



ارتعاشات پیشا و کاربرد آن در مهندسی زلزله

در نرم افزار های

SeismoSignal و MatLab

جلسه دوم: پردازش سیگنال

اصلاح (پردازش) برای رکورد اصلاح نشده (خام)

1. خطای فرکانس بالا: به دلیل تبدیل آنالوگ به دیجیتال (A to D) (قبل از سال ۱۹۸۰)، نویز های محیطی، میدان مغناطیسی داخل دستگاه- باعث خطا در مشتق گیری- حذف با فیلتر پایین گذر (Low-Pass)
2. خطای فرکانس پایین: به دلیل تاب فیلم (مثلا در دستگاه SMA-1)- باعث خطا در انتگرال گیری (قابل رویت در سرعت و جابجایی)- حذف با فیلتر بالا گذر، تعیین و اصلاح خط مبنا
3. خطای دستگاهی: به دلیل اینکه R برابر یک نیست یا نرخ نمونه برداری محدود. (اصلاح اتوماتیک در برخی دستگاهها)- حذف با ضرب معکوس ضریب مربوطه در دامنه طیف فوریه رکورد که باعث افزایش دامنه در فرکانس های بالا می شود.
4. پالس های شدید: به دلیل دستگاه یا عوامل محیطی - حذف با میانگین گیری در جرک (مشتق شتاب)

توجه: ۱- در حالت کلی نوع اصلاح و پردازش شتابنگاشت به کاربرد آن بستگی دارد.

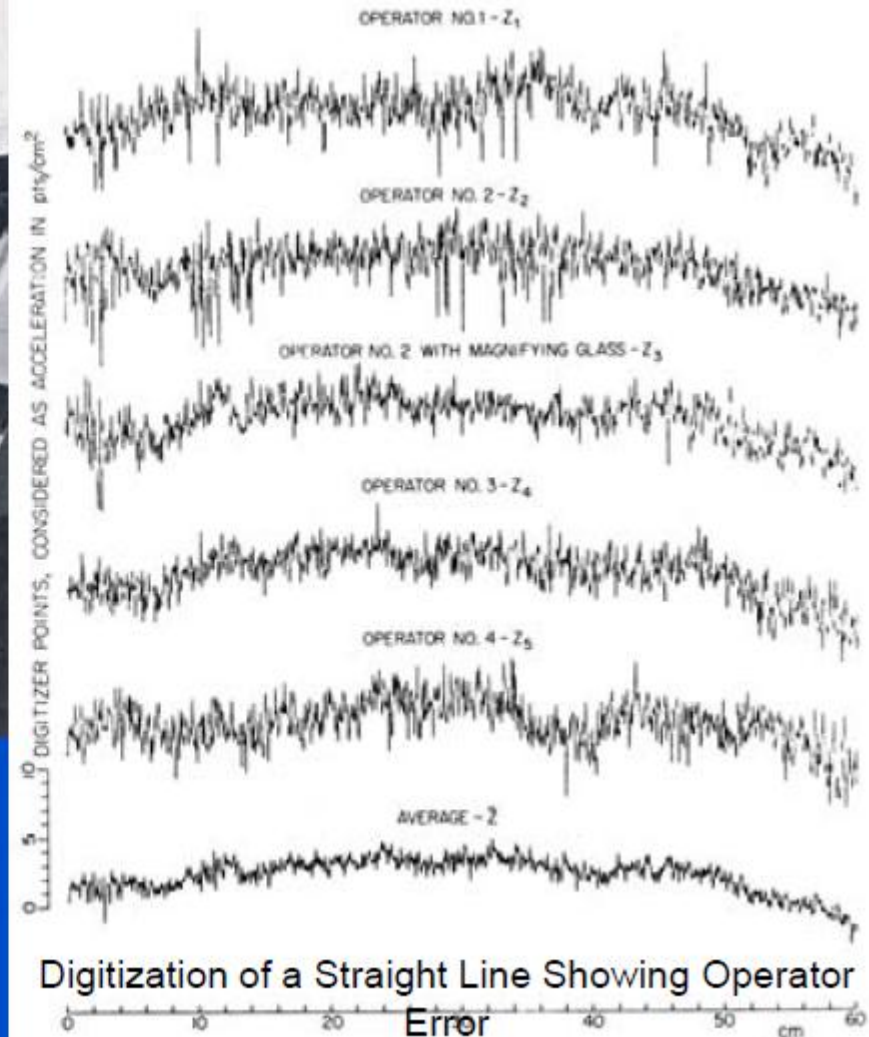
۲- نمی توان خطاها را به صورت کامل حذف کرد.

