



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC

SOFTWAREVÉ NÁSTROJE VYVINUTÉ VE FNOL PRO KLINICKOU DOZIMETRII

Pavel Karhan, Jaroslav Ptáček

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

Přehled nástrojů



PTK Manager – Protocolar ToolKit Manager

01

Popis hlavního grafického rozhraní pro správu DICOM dat a spouštění vyhodnocovacích protokolů.

02

Registration Card

Vytváření šablon pro ukládání dat do DICOM.

03

Measurement Card

Ukládání měření a aplikace základních korekcí.

04

Práce s planárními snímky

Ruční registrace a semiautomatická segmentace planárních snímků.

05

Dose Estimation Card

Vytváření biokinetických modelů a jejich fit.

06

Dodatečné moduly

Plánování dávky apod.

Motivace



Nástroj pro testování nových algoritmů v klinickém prostředí

Univerzální přívětivé grafické rozhraní pro běžné použití lékaři/asistenty a možnost včlenění vlastních úprav do existujících workflow radiologické fyziky pomocí XML protokolů nebo GUI, programování vlastních funkcí v C/C++/Python(/Matlab/....).



Podpora DICOM

Možnost stahovat data přímo ze stanic bez nutnosti export+import. Přístup k DICOM datům bez databázové struktury.



Portabilita

Možnost spustit program bez nutnosti instalace, třeba z flešky.



Sdílení

Možnost sdílet algoritmy mezi uživateli/programátory bez nutnosti vzájemného studia zdrojových kódů sestavováním uzavřených modulů/pluginů.



Licence

Maximální využití open-source projektů, licence programu i všech dosavadních pluginů je GPL (zdarma).

PTK Manager – Protocolar Toolkit Manager

Popis hlavního GUI

✓ Připojení ke vzdálenému serveru, např. Xeleris, Syngo, PACS, ... a možnost stažení (download) a nahrání (upload) dat (DICOM Query/Retrieve).

✓ Přístup k souborům .dcm (.ima ...) v libovolném adresáři.

✓ Fungování v režimu archivu pro příjem souborů odeslaných z jiných stanic (DICOM Service Class Provider SCP).

✓ Přístup k lokálně uloženým souborům a jejich zpracování pomocí uživatelsky vytvořených vyhodnocovacích protokolů uložených v XML formátu.

✓ Seřazení DICOM souborů dle standardního dělení STUDY/SERIES/INSTANCE, možnost filtrace dle zvolených tagů na každé úrovni.

PatientName	PatientID	StudyDate	StudyTime	StudyID	ModalitiesInStudy
testovaciPacient	0	20181107	095758	Dosimetric Measurements	
nons	1	20180802	141450	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20181101	144309	Dosimetric Measurements	
3488705	3488705	20180802	130418	Dosimetric Measurements	
nons	1	20181102	113955	Dosimetric Measurements	
3471249	3471249	20180731	134303	Dosimetric Measurements	
a	1	20180827	104201	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20181101	133636	Dosimetric Measurements	
3467556	3467556	20181101	145016	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20181101	143214	Dosimetric Measurements	
3467547	3467547	20180802	114139	Dosimetric Measurements	
3467547	3467547	20181101	140749	Dosimetric Measurements	
3488705	3488705	20181101	124348	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20181102	103703	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20180802	132730	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20181101	145344	Dosimetric Measurements	
3467556	3467556	20180802	101623	Dosimetric Measurements	
3529238	3529238	20181102	102446	Dosimetric Measurements	
nons	1	20181102	113119	Dosimetric Measurements	

SeriesNumber	Modality	SeriesTime	SeriesDate	SeriesDescription
1	SR	100015	20181121	Measurement Data WB
1	SR	100228	20181121	Measurement Data Lesion
1	SR	100326	20181121	Measurement Data Thyroid
1	SR	135929	20181107	Measurement Data
1	SR	140206	20181107	Measurement Data
0	SR	095758	20181107	Measurement Data
1	SR	095836	20181107	Measurement Data
2	SR	102633	20181122	Dose Report

InstanceNumber	(0011,1012)	FileName	AcquisitionDate	AcquisitionTime
0		d:/testovaci/databaseWB/1.2.82		

PTK Manager – Protocolar Toolkit Manager

Správa vyhodnocovacích protokolů



Seznam (workflow) vzájemně propojených, po sobě následujících funkcí (modulů).



