

DSO effektív bitszámának növelése átlagolással

A digitális oszcilloszkóp (DSO) **amplitúdó felbontása** az A/D átalakító névleges bitszámától függ, a zajhatások miatt ennél kisebb az *effektív* bitszám. Nagy mintagyakoriság szükséges (mert nagy sáv szélesség az igény), ezért tipikusan csak 8-12 bites a nagysebességű digitalizáló. Ez a felbontás (hardware)korlát átléphető zajcsökkentő átlagolással, a megnövelt *jel/zaj arány* nagyobb effektív bitszámot eredményez.

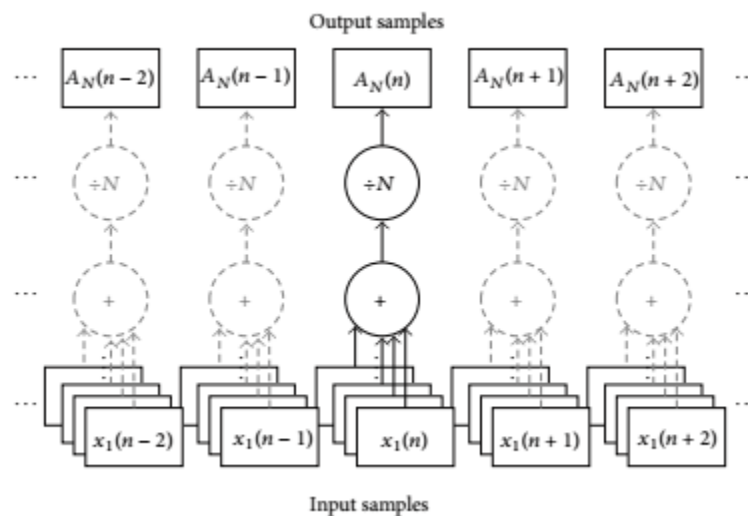
Ennek ára: csökken(het) a hatásos sáv szélesség, lecsökken a nyomvonal frissítési gyakoriság.

1. Egymást *követő*, **N** számú rekord (multiple pass) *azonos* (idő)pozícióban lévő mintáinak átlagolása (ún. **rekord-átlagolás**)

Feltétel: *ismétlődő* (repetitív) jel!

Eredmény: egyetlen rekord (több rekord felvételt *követően*). Fontos: **nem** korlátozza a sáv szélességet. De csak a triggerrel *korrelálatlan* zajt átlagolja.

- a) direkt módszer (**aritmetikai** átlag):



N számú rekord átlagolása *

Hátrány: csak az összes, N számú rekord felvétele *után* van átlagolt eredmény!

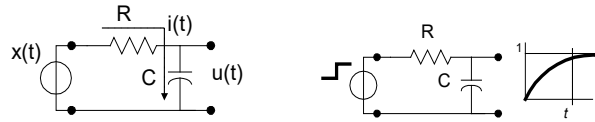
- b) **exponenciális** átlagolás

Előnyösebb algoritmus: a j -edik rekord felvételt követően az **új** átlag eredmény $A_j(n+i)$, az **új** mintapont $x_j(n+i)$, az utolsó átlag $A_{j-1}(n+i)$, $i = 0, \pm 1, \dots$ és p súlytényező (ha $j < N$, akkor $p = j$, egyébként $p = N$)

$$A_j(n+i) = \frac{[x_j(n+i) + (p-1)A_{j-1}(n+i)]}{p}$$

$$= \frac{x_j(n+i)}{p} + \left[\frac{(p-1)}{p} \right] A_{j-1}(n+i),$$

Megjegyzés (az elnevezés eredete): egységugrás bemenre a $\tau = RC$ időállandójú (aluláteresztő) szűrő “exponenciális” választ ad,



ennek diszkrét idejű formája: $x = i \cdot R + u$, a (töltés: $Q = \int i \cdot dt = C \cdot du$) kapcsolat alapján a k -adik mintavételi időpillanatban a *difference* egyenlet ($dt = \Delta t$ a mintaidőköz és $du = u_k - u_{k-1}$)

$$x_k = u_k + \tau \cdot \frac{u_k - u_{k-1}}{\Delta t}, \text{ vagyis a kimenet: } u_k = \frac{n-1}{n} \cdot u_{k-1} + \frac{x_k}{n}$$

ahol $n = 1 + (\tau/\Delta t)$ konstans.

Az **aluláteresztő szűrőssel ekvivalens** exponenciális átlagolás “*fokozatosan* felejt el” a régi mért (átlag)értéket és csak “*részben* érvényesíti” az új mért adatot.

