آموزش اصول و سیستم های تصویرگری و رادیولوژی

بخش ششم

دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان

گروه مهندسی پزشکی

تهیه شده توسط : دکتر حیدری

مدرس: سوسن پورامینائی

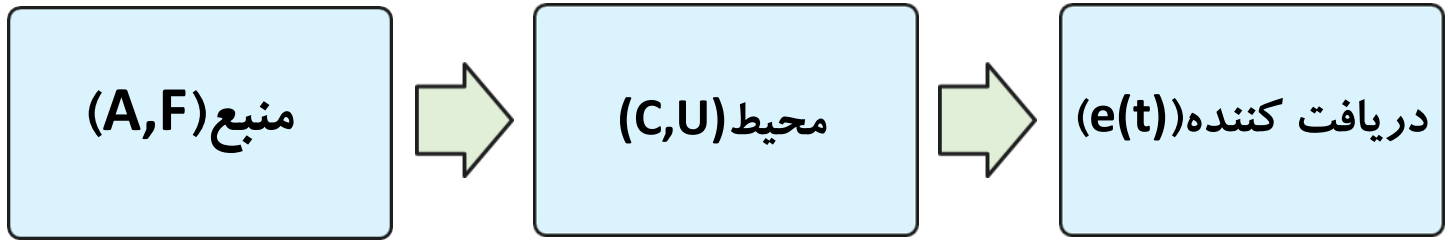
تصویربرداری فراصوت

فیزیک تصویربرداری به روش فراصوت

- امواج صوتی
- امواج مکانیکی: نیاز به محیط مادی برای انتشار

$f_{\text{فراصوت}} > f_{\text{صوت}} > f_{\text{فروصوت}}$

- $f_{ultrasound} > 20KHz$
- قدرت نفوذ خوب در بافت نرم بدن(MHZ)

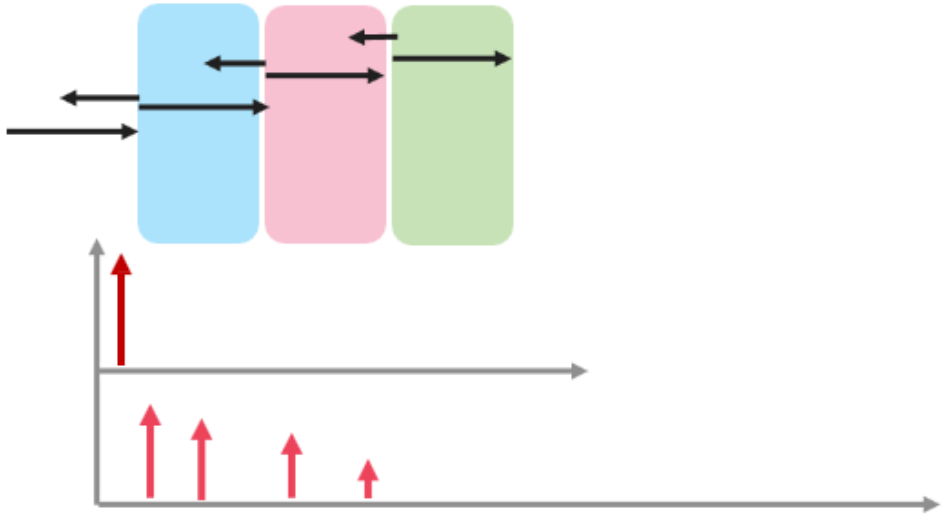


فیزیک تصویربرداری به روش فراصوت

- **ارسال و دریافت موج فراصوت**
- لایه های متعدد با ویژگی های مختلف
- تفاوت موج های بازگشتی از لایه های مختلف
- Echo
- نمودار زمانی Echoها بیانگر اطلاعات از بافت:

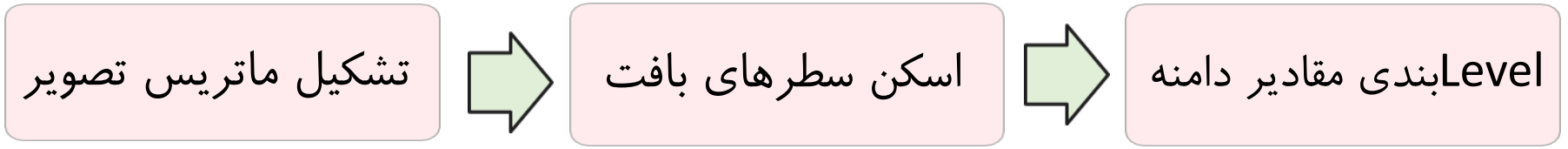
۱. فاصله زمانی Echoها : ضخامت بافت

۲. دامنه Echoها: جنس بافت



فیزیک تصویربرداری به روش فراصوت

- تبدیل نمودار زمانی Echoها به تصویر



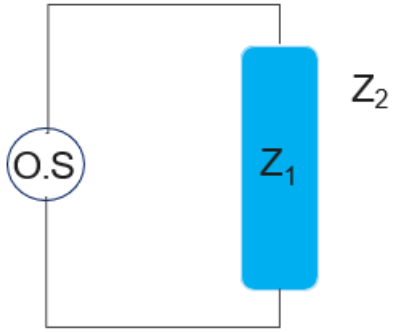
- دقت تصویرگری
  - افزایش دقت در هر سطر ماتریس تصویر: افزایش سطوح دامنه(تعدادlevelها)
  - افزایش دقت در هر ستون ماتریس تصویر: کاهش فاصله سطرهای تصویرگری
- مقطع تصویرگری
  - عمودی

اجزای سیستم تصویربرداری فراصوت

پروب(probe)

- کریستال پیزوالکتریک در نقش فرستنده و گیرنده با اعمال زمان بندی
- اعمال ولتاژ الکتریکی (ارسال موج مکانیکی) در زمان ارسال: firing
- دریافت موج مکانیکی (تبدیل به ولتاژ الکتریکی) در زمان دریافت: listening
- تشدید رخداده عامل تعیین کننده فرکانس کاری پروب

