



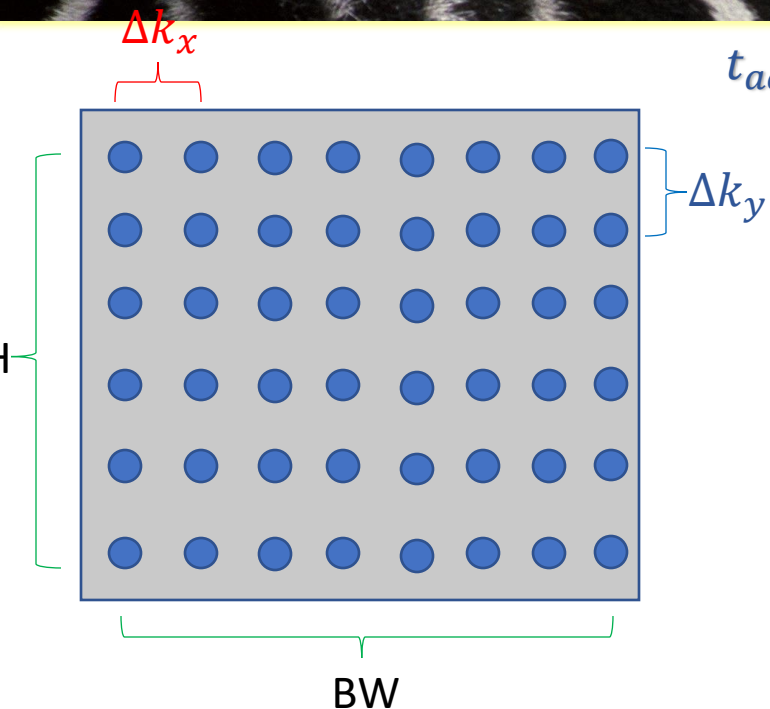
Me too!

I'm
undersampled!

ПАРАЛЕЛНИ ИМИЦИНГ

NEED FOR SPEED 2

Подсећање: неке особине К-простора



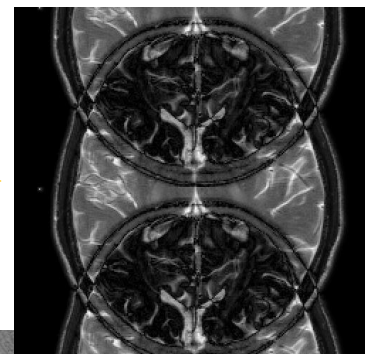
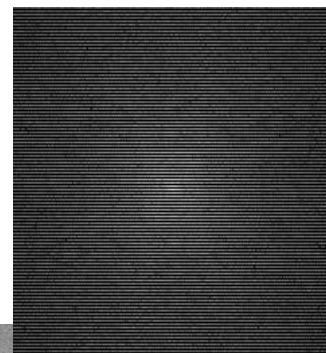
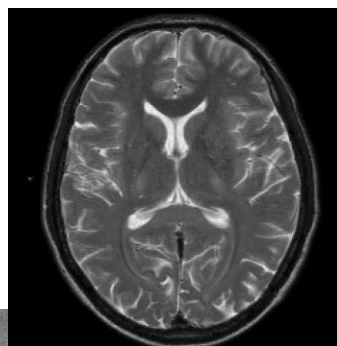
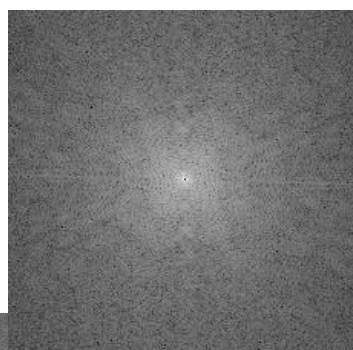
$$t_{acq} = TR \cdot PES \cdot NEX$$

