

Onderzoek Wiimote

Ruud Jansen

29 september 2008

Inhoudsopgave

1 Inleiding	1
2 Onderzoeksvragen	1
3 De meetopstelling	1
3.1 De kijkhoek	1
3.2 De maximumafstand	1
4 De meetresultaten	1
4.1 De kijkhoek	1
4.2 De maximumafstand	1
5 De verwerking	2
5.1 De kijkhoek	2
5.2 De afstand tot het scherm	2
5.3 De nauwkeurigheid	2
5.4 De perspectiefcorrectie	2
5.5 De z-beweging	2
6 Conclusies	2
6.1 De kijkhoek	2
6.2 De afstand tot het scherm	2
6.3 De nauwkeurigheid	3
6.4 De perspectiefcorrectie	3
6.5 De z-beweging	3
6.6 De maximumafstand	3

2 Onderzoeksvragen

Dit onderzoek geeft antwoord op de volgende vragen, die betrekking hebben op de technische mogelijkheden van de Wiimote:

1. Wat is de maximale 'kijkhoek' van de IR-camera in de Wiimote?
2. Wat is de minimale, maximale en optimale afstand tot de Wiimote die de gebruiker zal moeten aannemen?
3. Wat is bij de optimale afstand de nauwkeurigheid van de IR-camera in de Wiimote? Dus, wat is de kleinste beweging die nog te onderscheiden is?
4. Met welke perspectiefcorrectie moet er rekening worden gehouden bij een Wiimote die boven een scherm hangt van 150 cm hoog?
5. Hoe groot is de invloed van beweging door de gebruiker in de z-richting?
6. Wat is de maximale afstand waarop de IR-camera van de Wiimote nog een IR-led kan detecteren?

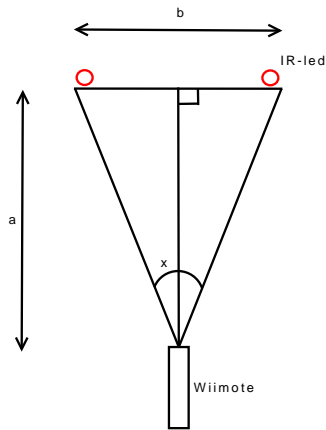
1 Inleiding

Nu bekend is welke richting we op gaan met dit project, het gebruik van de *Wiimote* voor het ontvangen van IR-licht uitgezonden door leds aan de vingers, kunnen er requirements worden vastgelegd voor het op te leveren product. Om de haalbaarheid van deze requirements te garanderen en technisch te onderbouwen, is dit kleine vooronderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek zal ingaan op een aantal technische aspecten van de Wiimote.

3 De meetopstelling

3.1 De kijkhoek

Voor het bepalen van de kijkhoek van de IR-camera, is gebruik gemaakt van de opstelling zoals te zien in figuur 1.



Figuur 1: Meetopstelling

De Wiimote wordt op een vast punt geplaatst. Langs een lijn die haaks op de Wiimote staat wordt een IR-led verplaatst, totdat hij nog net zichtbaar is door de IR-camera in de Wiimote. De afstand tussen deze lijn en de Wiimote is a en de lengte van de lijn waarop de led nog waarneembaar is door de camera is b . Hieruit kan de kijkhoek x worden berekend.

Deze meting wordt nogmaals uitgevoerd na het kantelen van de Wiimote onder een hoek van 90° , zodat de kijkhoek in de hoogte bepaald kan worden.

3.2 De maximumafstand

Voor het bepalen van de maximale afstand waarop de IR-camera de IR-led nog kan detecteren wordt de Wii-sensorbalk neergezet en met de Wiimote achteruit gelopen totdat de Wiimote niets meer detecteert.

4 De meetresultaten

4.1 De kijkhoek

Richting	a (cm)	b (cm)
Breedte	390	290
Hoogte	390	217

4.2 De maximumafstand

Bij een afstand van 10 meter ziet de IR-camera in de Wiimote nog steeds de IR-leds van de sensorbalk.

5 De verwerking

5.1 De kijkhoek

De kijkhoek in de breedterichting is:

$$2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{290}{2}\right)}{390} \right) = 40,8^\circ$$

De kijkhoek in de hoogterichting is:

$$2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{217}{2}\right)}{390} \right) = 31,1^\circ$$

De kijkhoek in diagonale richting is:

$$2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{\sqrt{290^2 + 217^2}}{2}\right)}{390} \right) = 49,8^\circ$$

