

Flying spot scanner

Citation for published version (APA):

Hassel, van, R. R. (1991). *Flying spot scanner*. (IWDE report; Vol. 9102). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Published: 01/01/1991

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.



Technische
Universiteit
Eindhoven

Instituut Wiskundige Dienstverlening Eindhoven

REPORT IWDE 91-02

FLYING SPOT SCANNER

R.R. van Hassel
maart 1991



Den Dolech 2
Postbus 513
5600 MB Eindhoven

Flying Spot Scanner

Hoofdstuk 1: Plaatsbepaling van het object.

- §(1.1) Het omzetten van view-coördinaten naar wereld-coördinaten.
Appendix
- §(1.2) Het omzetten van wereld-coördinaten naar view-coördinaten.
- §(1.3) Het omzetten van een lijn in wereld-coördinaten naar view-coördinaten.

Hoofdstuk 2: Hoekbepaling van de spiegels van de laser en afstandsbepaling van de laser tot het object.

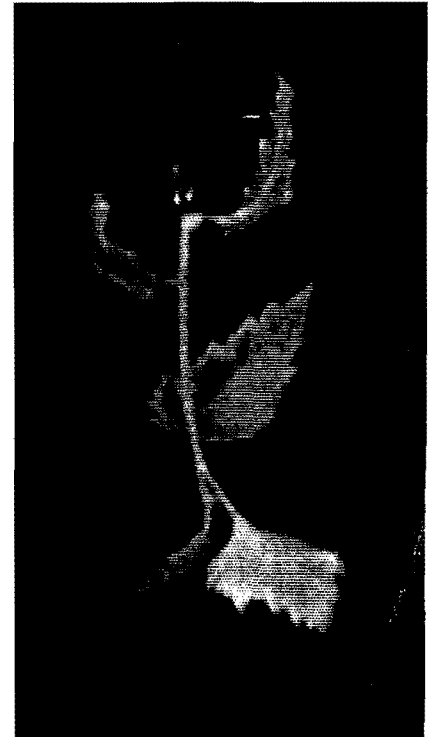
- §(2.1) Hoekbepaling.
- §(2.2) Afstandsbepaling.
Appendix

Hoofdstuk 3: Uitvoering van het snijplan.

Flying Spot Scanner:

Ter bepaling van de coördinaten van een object worden met behulp van een kamera een drietal beelden, ieder onder een andere hoek, opgenomen.

Rond de coördinaten van het object wordt vervolgens automatisch of handmatig een snijplan bepaald. Aan de hand van het snijplan wordt een laser en een flying spot scanner aangestuurd om de objectdelen los te snijden. De variatie van de spiegels van de laser wordt bepaald zodat het snijplan kan worden uitgevoerd.



Hoofdstuk 1: Plaatsbepaling van het object.

Om de coördinaten te bepalen moet er een coördinatenstelsel worden aangegeven. Het gekozen coördinatenstelsel is een rechtsdraaiend orthonormaal stelsel, x, y en z .

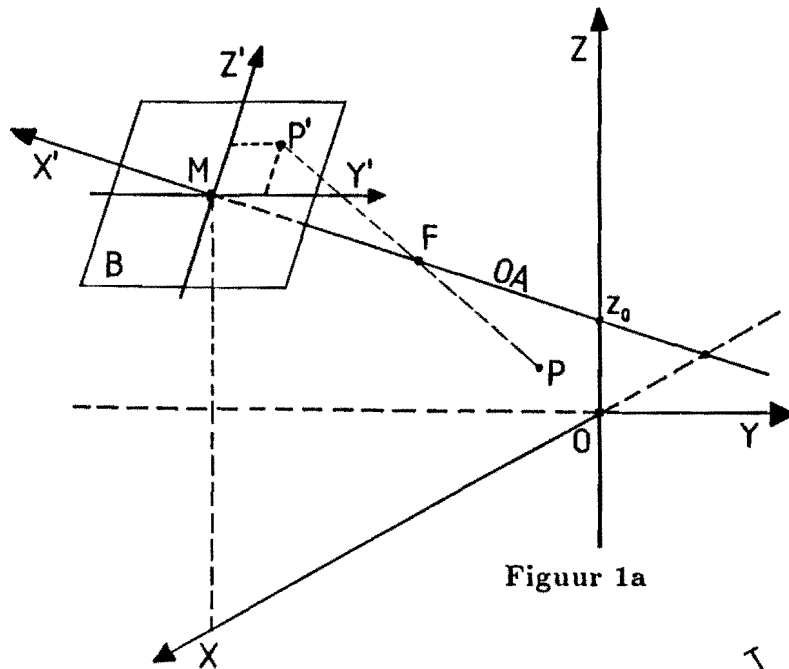
Hieronder volgende de aannamen die gemaakt worden bij het situeren van het $x-y-z$ coördinatenstelsel en de aannamen betreffende de optische as van de kamera en het coördinatenstelsel van het beeldvlak van de kamera, zie de figuren 1a en 1b.

