

# Stream Processing

# Wichtige Begriffe

Zeigen sie graphisch, wie folgende Begriffe zusammenhängen:

- ▶ Aggregation
- ▶ Compression
- ▶ Data Reduction
- ▶ Histograms
- ▶ Load Shedding
- ▶ Microclusters
- ▶ Sampling
- ▶ Wavelets

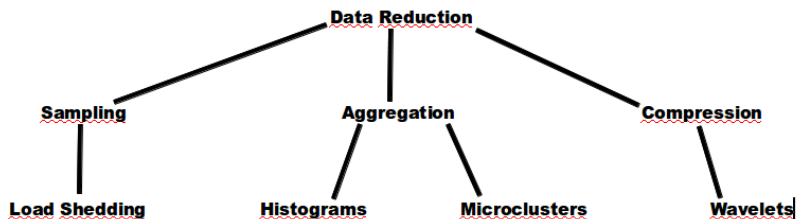
# Wichtige Begriffe

- ▶ Aggregation: Zuordnung ähnlicher Objekte zu Gruppen und allgemeine Zusammenfassung der gesamten Gruppe
- ▶ Compression: Empfangene Daten komprimieren
- ▶ Data Reduction: reduziere Größe der empfangenen Daten
- ▶ Histograms: Technik um Häufigkeitsverteilungen von Elementen im Data Stream zu approximieren

# Wichtige Begriffe

- ▶ Load Shedding: Wenn Daten im Stream so schnell kommen das sie das System überladen könnten, wird ein Teil der Daten verworfen
- ▶ Microclusters: Beschreiben Gruppen von ähnlichen Objekten
- ▶ Sampling: Auswählen einer Teilmenge der Daten
- ▶ Wavelets: Zersetzen Signal in mehrere Koeffizienten

# Wichtige Begriffe



# Wavelets

Berechnung der Wavelet Koeffizienten:

Input: Sequence  $S = (x_0, x_1, \dots, x_{2n}, x_{2n+1})$

Output: Sequence of wavelet coefficients

begin

Transform  $S$  into a sequence of two-component vectors

$((s_0, d_0) \dots (s_n, d_n))$

$$\text{where } \begin{pmatrix} s_1 \\ d_1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_j \\ x_{j+1} \end{pmatrix}$$

Separate the sequences  $s$  and  $d_j$

Recursively transform sequences  $s_j$

# Wavelets

Sequence: (4,1,2,3,6,1,7,6)

Step 1:

$$s_1 = \left( \frac{4+1}{2}, \frac{2+3}{2}, \frac{6+1}{2}, \frac{7+6}{2} \right) = (2.5, 2.5, 3.5, 6.5),$$

$$d_1 = \left\{ \frac{4-1}{2}, \frac{2-3}{2}, \frac{6-1}{2}, \frac{7-6}{2} \right\} = \{1.5, -0.5, 2.5, 0.5\}$$

Step 2:

$$s_2 = \left( \frac{2.5+2.5}{2}, \frac{3.5+6.5}{2} \right) = (2.5, 5),$$

$$d_2 = \left\{ \frac{2.5-2.5}{2}, \frac{3.5-6.5}{2} \right\} = \{0, -1.5\}$$

Step 3:

$$s_3 = \left( \frac{2.5+5}{2} \right) = (3.75), \quad d_3 = \left\{ \frac{2.5-5}{2} \right\} = \{-1.25\}$$

Wavelet coefficients:  $\{3.75, -1.25, 0, -1.5, 1.5, -0.5, 2.5, 0.5\}$

# Rekonstruktion der Sequenz

$$(\text{Haar} - \text{Matrix})^T \cdot \begin{pmatrix} s_i \\ d_i \end{pmatrix} = (s_{i-1})$$



# Wavelets

Verlustfreie Rekonstruktion:

Wavelet coefficients:  $\{3.75, -1.25, 0, -1.5, 1.5, -0.5, 2.5, 0.5\}$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3.75 \\ -1.25 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2.5 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 \\ 2.5 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ -1.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.5 \\ 6.5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2.5 \\ 1.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2.5 \\ -0.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3.5 \\ 2.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6.5 \\ 0.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 \\ 6 \end{pmatrix}$$

# Wavelets

Verlustbehaftete Rekonstruktion unter der Annahme, dass -0.5 und 0.5 auch nahe 0 seien:

=> Wavelet coefficients:  $\{3.75, -1.25, 0, -1.5, 1.5, 0, 2.5, 0\}$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3.75 \\ -1.25 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2.5 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 \\ 2.5 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ -1.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.5 \\ 6.5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2.5 \\ 1.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2.5 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 \\ 2.5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3.5 \\ 2.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6.5 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6.5 \\ 6.5 \end{pmatrix}$$

Rekonstruierte Sequenz: (4, 1, 2.5, 2.5, 6, 1, 6.5, 6.5)