$$\Delta k_x = \frac{1}{FOV_{fq}}$$

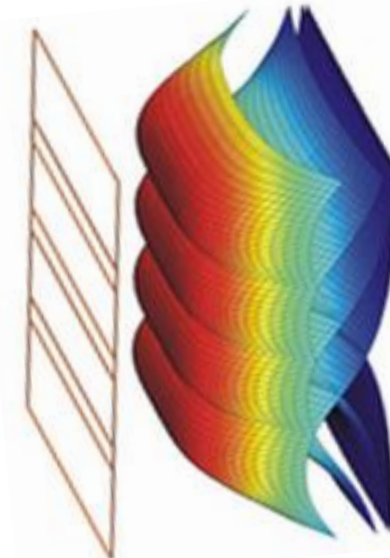
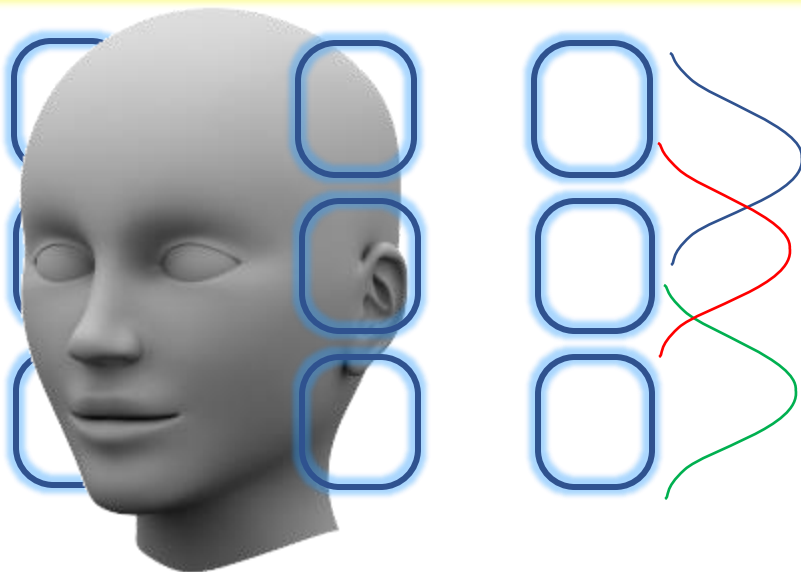
$$\Delta k_y = \frac{1}{FOV_{ph}}$$

$$px_{xdim} = \frac{1}{BW}$$

$$px_{ydim} = \frac{1}{PH}$$

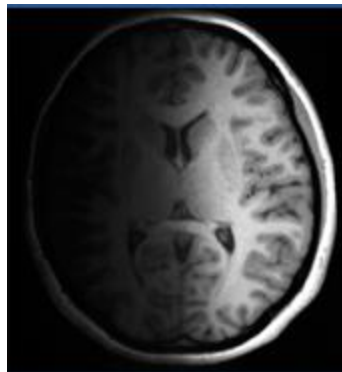
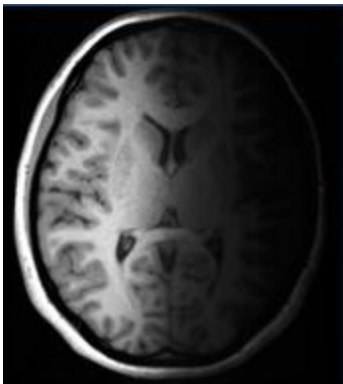


PHASE ARRAYED ЗАВОЈНИЦЕ



Не убрзавају снимање, већ користе појединачне завојнице у регионима у којима имају максималну осетљивост.