Semi-Automatic Hand Digitizer

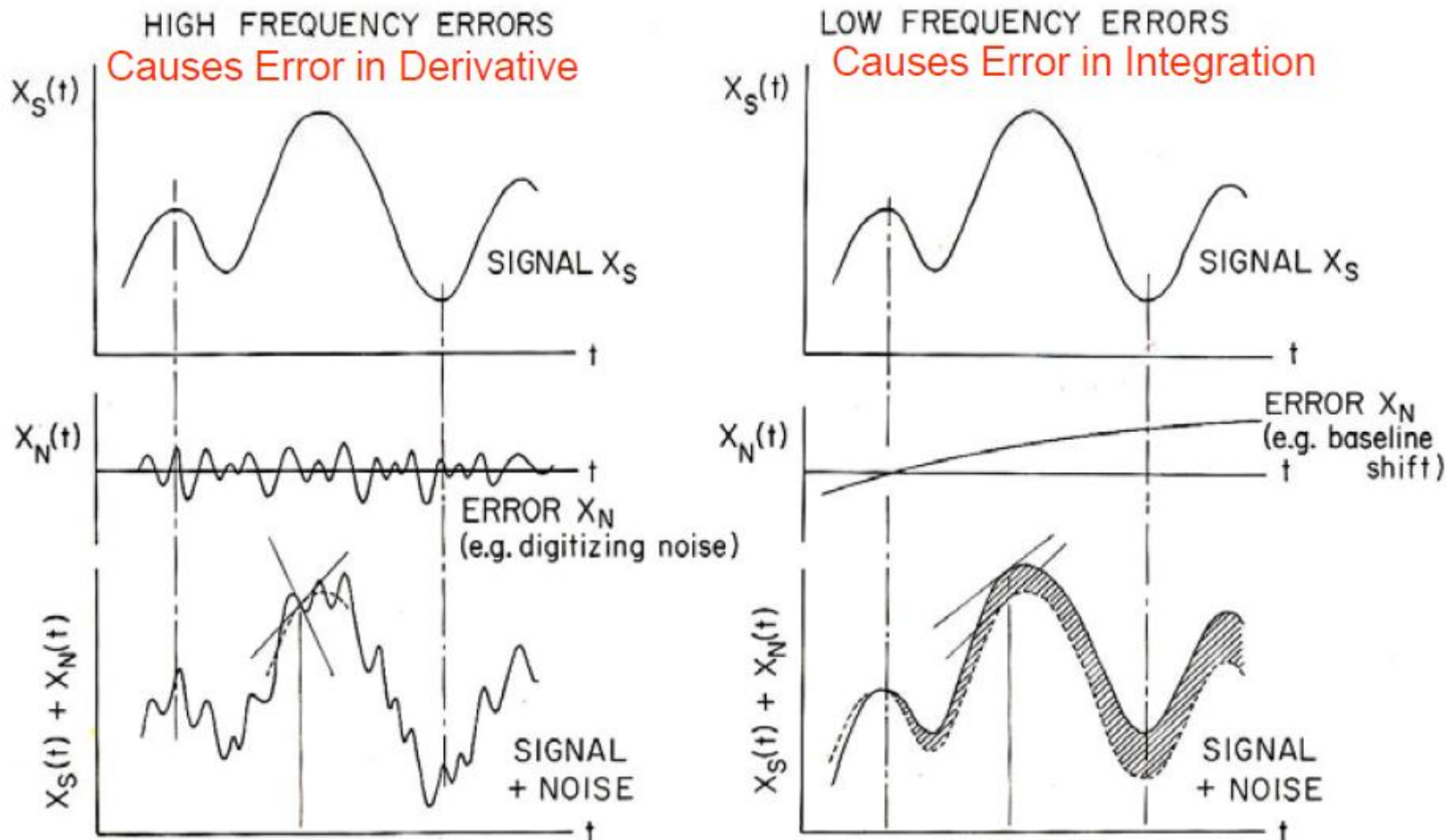


Scanner - Digitizer

Solid State - Digitizer



Errors in Accelerogram Digitization





نمونه ای از شتابنگاشت خام

5

beheshtikhah@gmail.com

محمد حسین بهشتی خواه



IIEES

Uncorrected Digitized Data

Inst Type = SSA-2

Origin Time : 2006/03/31 01:17:02

L

COMPL1

Chalan Choolan Station 33.659 N 48.913 E Altitude 1538m Azimuth L 99 T 189

Epicenter 33.580 N 48.823 E FD Km mb Ms Mw M ML (BHRC)

