. Available: https://www.marketingfacts.nl/berichten/dont_make_me_think_aloud.
- [27 ICT research methods, „Document analysis,” 9 Februari 2018. [Online]. Available: http://ictresearchmethods.nl/Document_analysis.
- [28 ICT research methods, „Interview,” 9 Februari 2018. [Online]. Available: <http://ictresearchmethods.nl/Interview>.

- [29 Scribbr, „Overzicht van onderzoeksmethoden en dataverzamelmethode[n],” [Online]. Available:
] <https://www.scribbr.nl/category/onderzoeksmethoden/>.
- [30 ICT research methods, „IT architecture sketching,” 9 Februari 2018. [Online]. Available:
] http://ictresearchmethods.nl/IT_architecture_sketching.
- [31 ICT research methods, „Product review,” 9 Februari 2018. [Online]. Available:
] http://ictresearchmethods.nl/Product_review.
- [32 T. Erickson, „What is DICOM,” 27 Augustus 2018. [Online]. Available:
] <https://www.youtube.com/watch?v=2ktokw2YXTY>.
- [33 S. Helmes, „DICOM in 10 minuten,” 20 Oktober 2014. [Online]. Available: [https://blog.formex-](https://blog.formex-medical.nl/dicom-in-10-minuten/)
] [medical.nl/dicom-in-10-minuten/](https://blog.formex-medical.nl/dicom-in-10-minuten/).
- [34 DICOM, „Dicom Standard,” [Online]. Available: <https://www.dicomstandard.org/>.
]
- [35 Nictiz, „DICOM,” [Online]. Available: <https://www.nictiz.nl/standaarden/dicom/>.
]
- [36 P. J. Van Robays, „Visualiseren van de medische beelden,” Universiteit Gent, Juni 2014. [Online].
] Available: [https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/154/023/RUG01-](https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/154/023/RUG01-002154023_2014_0001_AC.pdf)
[002154023_2014_0001_AC.pdf](https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/154/023/RUG01-002154023_2014_0001_AC.pdf).
- [37 DICOM Library DICOM, „About DICOM format,” [Online]. Available:
] <https://www.dicomlibrary.com/dicom/>.
- [38 M. Barnig, „DICOM standard,” 31 Mei 2016. [Online]. Available: [https://www.web3.lu/dicom-](https://www.web3.lu/dicom-standard/)
] [standard/](https://www.web3.lu/dicom-standard/).
- [39 Koninklijke Philips Electronics N.V., „Enterprise-wide image delivery,” The Netherlands, 2011.
]
- [40 Philips Healthcare Informatics, Inc., „IntelliSpace PACS Enterprise,” 2017.
]
- [41 G2 Speech, „Over ons,” [Online]. Available: <https://www.g2speech.com/nl/g2-speech/over-ons/>.
]
- [42 G2 Speech, „SpeechReport,” [Online]. Available:
] <https://www.g2speech.com/nl/oplossingen/producten/speechreport/>.
- [43 Intrasure, „Myrian User Manual,” Montpellier (France), 2018.
]

- [44 Intrasure, „Intrasure Myrian Studio – Your development environment,” [Online]. Available:
] <http://studio.myrian.fr/>.
- [45 Intrasure, „Myrian SDK - Overview – Intrasure Myrian Studio,” [Online]. Available:
] <http://studio.myrian.fr/overview/>.
- [46 Quantib, „Quantib Brain Report,” 2018.
]
- [47 N. Chitty, „CareStream PACS - Reporting,” 12 Juni 2015. [Online]. Available:
] <https://www.youtube.com/watch?v=lr09UP0Lokc>.
- [48 Techopedia, „Pattern Matching,” [Online]. Available:
] <https://www.techopedia.com/definition/8801/pattern-matching>.
- [49 Wikipedia, „Patroonvergelijking,” 21 September 2018. [Online]. Available:
] <https://nl.wikipedia.org/wiki/Patroonvergelijking>.
- [50 GeeksforGeeks, „Pattern matching in Python with Regex,” [Online]. Available:
] <https://www.geeksforgeeks.org/pattern-matching-python-regex/>.
- [51 Guru99, „Python Regex: re.match(), re.search(), re.findall() with Example,” [Online]. Available:
] <https://www.guru99.com/python-regular-expressions-complete-tutorial.html>.
- [52 Microsoft, „Office VBA Reference,” 6 November 2019. [Online]. Available:
] <https://docs.microsoft.com/en-us/office/vba/api/overview/>.
- [53 Wikipedia, „Visual Basic for Applications,” 14 December 2017. [Online]. Available:
] https://nl.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_for_Applications.
- [54 B. Gavin, „What Is an RTF File (And How Do I Open One)?,” 13 Juli 2018. [Online]. Available:
] <https://www.howtogeek.com/358854/what-is-an-rtf-file-and-how-do-i-open-one/>.
- [55 O. f. M. Mortals, „What the RTF,” 10 Juni 2013. [Online]. Available: [https://office-
watch.com/2013/what-the-rtf/](https://office-watch.com/2013/what-the-rtf/).
- [56 Techspirited, „Everything You Need to Know About the RTF File Format,” [Online]. Available:
] <https://techspirited.com/everything-you-need-to-know-about-rtf-file-format>.
- [57 N. Walsh, „What is XML?,” [Online]. Available:
] [http://www.ce.unipr.it/people/bianchi/Teaching/IntelligenzaArtificiale/rdf_pl/XML-
RDF/xmlguide1.html](http://www.ce.unipr.it/people/bianchi/Teaching/IntelligenzaArtificiale/rdf_pl/XML-RDF/xmlguide1.html).
- [58 Webdesign-gids.nl, „Wat is XML?,” [Online]. Available: http://www.webdesign-gids.nl/wat_is_xml.
]