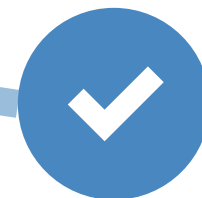
Každá funkce je uložena v samostatné .dll knihovně s libovolnými vstupními a výstupními argumenty.



Každá funkce má sadu vstupních proměnných (např. matice a její velikost), konstantních parametrů (např. typ filtru) a výstupních proměnných (filtrovaná matice).



Vstupní proměnné a konstantní parametry mohou obsahovat odkaz na výstupní parametry předchozích funkcí.



Moduly je možné libovolně přidávat, přesouvat, odstraňovat.

The screenshot shows the PTK Manager interface with a workflow named 'tomographic reconstruction'. The workflow is composed of several modules: dcmReader, dcmDataExtractor, pxSizeExtractor, rotDirExtractor, angleExtractor, and dataTransformator. The 'tomographic reconstruction' module is currently selected, and its configuration is displayed in the main area. The configuration is divided into three sections: Input parameters, Parameters, and Output parameters. Each parameter is defined by its type, name, and value. Some values are references to other modules' outputs, such as 'dcmDataExtractor:Sinogram' for 'inputSinogram' and 'angleExtractor:angle' for 'startAngle'. The interface also includes a 'Workflow Manager' sidebar on the left with a list of modules and an 'Add' button. At the bottom, there are 'save', 'save as', and 'load' buttons.

Section	Type	Name	Value
Input parameters	float	inputSinogram	dcmDataExtractor:Sinogram
	uint32	sinogramDimensions	dcmDataExtractor:dimsSino
	float	attenuationCoefficients	dataTransformator:outputArray
	uint32	attenuationDimensions	dcmDataExtractor:dimsAtt
Parameters	float	fullAngle	360
	uint32	nIterations	4
	uint32	nSubsets	10
	float	startAngle	angleExtractor:angle
	string	clockWise	rotDirExtractor:rotation
	float	startFWHM	0.7
	float	endFWHM	3
	bool	3drecon	1
Output parameters	float	outputRecon	NULL
	uint32	reconDimensions	NULL

PTK Manager – Protocolar Toolkit Manager

Protokoly určené pro dozimetrii



Flexibilita

Je možné (a nutné) vytvořit protokoly na míru (pro typ DICOM, typ dat, typ měření, bio. model, S-factory, atp.). Je možné kombinovat různá měření (vzorky krve, SPECT/CT, planáry, měření na sondě). Lze definovat libovolný biokinetický model.



Reprodukovatelnost

Po správném prvotním nastavení lze využívat v rutinní klinické praxi s minimalizací umělých manuálních zásahů.



DICOM archivace

Všechna data se ukládají do DICOM – v libovolném formátu, rutinně ScreenCap, strukturované reporty.



DICOM omezenost

Data se ukládají do a načítají z DICOM – existují omezení vyplývající z DICOM standardu (názvy kompartmentů, jednotky, neexistence některých tagů, atp.).

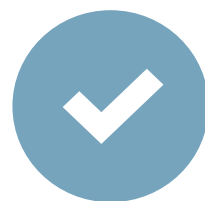


Komplikovanost nastavení

Dozimetrie není hlavním účelem a smyslem tohoto softwaru. Vysoká flexibilita vyžaduje, aby uživatel věděl, co dělá.

Registration Card

Modul pro vytváření DICOM „hlaviček“



Převádí šablonu v XML do DICOM s možností zadat část dat interaktivně v grafickém rozhraní. Vytváří DICOM „hlavičku“ v libovolném formátu včetně strukturovaných reportů.



