

Livrabil

## 1 raport de testare și validare pentru sistemul modular de control de tip master-slave

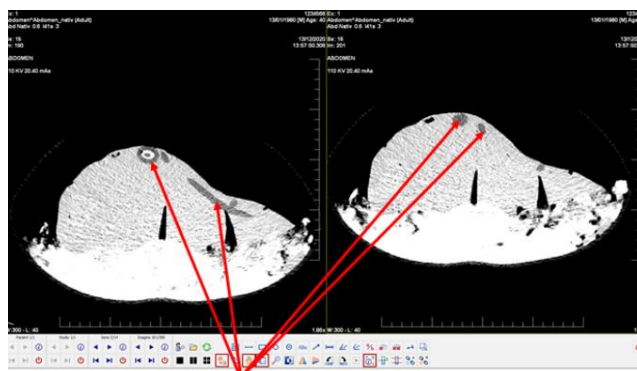
După dezvoltarea și implementarea sistemului de comandă și control al sistemului robotic PRoHep-LCT o serie de teste au fost efectuate în cadrul centrului de cercetare CESTER pentru a valida sistemul robotic. Pentru a testa toate funcționalitățile sistemului robotic a fost realizat un mulaj care imită ficatul în mărime naturală (Figura 1), în care au fost introduse mășline care simulează tumorile și baloane umplute cu cerneală roșie care simulează vascularizația acestuia.

Primul pas în ceea ce privește testarea experimentală este de a realiza un CT al mulajului, iar apoi datele obținute de la CT au fost încărcate într-un soft de reconstrucție 3D, pentru a furniza în timp real coordonatele pentru instrumentul de inserție al acelor (Figura 2).

După pregătirea obținerii datelor necesare, a fost realizată o procedură completă pentru validarea tuturor funcționalităților sistemului robotic, precum și capacitatea acestuia de a introduce acul într-o formațiune tumorală definită de coordonatele CT-ului.



Figura 1. Mulajul folosit pentru testarea experimentală a structurii robotice PRoHep-LCT



Identificare formațiuni tumorale

Figura 2. Pregătirea datelor pentru robot prin scanarea în CT a mulajului

Figura 3 prezintă diagrama semnalului comandă de tip input reprezentând viteza de inserție a sondei ecografice intraoperatorii de-a lungul axei sale în timpul identificării punctelor țintă din formațiunile tumorale prezentate în Figura 7. Semnalul de comandă din Figura 8 (linia roșie) este de tip viteză liniară (de-a lungul axei OZ a sondei), fiind generat de joystick-ul cu 6 grade de libertate utilizat ca și dispozitiv master. Tot pe graficul din Figura 8 se poate observa (cu linie verde întreruptă) semnalul citit de la encoder-ul motorului și procesat astfel încât să reprezinte viteza motorului care efectuează inserția. Cele

două semnale sunt foarte apropiate (din punctul de vedere al valorilor, generând erori mai mici de 0.1%), ceea ce validează structura de tip master-slave în cazul sondei.

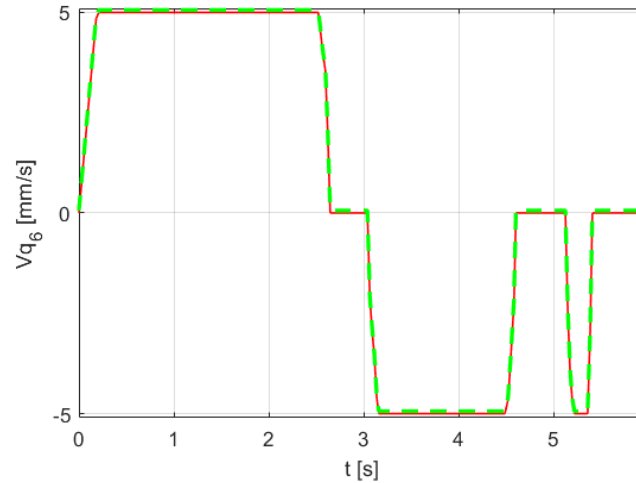


Figura 3. Validarea sistemului de tip master-slave pentru inserția sondei ecografice

În manieră similară a fost testată și mișcarea de rotație în jurul axei OZ a modului de ghidare a sondei ecografice, rezultatul fiind prezentat în Figura 4. Precizia de poziționare a capului distal a sondei prin rotirea acestuia este mai mare de 1%, ceea ce atestă posibilitatea utilizării sistemului pentru aplicația medicală propusă.