A *rekurzív* egyenlet másik, szokásosabb formája:

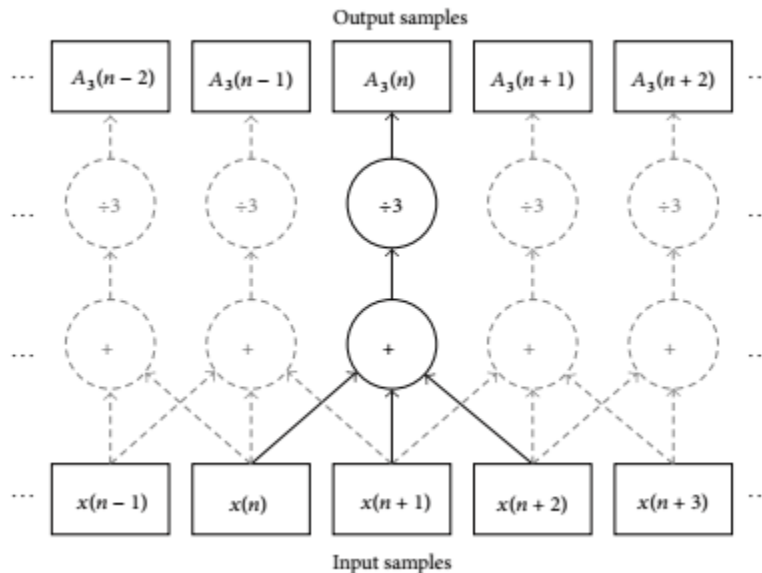
$$u_k = u_{k-1} + \frac{x_k - u_{k-1}}{n},$$

ahol tehát “ u_k ” az **új** átlagérték, “ u_{k-1} ” a régi átlag, “ x_k ” az **új** minta, és n az időállandó.

Előny: megnő a nyomvonal frissítési gyakoriság (mert minden rekord felvételt követően van átlag-eredmény), és csökken a hardware (memória kapacitás) igény.

2. Egyetlen rekord (single pass) szomszédos mintájának átlagolása (ún. **minta-átlagolás**)

(a) **mozgó átlag:**



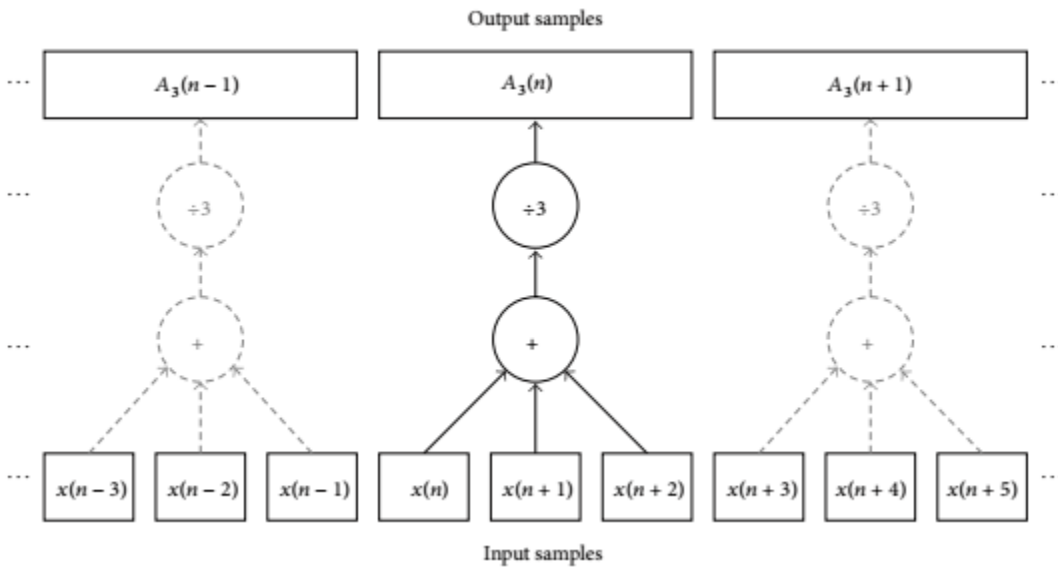
N = 3 minta pont átlagolása *

Fontos: N -szer **csökken** a sáv szélesség! (Alkalmos sáv szélesség módosításra is.)

(b) **decimáló szűrés** (*túlmintavételezés után a szomszédos minták átlagolt „összevonása”*):

Feltétel: *túlmintavételezett* rekord felvétel szükséges! (Ez akkor áll fenn, ha az A/D átalakító maximális mintagyakorisága nagyobb, mint amit az időalap beállítás igényel, a korlátozott display memóriahossz miatt).

Előny: a túlmintavételezés csökkenti a *hasonmás* veszélyt. Fontos: **nem** korlátozza a (decimálás *utáni* gyakorisághoz tartozó!) sávszélességet



N = 3-szoros túlmintavételezés utáni decimáló szűrés *

Mindkét (1. és 2.) esetben optimálisan \sqrt{N} -szeres a jel/zaj arány javulás, és ennek megfelelően az effektív bitszám **nyereség:** $\frac{1}{2} \lg N$ (\lg : 2-es alapú logaritmus).

[* Ábrák: J. Jiang et al., Math Prob in Eng (2014)]