- [59 Microsoft, „XML voor beginners,” [Online]. Available: <https://support.office.com/nl-nl/article/xml-voor-beginners-a87d234d-4c2e-4409-9cbc-45e4eb857d44>.]
- [60 C. Singh, „XML Features,” Oktober 2018. [Online]. Available: <https://beginnersbook.com/2018/10/xml-features/>.]
- [61 W3Schools, „JSON vs XML,” [Online]. Available: https://www.w3schools.com/js/js_json_xml.asp.]
- [62 C. Singh, „Advantages and Disadvantages of XML,” Oktober 2018. [Online]. Available: <https://beginnersbook.com/2018/10/advantages-and-disadvantages-of-xml/>.]
- [63 D. Crockford, „Inleiding tot JSON,” [Online]. Available: <https://www.json.org/json-nl.html>.]
- [64 N. Nurseitov, M. Paulson, R. Reynolds en C. Izurieta, „Comparison of JSON and XML Data Interchange Formats: A Case Study,” [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/8432/1e662b24363e032d680901627aa1bfd6088f.pdf>.]
- [65 V. Joshi , „Choosing JSON Over XML,” 20 Januari 2017. [Online]. Available: <https://dzone.com/articles/why-you-cloud-be-using-json-vs-xml>.]
- [66 Geekboots, „JSON with advantage and disadvantage,” 31 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://www.geekboots.com/story/json-with-advantage-and-disadvantage>.]
- [67 K. Mikoluk, „JSON vs XML: How JSON Is Superior To XM,” Augustus 2013. [Online]. Available: <https://www.udemy.com/blog/json-vs-xml/>.]
- [68 JSON, „JSON: The Fat-Free Alternative to XML,” [Online]. Available: <https://www.json.org/xml.html>.]
- [69 online-omzetten, „Wat zijn BMP bestanden?,” [Online]. Available: <https://online-omzetten.nl/dateiformat/bmp/>.]
- [70 U. Hiwarale, „Bits to Bitmaps: A simple walkthrough of BMP Image Format,” 20 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://itnext.io/bits-to-bitmaps-a-simple-walkthrough-of-bmp-image-format-765dc6857393>.]
- [71 N. Liesch, „THE BMP FILE FORMAT,” [Online]. Available: http://www.ece.ualberta.ca/~elliott/ee552/studentAppNotes/2003_w/misc/bmp_file_format/bmp_file_format.htm.]
- [72 P. Christensson, „BMP Definition,” [Online]. Available: <https://techterms.com/definition/bmp>.]
- [73 ucil, „One of the Best Image File Format, Bitmap with Its Advantages,” 10 Mei 2016. [Online]. Available: <https://stodioo.com/articles/file-format-bitmap-advantages/>.]

- [74 N. Liesch, „THE BMP FILE FORMAT,” [Online]. Available:
] http://www.ece.ualberta.ca/~elliott/ee552/studentAppNotes/2003_w/misc/bmp_file_format/bmp_file_format.htm.
- [75 Figma, „Bitmap,” [Online]. Available: <https://www.figma.com/dictionary/bitmap/>.
]
- [76 S. Brown, „The C4 Model for Software Architecture,” 25 Juni 2018. [Online]. Available:
] <https://www.infoq.com/articles/C4-architecture-model/>.
- [77 J. Cyriac, „Stripping rtf to plain old text,” 26 Januari 2020. [Online]. Available:
] <https://github.com/joshy/striprtf>.
- [78 Python, „re — Regular expression operations,” 5 Februari 2020. [Online]. Available:
] <https://docs.python.org/3/library/re.html>.
- [79 W3Schools, „Python RegEx,” [Online]. Available:
] https://www.w3schools.com/python/python_regex.asp.
- [80 D. Mason, „Pydicom,” 22 Februari 2020. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/pydicom/>.
]
- [81 S. Canny, „python-docx,” 2013. [Online]. Available: <https://python-docx.readthedocs.io/en/latest/>.
]
- [82 S. Howsen, „Python XML with ElementTree: Beginner's Guide,” 6 Maart 2018. [Online]. Available:
] <https://www.datacamp.com/community/tutorials/python-xml-elementtree>.

Bijlagen

Bijlage I – Observatie

Observatie 1

Datum	29-11-2019
Tijd	16:00
Locatie	Erasmus MC Doctor Molewaterplein 40, 3015 GD Rotterdam Nd-525, verslagruimte radiologie
Systeem	ongestructureerde observatie

Naam geobserveerde:	A.W.A. van der Eerden
Naam observator:	Oguzhan Cihan

Laboranten maken met MRI-scanners scans van patiënten. Vervolgens sturen de laboranten deze scans door naar het PACS (Philips IntelliSpace) en/of naar Quantib ND. Indien de laboranten vergeten de scans door te sturen naar Quantib ND, dan moet de radioloog de desbetreffende scan zelf doorsturen door eerst op het PACS in te loggen, de juiste scan te vinden en deze tot slot door te sturen naar Quantib ND.

Om gebruik te kunnen maken van Quantib ND moet de radioloog op een ander werkstation inloggen waarop Quantib ND staat geïnstalleerd. Nadat de radioloog is ingelogd op het werkstation kan hij/zij Quantib ND gebruiken.

Met Quantib ND wordt controle van de segmentaties uitgevoerd. Na deze controle wordt er een rapport gemaakt met de resultaten van de segmentaties. Het rapport wordt opgeslagen en terug verstuurd naar de PACS-werkstation. Op het PACS-werkstation staat ook het verslagleggingstool, G2 SpeechReport, geïnstalleerd. De resultaten van de segmentaties worden vervolgens in het verslagleggingstool ondergebracht.

De geobserveerde gaf aan dat zij de percentielen niet nodig heeft omdat zij in de verslaglegging aangeeft of de resultaten normaal, afwijkend of onzeker zijn.