INSTR PERIOD = .020 SEC DAMPING = .640

NO. OF POINTS = 15950 DURATION =

UNITS ARE SECONDS AND G/10

0 0 0 0 0 0 0 15950 0 0 0..... 0 0 0 0

.200401E-01 .640000E+00 .908800E+02 .000000E+00 .100000E+00 .200000E+03 .000000E+00 .000000E+00

..... .000000E+00 .000000E+00

.340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02
.340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02
.340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02 .340294E-02

.154229E+00 .163961E+00 .168826E+00 .173692E+00 .178558E+00 .178558E+00 .183424E+00 .188289E+00 .193155E+00
.198021E+00 .202886E+00 .202886E+00 .207752E+00 .212618E+00 .207752E+00 .207752E+00 .202886E+00 .198021E+00
.188289E+00 .178558E+00 .168826E+00 .154229E+00 .144498E+00 .129900E+00 .115303E+00 .105572E+00 .909743E-01

-.938643E-01 -.987273E-01 -.103591E+00 -.103591E+00 -.108454E+00 -.108454E+00 -.108454E+00 -.113317E+00 -.113317E+00
-.113317E+00 -.113317E+00 -.113317E+00 -.113317E+00 -.108454E+00 -.108454E+00 -.103591E+00 -.103591E+00 -.987273E-01
-.938643E-01 -.890013E-01 -.841373E-01 -.792743E-01 -.792743E-01 -.744113E-01 -.695475E-01 -.646841E-01 -.598208E-01

.826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02
.826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .131296E-01 .131296E-01 .131296E-01
.131296E-01 .131296E-01 .131296E-01 .131296E-01 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02 .826634E-02

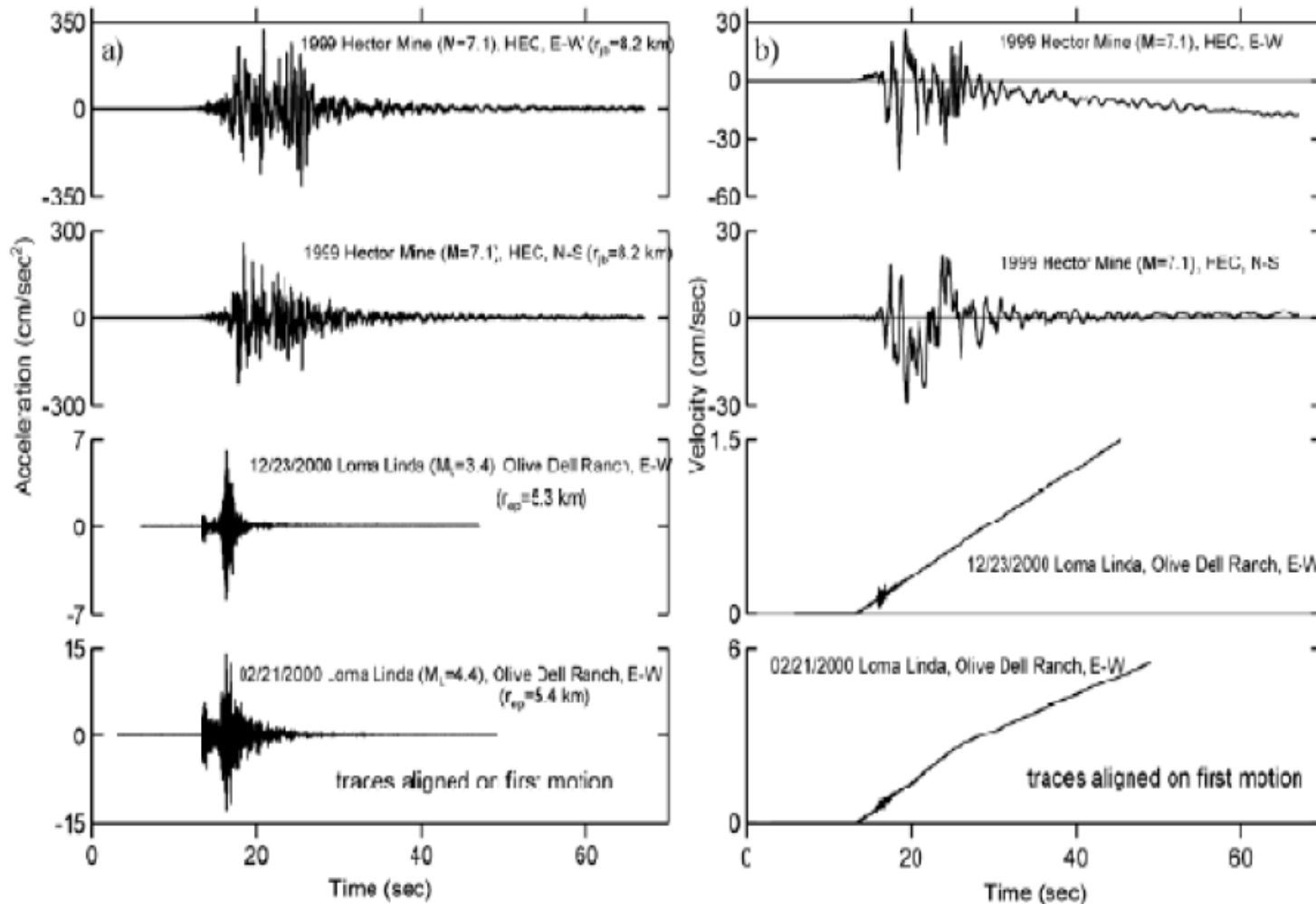
□ دیجیتالی
دارای
مولفه های
با فرکانس
بالا است.