Aannamen:

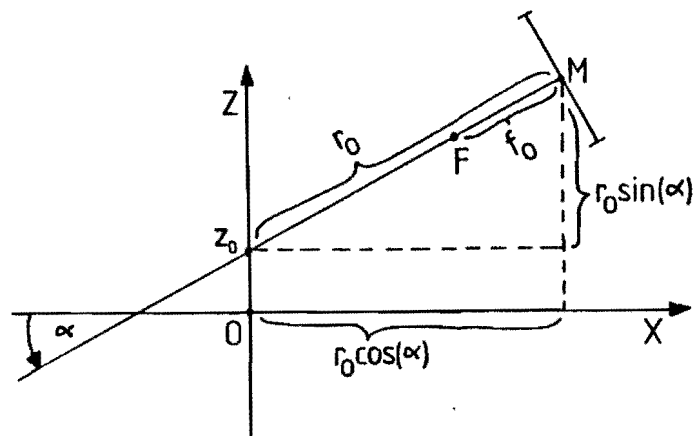
- A1: De z -as valt samen met de rotatie-as van het draaiplateau en het $x-y$ vlak bevindt zich op dezelfde hoogte als het draaiplateau.
- A2: De optische as (OA) van de kamera ligt in het $x-z$ vlak en snijdt dus de z -as. Het middelpunt (M) van het beeldvlak (B) van de kamera ligt op de OA. De OA staat loodrecht op het B . De OA maakt een positieve hoek met het $x-y$ vlak, als de kamera schuin omlaag gericht is.
- A3: De loodrechte projectie van de OA op het $x-y$ vlak valt samen met de x -as. Aan de OA wordt een richting gegeven tegengesteld aan die van de x -as. De y -as is door de keuze van de x -as en z -as nu ook bepaald, door de eis dat het $x-y-z$ stelsel rechtsdraaiend en orthonormaal is.
- A4: Het B van de kamera heeft een $x'-y'-z'$ coördinatenstelsel, waarin met dezelfde eenheden wordt gewerkt als het $x-y-z$ stelsel. De x' -as ligt langs en tegengesteld aan de OA (zegge, in de richting van de x -as) en de y' -as staat loodrecht op het $x-z$ vlak, parallel aan de y -as en z' -as ligt in het $x-z$ vlak (zegge, in de richting van de z -as). De oorsprong van dit stelsel valt samen met M .
- A5: Indien P een punt is in het $x-y-z$ stelsel dat het punt P' als beeldpunt heeft op het B , dan is P' de punt projectie van P door het effectieve brandpunt (F). De OA en de lijn door P en P' snijden elkaar in F .

Constanten:

- C1: De OA snijdt de z -as in het punt $(0, 0, z_0)$.
- C2: De hoek de OA maakt met x -as is gelijk aan α , met $-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}$.
- C3: De afstand van het M tot het punt $(0, 0, z_0)$ is gelijk aan r_0 .
- C4: De afstand van het F tot het M is gelijk aan f_0 , met $f_0 < r_0$.
- C5: Van het B wordt aangenomen dat $-y'_{\max} < y' < y'_{\max}$ en $-z'_{\max} < z' < z'_{\max}$, met $y'_{\max} > 0$ en $z'_{\max} > 0$.
- C6: Het object wordt gedraaid over een hoek β rond de z -as met $0 \leq \beta \leq 2\pi$.



