

The application of artificial intelligence in the IMRT planning process for head and neck cancer

Radiation Therapy

Проводиться в 4 етапи:

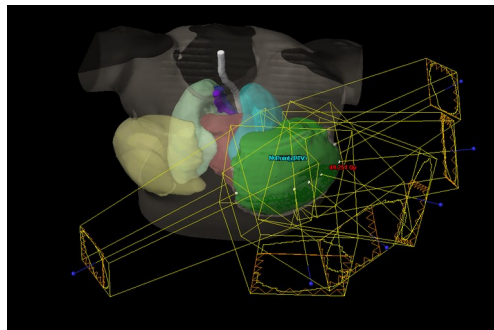
1. Консультація лікаря
2. **КТ/МРТ симуляція**
3. **Планування лікування (TPS)**
4. Сеанс променевої терапії



Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT)

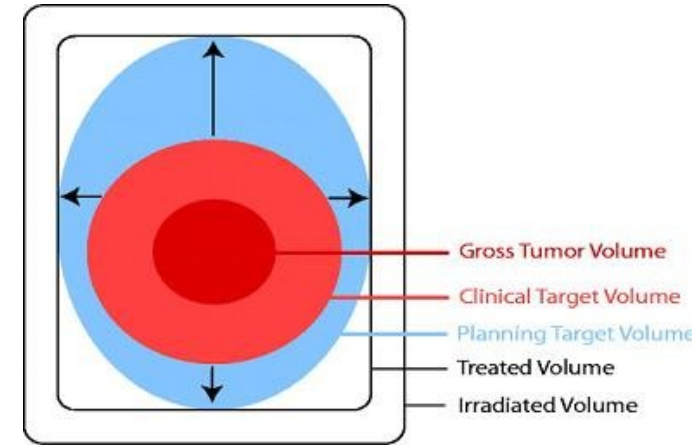
Променева Терапія з Модульованою Інтенсивністю

використовує просторове 3D-сканування тіла для направлення до пухлини пучків випромінювання під різними кутами. При кожному з цих кутів інтенсивність випромінювання варіюється (модулюється), і форма пучка змінюється для відповідності форми пухлини.