Observatie 2

Datum	09-12-2019
Tijd	10:30
Locatie	Erasmus MC Doctor Molewaterplein 40, 3015 GD Rotterdam Nd-525, verslagruimte radiologie
Systeem	ongestructureerde observatie

Naam geobserveerde:	C.J. Tolman
Naam observator:	Oguzhan Cihan

Om te beginnen worden de scans vanuit het PACS (Philips IntelliSpace) door verstuurd naar Quantib ND. Quantib ND ontvangt de bestanden. En Quantib ND berekend vervolgens de hersenstructuren en de hippocampus. Dit wordt ook wel het segmentatieproces genoemd. Het segmentatieproces duurt circa 15 minuten. Nadat de hersenstructuren en de hippocampus zijn berekend wordt er een rapport (RTF-bestand) gemaakt van de resultaten. Deze resultaten worden vervolgens weer terug verstuurd naar het PACS. Daar analyseert de radioloog de resultaten en legt deze vast in het verslag.

Observatie 3

Datum	19-12-2019
Tijd	14:00
Locatie	Erasmus MC Doctor Molewaterplein 40, 3015 GD Rotterdam Nd-525, verslagruimte radiologie
Systeem	ongestructureerde observatie

Naam geobserveerde:	L.M.M. Braun
Naam observator:	Oguzhan Cihan

Eerst verstuurd de radioloog de scans van de patiënt vanaf het PACS door naar Quantib ND. Het versturen van de scans verloopt middels DICOM. Vervolgens loopt de radioloog naar het Quantib werkstation en zoekt de juiste scans op en voegt deze toe aan een lijst. Nadat alle benodigde scans zijn toegevoegd aan de lijst wordt het segmentatieproces opgestart. Tijdens dit proces berekend Quantib ND de hersenstructuren en de hippocampus. Dit proces duurt circa 15 minuten. Nadat het segmentatieproces is voltooid controleert de radioloog de segmentaties door deze visueel te bekijken. Na deze controle genereert de radioloog een RTF-bestand met de resultaten van de segmentaties. De radioloog zet het RTF-bestand om naar DICOM en verstuurt dit bestand weer terug naar het PACS. Deze communicatie verloopt ook middels DICOM. De radioloog loopt weer terug naar het PACS-werkstation en opent het RTF-bestand. De radioloog leest de percentiel waarden af van het RTF-bestand en brengt deze onder in het rapport.

Bijlage II – Quantib ND Rapport

Quantib ND 1.6.0
REPORT
26-11-2019



Patient information

Patient ID:	NEURO-0001
Name:	NEURO 0001
Age:	68.4 years old at latest exam
Birth date:	09-03-1930
Sex:	M
Study date:	7/9/1998

Adding and subtracting volumetric results can show small differences due to rounding.

Brain Volumetry (ID: NEURO-0001)

CSF	Brain	ICV
353 cm ³	1362 cm ³	1715 cm ³
20.6% of ICV	79.4% of ICV	
	72.2th percentile	

Hippocampus & Lobes Volumetry (ID: NEURO-0001)

Structure	Total	Percentile
Hippocampus	6.06 cm ³ 0.4% of ICV	22.7
Frontal Lobe	422 cm ³ 24.6% of ICV	90.5
Occipital Lobe	114 cm ³ 6.6% of ICV	12.2
Parietal Lobe	265 cm ³ 15.4% of ICV	35.0
Temporal Lobe	226 cm ³ 13.2% of ICV	43.0
Cerebellum	152 cm ³ 8.8% of ICV	-

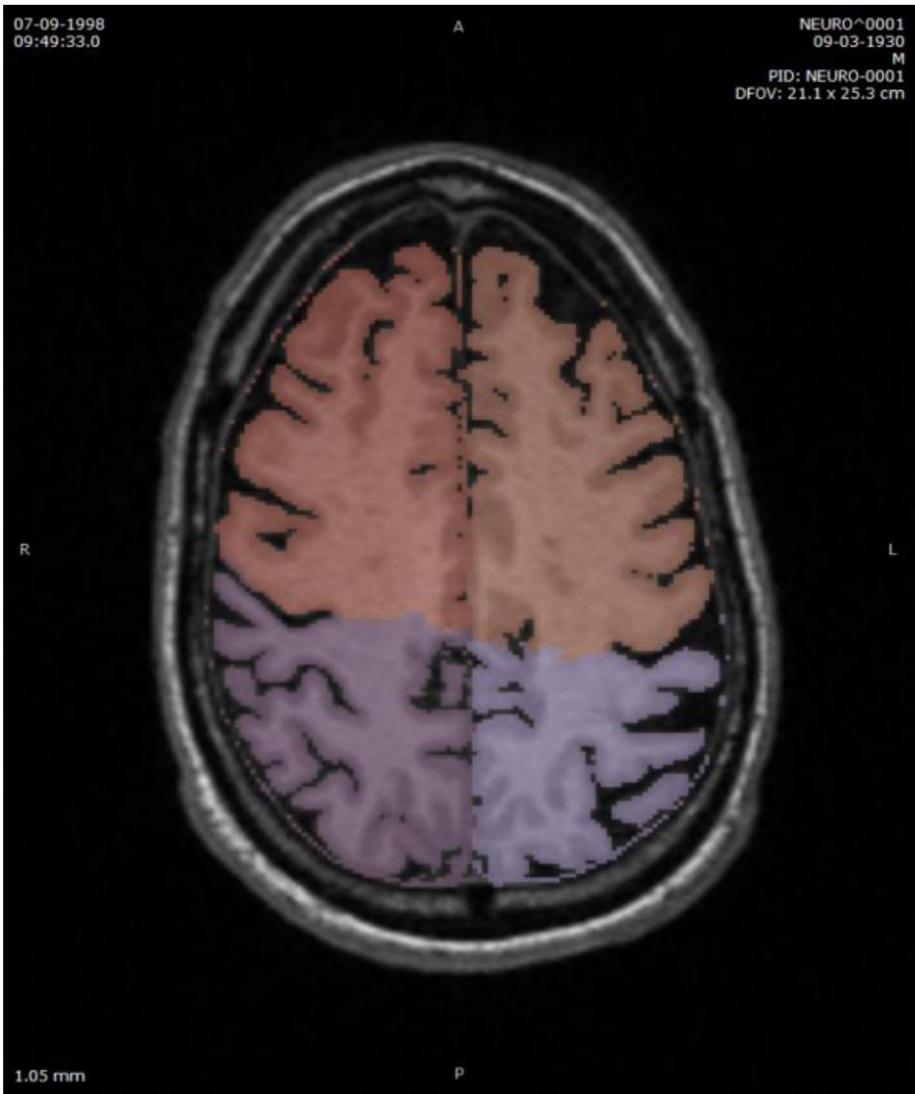
Structure	Left	Percentile	Right	Percentile
Hippocampus	2.98 cm ³ 0.2% of ICV	26.0	3.08 cm ³ 0.2% of ICV	21.7
Frontal Lobe	210 cm ³ 12.2% of ICV	87.5	213 cm ³ 12.4% of ICV	91.7
Occipital Lobe	57 cm ³ 3.3% of ICV	11.5	57 cm ³ 3.3% of ICV	17.6
Parietal Lobe	131 cm ³ 7.7% of ICV	27.4	134 cm ³ 7.8% of ICV	44.5
Temporal Lobe	110 cm ³ 6.4% of ICV	43.0	115 cm ³ 6.7% of ICV	42.6
Cerebellum	75 cm ³ 4.4% of ICV	-	76 cm ³ 4.4% of ICV	-