Figuur 1a



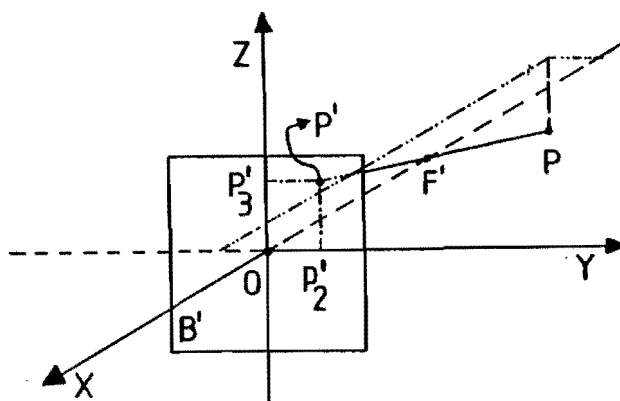
Figuur 1b

Er wordt steeds gewerkt met de coördinaten van het B en niet met de coördinaten van het beeldscherm. Onder view-coördinaten worden de coördinaten op het B verstaan. Dus

als \bar{P} in view-coördinaten wordt gegeven als $\begin{pmatrix} 0 \\ y' \\ z' \end{pmatrix}$ dan zijn de beeldschermcoördinaten

$$R \begin{pmatrix} 0 \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -y' \\ -z' \end{pmatrix} \text{ met } R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Van groot belang is de bepaling van het F . Indien de afstand van het F tot het M bekend is dan ligt het F vast. Breng door draaiing en translatie het B in het $y-z$ vlak, de y' -as valt samen met de y -as en z' -as valt samen met de z -as, noem dit vlak B' . De OA loopt tegengesteld aan de richting van de x -as en heeft dus richting $(-1, 0, 0)$. Kies een punt P in het $x-y-z$ stelsel dat het punt $P' = (0, y'_{\max}, z'_{\max})$ als beeld heeft in B' . Het punt F' is het snijpunt van de lijn door P en P' met de x -as. De afstand van F' tot de oorsprong geeft de afstand f_0 van het F tot het M van het beeldvlak. Gezien de constanten is $F' = (-f_0, 0, 0)$, zie figuur 2.



Figuur 2

Een draaiing rond de y -as over een hoek α gemeten van de x - naar de z -as, wordt genoteerd als D_{α}^y en heeft als matrix:

$$(1.1) \quad D_{\alpha}^y = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix}.$$

Draaiingen zijn orthogonale afbeeldingen, dat wil zeggen de lengte van het origineel en het beeld zijn gelijk.

De richtingsvector van AO wordt:

$$(1.2) \quad rv(OA) = D_{\alpha}^y \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\cos \alpha \\ 0 \\ -\sin \alpha \end{pmatrix}.$$

Het F wordt in vectornotatie:

$$(1.3) \quad F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z_0 \end{pmatrix} + (r_0 - f_0) \cdot D_{\alpha}^y \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (r_0 - f_0) \cos \alpha \\ 0 \\ (r_0 - f_0) \sin \alpha + z_0 \end{pmatrix}.$$

Appendix:

Indien P' in wereld-coördinaten, wordt gegeven als (x, y, z) en in beeldscherm coördinaten als $(0, -y', -z')$ dan geldt:

$$(1.4) \quad \begin{pmatrix} 0 \\ -y' \\ -z' \end{pmatrix} = R \cdot D_{-\alpha}^y \begin{pmatrix} x \\ y \\ z - z_0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} r_0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$(1.5) \quad \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = D_{\alpha}^y \cdot R \begin{pmatrix} r_0 \\ -y' \\ -z' \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z_0 \end{pmatrix} .$$

§(1.1) Het omzetten van view-coördinaten naar wereld-coördinaten.

