Fuzzy Logic Regler

Lineare Gleichung 1 Grades

$$\mathrm{LinGl\_1}(x, x_1, y_1, x_2, y_2) := \left| \begin{array}{l} \text{return } 0 \text{ if } x_1 = x_2 \\ \text{return } \left| \begin{array}{l} m \leftarrow \dfrac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \\ q \leftarrow y_1 - m \cdot x_1 \\ m \cdot x + q \end{array} \right. \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$B(x) := \mathrm{LinGl\_1}(x, 50, 9, 100, 12)$

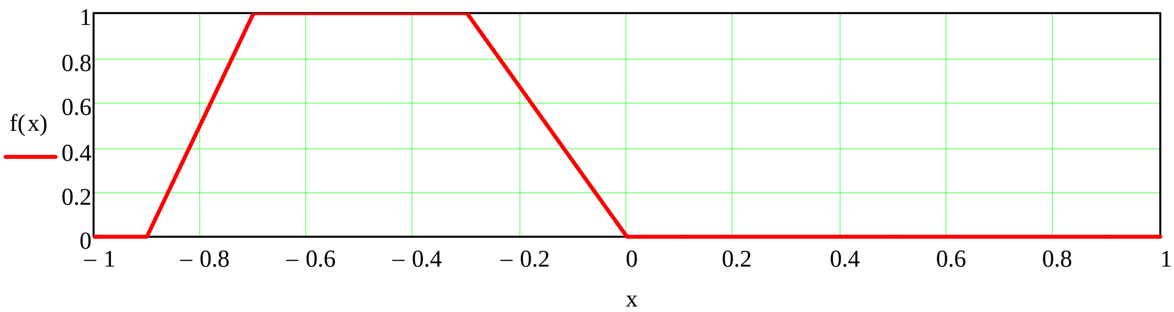
Kennlinienfeld

Beschreibung eines linearen Verhaltens aus 4 vorgebenen Punkten (Anwendung Fuzzy Logic)

$$\mathrm{Kennlinie}(x, x_1, x_2, x_3, x_4) := \left| \begin{array}{l} \text{return } 0 \text{ if } x < x_1 \\ \text{if } (x \ge x_1) \wedge (x \le x_2) \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{return } 1 \text{ if } x_1 = x_2 \\ \text{return } \mathrm{LinGl\_1}(x, x_1, 0, x_2, 1) \end{array} \right. \\ \text{return } 1 \text{ if } (x \ge x_2) \wedge (x \le x_3) \\ \text{if } (x \ge x_3) \wedge (x \le x_4) \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{return } 1 \text{ if } x_3 = x_4 \\ \text{return } \mathrm{LinGl\_1}(x, x_3, 1, x_4, 0) \end{array} \right. \\ \text{return } 0 \end{array} \right.$$

$x_1 := -.9$ $\quad x_2 := -0.7$ $\quad x_3 := -0.3$ $\quad x_4 := 0$

$f(x) := \mathrm{Kennlinie}(x, x_1, x_2, x_3, x_4)$



Beschreibung eines nicht linearen Verlaufes mit Auswahl der Funktion

Fuzzy Logic

Parametrisierung der Kennlinienfelder

$x_{1N} := -1.0$ $x_{2N} := -1.0$ $x_{3N} := -1.0$ $x_{4N} := 0$

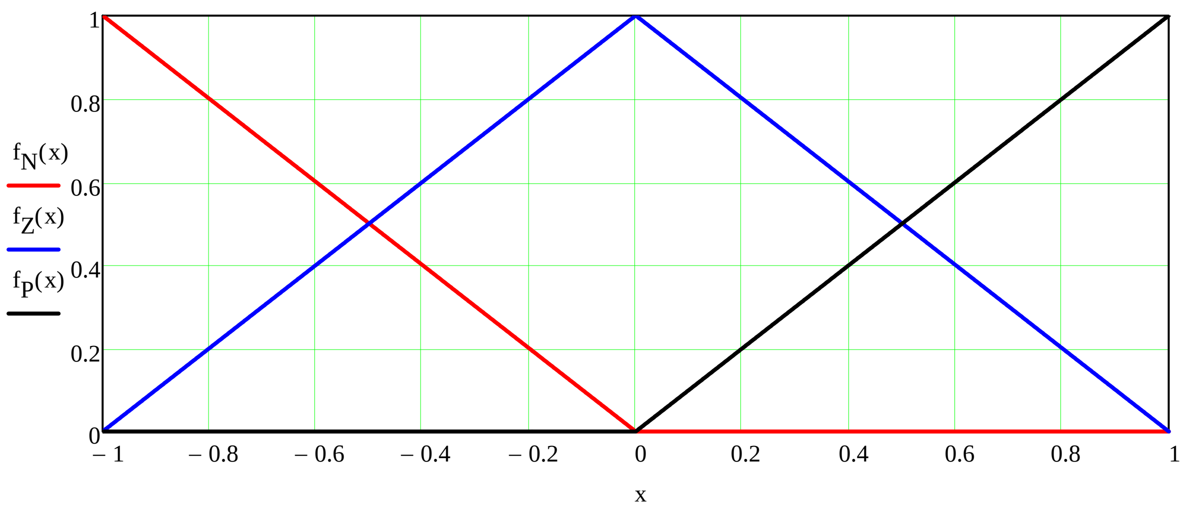
$x_{1Z} := -1$ $x_{2Z} := 0$ $x_{3Z} := 0$ $x_{4Z} := 1$