Images (ID: NEURO-0001)

Patient ID: NEURO-0001

Quantib ND 1.6.0

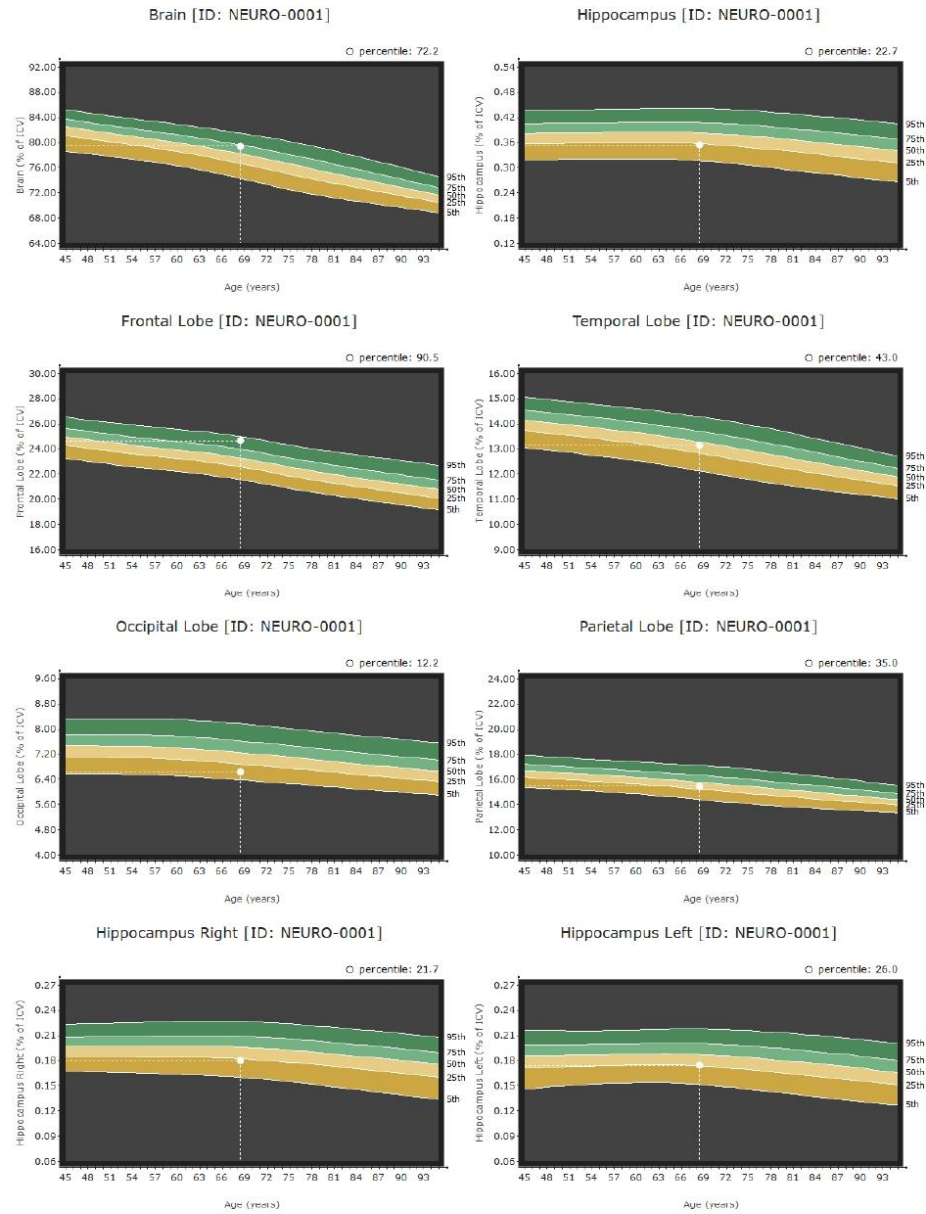
1 of 4



Series 101 Ax:92

Resources (ID: NEURO-0001)			
	Scan(s) used	Manufacturer	Field Strength
7/9/1998	[00:00] T1w		3T