De richtingsvector van de lijn l' , welke gaat door de punten F en P is op een draaiing na gelijk aan de richtingsvector door $F' = (-f_0, 0, 0)$ en $P' = (0, p'_2, p'_3)$ in figuur 2:

$$(1.6) \quad rv(l') = \frac{-D_{\alpha}^y}{\sqrt{f_0^2 + (p'_2)^2 + (p'_3)^2}} \cdot \begin{pmatrix} f_0 \\ p'_2 \\ p'_3 \end{pmatrix} .$$

De richtingsvectoren van alle lijnen zijn genormeerd, dat wil zeggen hebben lengte 1. De parametrisatie van de lijn l' wordt:

$$(1.7) \quad l' = F + \lambda v_1 ,$$

met $\lambda > 0$ en $v_1 = rv(l')$, zie (1.6).

De lijn l' is niet voldoende voor de bepaling van P , daarom wordt voor een tweede lijn l'' , het object geroteerd rond de z -as over een hoek β . De draaiing rond de z -as over een hoek β wordt genoteerd als D_{β}^z en heeft als matrix:

$$(1.8) \quad D_{\beta}^z = \begin{pmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} .$$

Het punt $D_{\beta}^z(P)$, het gedraaide punt P , krijgt als nieuwe view-coördinaten $(0, p''_2, p''_3)$. De parametrisatie van de lijn l'' door F en $D_{\beta}^z(P)$ wordt:

$$(1.9) \quad l'' = F + \mu v_2 ,$$

$$\text{met } \mu > 0 \text{ en } v_2 = \frac{-D_{\beta}^z}{\sqrt{f_0^2 + (p''_2)^2 + (p''_3)^2}} \cdot \begin{pmatrix} f_0 \\ p''_2 \\ p''_3 \end{pmatrix} .$$

De lijn l' wordt met het object megedraaid. De parametrisatie van de gedraaide lijn l' wordt:

$$(1.10) \quad D_{\beta}^z(l') = D_{\beta}^z(F) + \lambda D_{\beta}^z(v_1) , \lambda > 0 .$$

Het snijpunt, in de praktijk: kruispunt van de lijnen l'' en $D_{\beta}^z(l')$ geeft de coördinaten van $D_{\beta}^z(P)$. Uit het gelijkstellen van l'' aan $D_{\beta}^z(l')$ volgt:

$$(1.11) \quad \begin{pmatrix} -D_{\beta}^z(v_1) & v_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda \\ \mu \end{pmatrix} = (F - D_{\beta}^z(F)) .$$

Met behulp van de kleinste kwadraten methode kan een benadering $\tilde{\lambda}$ van λ en $\tilde{\mu}$ van μ worden gegeven:

$$(1.12) \quad \begin{pmatrix} \tilde{\lambda} \\ \tilde{\mu} \end{pmatrix} = \frac{1}{1-c^2} \begin{pmatrix} 1 & -c \\ -c & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -D_{\beta}^z(v_1) & v_2 \end{pmatrix}^T (F - D_{\beta}^z(F))$$

met $c = -(v_1)^T \cdot D_{-\beta}^z \cdot (v_2)$.

De beste benadering van het snijpunt wordt verkregen door:

$$(1.13) \quad \tilde{P} = \left\{ F + D_{\beta}^z(F) + \tilde{\lambda} \cdot D_{\beta}^z(v_1) + \tilde{\mu} \cdot v_2 \right\} / 2 .$$

Toelichting:

Bij het berekenen van \tilde{P} worden constanten gebruikt. Als inputwaarden zijn nodig de coördinaten op het beeldvlak $(0, p'_2, p'_3)$ en $(0, p''_2, p''_3)$, de coördinaten van P en de coördinaten van het gedraaide punt P .

Als outputwaarden verkrijgt men \tilde{P} een benadering van het kruispunt van de lijnen l'' en $D_{\beta}^z(l')$.

§(1.2) Het omzetten van wereld-coördinaten naar view- coördinaten

Indien een punt $R = (r_1, r_2, r_3)$ gegeven is in wereld-coördinaten dan is de richtingsvector van de lijn door F en R gelijk aan:

$$(1.14) \quad rv(FR) = (F - R) ,$$

(deze richtingsvector is niet genormeerd).