!АЛИ СЕ МОГУ ИСКОРИСТИТИ ЗА

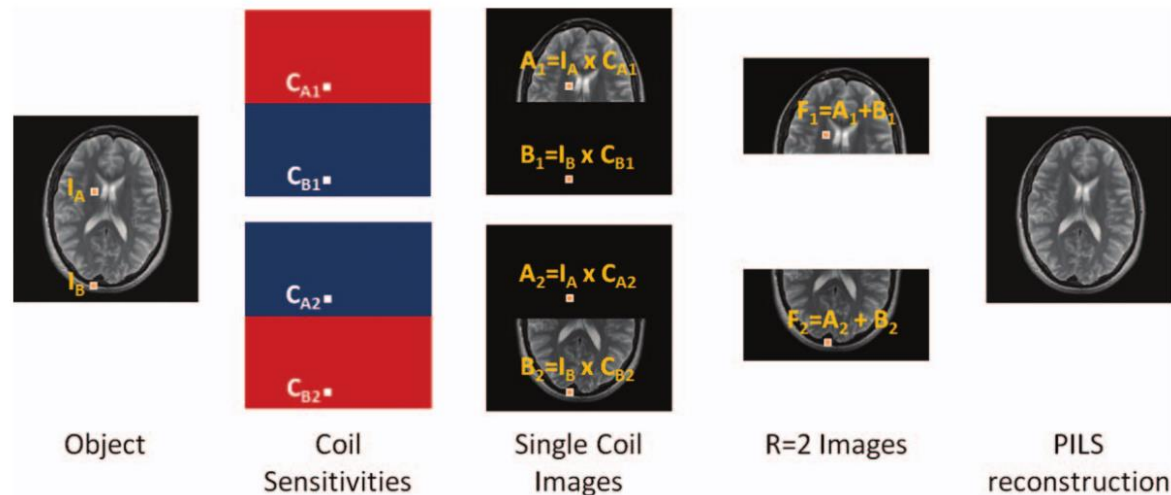


ПАРАЛЕЛНИ ИМИЦИНГ

- Користи редуковано попуњавање К-простора односно попуњава се свака друга линија овог простору >>смањен FOV >> преклапање
- Користи прикупљене информације о осетљивости појединачних завојница и имице добијене помоћу њих за добијање комплетне слике.
- Технике су базиране
 - На реконструкцији слике у реалном простору
 - Неопходно познавање дистрибуције завојница које се користе
 - На реконструкцији недостајућих линија у К-простору
 - Подаци о осетљивости су инкорпорирани у К-простор

Паралелни имиџинг у реалном простору

- Пре аквизиције сваке слике неопходно је извршити мерења осетљивости сваке завојнице (и конструисати одговарајућу мапу)
- Историјски прва техника паралелног имиџинга је користила две завојнице које су прикупљале сигнал за сва дела имиџа, са малим преклапањем