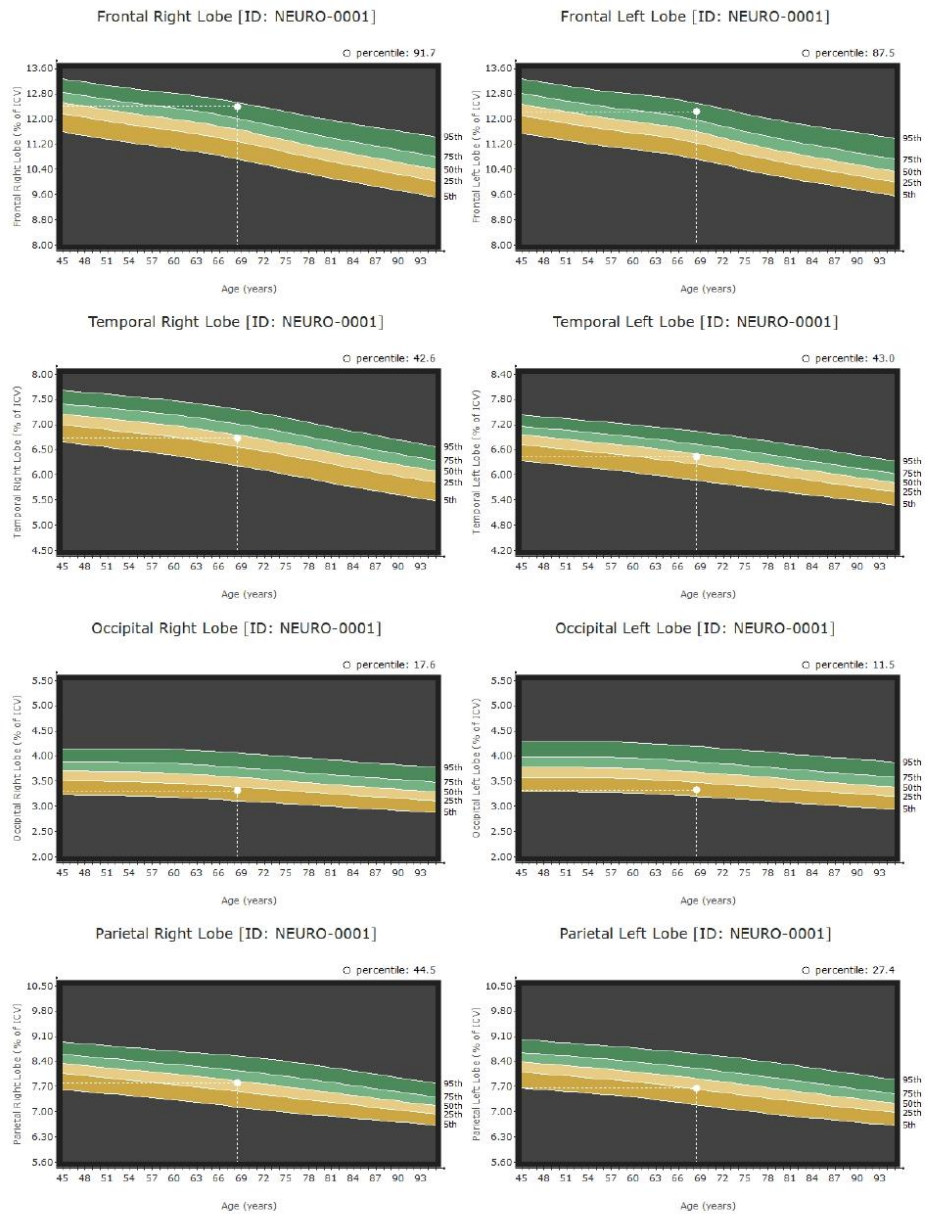
Reference Centile Curves (ID: NEURO-0001)



Patient ID: NEURO-0001

Quantib ND 1.6.0

3 of 4



Patient ID: NEURO-0001

Quantib ND 1.6.0

4 of 4

Bijlage III – Interviews

Interview template	
Geïnterviewde	
Interviewer	
Plaats	
Datum	
Tijdstip	
Transcribeermethode	

Wat is uw functie binnen de Erasmus MC?

Wat zijn de grootste problemen die u ondervindt als het gaat om verslaglegging?

Wat is volgens u de ideale manier van werken?

Welke (nieuwe) functionaliteiten zijn volgens u bij het automatiseren van het huidige proces extra belangrijk?

Interview 1	
Geïnterviewde	A.W.A. van der Eerden
Interviewer	O. Cihan
Plaats	Erasmus MC Doctor Molewaterplein 40, 3015 GD Rotterdam Nd-525, verslagruimte radiologie
Datum	29-11-2019
Tijdstip	16:00
Transcribeermethode	Woordelijk

Wat is uw functie binnen de Erasmus MC?

Radioloog

Wat zijn de grootste problemen die u ondervindt als het gaat om verslaglegging?

Ik ervaar geen problemen als het gaat om verslaglegging.

Wat is volgens u de ideale manier van werken?

Ik heb voornamelijk problemen bij het vinden en versturen van de MRI-scans. Ik moet bij elke dementiescan weer dezelfde stappen doorlopen. Ik moet eerst inloggen op het PACS-werkstation, vervolgens de juiste MRI-scans opzoeken, daarna binnen de MRI-scans de juiste series opzoeken en deze tot slot doorsturen naar Quantib ND. Als deze stappen geautomatiseerd kunnen worden zou het fijn zijn.

Welke (nieuwe) functionaliteiten zijn volgens u bij het automatiseren van het huidige proces extra belangrijk?

Dat de stappen die de radioloog bij elke dementiescan weer moet uitvoeren worden geautomatiseerd.

Interview 2	
Geïnterviewde	C.J. Tolman
Interviewer	O. Cihan
Plaats	Erasmus MC Doctor Molewaterplein 40, 3015 GD Rotterdam Nd-525, verslagruimte radiologie
Datum	09-12-2019
Tijdstip	10:30
Transcribeermethode	Woordelijk

Wat is uw functie binnen de Erasmus MC?