$x_{1P} := 0$ $x_{2P} := 1.0$ $x_{3P} := 1.0$ $x_{4P} := 1.0$

$f_N(x) := \text{Kennlinie}\left(x, x_{1N}, x_{2N}, x_{3N}, x_{4N}\right)$

$f_Z(x) := \text{Kennlinie}\left(x, x_{1Z}, x_{2Z}, x_{3Z}, x_{4Z}\right)$

$f_P(x) := \text{Kennlinie}\left(x, x_{1P}, x_{2P}, x_{3P}, x_{4P}\right)$



Linguistik Regeln

Beschickungsregelung

Regelsatz Beispiel

1. FALLS l negativ UND dl negativ DANN Beschickungsoffset negativ
2. FALLS l negativ UND dl null DANN Beschickungsoffset negativ
3. FALLS l negativ UND dl positiv DANN Beschickungsoffset null
4. FALLS l null UND dl negativ DANN Beschickungsoffset negativ
5. FALLS l null UND dl null DANN Beschickungsoffset null
6. FALLS l null UND dl positiv DANN Beschickungsoffset positiv
7. FALLS l positiv UND dl negativ DANN Beschickungsoffset null
8. FALLS l positiv UND dl null DANN Beschickungsoffset positiv
9. FALLS l positiv UND dl positiv DANN Beschickungsoffset positiv

Negativ $N := -1.0$

Null $Z := 0$

Positiv $P := 1.0$

$$\text{Regel\_Nr} := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

$$\text{Regeln} := \begin{pmatrix} N & N & Z \\ N & Z & P \\ N & P & P \end{pmatrix}$$

$fx := 0.3$ $fy := 0.2$

Wahrheit des Fuzzy Feldes (MIN - Verknüpfung)

$$R1(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_N(\lambda) \text{ if } f_N(\lambda) \le f_N(d\lambda) \\ f_N(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R2(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_N(\lambda) \text{ if } f_N(\lambda) \le f_Z(d\lambda) \\ f_Z(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R3(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_N(\lambda) \text{ if } f_N(\lambda) \le f_P(d\lambda) \\ f_P(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R4(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_Z(\lambda) \text{ if } f_Z(\lambda) \le f_N(d\lambda) \\ f_N(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R5(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_Z(\lambda) \text{ if } f_Z(\lambda) \le f_Z(d\lambda) \\ f_Z(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R6(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_Z(\lambda) \text{ if } f_Z(\lambda) \le f_P(d\lambda) \\ f_P(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R7(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_P(\lambda) \text{ if } f_P(\lambda) \le f_N(d\lambda) \\ f_N(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R8(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_P(\lambda) \text{ if } f_P(\lambda) \le f_Z(d\lambda) \\ f_Z(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

$$R9(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} \text{return } f_P(\lambda) \text{ if } f_P(\lambda) \le f_P(d\lambda) \\ f_P(d\lambda) \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

Bestimmung der Ausgangsgrösse

$$AN(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} S \leftarrow 0 \\ S \leftarrow S + R1(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{0,0} = N \\ S \leftarrow S + R2(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{0,1} = N \\ S \leftarrow S + R3(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{0,2} = N \\ S \leftarrow S + R4(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{1,0} = N \\ S \leftarrow S + R5(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{1,1} = N \\ S \leftarrow S + R6(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{1,2} = N \\ S \leftarrow S + R7(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{2,0} = N \\ S \leftarrow S + R8(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{2,1} = N \\ S \leftarrow S + R9(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{2,2} = N \\ \text{return } \ S \end{array} \right.$$

