



## Θέμα Διδακτορικής Διατριβής

**Εισηγητής:** Ιωάννης Βουρβουλάκης, Επίκουρος Καθηγητής

**Θεματική περιοχή:** Ενσωματωμένα συστήματα και ιατρική απεικόνιση

**Προτεινόμενος Τίτλος:** Επιτάχυνση εκτέλεσης μεθόδων υπολογιστικής τομογραφίας, σε επαναδιαμορφώσιμο υλικό (FPGA), για την τρισδιάστατη ανακατασκευή ιατρικών εικόνων

**Περίληψη:** Η υπολογιστική τομογραφία [1] αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία δεδομένα προβολών ενός αντικειμένου μετατρέπονται σε εικόνες που απεικονίζουν τη διατομή του αντικειμένου αυτού. Η υπολογιστική τομογραφία χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια στην ιατρική καθώς δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης μυϊκών τραυματισμών, αιμοφόρων αγγείων, λοιμώξεων και διάφορων άλλων ασθενειών χωρίς να απαιτείται η πρόσβαση εσωτερικά στον ασθενή. Η τομογραφική απεικόνιση χρησιμοποιείται επίσης σε μεθόδους όπως οι PET [2] και SPECT [3] για τη διάγνωση, τον εντοπισμό και τη θεραπεία καρκινικών όγκων. Η ακρίβεια στην απεικόνιση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα των μεθόδων. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για την τομογραφική απεικόνιση παρουσιάζουν μεγάλη πολυπλοκότητα και υψηλό υπολογιστικό φορτίο όπως ο αλγόριθμος FBP (Filtered BackProjection) [4], ο αλγόριθμος ML-EM (Maximum Likelihood Expectation Maximization) [5]. Τα τελευταία χρόνια η τεχνητή νοημοσύνη έχει διεισδύσει στην τομογραφία [6] φέρνοντας επανάσταση στο χώρο της ιατρικής απεικόνισης. Στα πλαίσια της προτεινόμενης διδακτορικής διατριβής θα πραγματοποιηθεί μελέτη του θεωρητικού υποβάθρου και των αλγορίθμων της υπολογιστικής τομογραφίας καθώς και των νεότερων μεθόδων βαθιάς μάθησης που έχουν προταθεί. Θα αναπτυχθεί επιταχυντής σε FPGA για την επιτάχυνση εκτέλεσης αλγορίθμων ανακατασκευής εικόνας. Για την υλοποίηση προτείνεται να χρησιμοποιηθεί FPGA της οικογένειας Zynq [7] της Xilinx ή εναλλακτικά Cyclone V [8] της Intel τα οποία αμφότερα περιλαμβάνουν ενσωματωμένο επεξεργαστή ARM. Η υλοποίηση της εφαρμογής θα περιλαμβάνει συν-σχεδιασμό υλικού και λογισμικού.

### Ενδεικτική βιβλιογραφία:

- [1] G.L. Zeng, Medical image reconstruction: A conceptual tutorial, Springer Berlin Heidelberg, 2010. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-05368-9>.
- [2] D.W. Townsend, Positron emission tomography/computed tomography., Semin. Nucl. Med. 38 (2008) 152–166. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2008.01.003>.

- [3] S. Dorbala, K. Ananthasubramaniam, I.S. Armstrong, P. Chareonthaitawee, E.G. DePuey, A.J. Einstein, R.J. Gropler, T.A. Holly, J.J. Mahmarian, M.-A. Park, D.M. Polk, R. Russell, P.J. Slomka, R.C. Thompson, R.G. Wells, Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) Myocardial Perfusion Imaging Guidelines: Instrumentation, Acquisition, Processing, and Interpretation, *J. Nucl. Cardiol.* 25 (2018) 1784–1846.  
<https://doi.org/10.1007/s12350-018-1283-y>.
- [4] R. Schofield, L. King, U. Tayal, I. Castellano, J. Stirrup, F. Pontana, J. Earls, E. Nicol, Image reconstruction: Part 1 – understanding filtered back projection, noise and image acquisition, *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 14 (2020) 219–225.  
<https://doi.org/10.1016/J.JCCT.2019.04.008>.
- [5] L.A. Shepp, Y. Vardi, Maximum Likelihood Reconstruction for Emission Tomography, *IEEE Trans. Med. Imaging.* 1 (1982) 113–122. <https://doi.org/10.1109/TMI.1982.4307558>.
- [6] R. Gothwal, S. Tiwari, S. Shivani, Computational Medical Image Reconstruction Techniques: A Comprehensive Review, *Arch. Comput. Methods Eng.* (2022).  
<https://doi.org/10.1007/s11831-022-09785-w>.
- [7] Xilinx, Zynq - SoCs with Hardware and Software Programmability, (n.d.).  
<https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc/zynq-7000.html> (accessed September 29, 2022).
- [8] Intel, Cyclone® V FPGAs and SoC FPGAs, (n.d.).  
<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/fpga/cyclone/v.html> (accessed September 29, 2022).