Radioloog

Wat zijn de grootste problemen die u ondervindt als het gaat om verslaglegging?

Niet

Wat is volgens u de ideale manier van werken?

Ik ervaar voornamelijk problemen bij het doorsturen van de scans vanaf het PACS naar Quantib ND. Daarnaast duurt het segmentatieproces te lang.

Welke (nieuwe) functionaliteiten zijn volgens u bij het automatiseren van het huidige proces extra belangrijk?

Het segmentatieproces mag sneller en het versturen van de scans mag automatisch. De MRI-scans moeten automatisch in Quantib ND komen, zonder extra handelingen.

Interview 3	
Geïnterviewde	L.M.M. Braun
Interviewer	O. Cihan
Plaats	Erasmus MC Doctor Molewaterplein 40, 3015 GD Rotterdam Nd-525, verslagruimte radiologie
Datum	19-12-2019
Tijdstip	14:00
Transcribeermethode	Woordelijk

Wat is uw functie binnen de Erasmus MC?

Radioloog

Wat zijn de grootste problemen die u ondervindt als het gaat om verslaglegging?

Bij het verslagleggen vermeld ik vooral wat er afwijkt van mijn eigen visuele beoordeling ten opzichte van de resultaten uit het Quantib ND rapport. En hierbij ondervind ik geen problemen.

Wat is volgens u de ideale manier van werken?

Ik vind de huidige manier van werken prima.

Welke (nieuwe) functionaliteiten zijn volgens u bij het automatiseren van het huidige proces extra belangrijk?

N.V.T.

Bijlage IV – Emailverkeer

O. Cihan

Van: J.J. Visser
Verzonden: Friday, December 13, 2019 4:08 PM
Aan: O. Cihan
Onderwerp: FW: Output Quantib ND in verslag

From: M.W. Vernooij
Sent: donderdag 17 oktober 2019 09:16
To: M. Smits; A. van der Lugt
Cc: J.J. Visser
Subject: RE: Output Quantib ND in verslag

Prima, zou wel L/R uitsplitsen dan!

Van: M. Smits
Verzonden: donderdag 17 oktober 2019 09:10
Aan: A. van der Lugt <a.vanderlugt@erasmusmc.nl>
CC: M.W. Vernooij <m.vernooi@erasmusmc.nl>; J.J. Visser <j.j.visser@erasmusmc.nl>
Onderwerp: Re: Output Quantib ND in verslag

Ik ben het wel met Meike eens dat het we in het verslag niet hoeven te herhalen wat er ook al in PACS staat. Anderzijds denk ik dat we ook wel de middenweg vinden als we per kwab de percentielen laten zien (nu is dat optie afwijkend/onzekeer/normaal); mijn ervaring is namelijk dat ik daarin toch de kwantitatieve beoordeling volg (iets wat op percentiel 5 zit zal ik altijd als 'afwijkend' aanvinken en boven de 50 als normaal). Voor andere metingen (bijvoorbeeld tumoren) doen we dit ook - we meten en vermelden de afmeting in het verslag, en in de conclusie interpreteren we de meting.

Dus al met al zou mijn voorstel toch zijn om onder het kopje 'kwantitatieve beoordeling' per kwab en hippocampus de percentielen toe te voegen (met de optie die te kunnen verwijderen als we vinden dat ze niet accuraat zijn); dat zijn dan 5 getallen (of uitgesplitst naar L/R: 10).

Kun je je daarin vinden Meike?

Marion

Marion Smits, MD PhD

Professor of Applied Physiological Neuroimaging, Neuroradiologist | Erasmus MC, Rotterdam/NL
Honorary Consultant | University College London Hospitals, London/UK

President | European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology (ESMRMB)
Chair of the Publications Committee | European Society for Radiology (ESR)
Chair of Neuroradiology | Radiological Society of The Netherlands (NVvR)
Chair of the Imaging Group | European Organisation for Research and Treatment of Cancer (EORTC)

Contact p.vanandel@erasmusmc.nl | Tel +31 10 703 5372 | Fax +31 10 703 4033
Postal address dept. of Radiology and Nuclear Medicine (Ne-515), Erasmus MC, PO Box 2040, 3000 CA Rotterdam/NL

On 16 Oct 2019, at 23:33, A. van der Lugt <a.vanderlugt@erasmusmc.nl> wrote:

Het gaat deels om het testen van de technische mogelijkheden
Ik zou met bv 1 getal beginnen. Dan kan je gelijk ervaren of dat problemen op levert

Aad

Van: M.W. Vernooij <m.vernooij@erasmusmc.nl>

Verzonden: woensdag 16 oktober 2019 17:10

Aan: J.J. Visser <j.j.visser@erasmusmc.nl>; M. Smits <marion.smits@erasmusmc.nl>; A. van der Lugt <a.vanderlugt@erasmusmc.nl>

Onderwerp: RE: Output Quantib ND in verslag

Tja, de output komt als een rapport al in PACS, dus alle getallen (en dat zijn er veel) staan daarin. Een selectie daaruit is toch afhankelijk van de casus: waar leg je de nadruk op?

Het zou wat mij betreft een beetje hetzelfde zijn alsof je een hele MRI sequentie in een verslag plakt, dat doen we ook, niet, we beschrijven wat daarop te zien is.

Ik zou willen voorkomen dat we een hele tabel van getallen "over de heg gooien" in een verslag, en dat dat een eigen leven gaat leiden...

Gr Meike

From: J.J. Visser

Sent: woensdag 16 oktober 2019 17:04

To: M.W. Vernooij; M. Smits; A. van der Lugt

Subject: RE: Output Quantib ND in verslag

Hi Meike,

Wellicht het percentiel dat evt na goedkeuring van de radioloog in het verslag komt?

