

Multimodális orvosi képfeldolgozó programok fejlesztése akadémiai környezetben

Emri Miklós¹, Aranyi Sándor Csaba¹, Balkay László¹,
Opposits Gábor¹, Pohubi László¹, Spisák Tamás², Trón Lajos¹

¹Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Képkalkotó Intézet

²Richter Gedeon Nyrt., Preklinikai Képkalkotó Labor

Összefoglalás

Bevezetés: A orvosi képfeldolgozó programokat használó szakemberek munkájuk során két szoftvertípussal találkozhatnak. Az egyikbe azok a programok tartoznak, amelyeket a műszer- vagy szoftvergyártó cégek fejlesztenek, és önálló termékként vagy a képkalkotó berendezések tartozékaként lehet beszerezni. A másik csoportot az egyetemek vagy kutató intézetek által készített szoftverek rendkívül széles skálájú, ingyenesen elérhető programjai alkotják.

A Debreceni Egyetem PET Centrumában, az első hazai humán PET kamera telepítése után 5 évvel kezdtük el a multimodális orvosi képfeldolgozással kapcsolatos szoftverfejlesztési projektet, amit nem egy konkrét pályázat teljesítéséhez kötöttünk, hanem hosszú távú, pályázati ciklusokon átívelő munkának képzeltünk el.

Módszer: A célkitűzésnek megfelelő keretrendszer tudta biztosítani azt, hogy minden fejlesztésünk egységes koncepció mentén történt, az egyes pályázatok pénzügyi keretéből elkészített algoritmusok, adatrepresentációs megoldások, vizualizációs technikák implementálása a keretrendszer könyvtárait gazdagították, azaz későbbi fejlesztésekben is felhasználhatóvá válnak.

Eredmény: A kidolgozott MultiModal Medical Imaging (M3I) keretrendszer az akadémiai környezetben fejlesztett, szabadon elérhető szoftverek egyre bővülő körébe tartozik. Az M3I-vel elkészített programokkal olyan feladatokat tudunk megoldani, amelyek a kereskedelmi szoftverekkel vagy a szabadon elérhető programokkal csak bonyolult módon vagy egyáltalán nem oldhatók meg. Így a programjainkat sikeresen használjuk az agykutatáshoz kapcsolódó módszertani fejlesztésekhez, az EEG és fMRI alapú agyi hálózatanalízishez, valamint több a nukleáris medicinához kapcsolódó projektben is.

Megbeszélés: Ezzel a szoftverrendszerrel már több olyan képfeldolgozással kapcsolatos problémát is megoldottunk, amelyek közvetlenül a napi diagnosztikai vagy terápiás tevékenységhez köthetők, azaz a felhasznált pályázati finanszírozások közvetett módon az adott projekteken túlmutató K+F fejlesztéseket is szolgálták.

Kulcsszavak: orvosi képfeldolgozás, szoftverfejlesztés, neuroradiológia, nukleáris medicina

The MultiModal Medical Imaging software system: software development in the academic environment

Summary

Introduction: Medical experts using medical image processing tools in their routine activity can meet two types of software. The first type is the programs developed by instrument- or software manufacturers and can be obtained as standalone products or as accessories to the imaging equipments. The other group includes a wide range softwares of developed by universities or research institutes and they are available as free programs. After the installation of the first domestic human PET camera at the PET Centre of University of Debrecen we have started a long-term software development project to evaluate multi-modal medical image processing programs. To finance this software development task we used our funded research projects.

Methods: The objective was to develop an object oriented, C++ based, platform-independent software library, the so called MultiModalMedical Imaging (M3I) system, containing abstract data-handling classes, algorithms and high performance visualization solutions. Over the last decade we could ensure the continuous extensions of the usability and capability of our system.

Results: Using M3I we have worked out several dedicated programs for our research projects, such as BrainMOD and BrainCON and we were able to solve several complex medical imaging problems. For example our software was used during our neuroimaging methodological development tasks, EEG and fMRI based brain network analysis and several image analysis tasks related to our nuclear medicine projects.

Discussion: With this software system a number of special medical image processing problems has been solved which are linked directly to the daily diagnostic or therapeutic activity, as well and thus the applications used in the M3I development task indirectly support our further R&D projects.