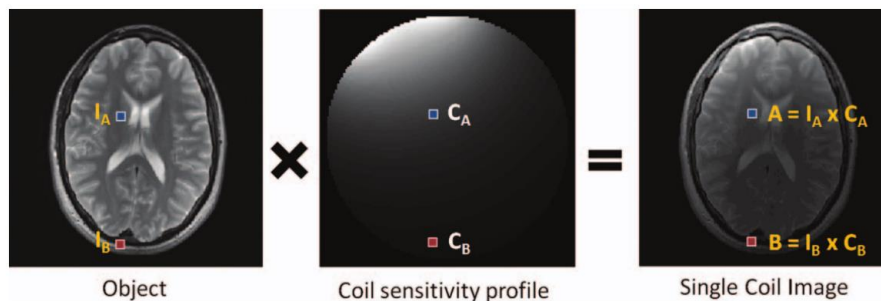


SENSE имицинг

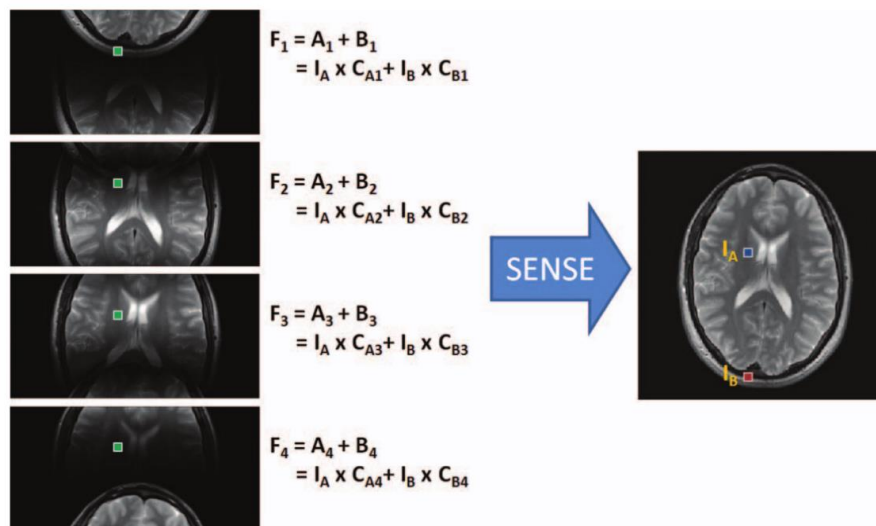
- SENSE користи завојнице из phase array система да би прикупили сигнал из дела објекта непосредно уз завојницу (где завојница има највећу осетљивост).
- Сигнал из делова слике је линеарна комбинција производа измереног интензитета и осетљивости појединачних завојница.
- Подаци о осетљивости завојница се прикупљају са low resolution снимака пре главне аквизиције.

$$\begin{bmatrix} I_1^{\text{aliased}}(x,y) \\ I_2^{\text{aliased}}(x,y) \\ I_3^{\text{aliased}}(x,y) \\ I_4^{\text{aliased}}(x,y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1(x,y) & S_1(x,y + \frac{1}{3}FOV) & S_1(x,y + \frac{2}{3}FOV) \\ S_2(x,y) & S_2(x,y + \frac{1}{3}FOV) & S_2(x,y + \frac{2}{3}FOV) \\ S_3(x,y) & S_3(x,y + \frac{1}{3}FOV) & S_3(x,y + \frac{2}{3}FOV) \\ S_4(x,y) & S_4(x,y + \frac{1}{3}FOV) & S_4(x,y + \frac{2}{3}FOV) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{\text{full}}(x,y) \\ I_{\text{full}}(x,y + \frac{1}{3}FOV) \\ I_{\text{full}}(x,y + \frac{2}{3}FOV) \end{bmatrix}$$

