

CT iterativní rekonstrukce (ART)

U zobrazovacích systémů výpočetní tomografie se využívá metoda rekonstrukce výsledného obrazu řezu z tzv. projekcí pomocí iterativní metody. Princip této metody spočívá v tom, že hodnoty lineárního součinitele útlumu μ , které jsou vlastně neznámou v celém procesu, jsou počítány pro jednotlivé pixely, resp. voxely z projekcí, které byly naměřeny během snímání. Proto se začíná s nulami ve všech pozicích a následně se rovnoměrně rozpočítávají hodnoty tzv. paprskových součtů do jednotlivých políček v rámci sloupců či řádků. Každá iterace končí tím, že se provede kontrolní součet a porovná se s původní projekcí a pokud je tam rozdíl, tj. chyba, tak se rozpočítá opět rovnoměrně do všech pozic daného řádku či sloupce. Vykonává se potřebný počet iterací, anebo se požaduje jistá hodnota rozdílu.

Metoda je kompletně ilustrována na níže uvedených obrázcích, resp. podrobně vysvětlena na výukovém videu o výpočetní tomografii CT a sice na <https://download.cvut.cz/vyukova-videa-pro-fbmi/> (soubor tomograf_cz.avi, autorizovaný přístup ČVUT).

Základní myšlenka:

Základem je aplikování korekcí na libovolné počáteční hodnoty denzit objemových elementů (voxelů) tak, abychom dosáhli shody s naměřenými daty – projekcemi. Celý postup provádíme tak dlouho, dokud projekce vypočítané z odhadů původní distribuce zdroje záření nebudou odpovídat naměřené distribuci zdroje záření v rámci požadované přesnosti.

Postup:

1. Zvolíme počáteční hodnoty odhadu objemových elementů (voxelů) \hat{f}_i^0 , kde i je index voxelu.
Typickým prvním krokem je přiřazení průměrných hodnot příslušných projekcí všem \hat{f}_i^0 .
2. Vypočítáme hodnoty projekcí (paprskových součtů) z daných hodnot \hat{f}_i^{l-1} , kde l je číslo iterace ($l = 1$ na počátku). Zde je též vhodná příležitost k tomu, abychom popř. uplatnili něco z fyzikálního modelu zobrazovacího systému.
3. Zvoleným způsobem dle použitého algoritmu IR porovnáme hodnoty odhadů jednotlivých hodnot projekcí s hodnotami skutečných naměřených projekcí a zpětně promítneme nezbytné korekce, tj. provedeme zpřesnění (update) hodnot voxelů. Např. pokud hodnoty odhadované projekce jsou příliš velké v porovnání se skutečnými, pak všechny hodnoty voxelů, které k tomuto přispívají, jsou zvoleným způsobem zmenšeny.
4. Pokud je výše uvedený postup realizován pro všechny voxely a paprsky, pak je iterace ukončena.
5. Celý postup opakujeme tak dlouho, dokud není dosaženo požadované přesnosti, nebo pokud nedosáhneme jistého počtu iterací.

Iterativní rekonstrukce - ART

ART – Algebraic Reconstruction Technique je jedním z mnoha použitých algoritmů, které se používají do současnosti. Existují dva základní typy ART:

- aditivní

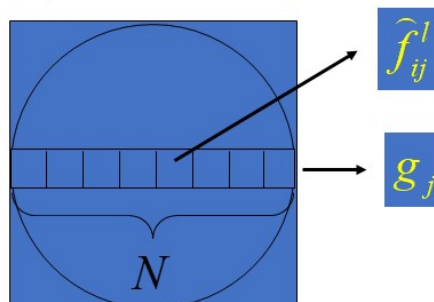
$$\hat{f}_{ij}^l = \hat{f}_{ij}^{l-1} + \frac{g_j - \sum_{i=1}^N \hat{f}_{ij}^{l-1}}{N}$$

- multiplikativní

$$\hat{f}_{ij}^l = \frac{g_j}{\sum_{i=1}^N \hat{f}_{ij}^{l-1}} \hat{f}_{ij}^{l-1}$$