Vervolgens moet, in view coördinaten (x', y', z') , het snijpunt van de corresponderende lijn door F' , zie figuur 2, met als richtingsvector $D_{-\alpha}^y(F - R)$ met het $y-z$ vlak worden berekend. De lijn in vectornotatie:

$$(1.15) \quad \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = F' + \eta \cdot D_{-\alpha}^y(F - R) , \quad \eta \in \mathbb{R} .$$

Het $y-z$ vlak wordt gegeven door de vergelijking $x = 0$. Indien $x_1 = 0$ dan snijdt de lijn, gegeven in (1.15), het $y-z$ vlak en dat geeft de onbekende η .

De view-coördinaten $(0, x_2, x_3)$ van R verkrijgt men door η in te vullen in (1.15).

Toelichting:

Bij het berekenen worden de constanten gebruikt en als inputwaarden de wereld-coördinaten van een zeker punt R .

Als outputwaarden verkrijgt men de view-coördinaten van het punt R .

§(1.3) Het omzetten van een lijn in wereld-coördinaten naar view-coördinaten

Om de lijn $D_{\beta}^z(l')$ op het beeldvlak te vertonen, dienen twee verschillende punten op de lijn $D_{\beta}^z(l')$ te worden genomen en te worden omgezet naar view-coördinaten. Een lijn door de twee punten verkregen op het beeldvlak geeft bij benadering het beeld van de lijn $D_{\beta}^z(l')$ op het beeldvlak.

Toelichting:

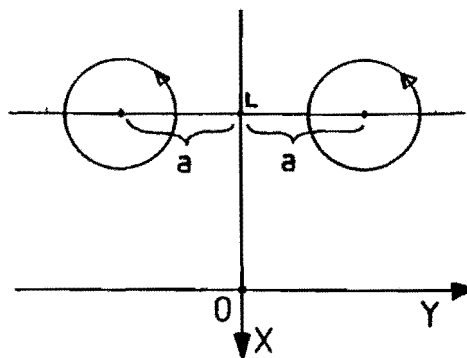
De richtingsvectoren van de lijnen zijn genormeerd, zodat parameters de afstand geven van de gekozen punten tot de effectieve brandpunten, danwel gedraaide effectieve brandpunten. Een goede keuze van deze parameters geeft het gedeelte van de lijn op het beeldvlak wat strikt nodig is.

Hoofdstuk 2: Hoekbepaling van de spiegels van de laser en afstandsbepaling van de laser tot het object.

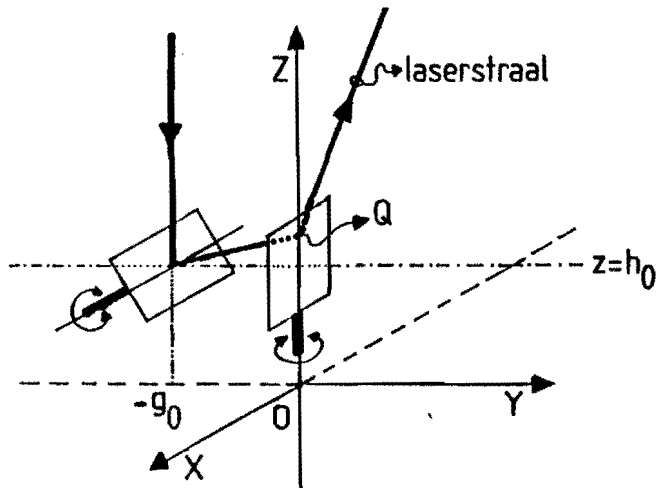
Om de hoek- en afstandsbepaling te kunnen doen moet er een coördinatenstelsel worden aangegeven. Het coördinatenstelsel is een rechtsdraaiend orthonormaal stelsel. Er wordt gewerkt met cartesische coördinaten x, y, z . Hieronder volgen aannamen die gemaakt worden bij het vaststellen van het $x-y-z$ stelsel, de stand van de laser, spiegels, en de draaiplateau's, zie figuur 3a en 3b.

