

## Calculs de moyenne / types de filtres

### Introduction

Le signal de sortie des capteurs est fréquemment soumis à des influences qui compliquent l'interprétation et le traitement ultérieur du signal. Bruits de caractéristiques diverses, valeurs de mesure ou pics de signaux invalides : voilà quelques-uns des effets pouvant être réduits grâce à un réglage judicieux de moyenne ou de filtration.

### Moyenne de valeur de mesure

La sélection d'une moyenne de valeur de mesure est recommandée pour des valeurs de mesure statiques ou changeant lentement. La moyenne peut avoir lieu selon le type de capteur pour les valeurs de mesure ou le signal vidéo. La moyenne des valeurs de mesure a lieu dans le capteur, après calcul des valeurs de distance et avant l'émission via l'interface sélectionnée.

Le taux de mesure ou le débit des données ne dépend pas de la moyenne, mais une réduction du taux d'émission peut avoir lieu. En fonction de la catégorie de produit, différentes moyennes présentées brièvement ci-dessous, sont possibles.

### Valeur moyenne arithmétique

La valeur moyenne arithmétique M s'obtient et est émise à partir du coefficient N de valeurs de mesure successives. Cette méthode entraîne une réduction de la quantité de données émise car les valeurs de mesure sont dans un premier temps collectées et une émission n'a lieu qu'après chaque Nième valeur de mesure.

### Exemple avec N = 3

... 01[234]... devient  $\frac{2+3+4}{3}$  Moyenne n

... 34[567]... devient  $\frac{5+6+7}{3}$  Moyenne n + 1

### Moyenne glissante

La valeur moyenne arithmétique s'obtient à partir du coefficient N (1...128) de valeurs de mesure successives (fenêtre) et est émise selon la formule suivante

$$M_{gl} = \frac{\sum_{k=1}^N MW(k)}{N}$$

MW = Valeur de mesure  
 N = Coefficient de calcul de moyenne  
 k = Indice instantané (dans la fenêtre)  
 M<sub>gl</sub> = Moyenne ou valeur d'émission

### Exemple avec N=7

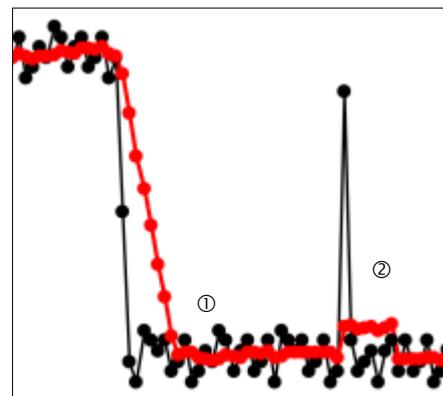
... 01[2345678] devient  $\frac{2+3+4+5+6+7+8}{7}$  Moyenne n

... 12[3456789] devient  $\frac{3+4+5+6+7+8+9}{7}$  Moyenne n + 1

Une nouvelle valeur de mesure est intégrée dans la fenêtre et la valeur la plus ancienne est retirée de la fenêtre. Ceci permet d'atteindre des temps de stabilisation brefs, même en cas de sauts de valeurs de mesure importants.

### Remarques relatives à l'utilisation de la moyenne mobile :

- Utilisée pour lisser les valeurs de mesure
- Effet dosable via le coefficient N des valeurs de mesure. Plus le nombre est élevé, plus les valeurs sont lissées
- En cas de bruit uniforme sans pics
- En cas de rugosité de surface faible
- Pour les temps de stabilisation brefs



Signal avec (rouge) et sans (noir) calcul de moyenne mobile

Sur la figure, on peut voir l'effet de la valeur moyenne mobile. Les valeurs se stabilisent rapidement ①, les pics exerçant un effet évident sur la valeur moyenne ② via la largeur de la fenêtre.

## Moyenne récursive

Le calcul de moyenne récursif permet de lisser très fortement les valeurs de mesure, mais a pour conséquence des temps de stabilisation accrus en cas de sauts de valeurs de mesure. Chaque nouvelle valeur de mesure  $MW(n)$  est ajoutée de manière pondérée à la somme des valeurs de mesure précédentes  $M_{\text{rec}}(n-1)$ . Le calcul s'effectue selon la formule suivante :

$$M_{\text{rec}}(n) = \frac{MW(n) + (N-1) \times M_{\text{rec}}(n-1)}{N}$$

MW = Valeur de mesure  
 N = Coefficient de calcul de moyenne  
 n = Indice de la valeur de mesure  
 $M_{\text{rec}}$  = Moyenne ou valeur d'émission

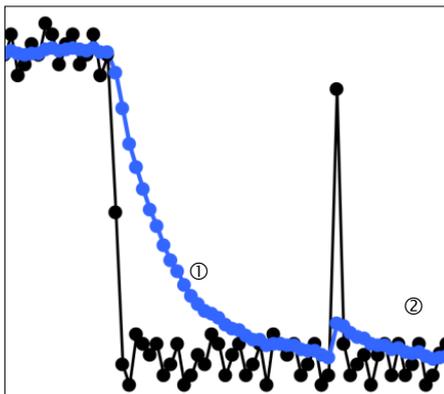
## Exemple avec N=8

1. Valeur de mesure = 5,
  2. Valeur de mesure = 6,
  3. Valeur de mesure = 4,
- $M_{\text{rec}}(n-1) = 3$  (Hypothèse pour le premier calcul)

1. Valeur  $3,25 = \frac{5+7 \times 3}{8}$
2. Valeur  $3,59 = \frac{6+7 \times 3,25}{8}$
3. Valeur  $3,64 = \frac{4+7 \times 3,59}{8}$

etc.