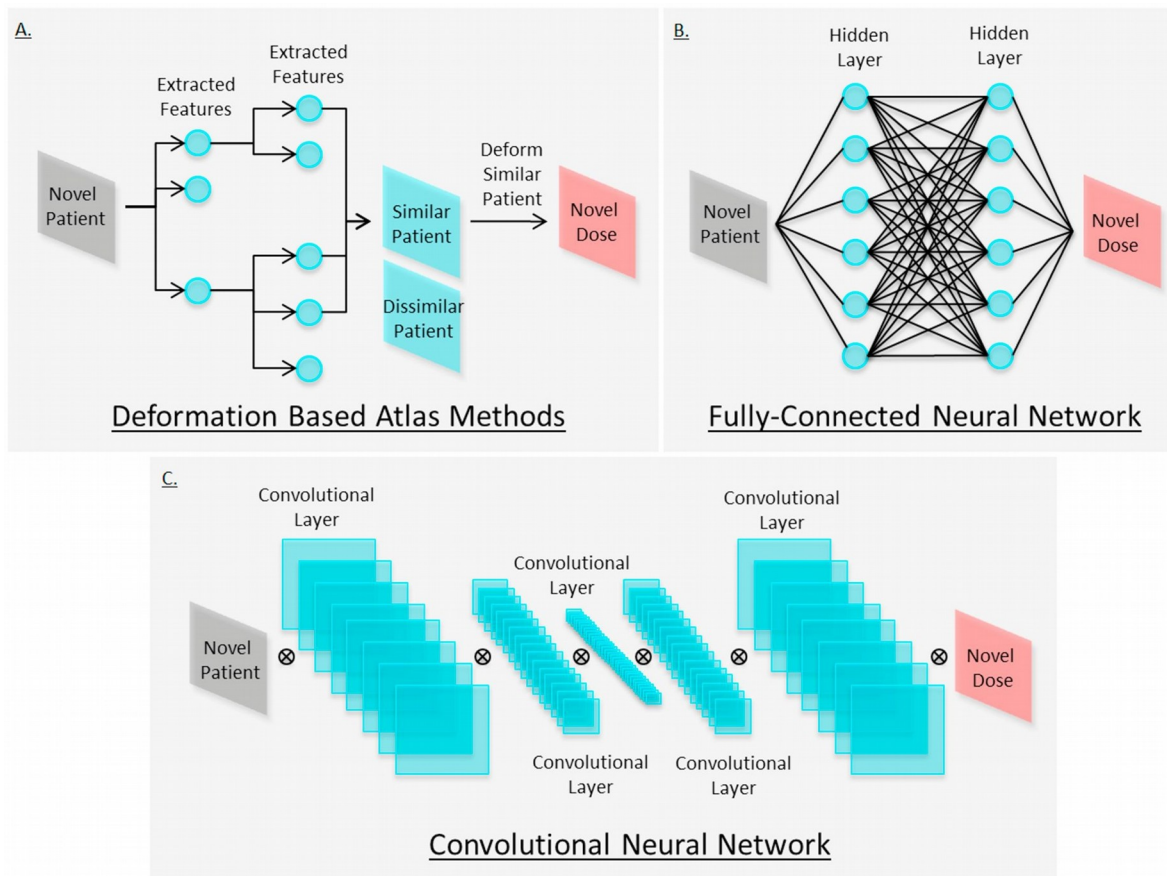


Treatment Planning System

1. DICOM (KT) зображення загрузається в TPS
2. Лікар проводить контурування пухлини (PTV) та органів ризику
3. Проводиться симуляція дозового навантаження з визначеними індивідувальними особливостями, що був визначений лікарем
4. Плануюча система розраховує найбільш оптимальний спосіб застосування іонізуючого випромінювання



