

# Prognostic and Prediction Modelling with Radiomics for Non-Small Cell Lung Cancer

## Citation for published version (APA):

Patil, R. B. (2020). *Prognostic and Prediction Modelling with Radiomics for Non-Small Cell Lung Cancer*. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20201006rp>

## Document status and date:

Published: 01/01/2020

## DOI:

[10.26481/dis.20201006rp](https://doi.org/10.26481/dis.20201006rp)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Chapter 10

Summary

Ravindra Patil

The improvement in cancer care through automation and personalization is required to provide cost effectiveness, improved patient and staff experience and better health outcomes. With the advancement in AI there is a strong potential to achieve these improvements. In this thesis, the approach adapted in building predictive models for NSCLC and the usage of machine learning and deep learning models to enhance the accuracy and automation of end-to-end clinical decision support systems that aims at improving the cancer care was explored.

The thesis began with general introduction of the Radiomics and associated challenges with workflow and application in Chapter 1. There is strong need to build high quality prognostics and predictive models in cancer care, so that these can be rapidly adapted into the clinical practice. Chapter 2 provides details on different methodologies that are used for modelling with Radiomics, the associated challenges and recommendation on how to build high quality prognostics and predictive models.

With the need to have automation in the cancer care, to reduce the burden on oncologist and reduce inter/intra-observer segmentation variations, Chapter 3 was introduced to describe Deep Learning based approach to segment the region of lung, without seed point initialization. In addition, the chapter highlighted the effectiveness of Deep Learning over traditional segmentation approaches. In continuation with the thirst of automation, Chapter 4 described an approach of auto extraction of the Gross Tumor Volume from CT slices using Deep Learning, there by demonstrating significant reduction of time compared to manual contouring.

It is quite important that the prognosis of the disease be correctly explained to the patient, so that the patient can plan his/her activities in a timely fashion. For this, we built in Chapter 5 a survival model that used Radiomics features and demonstrated that the model with a combination of image-derived Radiomics features combined with clinical data of the patient provides a better prediction of survival than the existing approaches, which only consider the clinical data.

Identification of the histology of NSCLC is important for treatment planning. Ideally, biopsy is the preferred method, which is invasive in nature and has side effects. In Chapter 6, experiment was conducted to auto classify NSCLC histology using Radiomics features, thereby paving the way for an alternate approach to biopsies using imaging, which is noninvasive and has potential to be considered as a virtual biopsy. In Chapter 7, the Radiomics techniques were further extended by introducing fractals as new features, which aids in quantification of

Prognostic and Prediction Modelling with Radiomics for Non-Small Cell Lung Cancer | 157

irregular patterns and demonstrated the role of fractals in improving histology classification of NSCLC.

Finally, in Chapter 8, system level needs and techniques to build End to End diagnostic Radiomics model for clinical application was explored, along with good governance and deployment strategies for data and AI models in the hospitals were discussed. In conclusion, Chapter 9 provides a general discussion of the results presented in this thesis and related future perspectives in the field of automation in healthcare.

## SAMENVATTING

De verbetering van de kankerzorg door automatisering en personalisatie is vereist om kosteneffectiviteit, verbeterde patiënt- en personeelservaring en betere gezondheidsresultaten te bieden. Met de vooruitgang in AI is er een groot potentieel om deze verbeteringen te bereiken. In dit proefschrift is de aanpak aangepast bij het bouwen van de voorspellende modellen voor NSCLC en het gebruik van machine learning en deep learning-modellen om de nauwkeurigheid en automatisering te verbeteren van het bouwen van end-to-end klinische beslissingsondersteunende systemen die gericht zijn op het verbeteren van de kankerzorg en in het bijzonder voor NSCLC werd onderzocht.

Het proefschrift begon met de algemene introductie van de Radiomics en de bijbehorende uitdagingen met workflow en toepassing in hoofdstuk 1. Er is sterke behoefte aan het bouwen van hoogwaardige prognostica en voorspellende modellen in de kankerzorg, zodat deze snel kunnen worden aangepast aan de klinische praktijk. Hoofdstuk 2 geeft details over verschillende methodologieën die worden gebruikt voor modellering met Radiomics, de bijbehorende uitdagingen en aanbevelingen voor het bouwen van hoogwaardige prognostica en voorspellende modellen. Omdat er behoefte is aan automatisering in de kankerzorgcyclus om de last voor de oncoloog te verminderen en de variaties tussen segmenten binnen en tussen de waarnemers te verminderen, werd hoofdstuk 3 geïntroduceerd om een op Deep Learning gebaseerde benadering te beschrijven om het longgebied te segmenteren, zonder initialisatie van het startpunt. Daarnaast belichtte het hoofdstuk de effectiviteit van Deep Learning ten opzichte van traditionele segmentatiebenaderingen. In vervolg op de dorst naar automatisering, beschreef Hoofdstuk 4 een benadering van automatische extractie van het Bruto Tumor-volume uit CT-segmenten met behulp van Deep Learning, daar door een significante vermindering van de tijd te demonstreren in vergelijking met handmatige contouring.

Het is heel belangrijk dat de prognose van de ziekte correct wordt uitgelegd aan de patiënt, zodat de patiënt zijn / haar activiteiten tijdig kan plannen. Hiervoor hebben we in Hoofdstuk 5 een overlevingsmodel gebouwd dat gebruik maakte van Radiomics-kenmerken en aantoonde dat het model met een combinatie van beeldgerelateerde Radiomics-kenmerken

gecombineerd met klinische gegevens van de patiënt een betere voorspelling van overleving biedt dan de bestaande benaderingen, die alleen rekening houden met de klinische gegevens. Identificatie van de histologie van NSCLC is belangrijk voor behandelplanning. Idealiter is biopsie de voorkeursmethode, die invasief van aard is en bijwerkingen heeft. In Hoofdstuk 6 werd experiment uitgevoerd om NSCLC-histologie automatisch te classificeren met behulp van Radiomics-functies, waardoor de weg werd vrijgemaakt voor een alternatieve benadering van biopsieën met behulp van beeldvorming, die niet-invasief is en potentieel kan worden beschouwd als een virtuele biopsie. In Hoofdstuk 7 werden de Radiomics-technieken verder uitgebreid door fractals als nieuwe kenmerken te introduceren, die helpen bij het kwantificeren van onregelmatige patronen en die de rol van fractals bij het verbeteren van de histologische classificatie van NSCLC hebben aangetoond.

Ten slotte werden in Hoofdstuk 8 de behoeften en technieken van systeemniveau onderzocht om een End-to-End diagnostisch Radiomics-model voor klinische toepassing te bouwen, en werden goede governance- en implementatiestrategieën voor data en AI-modellen in de ziekenhuizen besproken. Tot slot geeft hoofdstuk 9 een algemene bespreking van de resultaten die in dit proefschrift worden gepresenteerd en gerelateerde toekomstperspectieven op het gebied van automatisering in de gezondheidszorg.