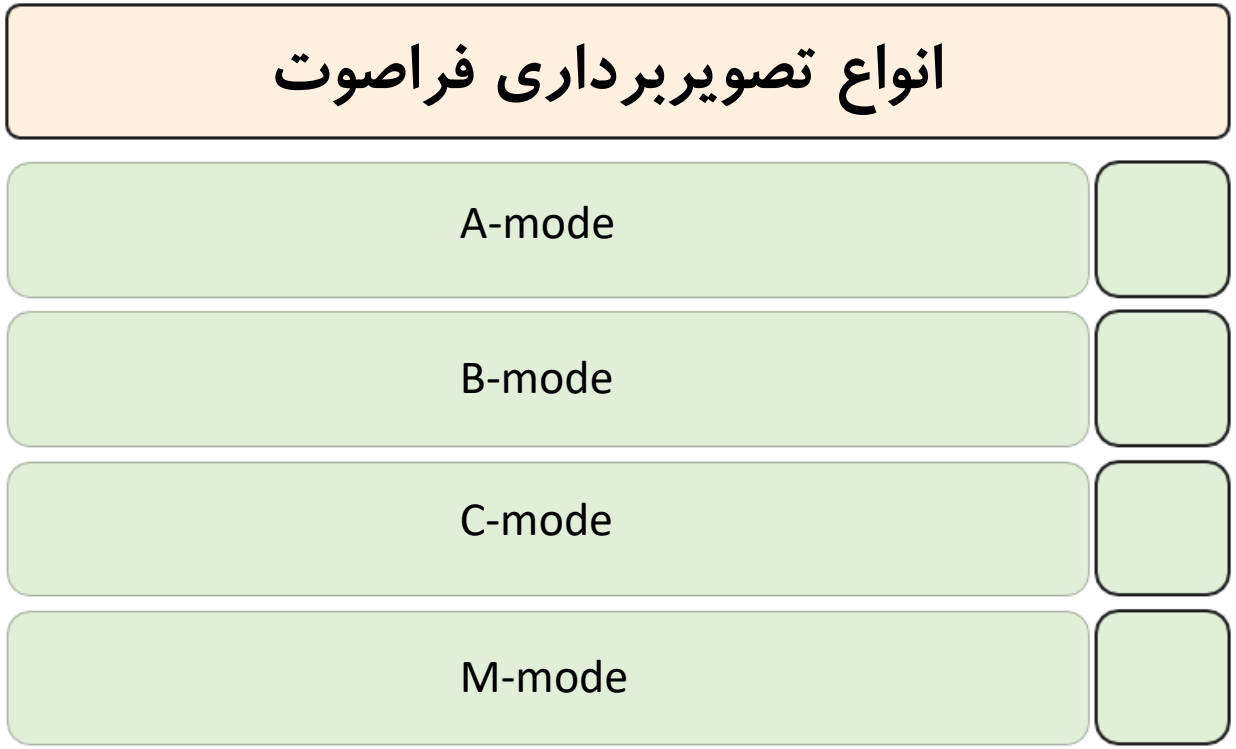
پردازشگر



اجزای سیستم تصویرربرداری فراصوت

مراحل تصویرگری فراصوت	
تحریک مبدل اولتراسوند	
شکل دهی اشعه	
تقویت	
جبران سازی	
دمودلاسیون	
حذف	
تشکیل ماتریس	

انواع تصویربرداری فراصوت



انواع تصویربرداری فراصوت

A-mode

- Amplitude mode
- Single Array
- خروجی نمودار زمانی اکوها

(فاصله و امپدانس اکوسیت هر لایه)

- خروجی تصویر خطی
- تصویرگری چشمی

B-mode

- Brightness mode
- Linear Array
- خروجی تصویر یک صفحه
- تصویرگری نرمال اولتراسوند

(احشا شکمی ـ جنین)

انواع تصویربرداری فراصوت

C - mode

- تهاجمی
- فرستنده و گیرنده در دو سمت بافت به صورت جداگانه
- تصویرگری عروق

M - mode

- Motion mode
- اضافه کردن محورزمان (تصویرگریb-mode در چندین مقطع زمانی)
- تصویرگری قلب

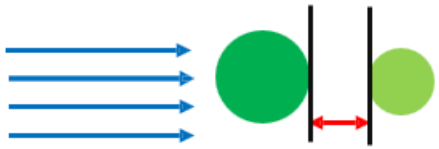
رزولوشن تصویر فراصوت

رزولوشن محوری در راستای محور و ارسال موج

رزولوشن جانبی در راستای کنار محور و عمود بر ارسال موج

رزولوشن تصویر فراصوت

- **Axial Resolution**
- حداقل فاصله قابل تشخیص برای دو هدف مجزا در کنار هم
- در راستای ارسال موج