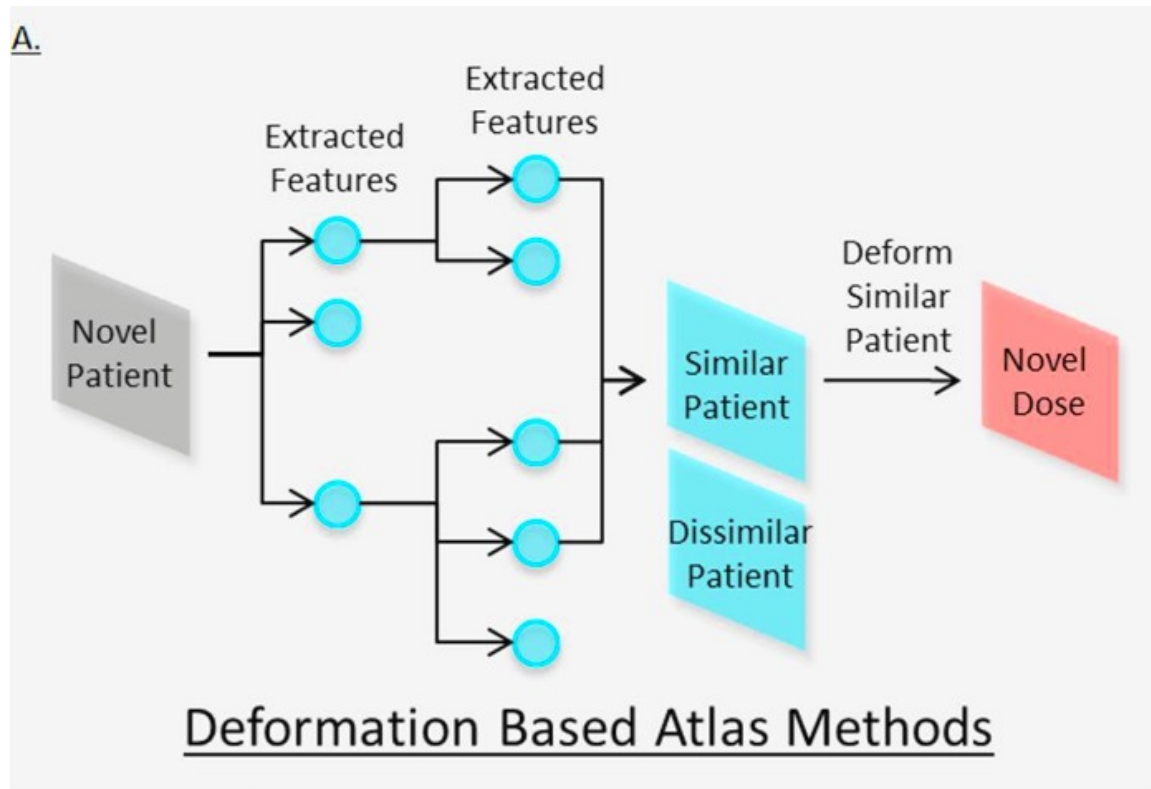
Dose prediction



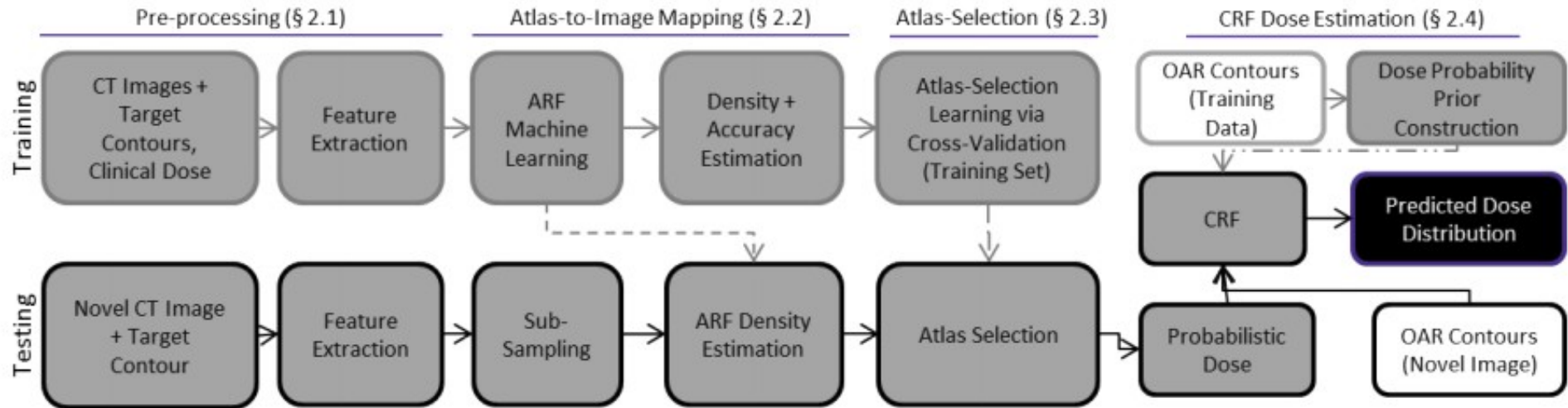
Основні методи прогнозування об'ємної дози: метод Атлас на основі деформації (A), повністю пов'язані нейронні мережі (B) і згорткові нейронні мережі (C).

Deformation Based Atlas Methods

- Методи на основі атласу були одними з перших методів дозиметричного прогнозування
- Однак дозиметрія ґрунтується на трьох підетапах: скорочення набору зображень і контурних даних в підмножину точок описових даних, алгоритм машинного навчання, який пов'язує підмножину точок описових даних з відповідним пацієнтом, і алгоритм реєстрації деформованого зображення, який перетворює карту дози в нову геометрію пацієнта. Основна точність прогнозованої дози на основі атласу залежить від помилок в кожному з підетапів.