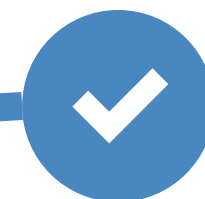
Zadávaná data lze roztřídit do logicky provázaných celků reprezentovaných kartami.



Každý grafický prvek reprezentuje jeden DICOM element (tag), lze zadávat hodnoty z povoleného seznamu nebo libovolné.



Obsah pole může být podmíněný hodnotou v jiném poli (např. poločas přeměny se automaticky doplní po zadání radionuklidu, lateralita se zobrazí pouze u párových orgánů).



Některé prvky mohou být povinné, bez jejich vyplnění nelze pokračovat.



Tento modul je použit pro záznam o aplikaci radiofarmaka:
Radiopharmaceutical Radiation Dose SR CIOD.

The screenshot shows a window titled "Registration Card" with a patient name "testovacíPacient". The form is divided into three tabs: "Patient Info", "RF Administration", and "Study Info". The "Study Info" tab is active, showing a table of fields:

Associated Procedure	Radioisotope study of endocrine system
Has Intent	Combined Diagnostic and Therapeutic Procedure
Radiopharm.	Sodium iodide I ¹³¹
Radionuclide	¹³¹ Iodine
Half Life[s]	694656.000000
Admin. Date Time	07/11/2018 07:00:00
Admin. Activity [MBq]	1000.000000
Route of admin.	Oral route
Site of	
Laterality	
Admin. by Person	
Comment	

At the bottom of the window is a "continue" button. Colored arrows point from the text blocks to specific fields in the form: a red arrow points to the "Study Info" tab, a yellow arrow points to the "Associated Procedure" field, a green arrow points to the "Radionuclide" field, and a blue arrow points to the "Admin. by Person" field.

Measurement Card

Modul pro záznam změřených hodnot



Slouží pro přepočítání změřeného počtu countů na cps. Umožňuje zaznamenat libovolný počet měření v jednom čase pro neomezený počet časů.

Záznam do **Enhanced SR CIOD**.



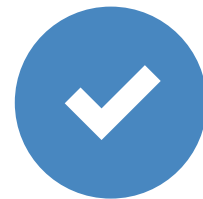
Korekce na pozadí.



Korekce na mrtvou dobu – paralyzabilní nebo neparalyzabilní. Korekce na základě změřené hodnoty nebo nezávislé hodnoty (např. korekce počtu countů v ROI pomocí hodnoty počtu countů v celém zorném poli).



Korekce na zeslabení – geometrický průměr. Vhodné pro měření v PA a AP projekcích.



Korekce na rozpad. Vhodné při měření vzorků krve a přepočítání změřené hodnoty k času odběru.



Odhad chyby – Poissonovský model, konstantní relativní chyba nebo výběrová směrodatná odchylka.

The screenshot shows the 'Measurements Card' software interface. It is divided into two main sections: 'Data and Acquisition Properties' on the left and a list of measurement entries on the right.

Data and Acquisition Properties:

- number of measurements: 2
- acquisition duration differs
- measurement duration [s]: 100
- specify std
- poisson noise
- relative error for all measurements (%):
- Corrections:**
- gometric average
- decay correction
- half life [h]: 192.960000
- do background correction
- do dead time correction
- use different value of counts for dead time correction
- dead time [us]: 3.875000
- paralyzable non-paralyzable
- other corrections factor: 1

Measurement Entries:

Entry	date	time	bckg	counts	counts
1	01/03/2022	01:00:00	100	1000	1000
2	02/03/2022	02:00:00	200	2000	2000

