

Demo

Demo of a professional research software toolkit matRad showing the different steps for a treatment planning for cancer therapy under the following link

https://www.dropbox.com/s/m75u80ev3a5clvp/AAPM_matRad_screenGrab_take3.wmv?dl=0

General Workflow

The basic workflow to deal with in the program is:

- 1) load mat data (patient loading)
- 2) select modality (photon/proton/carbon)
- 3) select gantry angles (type angles separated by spaces, couch angles are disabled and will fill automatically afterwards). For visualization of the angles, you can press the radio button visualize plan / beams which gives you something like a compass rose overlay on the patient image
- 4) Calc. influence Mx -> Sets up the plan & Calculates the dose (influence)
- 5) Optimize -> Optimizes the treatment plan and uses the resulting beam fluence to display a result
- 6) you can press Show DVH/QI for an optimization result to look at some quality metrics (only reduced display for the course).

WORKFLOW STEP-BY-STEP FOR STUDENTS in German, English, French

Hands-On Bestrahlungsplanung mit matRad

1. Übung – Erste Schritte mit dem TG119 Phantom – Photonen vs. Protonen vs. Kohlenstoff

1. laden des TG119 Phantoms (TG119.mat)
2. Strahlmodalität: **Photons** – *einen* Einstrahlwinkel (**gantry angle**) festlegen
3. Dosisberechnung durch Button („**Calc. Influence Mx**“) starten
4. Dosis invers optimieren („**Optimize**“) und resultierende Dosisverteilung analysieren
5. Ergebnis über „**Save to GUI**“ abspeichern und DVH anzeigen („**Show DVH/QI**“)
6. Strahlmodalität wechseln: **Proton** – Einstrahlwinkel beibehalten
7. Schritte 3-5 wiederholen. Ergebnisse Protonen mit Photonen vergleichen
8. Versuch eines besseren Photonenplans – *mehrere* Einstrahlrichtungen finden (als Beispiel äquidistant [0 72 144 216 288] fünf Strahlen)
9. Schritte 3-5 wiederholen (eventuell auch mehrmals), Ergebnisse wieder vergleichen
10. Änderung der Optimierungsobjectives um Photonenplan zu verbessern
Beispiel: Zusätzlichen Hard-Constraint (z.B. maximale Dosis in Core oder minimale in OuterTarget) anlegen (Tabelle „**Objectives & constraints**“).
11. Schritte 3-5 wiederholen und Ergebnisse vergleichen
12. **Optional: Laterale Pixel Width Parameter erhöhen z.B. 20mm und Schritt 3-5 wiederholen**

2. Übung – Erster Patient: Leber Patient & Kohlenstoff

1. Laden des Leber-Patienten (LIVER.mat)
2. Nach den Schritten aus Übung 1 selbst einen Photonen (ca. 5 Strahlen) und einen Protonen-Plan erstellen (Bsp: 1 Strahl 315°). (Tipp: Visualisierung durch „**visualize plan / beams**“ zur Hilfe nehmen.)
3. Unterschiede zwischen den Plänen analysieren
4. Danach mit den Einstellungen des Protonenplanes (Einstrahlwinkel / bixel width) einen Kohlenstoffplan erstellen – was ändert sich? (Rechendauer / Dosisverteilung / Biologische und physikalische Dosis)

3. Übung – Unsicherheiten in der Planung

1. Laden des eines Kopf-Patienten/Phantoms (HEAD_AND_NECK oder ALDERSON.mat)
2. Für bis zu 3 **Protonen**-Strahlen selbst Gantry Winkel definieren.
3. Dosis berechnen und optimieren („**Calc. Influence Mx**“ & „**Optimize**“) Ergebnis (Dosis & DVH) analysieren und abspeichern („**Save to GUI**“)
4. Positionierungsfehler simulieren:
Haken Auto. Bei Isozentrum entfernen und neues verschobenes Isozentrum definieren
5. Dosis für den gleichen Plan (i.e. Optimierungsergebnis) mit Verschiebung nachrechnen („**Recalc**“)
6. Ergebnisse analysieren & vergleichen

WORKFLOW STEP-BY-STEP FOR STUDENTS in English

Hands-On Treatment Planning with matRad

1st Exercise – First steps on the TG119 phantom – photons vs. protons vs. carbon ions

1. Load the TG119 phantom via the Load *.mat button (TG119.mat)
 2. Set radiation modality to **Photons** and define one beam angle (**gantry angle**)
 3. Trigger dose calculation via button („**Calc. Influence Mx**“)
 4. Start inverse optimization by clicking on („**Optimize**“) and analyze the resulting dose distribution.
 5. Save the optimization result via „**Save to GUI**“. Next, show the DVH by („**Show DVH/QI**“).
 6. Change the radiation modality to: **Protons** and leave the beam angles unchanged
 7. Repeat steps 3-5 and compare the dose distributions on the basis of photons and protons.
 8. Try to define a *better* photon treatment plan by defining more beam angles (e.g. equidistant beam angle spacing [0, 72, 144, 216, 288]).
 9. Repeat steps 3-5 until the dose distribution is deemed satisfying and compare results.
 10. Change optimization objective to improve the photon treatment plan.
Use Table „**Objectives & constraints**“ and add for instance a hard constraint (e.g. maximal dose for the core structure or minimal dose for the outer target structure).
 11. Repeat steps 3-5 and compare results.
 12. Optional: Increase lateral Pixel Width parameter to e.g. 20mm and repeat steps 3-5
-