Deformation Based Atlas Methods



ARF – atlas regression forests

CRF - conditional random field model

Features : 3D вектор (напрямок і відстань), знак відстані

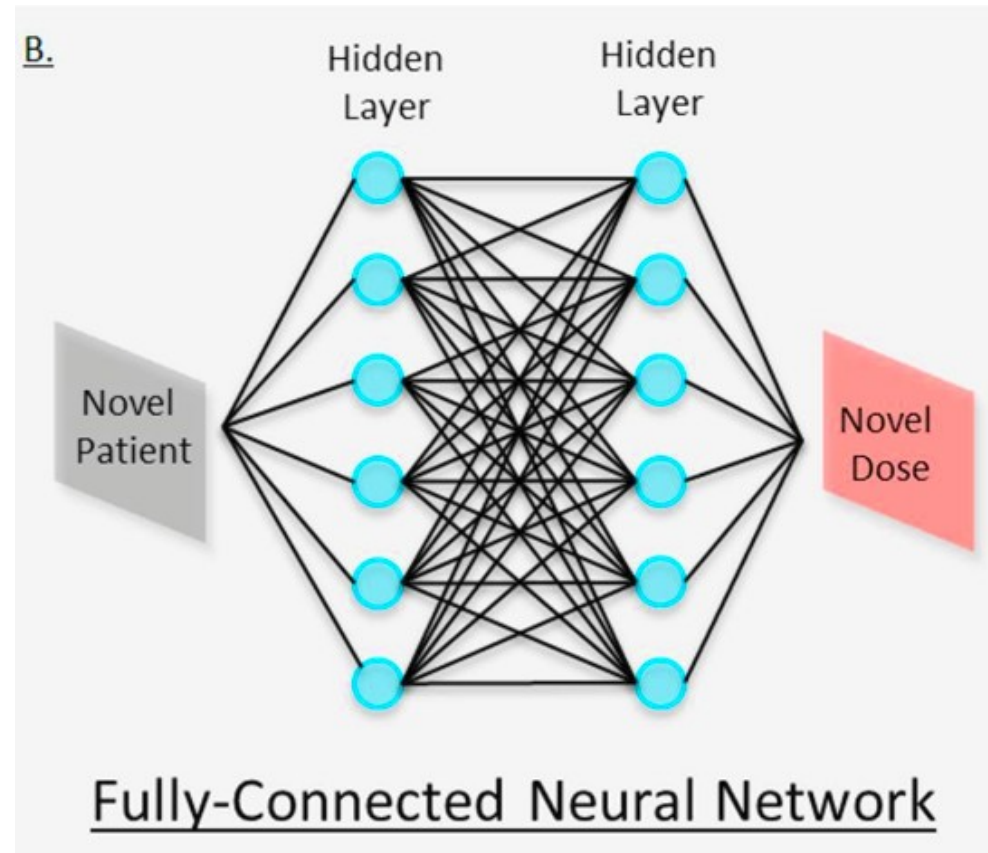
Fully connected neural network dose prediction

Можна безпосередньо передбачити дозу шляхом вивчення набору ієрархічних особливостей за допомогою штучних нейронних мереж.

Цей метод орієнтовано на використання напівструктурного підходу. Він передбачає обсяги дози для нових пацієнтів, навчаючи простий двошаровий щільно пов'язаний алгоритм нейронної мережі на інформації про PVT та Органів Ризику, та інформацію про планування перетину пучка.

Для оцінки дозового навантаження використовуються метод DVH (dose-volume histograms), що заснований на величині дози в вокселі.

Такі мережі універсальні легко навчаються та мають широке сприйнятливое поле, але сприйнятливі до переобладнання та не зберігають пам'ять.

