Zeitberechnung

Idee: Das Fräsen findet von Punkt zu Punkt statt. Zwischen diesen Punkt gibt es jeweils einen Vektor mit der Länge $|\vec{v}|$ in mm. Der normalen Vektor $\vec{n}$ teilt $\vec{v}$ in Schritte von jeweils 1mm Länge auf. In einem jeden solchen Schritt wird probiert die maximale Vorschubgeschw. zu ermitteln, diese darf aber nicht so hoch sein das die Beschleunigung der X-, Y- oder Z-Achse über das gesetzte Limit steigt.
Deswegen wird in jedem Schritt eine Geschw. für jede Achse bestimmt, welche die maximale Beschleunigung der Achse nicht überschreitet.

Definition:

$$\text{Vektor} = \vec{v} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \qquad len = |\vec{v}| = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

$$\text{norm. Vector} = \vec{n} = \begin{pmatrix} x/|\vec{v}| \\ y/|\vec{v}| \\ z/|\vec{v}| \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \vec{n}x \\ \vec{n}y \\ \vec{n}z \end{pmatrix} \qquad len = |\vec{n}|$$

! $|\vec{n}| = 1_{mm}$!

im Code genannt normVec[0-2]

X = gesuchte max. Geschwindigkeit welche aber die Beschleunigung in X,Y,Z-Richtung nicht überschreitet. [mm/s]

$$\text{Geschwindigkeit}_x = V_x = \frac{\Delta \, \text{distanz}_x}{\Delta \, \text{Zeit}} = \frac{\vec{n}_x}{\Delta \, \text{Zeit}}$$

Δ Zeit = Zeit die der Fräskopf braucht für 1 mm

2.6 wenn $x = 30$ mm/s $\Delta t = \frac{1}{30}$ s

da x in [mm/s] folgt

$$\Delta \text{Zeit} = \Delta t = \left(\frac{1}{x}\right)$$

$\Delta \text{distanz}_x$ = dadurch das wir mit dem normalen Vektor arbeiten ist jede Distanz in X-Richtung für jeden Schritt gleich

$$= \vec{n}_x$$

Beschleunigung_x = Beschleunigung in X-Richtung

$$= \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{(V_x \text{ jetzt}) - (V_x \text{ letzter Schritt})}{\left(\frac{1}{x}\right)}$$

$\hookrightarrow a_x$ = max. erlaubte Beschl. in X-Richt. = 8

V_x letzter Schritt = Ist eine Variable welche nach jedem Schritt neu gespeichert wird. Zu beginn = 0.0

$\hat{=}$ Z

$$a_x = \frac{(V_x \text{ Jetzt}) - (Z)}{\left(\frac{1}{x}\right)}$$

$$\Leftrightarrow \quad a_x = \frac{\left(\frac{\vec{n}_x}{\left(\frac{1}{x}\right)}\right) - (Z)}{\frac{1}{x}}$$

$$\Leftrightarrow \quad a_x = \left(\frac{\vec{n}_x}{\left(\frac{1}{x}\right)} - (Z)\right) \cdot \frac{x}{1}$$

$$\Leftrightarrow \quad a_x = \left|\frac{\vec{n}_x \cdot x}{(1/x)}\right| - (2X)$$

$$\Leftrightarrow \quad a_x = \vec{n}_x \cdot x \cdot \frac{x}{1} - (2X)$$

$$\Leftrightarrow \quad a_x = (\vec{n}_x \cdot x^2) - (2X)$$

$$\Leftrightarrow \quad 0 = \vec{n}_x \cdot x^2 - 2X - a_x$$

$$\Leftrightarrow \quad 0 = x^2 - \frac{2}{\vec{n}_x} \cdot X - \frac{a_x}{\vec{n}_x}$$

Formel im Code

$$\Leftrightarrow \quad x_{1,2} = -\frac{\left(-\frac{2}{\vec{n}_x}\right)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\left(-\frac{2}{\vec{n}_x}\right)}{2}\right)^2 - \left(-\frac{a_x}{\vec{n}_x}\right)}$$

Da nur der maximale Wert gesucht ist fällt x_2 mit "-" weg.

Diese Berechnung wird für alle drei Achsen für jeden Schritt gemacht. Die Tatsächliche Geschw. entspricht dann der geringsten der errechneten, damit für keine der Achsen die Beschleunigung überschritten wird.

Die Zeit ergibt sich dann aus den Geschwindigkeiten der einzelnen Schritte. (Time = Time + $(1/x)$)

So wird bis zur Mitte der Gerade also in $|\vec{v}|/2$ Schritten die schnellste mögliche Geschw. und

Beschleunigung ermittelt, und auf die Zeit auf add.

In der zweiten Hälfte muss der Froskopf am Ende wieder die Geschw. = 0 haben. Hier wollen wir möglichst lange schnell bleiben, also möglichst spät bremsen.

Dies entspricht einem möglichst starken Beschl. nur mit negativen Beschleunigungen, also kann einfach die ermittelte Zeit fürs Beschleunigen verdoppelt werden, um das Abbremsen zu simulieren.