Aannamen:

- A1: De laserstraal staat loodrecht op het $x-y$ vlak en heeft een richting tegengesteld aan die van de z -as, (d.w.z. "komt van boven").
- A2: Het $x-y$ vlak valt samen met de $x-y$ vlakken van de draaiplateau's.
- A3: De x -as staat loodrecht op de verbindingslijn tussen de oorsprongen van de coördinatenstelsels rond de twee draaiplateau's. Het snijpunt van de x -as met de verbindingslijn ligt precies in het midden van de verbindingslijn.
- A4: In ruststand van de spiegels bevindt de laserstraal zich precies halverwege de twee draaiplateau's.
- A5: De assen van de spiegels staan loodrecht op elkaar. Eén spiegelas staat loodrecht op het $y-z$ vlak (evenwijdig met de x -as) en de andere spiegelas staat loodrecht op het $x-y$ vlak (evenwijdig met de z -as).
- A6: De spiegels weerkaatsen de laserstraal precies op de rotatie as van de spiegels.
- A7: Voor de volgorde van weerkaatsing, zie (2.1) t/m (2.3) en figuur 3.

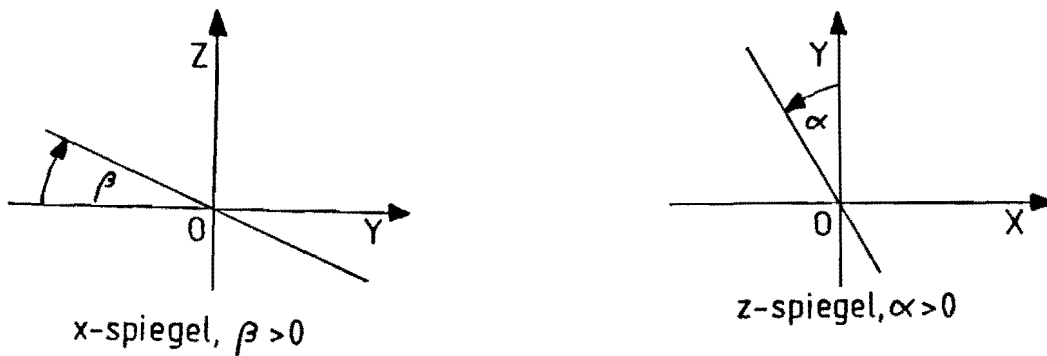


Figuur 3a



Figuur 3b

Met de x -spiegel wordt bedoeld de spiegel welke draait om een as loodrecht op het y - z vlak. Met de z -spiegel wordt bedoeld de spiegel welke draait om een as loodrecht op het x - y vlak. Voor het meten van de hoeken zie figuur 4.



Figuur 4

Een spiegeling in de x -spiegel, welke een hoek β maak met de y -as wordt genoteerd met S_{β}^x en heeft als matrix

$$(2.1) \quad S_{\beta}^x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 2\beta & -\sin 2\beta \\ 0 & -\sin 2\beta & -\cos 2\beta \end{pmatrix}.$$

Een spiegeling in de z -spiegel, welke een hoek α maak met de y -as wordt genoteerd met S_{α}^z en heeft als matrix:

$$(2.2) \quad S_{\alpha}^z = \begin{pmatrix} -\cos 2\alpha & -\sin 2\alpha & 0 \\ -\sin 2\alpha & \cos 2\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

De richting van de laserstraal is $(0, 0, -1)$ en heeft na weerkaatsing in beide spiegels de richting:

$$(2.3) \quad S_{\alpha}^z S_{\beta}^x \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix},$$

in ruststand ($\alpha = \frac{\pi}{4}, \beta = \frac{\pi}{4}$) geeft dit de richting $(-1, 0, 0)$.

Constanten:

C1: De afstand tussen de spiegels is gelijk aan g_0 met $g_0 > 0$.

C2: Het midden van de z -spiegel bevindt zich in het punt $(0, 0, h_0)$, met $h_0 \geq 0$. Het midden van de x -spiegel bevindt zich in het punt $(0, -g_0, h_0)$.

C3: Voor de hoeken α en β van de spiegels wordt aangenomen dat $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$, en $0 < \beta < \frac{\pi}{2}$. De ruststand van de spiegels wordt aangenomen bij $\alpha = \frac{\pi}{4}$ en $\beta = \frac{\pi}{4}$.

§(2.1) Hoekbepaling.