Groet

Jan-Jaap

From: M.W. Vernooij

Sent: woensdag 16 oktober 2019 16:59

To: J.J. Visser; M. Smits; A. van der Lugt

Subject: RE: Output Quantib ND in verslag

Hi Jan-Jaap,

Dat staat momenteel al in het gestructureerde verslag van dementie. Dat is overigens wel een interpretatie door de radioloog van deze waarden (normaal/abnormaal en symmetrisch/asymmetrisch), we hebben liever geen standaard vermelding van de kwantitatieve waarden in het verslag, omdat we vinden dat deze interpretatie behoeven.

@Marion, Aad: zien jullie dat anders?

Gr Meike

From: J.J. Visser

Sent: woensdag 16 oktober 2019 16:42

To: M. Smits; M.W. Vernooij; A. van der Lugt

Subject: Output Quantib ND in verslag

Besten,

Met Quantib en Carestream onderzoeken we momenteel in hoeverre het mogelijk is om output vanuit Quantib ND automatisch in het Vue Reporting systeem te krijgen van Carestream (dit is de applicatie waarin we gaan dicteren in het nieuwe PACS).

Eén van de vragen is welke kwantitatieve data we vanuit Quantib ND in het gestructureerd verslag willen hebben. Zouden jullie deze vraag kunnen beantwoorden?

Dank en groet,
Jan-Jaap

Bijlage V – Legenda

Legenda



De grijze activiteiten vallen buiten het verslagleggingsproces.



De blauwe activiteiten zijn handmatige acties uitgevoerd door de gebruiker.



De rode doorkruiste activiteiten zijn oude activiteiten die komen te vervallen.



De gele activiteiten zijn automatische acties uitgevoerd door het systeem.

Bijlage VI – Initiële planning

Nummer	Week	Begindatum	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag
1	42	14-Oct	Start afstudeerstage Aanscherpen hoofd- en deelvragen en planning	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Voortgangsoverleg 12:00 uur	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Afspraak met Quantib om 14:00 uur betreft integratie Carestream Quantib	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Afstudeer bijeenkomst	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Voortgangsoverleg 12:30 uur
2	43	21-Oct	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding) Voortgangsoverleg 12:30 uur
3	44	28-Oct	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Afstudeer bijeenkomst	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:30 uur
4	45	04-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:30 uur
5	46	11-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Afstudeer bijeenkomst	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:30 uur
6	47	18-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:30 uur
7	48	25-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Afstudeer bijeenkomst	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Voortgangsoverleg 12:30 uur
8	49	02-Dec	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 4)	Scriptie schrijven (deelvraag 4)	Scriptie schrijven (deelvraag 4) Voortgangsoverleg 12:30 uur
9	50	09-Dec	Scriptie schrijven (deelvraag 4)	Scriptie schrijven (deelvraag 4) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Realiseren	Realiseren Afstudeer bijeenkomst	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur
10	51	16-Dec	Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Realiseren	Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur

Nummer	Week	Begindatum		maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag
11	52	23-Dec		Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE
12	1	30-Dec		KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE	Realiseren Afstudeer bijeenkomst	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur
13	2	06-Jan		Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Realiseren	Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur
14	3	13-Jan		Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Realiseren	Realiseren Afstudeer bijeenkomst	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur
15	4	20-Jan		Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Realiseren	Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur
16	5	27-Jan		Realiseren	Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Realiseren	Realiseren Afstudeer bijeenkomst	Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur
17	6	03-Feb		Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (deelvraag 5) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (deelvraag 5) Voortgangsoverleg 12:30 uur
18	7	10-Feb		Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (deelvraag 5) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (deelvraag 5) Afstudeer bijeenkomst	Scriptie schrijven (deelvraag 5) Voortgangsoverleg 12:30 uur
19	8	17-Feb		Scriptie laten lezen door iemand anders	Scriptie verbeteren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie verbeteren	Scriptie verbeteren	Voortgangsoverleg 12:30 uur
20	9	24-Feb		Scriptie controleren op spelling en grammatica	Puntjes op de I zetten Voortgangsoverleg 12:00 uur	Puntjes op de I zetten	Puntjes op de I zetten Afstudeer bijeenkomst	Puntjes op de I zetten Voortgangsoverleg 12:30 uur

Bijlage VII – Gevolgde planning

Nummer	Week	Begindatum	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag	zondag
1	42	14-Oct	Start afstudeerstage Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Aanscherpen hoofd- en deelvragen en planning	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Aanscherpen hoofd- en deelvragen en planning Voortgangsoverleg 12:00 uur	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Aanscherpen hoofd- en deelvragen en planning	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Aanscherpen hoofd- en deelvragen en planning Afstudeerbijeenkomst	Introductie Onderzoek doen naar Quantib en Carestream Aanscherpen hoofd- en deelvragen en planning Voortgangsoverleg 12:30 uur		
2	43	21-Oct	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
3	44	28-Oct	Scriptie schrijven (inleiding)	Scriptie schrijven (inleiding) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (onderzoekmethode)	Scriptie schrijven (onderzoekmethode)	Scriptie schrijven (onderzoekmethode) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
4	45	04-Nov	Scriptie schrijven (onderzoekmethode)	Scriptie schrijven (theoretisch kader) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (theoretisch kader)	Scriptie schrijven (theoretisch kader) Afstudeerbijeenkomst	Scriptie schrijven (theoretisch kader) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
5	46	11-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Afstudeerbezoek	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
6	47	18-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 1)	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Afstudeerbijeenkomst	Scriptie schrijven (deelvraag 1) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
7	48	25-Nov	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
8	49	02-Dec	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2)	Scriptie schrijven (deelvraag 2) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
9	50	09-Dec	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:00 uur	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Afstudeerbijeenkomst	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:30 uur		