SENSE реконструкција

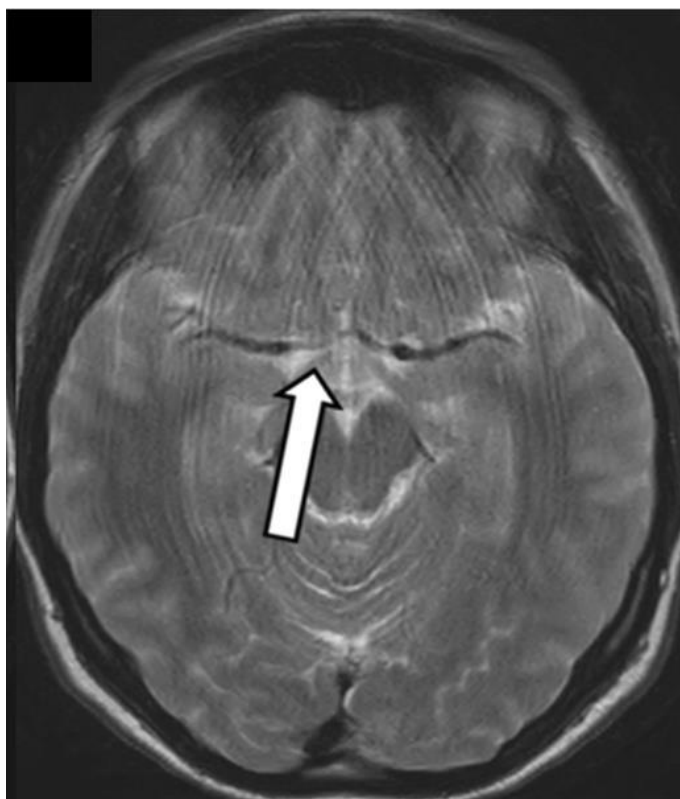


SENSE фактор =2



SENSE артефакти

Померање пацијента проблем



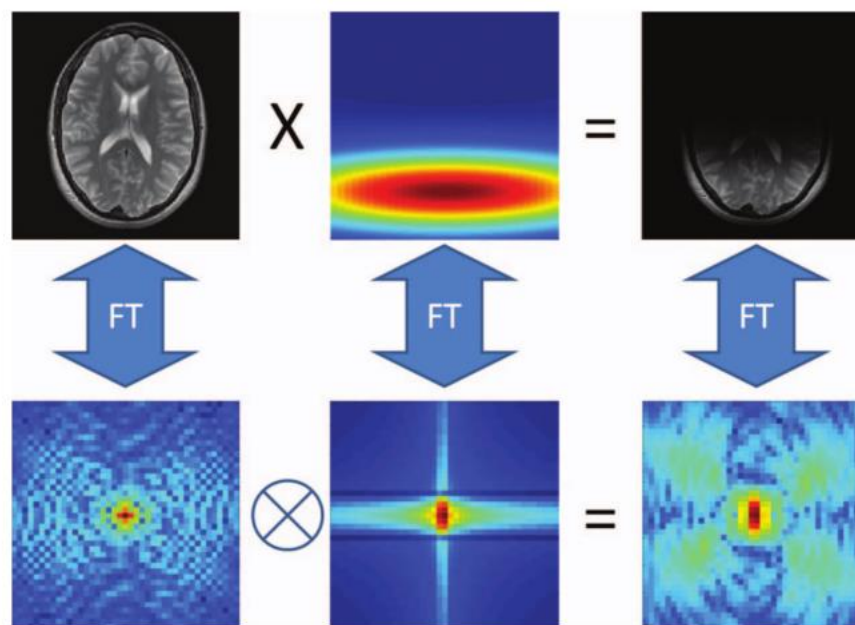


Адаптације SENSE

- mSENSE -аутокалибрациона техника, која податке о осетљивости завојница добија из додатних линија у K простору лоцираних око његовог центра
- TSENSE -прикупљање линија у K простору у временском interleave режиму. Корисно за елиминацију мањих артефаката померања.

GRAPPA (generalized partially parallel Acquisitions)