Keywords: medical image processing, software, neuroimaging, nuclear medicine

Irodalom

1. Varian Medical Systems, <https://www.varian.com/oncology/solutions/radiotherapy>, **2016**
2. PMOD Technologies LLC, pmod software, <http://www.pmod.com/web/>
3. BrainLab, <https://www.brainlab.com/en/>, **2016**
4. Siemens Healthineers, syngo.via software, <http://www.healthcare.siemens.com/molecular-imaging/pet-ct/syngo-via>, **2016**
5. McConnell Brain Imaging Center software: The MINC toolkit, <http://www.bic.mni.mcgill.ca/ServicesSoftware/ServicesSoftwareMincToolKit>, **2016**
6. Statistical Parametric Mapping, Wellcome Trust Centre for Neuroimaging <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/>, **2016**
7. Laboratory for Computational Neuroimaging at the Athinoula A. Martinos Center for Biomedical Imaging, Freesurfer, <http://freesurfer.net/>, **2016**
8. Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J., Finet J., et. Al: 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. *Magnetic Resonance Imaging*. **2012** Nov;30(9):1323-41.
9. Nipy: Neuroimaging in Python, <http://nipy.org/>, **2016**
10. M.W. Woolrich, S. Jbabdi, B. Patenaude, M. Chappell, et. Al: Bayesian analysis of neuroimaging data in FSL. *NeuroImage*, 45:S173-86, **2009**
11. Brain Innovation, BrainVoyager software, <http://www.brainvoyager.com/>, **2016**
12. Kincses TZS, Chadaide Z, Varga ET, Antal A et al: Task-related temporal and topographical changes of cortical activity during ultra-rapid visual categorization. *Brain Research*; **2006**; 1112; 191-200.
13. Kincses ZT, Antal A, Nitsche MA, Bártfai O et al.: Facilitation of probabilistic classification learning by transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex in the human. *Neuropsychologia*. **2004**; 42; 113-117.
14. Opposits G, Kis SA, Trón L, Berényi E et al.: Population based ranking of frameless CT-MRI registration methods. *Zeitschrift für Medizinische Physik*. **2015**; 25; 353-367.
15. Szepesi R, Széll IK, Hortobágyi T, Kardos L, et al.: New prognostic score for the prediction of 30-day outcome in spontaneous supratentorial cerebral haemorrhage. *Biomed Res Int*. **2015**; 2015; ID 961085, 8.
16. Szakszon K, Szegedi I, Magyar A, Oláh E, et al.: Complete recovery from psychosis upon miglustat treatment in a juvenile Niemann-Pick C patient. *Eur J Paediatr Neurol*. **2014**; 8;75-8.
17. Jakab A, Blanc R, Berényi EL, Székely G.: Generation of individualized thalamus target maps by using statistical shape models and thalamocortical tractography. *AJNR Am J Neuroradiol*. **2012**; 33;2110-6.
18. Kovacs Á, Hadjiev J, Lakosi F, Antal G et al. Dynamic MR based analysis of tumor movement in upper and mid lobe localized lung cancer. *Pathology Oncology Research*. **2009**; 15; 269-277.
19. Kovacs Á, Hadjiev J, Lakosi F, Vallyon M et al.: Thermoplastic patient fixation: influence on chest wall and target motion during radiotherapy of lung cancer. *Strahlentherapie und Onkologie*. **2007**; 183; 271-279.
20. Kovacs Á, Hadjiev J, Lakosi F, Glavak Cs et al.: Comparison of photon with electron boost in treatment of early stage breast cancer. *Pathology Oncology Research*. **2008**;14;193-7.

21. Pósa R, Magyar T, Stoycho D, Glávits R, et al.: Use of computed tomography and histopathologic review for lung lesions produced by the interaction between mycoplasma hyopneumoniae and fumonisin mycotoxins in pigs. *VETERINARY PATHOLOGY*. **2013**; 50; 971-979.
22. Magyar T, Donkó T, Repa I, Kovács M: Regeneration of toxigenic *Pasteurella multocida* induced severe turbinate atrophy in pigs detected by computed tomography, *BMC VETERINARY RESEARCH*, **2013**; 9; 1-7.
23. Trón L., Balkay L., Boros I., Emri M., et al.: Positron Emission Tomography (PET)- One of the most advanced imaging techniques. *J Neurobiol*, **1995**; 3;205-206
24. Emri M, Ésik O., Répa I., Márián et al.: Image fusion of different tomographic methods (PET/CT/MRI) effectively contribute to therapy planning. *Orv Hetil*, **1997**; 46;2919-2924.
25. Emri M., Bogner P., Balkay L., Tóth Á., Kisely M., Weisz J., Ádám G., Glaub T., Berecz R., Répa I. [15O]-butanol PET-vizsgálatok térbeli standardizálása szegmentált, T1-súlyozott MRI-felvételek segítségével. *Orv Hetil*, **2002**; 21;1249-1251
26. Hajdú A., Kormos J., Lencse Z., Trón L. et al: The "MEDIP - Platform independent software system for medical image processing" project. *Journal Of Universal Computer Science*, **2006**; 12;1229-1239
27. Spisak T, Jakab A, Kis SA, Opposits G,et al.: Voxel-wise motion artifacts in population-level whole-brain connectivity analysis of resting-state fMRI. *PLOS ONE*. **2014**; 9; e104947.
28. GNU Science Library, GSL, <http://www.gnu.org/software/gsl/>, 2016
29. Qt - Platform Independent Graphical User Interface Development Toolkit, <https://www.qt.io/>, **2016**
30. Neuroimaging Informatics Technology Initiative- NifTI fájl format, <http://nifti.nimh.nih.gov/>, **2016**
31. DICOM Development Toolkit - DCMTK, <http://dicom.offis.de/dcmk.php.en>, **2016**
32. Clemens B, Puskás Sz, Spisák T, Lajtos I et al.: INCREASED RESTING-STATE EEG FUNCTIONAL CONNECTIVITY IN BENIGN CHILDHOOD EPILEPSY WITHCENTRO-EMPORAL SPIKES. *Seizure accepted*. **2016**; 35, 5-55
33. Clemens B, Puskas S, Besenyei M, Kovács NZ et al: Valproate treatment normalizes EEG functional connectivity in successfully treated idiopathic generalized epilepsy patients. *EPILEPSY RESEARCH* **2014**; 108, 1896-1903.
34. Jakab A, Emri M, Spisák T, Kis SA,et al: Autistic Traits in Neurotypical Adults: Correlates of Graph Theoretical Functional Network Topology and White Matter Anisotropy Patterns. *PLOS ONE*, **2013**; 8: e60982.
35. Lajtos I, Czernin J, Dahlbom M, Daver F, et al: Cold wall effect eliminating method to determine the contrast recovery coefficient for small animal PET scanners using the NEMA NU-4 image quality phantom. *PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY*. **2014**; 59; 2727-2746.
36. I Hajdu, Gy Trencsényi, M Bodnár, M Emri, et al.: Tumor-Specific Localization of Self-Assembled Nanoparticle PET/MR Modalities. *ANTICANCER RESEARCH*, **2014**; 34; 49-59.