Avec le coefficient de calcul de moyenne N (1...32768), il est possible de doser l'effet du calcul de moyenne récursif. Plus le coefficient N augmente, plus le lissage devient important, entraînant également une hausse du temps de stabilisation.



Signal avec (bleu) et sans (noir) calcul de moyenne récursif

Sur la figure, on peut clairement reconnaître le comportement de stabilisation lent ①, mais également l'important lissage ② via la moyenne récursive.

## Médiane

La médiane permet de trier les valeurs d'un nombre prédéfini de valeurs de mesure selon leur grandeur et d'émettre la valeur moyenne (pas la moyenne). Il est ici possible de prendre en compte 3, 5, 7 ou 9 valeurs (nombre impair) pour la formation de la médiane. La médiane est un type de filtre qui est principalement utilisé pour supprimer les différentes impulsions perturbatrices. Le lissage effectif du signal n'est pas très important pour la médiane, mais un calcul de moyenne supplémentaire peut être utilisé après formation de la médiane.

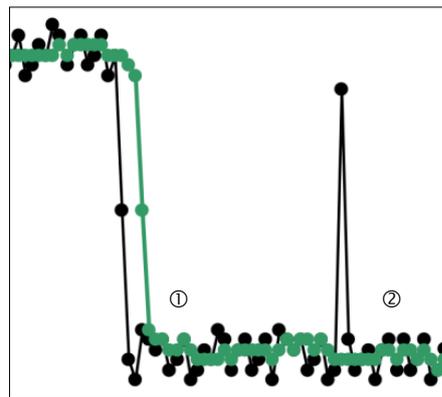
## Exemple avec N=7

... 240124513 Valeur de mesure triée 0112345 Médiane  $n = 2$

... 401245134 Valeur de mesure triée 1123445 Médiane  $n_{+1} = 3$

## Remarques relatives à l'utilisation de la médiane :

- Supprime les différentes impulsions perturbatrices
- En cas de pics de signaux brefs et importants (spikes)
- En cas d'arêtes en saillie
- En cas d'environnement rude, poussiéreux ou sale pour l'élimination des particules de saletés



Signal avec (vert) et sans (noir) médiane

Sur la figure, on peut voir la suppression du pic de signal individuel ②. Le signal suit cependant les sauts de valeurs de mesure ① de manière rapide et sans délais de stabilisation longs.

Une autre possibilité d'optimisation des résultats de mesure est l'utilisation de filtres. Contrairement au calcul de moyenne, sur les filtres, l'émission et la réduction de valeurs n'a lieu que dans certaines conditions. Un filtre nouvellement mis au point par Micro-Epsilon est la

## réduction de bruit dynamique (dynamic noise rejection)

Ce filtre supprime le bruit des valeurs de mesure, conserve cependant la bande passante d'origine du signal de mesure. Pour ce faire, la bande de bruit est calculée dynamiquement et une modification de la valeur de mesure n'est émise que lorsque la bande de bruit est sur-dépassée ou sous-dépassée. Les modifications de valeurs comprises à l'intérieur des valeurs limites calculées dynamiquement sont cependant perdues. La valeur qui provoque une modification de signal est supérieure au bruit calculé d'une valeur de facteur 3 env. En cas de modifications de direction dans le signal, de petits effets d'hystérésis font leur apparition en raison des valeurs limites, car celles-ci doivent dans un premier être dépassées afin d'entraîner une modification. Contrairement aux autres types de moyennes, la réduction de bruit dynamique n'est basée sur aucune définition issue de la statistique classique, mais sur un algorithme développé par Micro-Epsilon.

### Remarques relatives à la réduction de bruit dynamique :

- Adapté aux mesures statiques et dynamiques
- La bande passante d'origine est conservée
- Adapté lorsque la précision du système de mesure n'est pas entièrement épuisée
- Les modifications de signaux de l'ordre de la bande de bruit sont perdues



Exemple de filtre : non filtré (bleu) - filtré (vert)

La figure illustre le signal filtré exempt de bruit dans des conditions statiques et dynamiques.

## Filtre à arêtes

Le filtre à arêtes lisse les signaux au niveau des zones de transition telles que les arêtes ou les surfaces changeantes et empêche ainsi une suroscillation du signal. Les arêtes peuvent ainsi être détectées de manière précise et empêcher une résorption (modification de hausse) du signal. Le seuil du filtre correspond ici à la valeur qui doit être dépassée pour être détectée comme modification de signal et pas comme rugosité de surface

À l'activation du filtre à arêtes, les paramètres suivants se règlent automatiquement :

- Dispositif de mesure : réflexion diffuse ou réflexion directe - Mesure de distance
- Pic à mesurer : Premier pic
- Moyenne vidéo : pas de moyenne
- Sélection des données : Distance

### Aperçu des champs d'application calculs de moyennes / filtres :

	Débit de données intégral	Bruit uniforme sans pics	Suppression des pics	Temps de stabilisation brefs	Lissage important
Moyenne arithmétique	--	+	-	+	-
Moyenne mobile	+	+	-	-	+
Moyenne réursive	+	+	-	--	++
Médiane	+	-	++	+	--
Réduction de bruit dyn.	+	++	--	++	-
Filtre à arêtes	+	-	+	+	-

## Micro-Epsilon