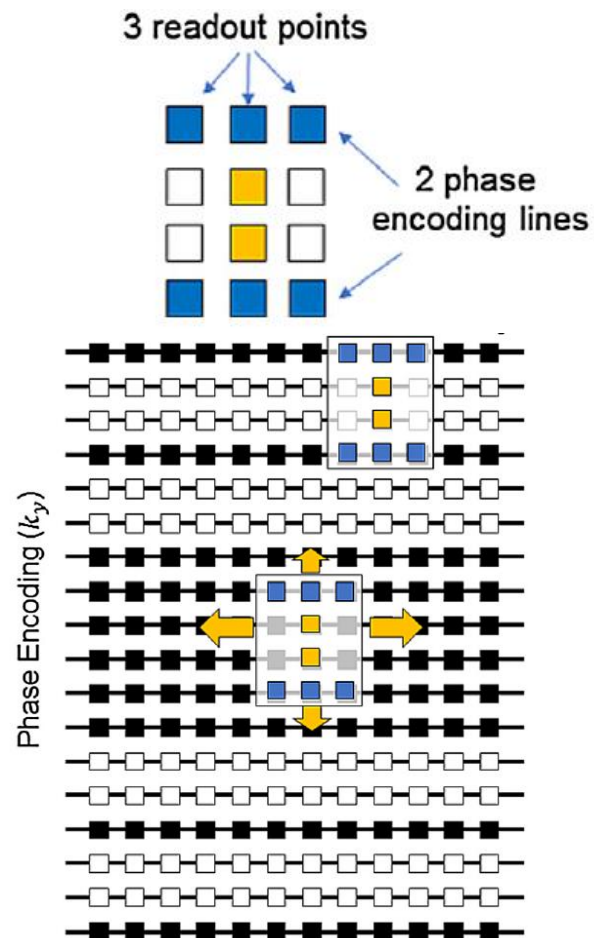
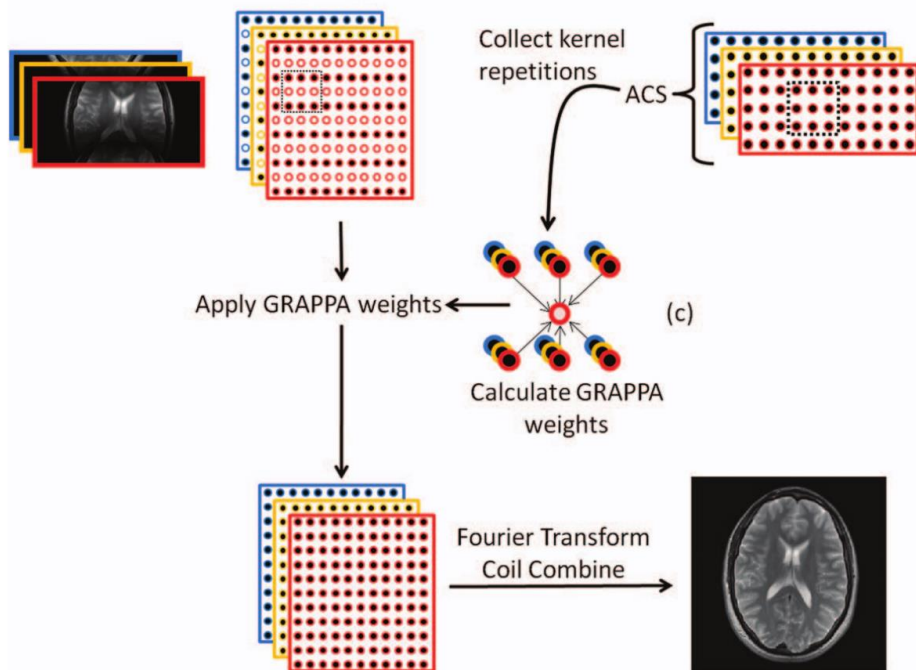
- Све операције се одвијају у К простору
- Базирана је на претпоставци да је осетљивост завојница инкорпорирана у К простор и да даје допринос и линијама које се не прикупљају појединачним завојницама



GRAPPA ПРИНЦИП

- У центру К простора прикупља се ~ 10 линија без прескања.
- Формира је претраживачки склоп (језгро) који у првој фази пролази кроз овај део К-простора и рачуна проналази коефицијенте зависности између суседних тачака.
- У другој фази кернел претражује парцијално узорковани део К-простора и на основу информација из прве фазе прорачунава интензитете "недостајућих" тачака.
- Ово се засебно ради за сваку завојницу.