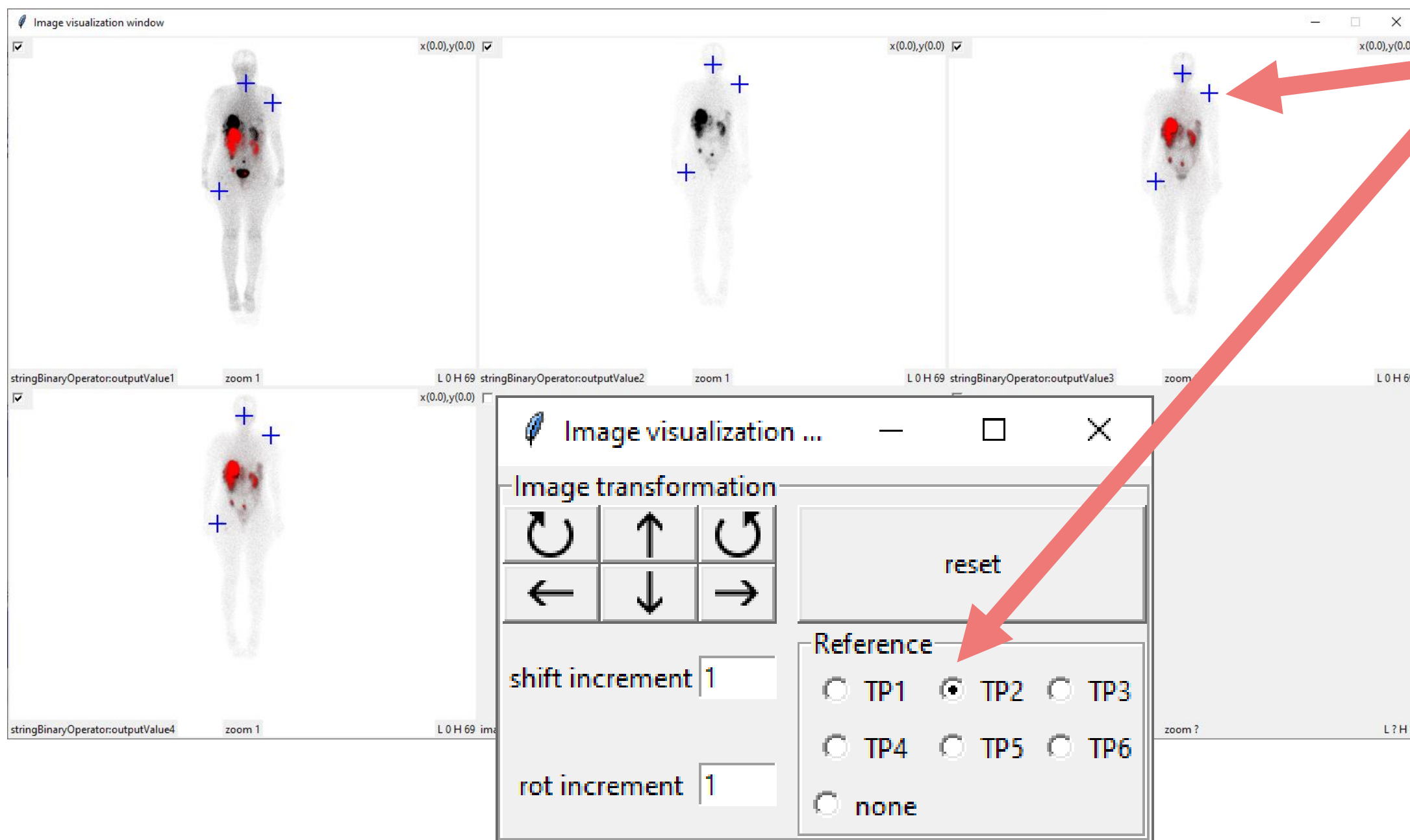
Práce s planárními snímky

Registrace



Umožňuje manuální registraci planárních snímků vzájemným porovnáním.

Psáno v Pythonu.



Porovnání snímků pomocí fúze se zvoleným snímkem nebo pomocí referenčních bodů.



Umožňuje zoom určité části snímku, posuny, prahování – vše možno synchronně se všemi snímky nebo každý zvlášť.