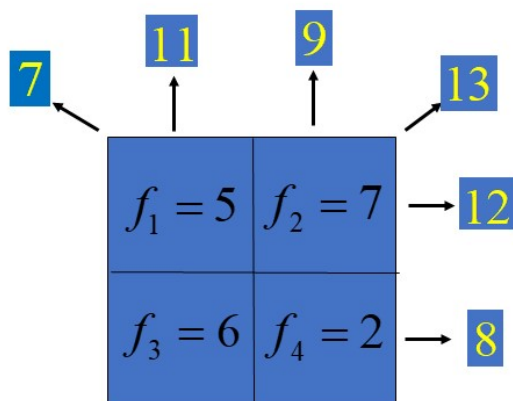
Iterativní rekonstrukce – ART pokračování

- kde:
- \hat{f}_{ij}^l - odhad hodnoty i -tého voxelu podél j -tého paprsku během l -té iterace,
 - g_j - skutečný paprskový součet (data) podél j -tého paprsku,
 - N - počet objemových elementů (voxelů) podél j -tého paprsku,



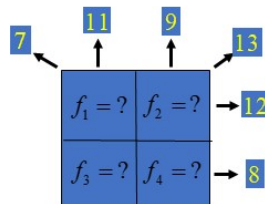
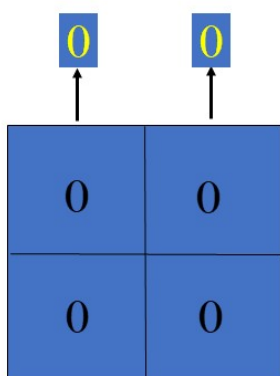
Iterativní rekonstrukce – ART aditivní - příklad

- skutečná naměřená data (projekce a paprskové součty)



Iterativní rekonstrukce – ART př. – pokrač.

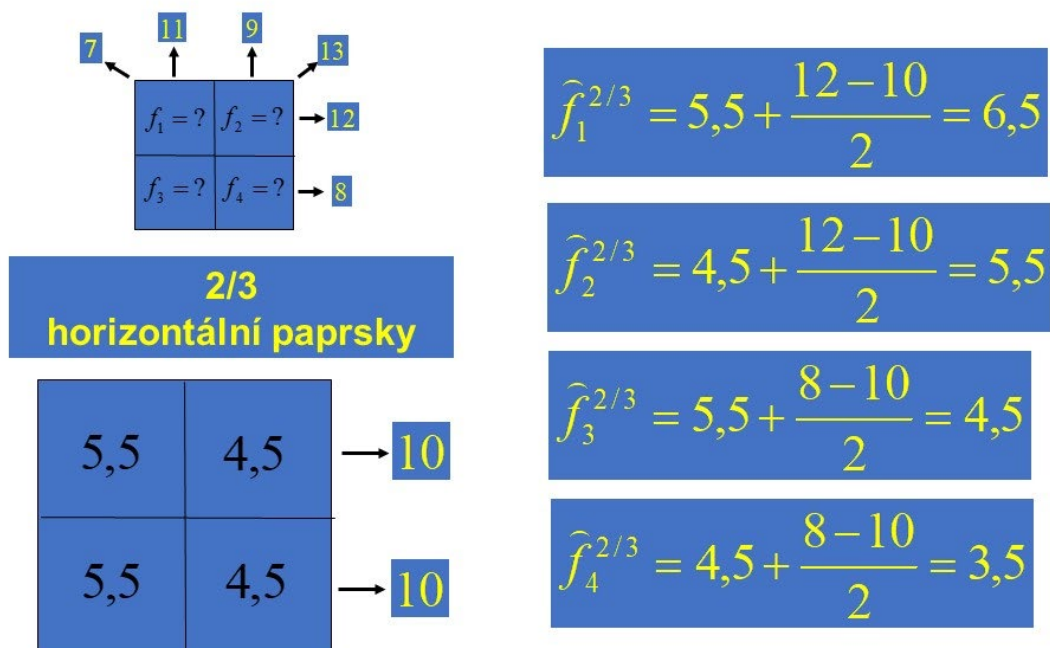
1/3
vertikální paprsky



$$\hat{f}_1^{1/3} = \hat{f}_3^{1/3} = 0 + \frac{11-0}{2} = 5,5$$

$$\hat{f}_2^{1/3} = \hat{f}_4^{1/3} = 0 + \frac{9-0}{2} = 4,5$$

Iterativní rekonstrukce – ART př. – pokrač.



Iterativní rekonstrukce – ART př. – pokrač.