5.2 De afstand tot het scherm

Om nog prettig te kunnen werken gaan we uit van een maximale afstand tussen de twee handen van 130 cm. De afstand tussen de gebruiker en de Wiimote zou dan zijn:

$$\frac{\frac{130}{2}}{\tan\left(\frac{49,8}{2}\right)} = 140 \text{ cm}$$

Uitgaande van een schermhoogte van 150 cm en dat de handgebaren worden geproduceerd in het midden van het scherm, zal de afstand tussen de gebruiker en het scherm dan zijn:

$$\sqrt{140^2 - \left(\frac{150}{2} - \frac{130 \cdot \frac{3}{5}}{2}\right)^2} = 135,5 \text{ cm}$$

5.3 De nauwkeurigheid

De IR-camera van de Wiimote heeft een resolutie van 1024 x 768, de kleinste waarneembare beweging op een afstand van 140 cm is dus:

$$\frac{130 \cdot \frac{4}{5}}{1024} = 0,1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

5.4 De perspectiefcorrectie

Wanneer we uitgaan van bovengenoemde aannames, dan staat de gebruiker op een afstand van 135,3 cm van het scherm, is de schermhoogte 150 cm en is de maximale meetbare afstand tussen de twee handen $130 \cdot \frac{4}{5} = 104 \text{ cm}$. Door het perspectief (de camera kijkt van bovenaf) is er aan de onderkant een groter gebied waarneembaar. De

meetbare afstand tussen de handen aan de onderkant van het scherm is:

$$2 \cdot \sqrt{\left(\frac{150}{2} + \frac{130 \cdot \frac{3}{5}}{2}\right)^2 + 135,3^2 \cdot \tan(20,4)} = 131,6 \text{ cm}$$

Dit houdt in dat de onderkant een factor $\frac{131,6}{104} = 1,27$ vergroot moet worden om de verhouding te laten kloppen.

5.5 De z-beweging

De gebruiker wordt geacht alleen in de x- en y-richting te bewegen, en niet naar het scherm toe of van het scherm af. Wanneer dit toch gebeurt dan zal de plaatsbepaling een afwijking vertonen.

Uitgaande van een afstand tussen de gebruiker en het scherm van 135,3 cm en een z-afwijking van 10 cm is de fout in de y-waarde: $\frac{10}{\left(\frac{135,3-10}{150 \cdot \frac{1}{2}}\right)} =$

6,0 cm, relatief is dit $\frac{6,0}{130 \cdot \frac{3}{5}} = 7,7\%$.

6 Conclusies

6.1 De kijkhoek

De kijkhoek van de IR-camera in de Wiimote zou 45° zijn. Uit de metingen blijkt dat dit ongeveer klopt. Diagonaal is de kijkhoek wat groter en in de breedte en hoogte kleiner.

6.2 De afstand tot het scherm

De optimale afstand van de gebruiker tot het scherm is 135,3 cm, dit is uitgaande van een fijne reikwijdte van de armen van 130 cm.

De minimale afstand is onbepaald, maar hoe dichter de gebruiker bij het scherm komt hoe minder werkruimte er overblijft voor de handen, hoe groter de kans op fouten in het onderscheiden van de twee bij elkaar horende blobs en hoe slechter de nauwkeurigheid.

De maximale afstand is de afstand waarop iemand met totaal gestrekte armen nog de twee hoeken van het scherm kan bereiken. Uitgaande van een afstand tussen de handen van 180 cm is dit:

$$\frac{180 \cdot \frac{4}{5}}{\frac{2}{\tan\left(\frac{40,8}{2}\right)}} = 193,6 \text{ cm}.$$

De gebruiker zal dus ongeveer een meter speling hebben in het kiezen van een geschikte plaats.

6.3 De nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van het systeem zal ongeveer 1 mm zijn, aangezien de handgebaren van een mens niet zo nauwkeurig zijn is dit voldoende.

6.4 De perspectiefcorrectie

Doordat de IR-camera van schuin bovenaf waarneemt treedt er perspectiefvervorming op. Deze is afhankelijk van de grootte van het scherm: hoe groter het scherm, hoe groter de vervorming. Dit is eenvoudig te corrigeren aangezien de vervorming lineair is. Bij een scherm van 1,5 meter hoog moet er voor 27% gecorrigeerd worden.

6.5 De z-beweging

Wanneer de gebruiker per ongeluk bewegingen maakt in de z-richting, dan ontstaan er afwijkingen in de plaatsbepaling (in de y-richting, maar vanwege het perspectief ook in de x-richting). Bij een z-bewegingen van 10 cm is de gemiddelde relatieve fout in de plaatsbepaling 7,7%. Dit is een merkbare afwijking, maar verwacht wordt dat de gebruiker dit probleem tijdens de bewegingen zelf zal corrigeren.

6.6 De maximumafstand

De maximale afstand waarop de IR-camera van de Wiimote nog een IR-led kan detecteren is meer dan 10 meter. Aangezien de maximale afstand tot het scherm minder dan 2 meter is, is dit ruimschoots voldoende.