De laserstraal komt aan in het punt $(0, -g_0, h_0)$ wordt door de x -spiegel weerkaatst, en komt aan in het punt Q .

$$(2.4) \quad Q = \begin{pmatrix} 0 \\ -g_0 \\ h_0 \end{pmatrix} + \frac{g_0}{\sin 2\beta} S_{\beta}^x \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ h_0 + g_0 \left(\frac{\cos 2\beta}{\sin 2\beta} \right) \end{pmatrix}.$$

Vervolgens wordt de laserstraal door de z -spiegel weerkaatst. De parametrisatie van deze laserstraal wordt:

$$(2.5) \quad Q + \lambda \cdot S_{\alpha}^z S_{\beta}^x \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \text{ met } \lambda > 0.$$

Indien een punt $P = (p_1, p_2, p_3)$ gegeven is in wereld-coördinaten dan kunnen de hoeken α en β worden bepaald, alsmede de parameter λ door de volgende vergelijkingen op te lossen:

$$(2.6) \quad \begin{cases} p_1 = -\lambda \sin 2\alpha \sin 2\beta . \\ p_2 = \lambda \cos 2\alpha \sin 2\beta , \\ p_3 = h_0 + g_0 \left(\frac{\cos 2\beta}{\sin 2\beta} \right) + \lambda \cos 2\beta . \end{cases}$$

Uit deze vergelijkingen volgt:

$$(2.7) \quad \tan(2\alpha) = \frac{-p_1}{p_2}, (p_2 \neq 0),$$

$$(2.8) \quad \tan(2\beta) = \frac{\left(g_0 - \frac{p_1}{\sin(2\alpha)}\right)}{(p_3 - h_0)}, (p_3 \neq h_0),$$

$$(2.9) \quad \lambda = \frac{-p_1}{\sin(2\alpha)\sin(2\beta)} \quad (> 0, \text{ immers } p_1 < 0!)$$

Indien: $p_2 = 0$ en $p_3 \neq h_0$ dan $\alpha = \frac{\pi}{4}$; $p_3 = h_0, p_2 \neq 0$ dan $\beta = \frac{\pi}{4}$ én tenslotte $p_3 = h_0, p_2 = 0$ dan $\alpha = \frac{\pi}{4}$ en $\beta = \frac{\pi}{4}$, de ruststand!

Opmerking betreffende de arctan:

Pas op met het gebruik van de arctan. Bij de vergelijking $\tan(2\varphi) = \omega$ geldt dat $0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$, zie de constanten betreffende de hoeken α en β . Afhankelijk van het positief of negatief zijn van ω moet er een correctie worden gedaan om de juiste hoek te verkrijgen: indien $\omega > 0$ dan $\varphi = \frac{1}{2} \arctan(\omega) \in (0, \frac{\pi}{4})$, indien $\omega < 0$ dan $\varphi = \frac{1}{2}(\arctan\omega + \pi) \in (\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2})$.

§(2.2) Afstandsbepaling.

Aangezien de richtingsvectoren zijn genormeerd, geeft de parameter λ tevens de afstand van het punt Q tot het object P . De afstand f , van het punt $(0, -g_0, h_0)$ tot het object P is dus gelijk aan:

$$(2.10) \quad f = \left(\frac{g_0}{\sin(2\beta)}\right) + \left(\frac{-p_1}{\sin(2\alpha)\sin(2\beta)}\right).$$

Opmerking:

Indien α, β en de afstand f gegeven zijn dan worden de wereld-coördinaten verkregen door deze waarden in te vullen in de parametrisatie van de laserstraal door Q . De parameter λ wordt: $\left(f - \frac{g_0}{\sin 2\beta}\right)$.