Nummer	Week	Begindatum		maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag	zondag
10	51	16-Dec		Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:00 uur	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:30 uur		
11	52	23-Dec		Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:00 uur	KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE		
12	1	30-Dec		KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE	KERSTVAKANTIE	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:30 uur		
13	2	06-Jan		Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:00 uur	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Afstudeerbijeenkomst	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:30 uur		
14	3	13-Jan		Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:00 uur	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:30 uur		
15	4	20-Jan		Onderzoek doen naar prototype	Onderzoek doen naar prototype Voortgangsoverleg 12:00 uur	Onderzoek doen naar prototype	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Voortgangsoverleg 12:30 uur		
16	5	27-Jan		Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3) Voortgangsoverleg 12:30 uur Afstudeerbijeenkomst	Scriptie schrijven (deelvraag 3)	Scriptie schrijven (deelvraag 3)
17	6	03-Feb		Scriptie schrijven (deelvraag 4)	Scriptie schrijven (deelvraag 4) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 4)	Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (deelvraag 5) Voortgangsoverleg 12:30 uur	Scriptie schrijven (deelvraag 5)	Scriptie schrijven (conclusie)

Nummer	Week	Begindatum		maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag	zondag
18	7	10-Feb		Scriptie schrijven (conclusie) Controleren alle hoofdstukken	Inleveren Conceptversie (GO/No-Go) Voortgangsoverleg 12:00 uur	Onderzoek doen naar prototype Realiseren	Onderzoek doen naar prototype Realiseren Afstudeerbijeenkomst	Scriptie verbeteren Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur	Scriptie verbeteren Realiseren	Scriptie verbeteren Realiseren
19	8	17-Feb		Scriptie verbeteren Realiseren	Scriptie verbeteren Realiseren Voortgangsoverleg 12:00 uur	Scriptie verbeteren Realiseren	Scriptie verbeteren Realiseren	Scriptie verbeteren Realiseren Voortgangsoverleg 12:30 uur	Scriptie verbeteren Realiseren	Scriptie verbeteren Realiseren
20	9	24-Feb		Voorwoord schrijven Voortgangsoverleg 12:00 uur	Samenvatting schrijven Voortgangsoverleg 12:00 uur	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten Voortgangsoverleg 12:30 uur	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten
21	10	02-Mar		Scriptie controleren op spelling en grammatica Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten	Puntjes op de l zetten	Scriptie Inleveren op Cumlaude en praktijklink voor maandag 09:00

Bijlage VIII – Observatie van bedrijfsbegeleider

Naam student:	Oguzhan Cihan
Studentnummer:	0911315
Opleiding:	Informatica
Titel eindverslag:	Automatisering van het verslagleggingsproces
Inleiding Met dit formulier wordt naar uw mening gevraagd over het functioneren van de afstudeerstudent. Hierbij komen aan bod: • Personal skills • De vijf ICT- competenties • Een vrij veld waar u zelf aanvullende observaties kan vermelden Het formulier hoeft niet door één persoon ingevuld te worden: meningen van opdrachtgever, begeleider, projectleider en collega's kunnen meegenomen worden (eventueel in bijlagen). Uiteindelijk moet het formulier door de begeleider ondertekend worden. Per onderdeel wordt gevraagd de sterke punten en de verbeterpunten aan te geven. Wees a.u.b. zo expliciet mogelijk, zodat een goed beeld over het functioneren van de student gevormd kan worden.	
Professional skills Aandachtspunten hierbij zijn: communicatie en samenwerking.	
<u>Sterke punten</u> - Komt afspraken na - Communiceert goed <u>Verbeterpunten</u> - Kan zich minder formeel opstellen - Kan zich pro-actiever opstellen	
Manage & control Aandachtspunten hierbij zijn: planmatig werken, projectvoortgang bewaken, principes toepassen om een softwareontwikkelp proces te managen en te bewaken.	
<u>Sterke punten</u> - D.m.v. overleg tweemaal per week op de hoogte gehouden van lopende zaken <u>Verbeterpunten</u> - Kan transparanter zijn over de deeldoelstellingen die behaald moeten worden en over de stand van zaken t.o.v. de planning	

Analyseren

Aandachtspunten hierbij zijn: doelgerichtheid, keuze van de juiste deelvragen die beantwoord moeten worden om tot een goed beroepstechnische probleemstelling te komen, diepgang van de analyses, kritisch gebruik bronnen, helder vaststellen van de problemen.

Sterke punten

- Heeft grondige workflow analyse door middel van observaties uitgevoerd waardoor hij goed beeld van het probleem heeft gekregen

Verbeterpunten

- In de IT-wereld zijn vele problemen op te lossen, focus op het probleem waarvoor je bent gevraagd dit op te lossen, anders kan het leiden tot het niet (tijdig) kunnen voltooien van de opdracht

Adviseren

Aandachtspunten hierbij zijn: gemaakte keuzes en onderbouwing hiervan, volledigheid (bijvoorbeeld kwaliteitsaspecten, security, schaalbaarheid, performance, privacy), presentatie van de adviezen.

Sterke punten

- Bij meerdere mensen werden adviezen ingewonnen, deze werden vervolgens uitgevoerd

Verbeterpunten

- Meer met eigen ideeën / suggesties / oplossingen / denkrichtingen komen

Ontwerpen

Aandachtspunten hierbij zijn: keuze van relevante ontwerpstechnieken (FO, TO, UI, DB), kwaliteit van de ontwerpen, architectuur, teststrategie, toetsing van de ontwerpen (prototyping, voorleggen aan experts).

Sterke punten

- Adviezen werden uitgevoerd, testen moet nog gebeuren

Verbeterpunten

- Pro-actiever opstellen waarbij diverse opties en oplossingen worden geschetst

Realiseren

Aandachtspunten hierbij zijn: kwaliteit van het beroepstechnische en kwaliteit van het ontwikkelproces. Clean code, documenteren, testen, integreren, continuous integration & deployment, gebruik frameworks.

Sterke punten

- Denkt vanuit het probleem

Verbeterpunten

- Denk vanuit de primaire workflow: hoe past daar de ontwikkelde IT oplossing in

Aanvullende observaties