2nd Exercise – Carbon ion treatment plan for a liver patient

1. Load the liver patient case via the Load *.mat button (LIVER.mat)
 2. Based on your experiences of exercise one, define your own photon treatment plan with approx. 4-5 beam directions as well as your own proton treatment plan with one beam from e.g. 315°. (Hint: Use „**visualize plan / beams**“ to trigger a beam angle visualization).
 3. Analyze the differences of the optimized treatment plans. Save „**Save to GUI**“.
 4. Create a carbon ion treatment with the exact same settings as used for the proton treatment plan – What difference can now be observed? (calculation time / dose distribution / biological and physical dose).
-

3rd Exercise – Treatment planning uncertainties

1. Load a head patient case (HEAD_AND_NECK or ALDERSON.mat)
2. Add three proton beam angles on your own.
3. Calculate and optimize the dose („**Calc. Influence Mx**“ & „**Optimize**“). Analyze the result (dose & DVH) and save it („**Save to GUI**“).
4. Simulate a patient positioning error:
Remove the hook at the auto iso-center checkbox and define a new iso-center thereby introducing an offset.
5. Recalculate the dose based on the previously optimized pencil beam intensities by clicking on the button („**Recalc**“). Do not perform a new optimization.
6. Analyze and compare the resulting dose distribution. What changed ?

WORKFLOW STEP-BY-STEP FOR STUDENTS in French

Hands-On Treatment Planning with matRad

Planification du traitement « Hands-On » avec matRad :

1st Exercise – First steps on the TG119 phantom – photons vs. protons vs. carbon ions

1ere Exercice- Premiers pas avec TG119 phantom-photons vs protons vs ions carbone

1. Charger le TG119 phantom via le bouton Load *.mat (TG119.mat)
2. Activer le mode de rayonnement **Photons** et définir l'angle du faisceau (**gantry angle**)
3. Déclencher le calcul de la dose via le bouton („**Calc. Influence Mx**“)
4. Lancer l'optimisation inverse en cliquant sur („**Optimize**“) et analyser la distribution de dose résultante.
5. Sauvegarder le résultat de l'optimisation via „**Save to GUI**“. Ensuite, faites apparaître le DVH („**Show DVH/QI**“).
6. Changer la mode de rayonnement en **Protons** et laisser les angles de faisceau inchangés
7. Répétez les étapes 3-5 et comparez les distributions de doses sur la base de photons et de protons.
8. Essayez de définir un meilleur plan de traitement des photons en définissant plusieurs angles de faisceau (par exemple, un espacement équidistant des angles de faisceau).
9. Répétez les étapes 3-5 jusqu'à ce que la distribution de dose soit jugée satisfaisante et comparez les résultats
10. Changer l'objectif d'optimisation pour améliorer le plan de traitement des photons.
11. Utiliser la table „**Objectives & constraints**“ et ajouter par exemple une contrainte dure (e.x. dose maximale pour la structure centrale ou dose minimale pour la structure externe de la cible)
12. Répétez les étapes 3-5 et comparez les résultats
13. Optionnel : Augmenter le paramètre de largeur de pixel latérale e.x. 20 mm et répétez les étapes 3-5

2nd Exercise – Carbon ion treatment plan for a liver patient

2me Exercice - plan de traitement pour un patient du foie avec des ions de Carbone

1. Chargez le cas du patient atteint du foie via le bouton Load *.mat (LIVER.mat)
 2. Basé sur vos expériences de l'exercice 1, définir votre propre plan de traitement des photons avec approx. 4-5 directions du faisceau et aussi votre propre plan de traitement à protons avec un faisceau e.x. 315° (Utiliser „**visualize plan / beams**” pour déclencher une visualisation de l'angle du faisceau)
 3. Analysez les différences entre les plans de traitement optimisés. N'oubliez pas de sauvegarder grâce à „**Save to GUI**“.
 4. Créez un traitement aux ions carbone avec les mêmes paramètres que ceux utilisés pour le plan de traitement à protons- Quelle différence peut maintenant être observée ? (temps de calcul / distribution de dose / dose biologique et physique)
-

3rd Exercise – Treatment planning uncertainties

3^{me} Exercice - plan de traitement incertitudes

1. Charger un cas de patient atteint à la tête(HEAD_AND_NECK or ALDERSON.mat)
2. Ajoutez vous-même trois angles de faisceau de protons
3. Calculer et optimiser la dose („**Calc. Influence Mx**“ & „**Optimize**“).Analyser le résultat (dose & DVH) et sauvgarder le résultat („**Save to GUI**“).
4. Simulez une erreur de positionnement du patient:
5. Décocher la case à auto iso-center et définir un nouvel iso-centre introduisant ainsi un décalage.
6. Recalculer la dose basée sur les intensités de faisceau de rayon optimisées précédemment en cliquant sur le bouton („**Recalc**“). Ne pas effectuer une nouvelle optimisation.
7. Analyser et comparer la distribution de dose résultante. Qu'est-ce qui a changé?