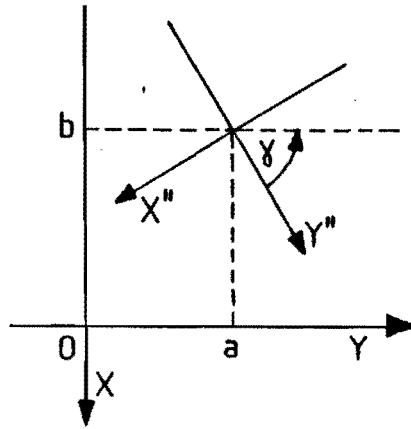
Appendix:

De flying spot scanner heeft coördinatenstelsel x, y, z . Een draaiplateau heeft coördinatenstelsel x'', y'', z'' , zie figuur 5. De y'' -as maakt een positieve hoek γ met de y -as (gemeten van de y'' -naar de y -as). De oorsprong van het $x''-y''-z''$ stelsel ligt in het punt $(a, b, 0)$, zie figuur 5. Indien P in wereld-coördinaten wordt gegeven als $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ ten opzichte van het $x-y-z$ stelsel en als $(\bar{x}'', \bar{y}'', \bar{z}'')$ ten opzichte van het $x''-y''-z''$ stelsel dan geldt:

$$(2.11) \quad \begin{pmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{pmatrix} = D_{-(\gamma + \frac{\pi}{2})}^z \begin{pmatrix} \bar{x}'' \\ \bar{y}'' \\ \bar{z}'' \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \\ 0 \end{pmatrix}, \text{ en}$$

$$(2.12) \quad \begin{pmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{pmatrix} = D_{+(\gamma+\frac{\pi}{2})}^z \begin{pmatrix} \bar{x} - a \\ \bar{y} - b \\ \bar{z} \end{pmatrix}, \text{ met}$$

D_{γ}^z als in (1.8) met $\beta = \gamma + \frac{\pi}{2}$.



Figuur 5

Hoofdstuk 3: Uitvoering van het snijplan.

In dit hoofdstuk wordt in het kort aangegeven hoe men een snijplan kan uitvoeren, zie figuur 6.

Aannamen:

- A1: Een groepspunt G heeft als wereldcoördinaten (g_1, g_2, g_3) en als view-coördinaten $(0, g'_2, g'_3)$, de wereld-coördinaten worden gegeven ten opzichte van een $x-y-z$ stelsel rond een draaiplateau.
- A2: Het object bevattende het groepspunt G hangt verticaal in het vlak $x = g_1$.
- A3: Er is een snijplan bekend, dat wil zeggen er zijn twee punten S_1 en S_2 op het beeldvlak bekend, waartussen gesneden dient te worden. De view-coördinaten van S_1 , resp. S_2 zijn $(0, s'_{12}, s'_{13})$, resp. $(0, s'_{22}, s'_{23})$. De punten S_1 en S_2 bevinden zich in de buurt van het groepspunt G .

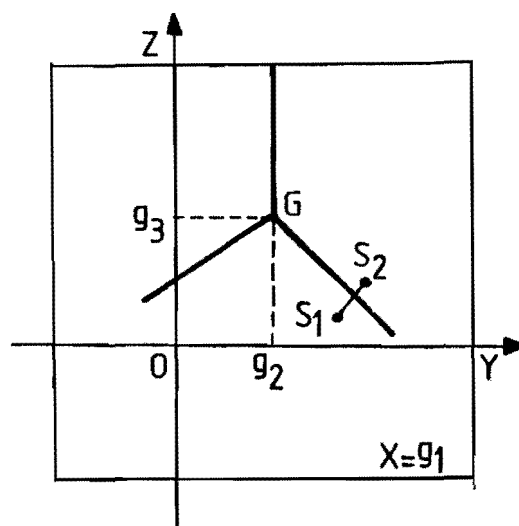
De wereld-coördinaten van S_1 en S_2 kunnen worden uitgerekend met behulp van paragraaf (1.1).

Bepaal de lijn l_1 welke gaat door S_1 en F en de lijn l_2 welke gaat door S_2 en F , zie (1.7).

De wereld-coördinaten van S_1 en S_2 worden verkregen door de snijpunten van de lijnen l_1 en l_2 met het vlak $x = g_1$, te berekenen.

Vervolgens moeten de wereld-coördinaten van S_1 en S_2 met behulp van (2.11) worden omgerekend naar de wereld-coördinaten van de flying spot scanner.

De hoeken van de spiegels van de laser kunnen nu worden berekend met behulp van paragraaf (2.1). Een eenvoudige lineaire interpolatie tussen de stand van de spiegels voor S_1 en S_2 geeft uiteindelijk de snijlijn.



Figuur 6