

**רגיסטרציה ריגידית מופחתת קרינה במרחב רדון תלת מימדי  
לסריקות CT נשנות, ויישומים ברדיולוגיה התערבותית**

חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה

מאת

**גיא מדן**

הוגש לסנט האוניברסיטה העברית בירושלים

נובמבר 2018



**רגיסטרציה ריגידית מופחתת קרינה במרחב רדון תלת מימדי  
לסריקות CT נשנות, ויישומים ברדיולוגיה התערבותית**

חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה

מאת

**גיא מדן**

הוגש לסנט האוניברסיטה העברית בירושלים

נובמבר 2018



**עבודה זו נעשתה בהדרכתו של**

**פרופ' לאו יוסקוביץ**



## תקציר

סריקות טומוגרפיה ממוחשבת (Computed Tomography - CT) הנם נפוצים בשימוש קליני ומשמשים בתפקיד מרכזי בהיבטים רבים של הטיפול הרפואי. החסרון המרכזי של סריקות CT הוא החשיפה של המטופל לקרינת X מייננת העלולה להגדיל את הסיכון לסרטן. החשיפה לקרינה מחריפה בסריקות CT נשנות, בהן המטופל עובר מספר סריקות ברצף שבין אבחון, טיפול ומעקב. בעבודה זו מוצע להשיג הפחתה של ספיגת קרני X בסריקות CT נשנות ברקמות המטופל ע"י שימוש באינפורמציה מסריקה מלאה קודמת, בעוד שבסריקה הנשנית נעשה שימוש בסריקה שברית (fractional), המערבת רכישה בררנית של שבריר מזוויות הסריקה ע"י מניפולציה של מקור קרני ה-X בזמן סיבוב הסורק.

תזה זו מציגה שיטה חדשה לרגיסטרציה רגידית בין סריקת CT מלאה לבין סריקה נשנית הנרכשת באמצעות בריקה שברית, המאפשרת הפחתה של ספיגת קרני ה-X ע"י המטופל בזמן הסריקה החוזרת. שיטת הרגיסטרציה משמשת לפיתוח שיטות חדשניות לעקיבה אחר מחט והמטופל בסריקות CT התערבותיות לטובת איתור מיקום מופחת קרינה של המחט. השיטה לרגיסטרציה ריגידית מיישרת בדיוק גבוה את סריקת הבסיס המלאה ואת הסריקה השברית הנשנית במרחב רדון התלת-מימדי ע"י התאמת וקטורי כיוון מהסריקה השברית עם וקטורי כיוון מתאימים מהסריקה המלאה, כך שכל כיוון מייצג אות חד-מימדי המתקבל ע"י סכימת הנפח על מישורים הניצבים לכיוון זה. לאחר התאמת הכיוונים, הרגיסטרציה מחושבת ע"י בניית מערכת משוואות ליניארית מתאימה ופתרונה. שיטת העקיבה למחט מאתרת את המחט ביחס למטופל במערכת צירי סורק ה-CT ע"י סריקה שברית וללא שחזור של תמונת ה-CT. העיקרון המרכזי בשיטה הוא השימוש באות החזק של היטל המחט במידע הגולמי המתקבל בסורק ה-CT והגיאומטריה הגלילית הצרה שלה על מנת לקבוע את מיקומה. השיטות המתוארות פועלות ישירות במרחב רדון התלת מימדי ומבצעות בו זמנית את הרגיסטרציה של המטופל ואת איתור מיקום המחט בכל סריקה שברית נשנית. השיטות מתוכננות לעבוד על מחט קשיחה או גמישה, וזאת ע"י בנייה הדרגתית של מסלול המחט במרחב התלת-מימדי מתוך היטלים דו-מימדיים שנרכשו ע"י סורק ה-CT.

השיטות נבדקו אמפירית על מידע גולמי מסריקות CT של אובייקטים המדמים את הראש ופלג גוף אמצעי. תוצאות הבדיקה מראות כי השיטות מספקות דיוק ברמה דומה לשיטות מבוססות תמונה, תוך שימוש בדגימה מופחתת של מרחב רדון התלת-מימדי ללא שחזור התמונה, המאפשר הפחתה ניכרת של קרני X בסריקה הנשנית.





## מכתב תרומה

מחקר זה בוצע ע"י גיא מדן. תרומתו של כל מחבר-שותף במאמרים שפורסמו, למעט המדריך, מפורטים מטה:

Reduced-dose patient to baseline CT rigid registration in 3D Radon space

G. Medan, A. Kronman, L. Joskowicz. *Published in International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention 2014.*

גיא מדן ביצע את המחקר המתואר במאמר זה וכתב את המאמר ככותב ראשי. אחיה קרונמן תרם כיוונים ורעיונות למחקר, וסייע במתן משוב על המאמר.

Sparse 3D Radon Space Rigid Registration of CT Scans: Method and Validation Study

G. Medan, N. Shamul, L. Joskowicz. *Published in IEEE Trans. Med. Imaging, 2017.*

גיא מדן ונעמי שמול הינם שותפים שווים לתרומה למחקר המתואר במאמר זה.

גיא מדן ביצע את הפיתוח האלגוריתמי וכתב את את פרקי המבוא והשיטה במאמר.

נעמי שמול ביצעה את מחקר התיקוף לשיטה המוצעת וכתבה את פרקי התוצאות והדיון במאמר.