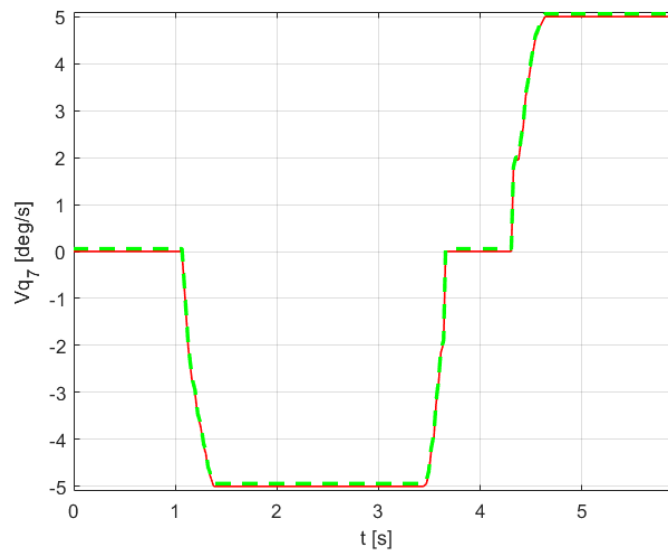
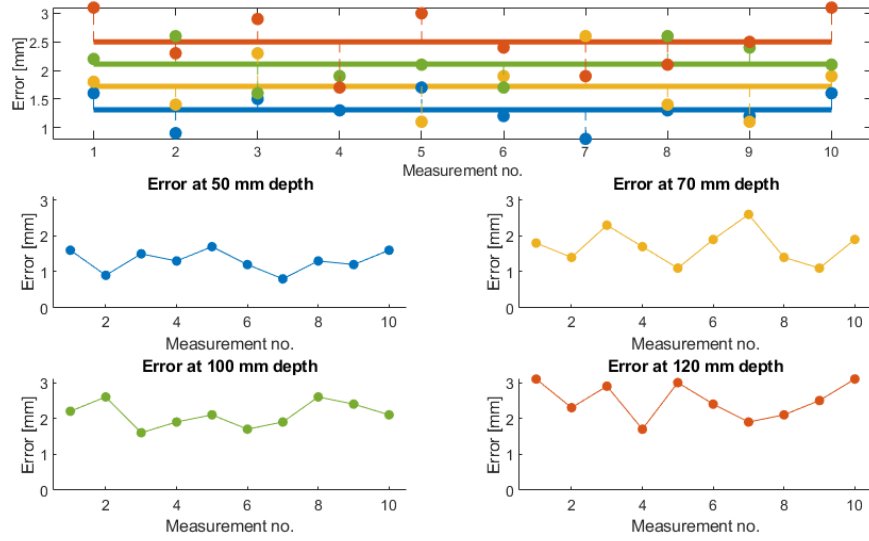


Figura 4. Validarea sistemului de tip master-slave pentru rotația sondei ecografice

Figura 5 prezintă precizia de detecție a zonelor tumorale și implicit a punctelor țintă. Se observă că eroarea crește ușor odată cu adâncimea tumorilor, ceea ce conduce la concluzia că unghiul de abord al ficatului în momentul intervențiilor este foarte important.



**Figura 5.** Validarea sistemului de tip master-slave pentru rotația sondei ecografice

Prof. Doina Bîslă