GRAPPA принцип (2)

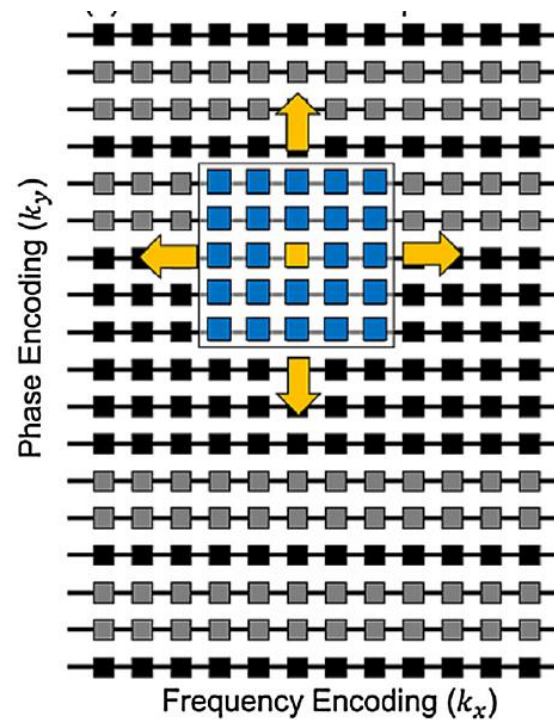
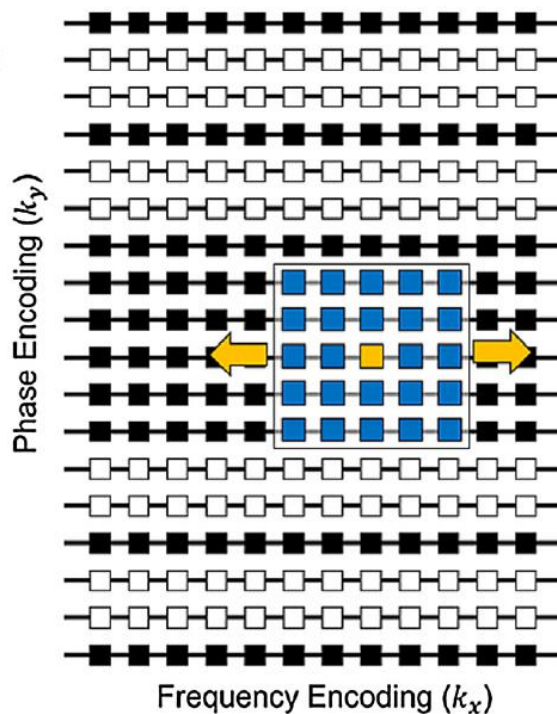
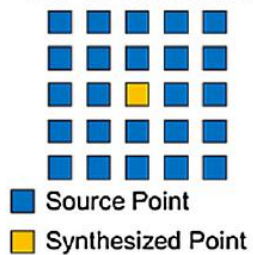


Напредне технике паралелног имиџинга

- У картезијанском простору
 - SPiRiT претрживачким склопом се рачуна интензитет само за по једну тачку
 - Израчунати интензитет за недостајућу тачку мора бити конзистентан са осталим прикупљеним подацима
 - У одређивању интензитета сигнала у тачки користе се и интензитети претходно одређених тачака.
- ESPiRiT користи претраживачки склоп да би генерисао сет својствених мапа које одговарају осетљивостима завојница. Стога је комбинација SENSE и GRAPPA техника