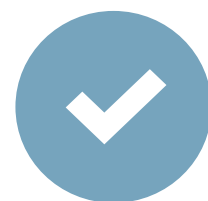
Rigidní transformace: posun a rotace.



Registrace nemodifikuje původní hodnoty v matici – nenarušuje statistiku.

Práce s planárními snímky

Segmentace



Umožňuje segmentaci planárních snímků různými metodami.
Psáno v Pythonu.



Pro segmentaci je nutné zakreslit ROI různých tvarů. ROI lze identifikovat s orgánem.



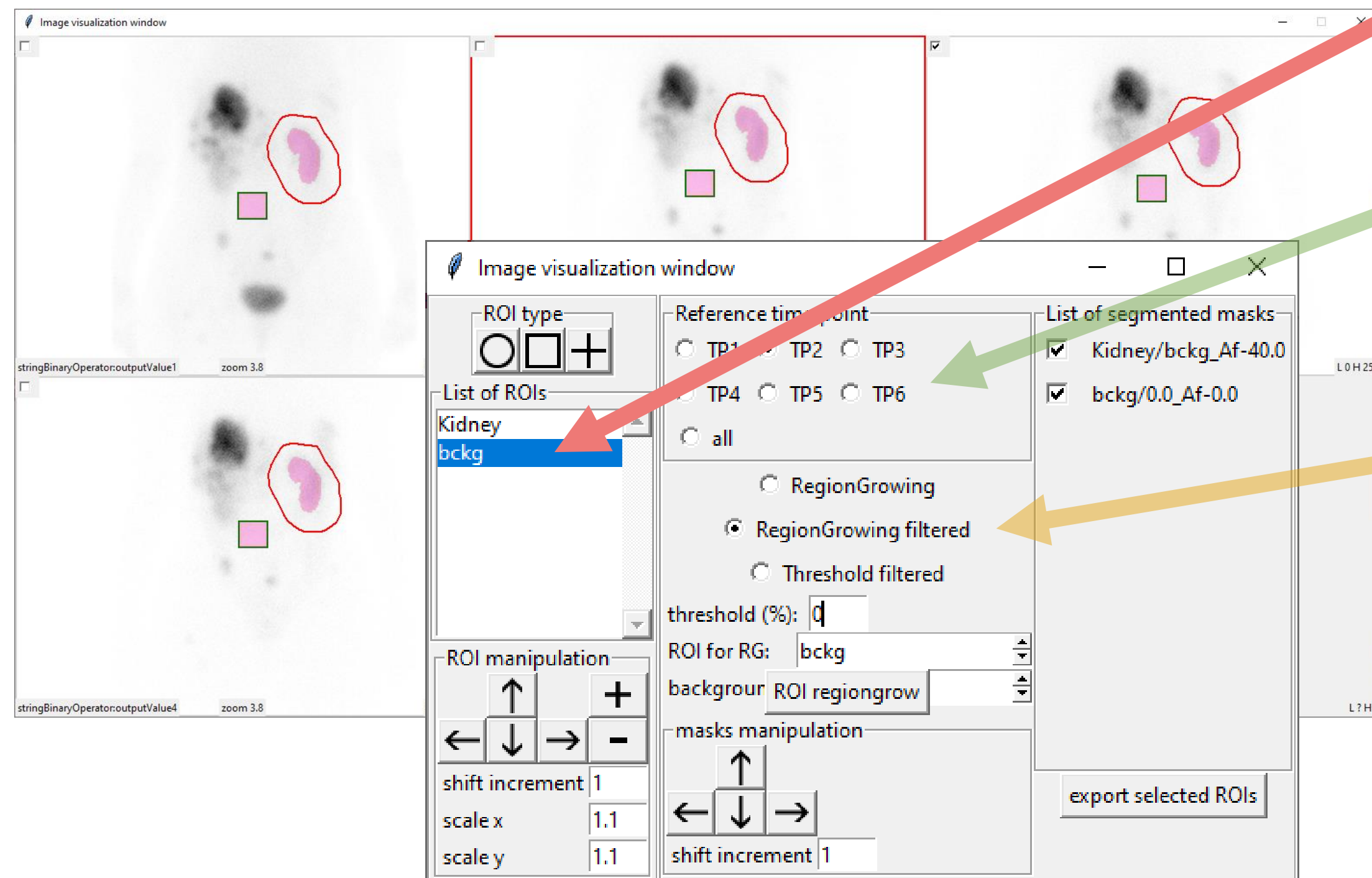
Segmentaci lze provést na každém snímku zvlášť nebo na snímku s nejvyšším kontrastem a výslednou masku jen zkopírovat na ostatní snímky.