$$AZ(\lambda, d\lambda) := \left| \begin{array}{l} S \leftarrow 0 \\ S \leftarrow S + R1(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{0,0} = Z \\ S \leftarrow S + R2(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{0,1} = Z \\ S \leftarrow S + R3(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{0,2} = Z \\ S \leftarrow S + R4(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{1,0} = Z \\ S \leftarrow S + R5(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{1,1} = Z \\ S \leftarrow S + R6(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{1,2} = Z \\ S \leftarrow S + R7(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{2,0} = Z \\ S \leftarrow S + R8(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{2,1} = Z \\ S \leftarrow S + R9(\lambda, d\lambda) \ \text{ if } \ Regeln_{2,2} = Z \\ \text{return } \ S \end{array} \right.$$

$$
AP(\lambda, d\lambda) := \left|
\begin{array}{l}
S \leftarrow 0 \\
S \leftarrow S + R1(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{0,0} = P \\
S \leftarrow S + R2(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{0,1} = P \\
S \leftarrow S + R3(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{0,2} = P \\
S \leftarrow S + R4(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{1,0} = P \\
S \leftarrow S + R5(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{1,1} = P \\
S \leftarrow S + R6(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{1,2} = P \\
S \leftarrow S + R7(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{2,0} = P \\
S \leftarrow S + R8(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{2,1} = P \\
S \leftarrow S + R9(\lambda, d\lambda) \quad \text{if } Regeln_{2,2} = P \\
\text{return } S
\end{array}
\right.
$$

$$
Gewichtung(\lambda, d\lambda) := \begin{pmatrix} R1(\lambda, d\lambda) & R2(\lambda, d\lambda) & R3(\lambda, d\lambda) \\ R4(\lambda, d\lambda) & R5(\lambda, d\lambda) & R6(\lambda, d\lambda) \\ R7(\lambda, d\lambda) & R8(\lambda, d\lambda) & R9(\lambda, d\lambda) \end{pmatrix}
$$

$$
Gewichtung(fx, fy) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.2 \\ 0 & 0.3 & 0.2 \end{pmatrix}
$$

$AN(fx, fy) = 0$

$AZ(fx, fy) = 0.7$

$AP(fx, fy) = 0.7$

Punktbestimmung

$$
Punkt(AN, AZ, AP) := \left|
\begin{array}{l}
dN \leftarrow AZ - AN \\
dP \leftarrow AP - AZ \\
\text{return } \dfrac{dN + dP}{AN + AZ + AP}
\end{array}
\right.
$$

vereinfachtes Modell
der Berechnung

Darstellung im 3D Raum

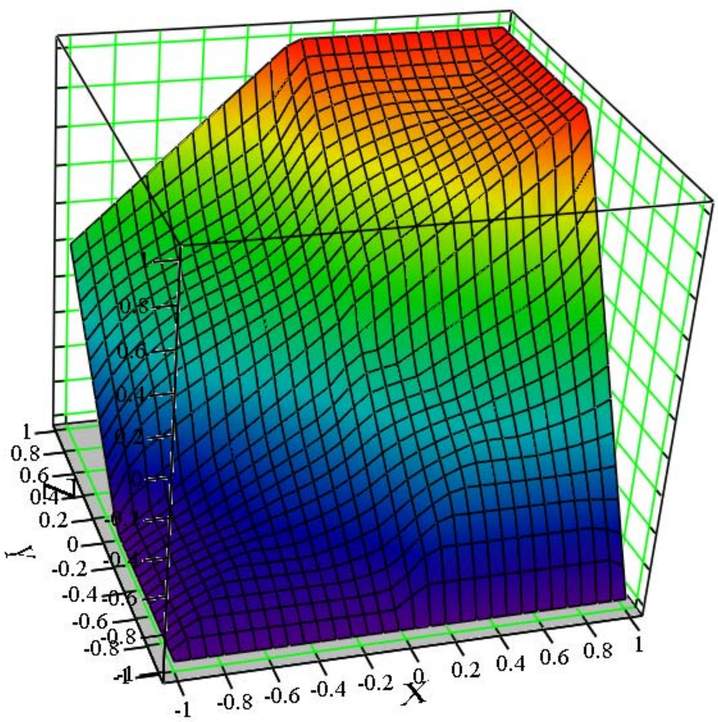
$$
f(\lambda, d\lambda) := Punkt(AN(\lambda, d\lambda), AZ(\lambda, d\lambda), AP(\lambda, d\lambda))
$$

$f(fx, fy) = 0.5$

FuzzyLogic_3D := ErstellenGitter(f , −1 , 1 , −1 , 1 , 30)

Parametrierung Fuzzy Logic Regler

Regler



FuzzyLogic_3D

$$\text{Regeln} := \begin{pmatrix} Z & Z & P \\ Z & Z & Z \\ Z & Z & N \end{pmatrix}$$

fx := 0.3   fy := 0.3