SPiRiT

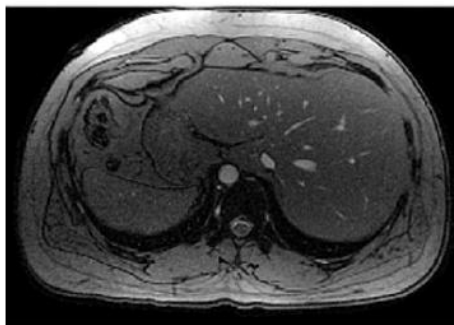
5x5 SPiRiT Kernel



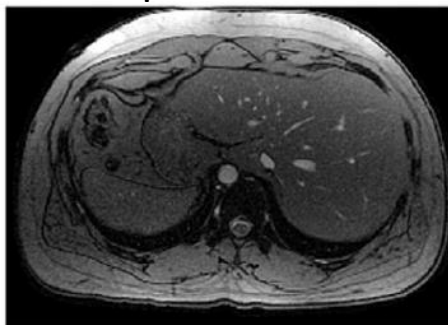
SENSE vs GRAPPA

- GRAPPA је много робустнија и мање подложна артефактима

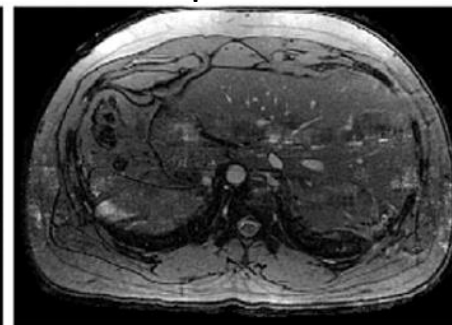
Потпуно узоркован простор



Ispirium

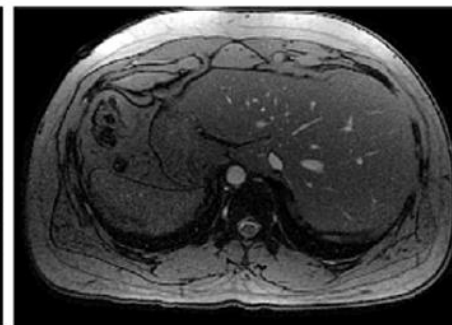
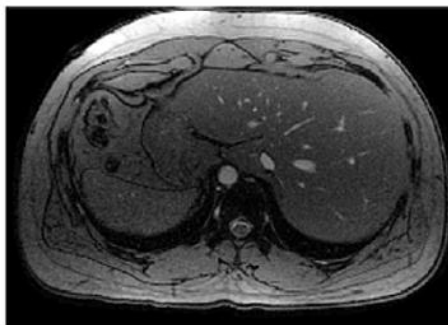


expirium



SENSE

Фактор убрзања 2

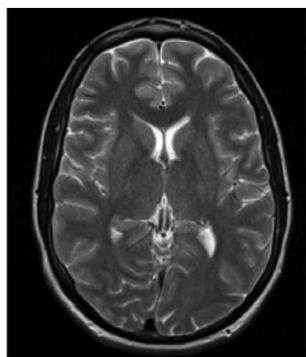


GRAPPA

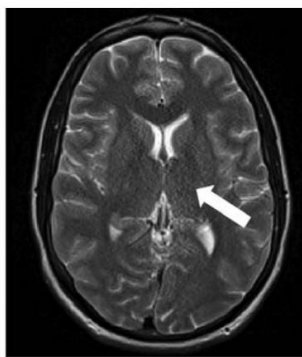
Сигнал/шум и фактор убрзања

- Теоријски фактор убрзања може да буде једнак броју употребљених завојница, али...
- Смањење односа сигнал/шум са сваким повећањем

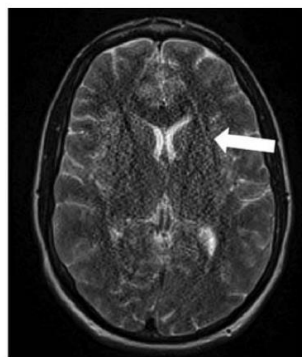
$$SNR_{accelerated}(x, y) = \frac{SNR_{full}(x, y)}{g(x, y)\sqrt{R}}$$



R=2

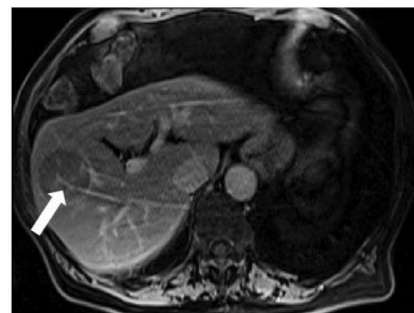


R=3



R=4

SENSE



R=3 GRAPPA



R=2 GRAPPA