Maska se vytváří uvnitř označeného ROI pomocí automatických algoritmů: region grow, region grow s hladkým okrajem, threshold. Segmentaci je možné provést s libovolným prahem a s korekcí na pozadí.



Výslednou masku lze exportovat v binární formě pro další zpracování, např. pro vložení do Measurement Card.



Dose Estimation Card

Modul pro výpočet dávky

Slouží k výpočtu dávky v cílových orgánech na základě změřených hodnot v jednotlivých kompartmentech biokinetického modelu. Záznam do **Patient Radiation Dose SR CIOD**.



S-faktory včetně jejich závislostí na dalších parametrech (např. hmotnost) i biokinetický model (zejm. rovnic křivek a volné parametry modelu včetně prvotních odhadů nebo rozsahů) jsou uloženy v samostatných XML souborech – lze snadno upravit.

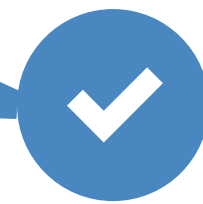
Výsledek: dávka v Gy.

Parametry důležité pro výpočet dávky. Při fitu lze nastavit první odhad, fixovat je nebo omezit obor hodnot.

Průběh aktivity v jednotlivých kompartmentech.

Fitované parametry biokinetického modelu.

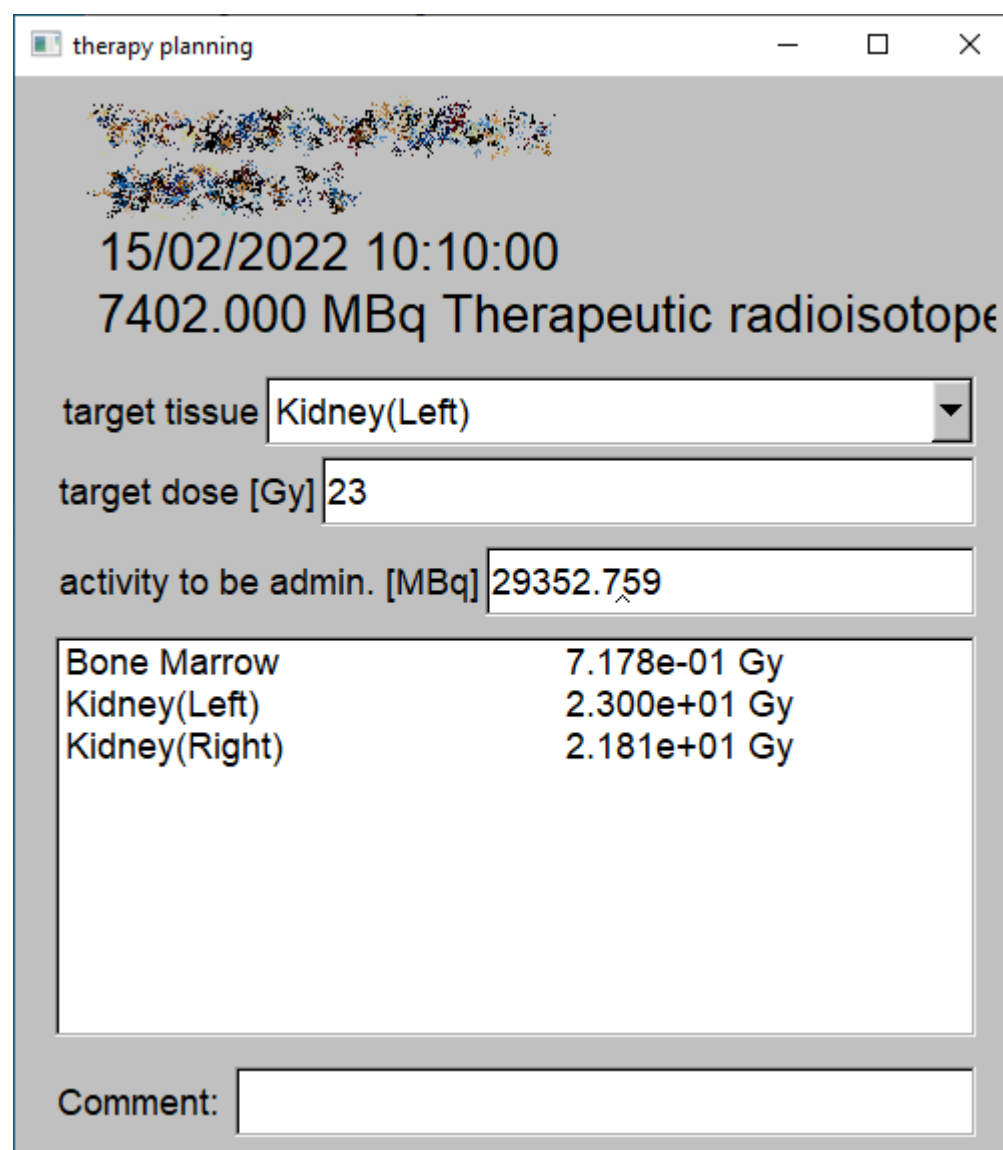
Jednotlivé kompartmenty s důležitými parametry kompartmentu (např. hmotnost) a rovnicí křivky popisující průběh aktivity.