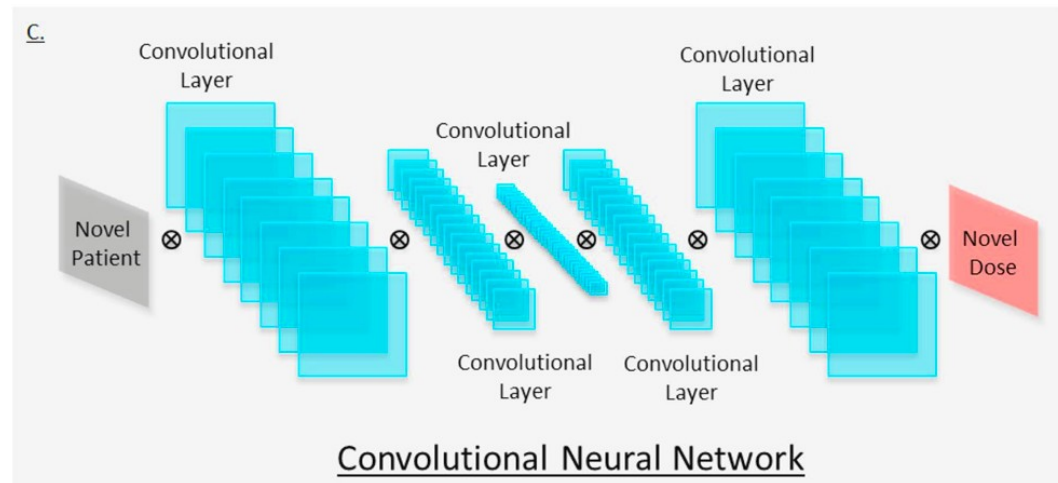


Convolutional neural network dose prediction

Для об'ємного прогнозування в цілому переважають два основні класи CNN: Tiramisu and dilated convolutional neural networks (DCNNs).

- Мережі на основі Tiramisu використовують стадію згортково кодування зі спадаючою дискретизацією яка відновлює об'ємну розмірність вхідних даних.
- Розширені згорткові нейронні мережі (DCNN) використовують згортки, які пропускають інформацію на етапі їх кодування, щоб допомогти розширити їх поле зору.

Методи на основі CNN складні програмно, складні в навчанні і вимагають спеціального обладнання. Хоча методи прогнозування дози на основі CNN все ще знаходяться в стадії розробки.



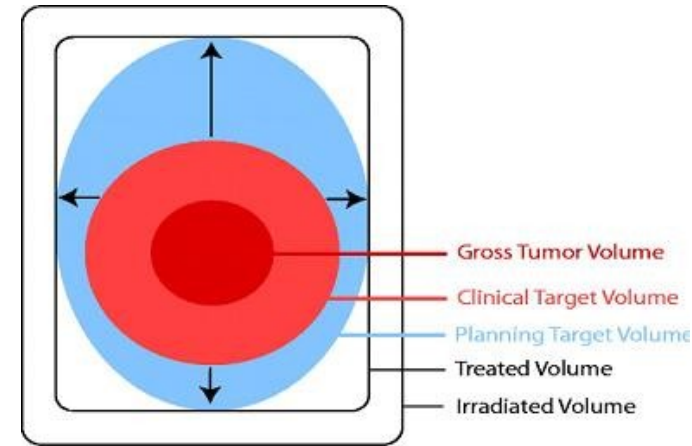
Дякую за увагу!

Fully connected neural network dose prediction

Dataset: 3 3D CT + карти доз
(план лікування)

З dataset дістаються величини
PTV, OAR, dose matrix.

PTV & OAR визначаються як
точки, що належать
структурі, яка отримала 10 %
від дози – S_j (j -номер
структури)



Fully connected neural network dose prediction

S_j ділиться на підмножини $A_{jk}=1..32$,
тобто це точки, що знаходяться на
відстані 1.5 мм від границі PTV

якщо $k=1$, то це точки
перекриваються PTV, а якщо $k=32$,
то це точки, що знаходяться на
відстані 45 мм від PTV

Потім визначаються границі
підмножини $V(A_{jk})$