خطای خط مبنا

6

beheshtikhah@gmail.com

محمد حسین بهشتی خواه



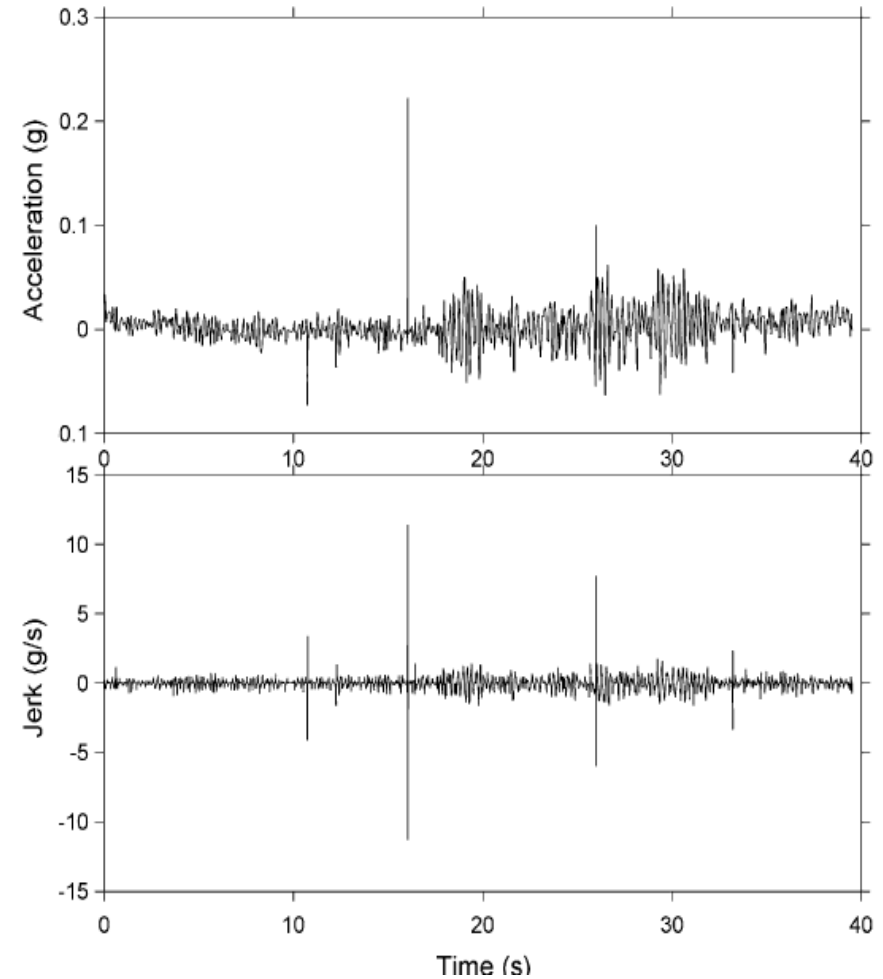
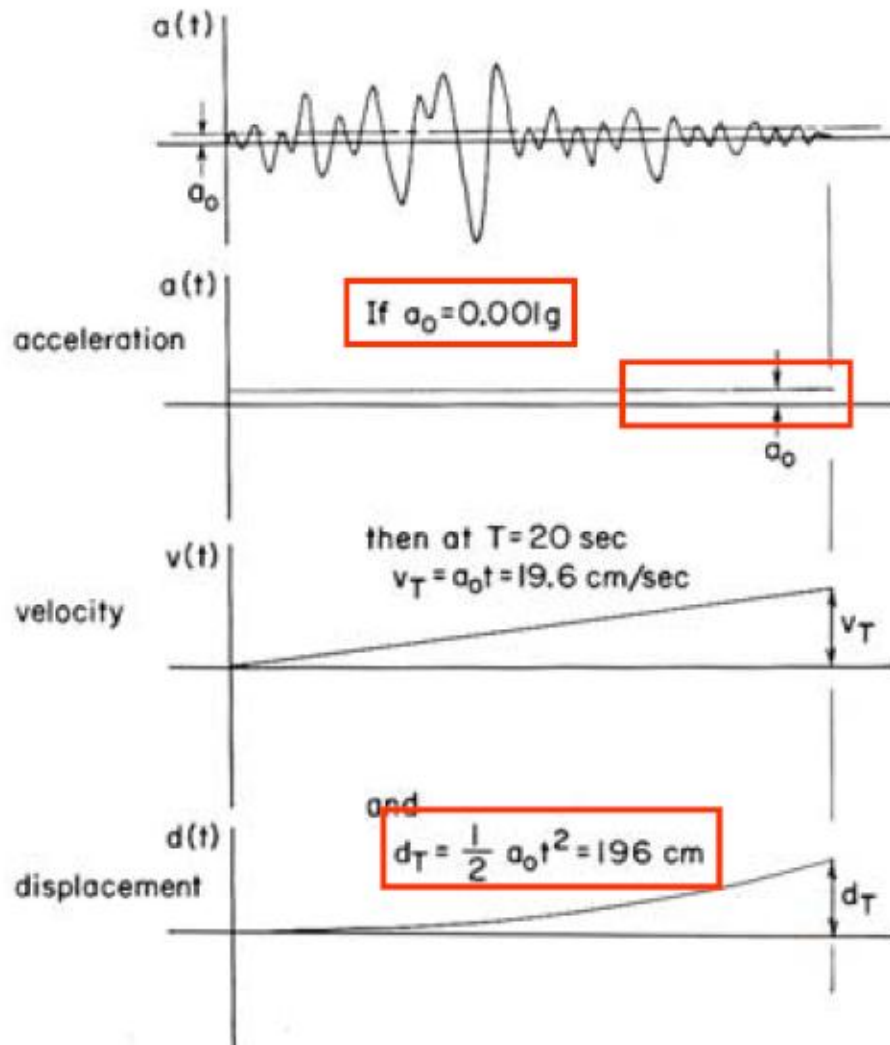
□ خطای خط مبنا
در دستگاههای
دیجیتالی کوچک
بوده و فیلتر بالا
گذر می تواند این
خطا را حذف
کند. اگر خطای
خط مبنا زیاد
باشد، با فیلتر
حذف نشده و باید
از برازش توابع به
سرعت یا جابه
جایی استفاده
کرد، مثل رکورد
آنالوگ

خطای پالس و خط مبنا

7

beheshtikhah@gmail.com

محمد حسین بهشتی خواه





روش اصلاح خط مبنا از روش حداقل خطا (با فرض چندجمله ای درجه دو)



8

beheshtikhah@gmail.com

محمد حسین بهشتی خواه

$$a_c(t) = \underline{a_r}(t) - [c_0 + c_1 t + c_2 t^2]$$

مربع خطا برابر است با :

$$[e(t)]^2 = [a_c(t)]^2 - \underline{a_r}(t)^2$$

مجموع مربع خطا برابر است با :

$$R = \int_0^T [e(t)]^2 dt$$

برای اینکه مقدار خطا حداقل باشد :

$$\frac{\partial R}{\partial c_0} = 0, \quad \frac{\partial R}{\partial c_1} = 0, \quad \frac{\partial R}{\partial c_2} = 0$$

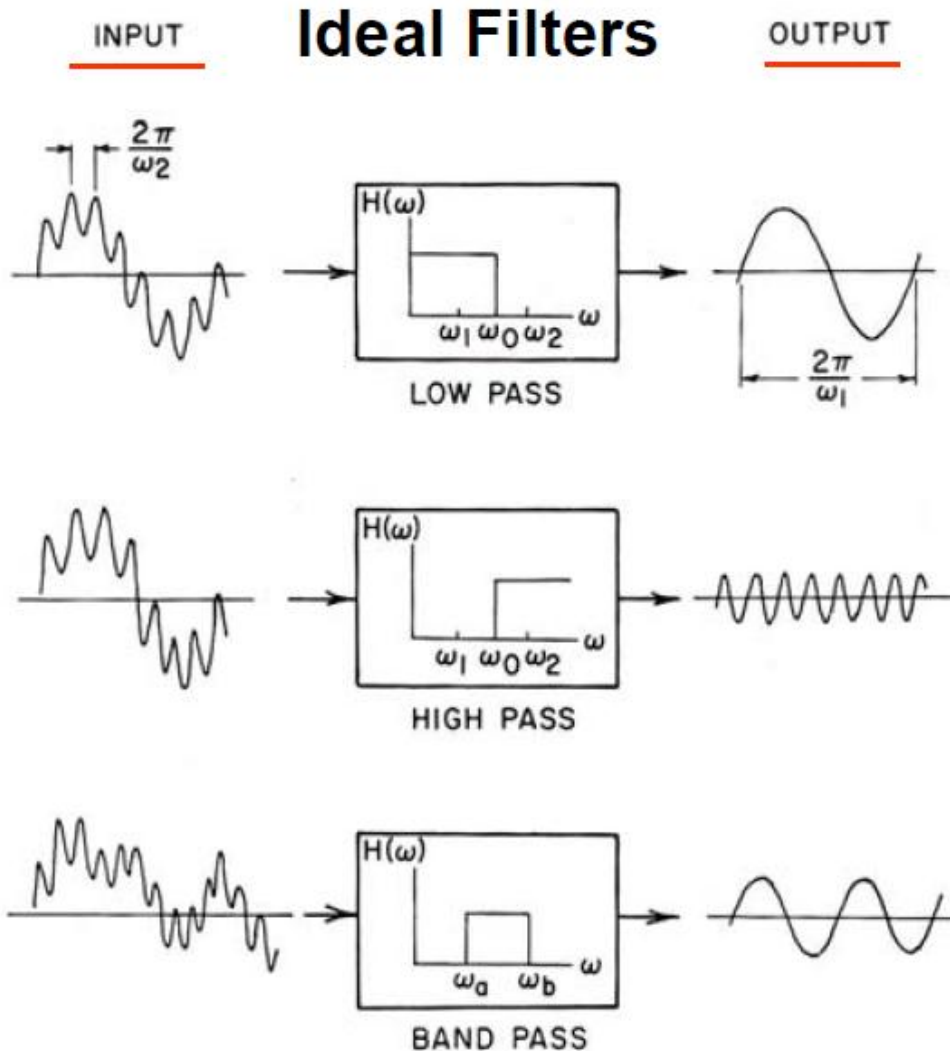
$$\frac{\partial R}{\partial c_0} = 0 \Rightarrow c_0 + \frac{t}{2} c_1 + \frac{t^2}{3} c_2 = \frac{1}{t} \int_0^T a_r(t) dt$$

$$\frac{\partial R}{\partial c_1} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} c_0 + \frac{t}{3} c_1 + \frac{t^2}{4} c_2 = \frac{1}{t^2} \int_0^T a_r(t) dt$$

$$\frac{\partial R}{\partial c_2} = 0 \Rightarrow \frac{1}{3} c_0 + \frac{t}{4} c_1 + \frac{t^2}{5} c_2 = \frac{1}{t^3} \int_0^T a_r(t) dt$$

R=Raw Data, C=Corrected, E=Error

روش حداقل انرژی نیز یکی دیگر از روش ها است.



1. فیلترینگ در حوزه فرکانس صورت می گیرد
2. پارامترهای فیلتر به کاربرد بستگی دارد. به عبارت دیگر، رکورد فیلتر شده تنها در بازه ای از فرکانس ها (Usable Data Bandwidth) قابل استفاده است.

شتابنگاشت اصلاح شده

10

beheshtikhah@gmail.com

محمد حسین بهشتی خواه