Dodatečné moduly

Další moduly

Modul na **plánování** aplikované aktivity dle požadované dávky v cílovém/kritickém orgánu. Vstupem jsou dávkové SR reporty.



therapy planning

15/02/2022 10:10:00
7402.000 MBq Therapeutic radioisotope

target tissue: Kidney(Left)

target dose [Gy]: 23

activity to be admin. [MBq]: 29352.759

Bone Marrow	7.178e-01 Gy
Kidney(Left)	2.300e+01 Gy
Kidney(Right)	2.181e+01 Gy

Comment:



Moduly pro manipulaci s DICOM daty: srovnání souborů, úpravy dat v jednotlivých elementech, rozdělení/slučování studií, ...



Aritmetické operace se snímky a jejich transformace.



Statistická analýza včetně výstupu do textových souborů.



Tomografická rekonstrukce AC RR 3D OSEM, MAP.



Pracuji na implementaci nástrojů ITK (např. automatická intermodalitní registrace entropickými metodami, segmentace).



Podpora Python.

Shrnutí



Cena

Zdarma.



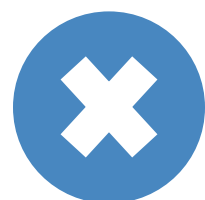
Instalace

Není třeba. Stačí stáhnout a dvojklikem spustit.



Nastavení

Modifikace XML souborů. Při použití stejných postupů jako ve FNOL stačí upravit identifikační číslo, název nemocnice, přístrojové vybavení a změřené citlivosti a mrtvou dobu. Testováno pouze pro GE, pro jiné výrobce nutné úpravy protokolů!



Záruka

Zcela bez záruky. **Program není black-box a není konkurencí komerčně dostupných softwarů, jedná se o experimentální nástroj.**



A co 3D?

3D Slicer: „3D Slicer is a free, open source and multi-platform software package widely used for medical, biomedical, and related imaging research.“



Nabídka spolupráce

Nebude odmítnuta.



DĚKUJEME ZA POZORNOST

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC