



University of Groningen

Flexible needle steering for computed tomography-guided interventions

Shahriari, Navid

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2018

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Shahriari, N. (2018). Flexible needle steering for computed tomography-guided interventions. [Groningen]: University of Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Summary

In the last few decades, the surgical tools and procedures have developed significantly. Invasive surgeries are avoided as much as possible and minimally-invasive or non-invasive procedures are preferred. Needles are among the common tools which are used in clinical procedures, such as brachytherapy, microwave and radio frequency ablations and biopsies. Needle insertions usually require alignment of the needle with a lesion or a tumor, which is a challenging task even for experienced clinicians. Furthermore, the needles tend to deflect while being inserted into the tissue, since the clinical needles usually have an asymmetric tip, and the cutting force deflects the needle in a certain direction.

In this thesis, a robotic system is developed which is used to steer a flexible needle within the tissue. The robot is designed for the procedure on the lung and liver, which are commonly performed under CT guidance. A review of the available solutions in the market and in the literature is discussed and the design and evaluation of the proposed CT-compatible needle steering robot is presented. Functional tests prove the design concept, and experiments in biological tissue and human cadaver validate the steering concept. A data fusion scheme based on unscented Kalman filter is developed in order to combine the tracking information from multiple devices. Finally, a motion compensation algorithm is presented which can be used to compensate patients voluntary or non-voluntary motions (such as breathing) while the needle is being inserted into the body.

Samenvatting

In de afgelopen decennia hebben de chirurgische hulpmiddelen en procedures zich aanzienlijk ontwikkeld. Invasieve operaties worden zoveel mogelijk vermeden en minimaal-invasieve of niet-invasieve procedures hebben de voorkeur. Naalden behoren tot de gebruikelijke hulpmiddelen die worden gebruikt in klinische procedures, zoals brachytherapie, microgolf- en radiofrequentie-ablaties en biopsieën. Naaldinserties vereisen gewoonlijk uitlijning van de naald met een laesie of een tumor, wat een uitdagende taak is, zelfs voor ervaren clinici. Verder neigen de naalden te buigen wanneer ze in het weefsel worden ingebracht, omdat de klinische naalden gewoonlijk een asymmetrische punt hebben en de snijkraft de naald in een bepaalde richting afbuigt.

In dit proefschrift wordt een robotsysteem ontwikkeld dat wordt gebruikt om een flexibele naald in het weefsel te sturen. De robot is ontworpen voor de procedure op de longen en de lever, die gewoonlijk worden uitgevoerd onder CT-geleiding. Een overzicht van de beschikbare oplossingen op de markt en in de literatuur wordt gegeven en het ontwerp en de evaluatie van de voorgestelde CT-compatibele naaldstuurrobot wordt gepresenteerd. Functionele testen bewijzen het ontwerpconcept en experimenten in biologisch weefsel en menselijk kadaver valideren het stuurconcept. Een gegevensfusieschema op basis van een unscented Kalman-filter is ontwikkeld om de volginformatie van meerdere apparaten te combineren. Ten slotte wordt een bewegingscompensatie-algoritme gepresenteerd dat kan worden gebruikt om vrijwillige of niet-vrijwillige bewegingen van patiënten (zoals ademhaling) te compenseren terwijl de naald in het lichaam wordt ingebracht.