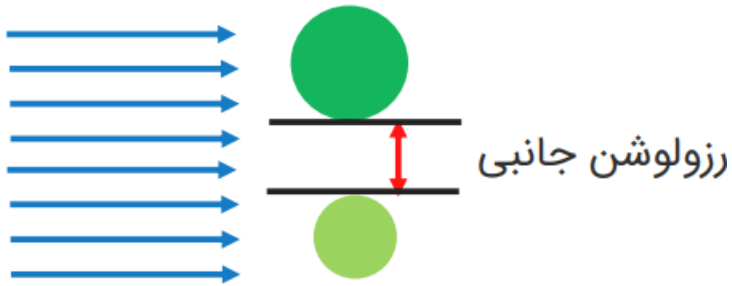
رزولوشن محوری

$$\lambda = \frac{C}{f} \qquad 2D \geqslant \lambda$$

- متناسب با فرکانس

رزولوشن محوری بهتر ← **فرکانس بیشتر**

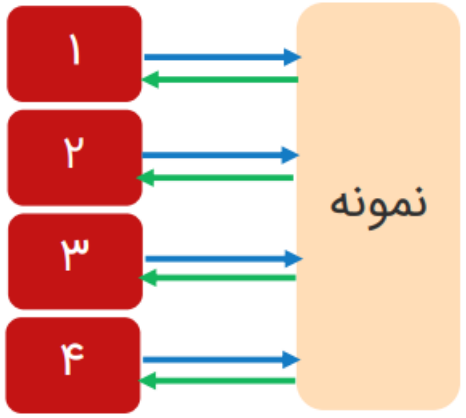
رزولوشن تصویر فراصوت



Lateral resolution

- حداقل فاصله قابل تشخیص برای دو هدف مجزا در کنار هم
- عمود بر راستای ارسال موج
- وابسته به فاصله پله های اسکن
- وابسته به پهنای پرتو

تصویربرداری فراصوت با مبدل خطی



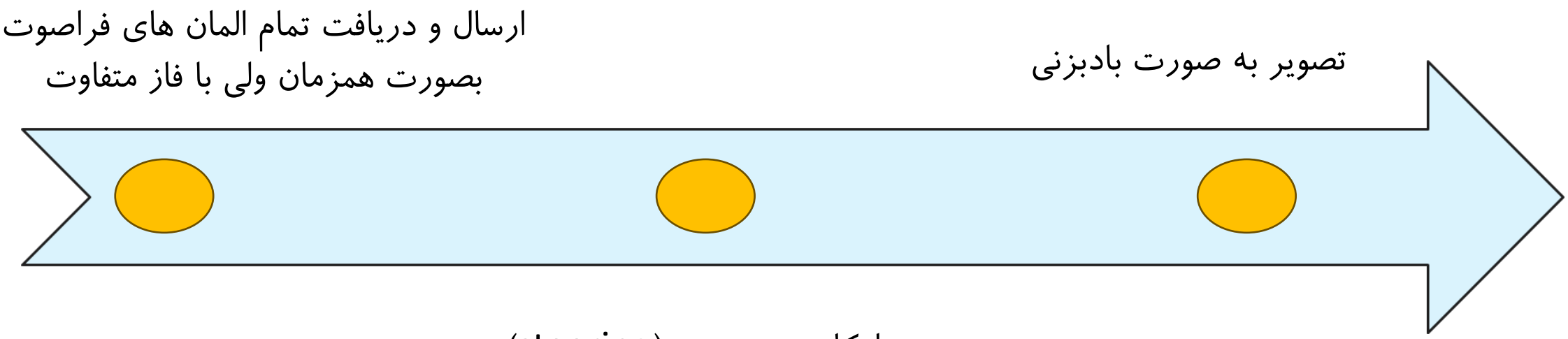
ارسال و دریافت مستقل هر المان فراصوت با ترتیب زمانی مشخص

محدود شدن رزولوشن جانبی به فاصله خطوط اسکن

تصویر به صورت مستطیلی

عدم امکان استفاده در سونوگرافی قلب

تصویربرداری فراصوت با مبدل آرایه ای



امکان جهت دهی(steering)
امکان تمرکز(focusing) پرتو اولتراسوند در نقطه دلخواه

تصویربرداری فراصوت با داپلر

- تغییر فرکانس موج دریافتی در صورت حرکت فرستنده و گیرنده نسبت به هم

- محاسبه سرعت حرکت با محاسبه تغییر فرکانس
- سرعت سنجی ویا محاسبه دبی

ارزیابی عملکرد فراصوت

رزولوشن	کنتراست	عمق تصویربرداری	Frame rate
• فرکانس • پهنای لوب	• تفاوت لوب اصلی و فرعی	• فرکانس • نوع بافت	• پیوستگی تصاویر • آپدیت ماتریس • تصویر

ارزیابی عملکرد فراصوت

مزایا

- غیرمخرب و ایمن
- غیرتهاجمی
- هزیینه پایین
- تصویرreal time

معایب

- Operatorbased
- محدودیت در تصویرگری برخی بافتها
- کیفیت نه چندان خوب تصویر

منابع

- “Medical Instrumentation, Application & Design”, 4th Edition, John G. Webster, ch 12, pp 576-584.