

Ontwikkeling van een autofocus loepenbril

Veel technici, die bij hun werk een loep nodig hebben om fijne details te zien, weten hoe lastig het dan is om het beeld scherp te houden. Een loepenbril geeft je weliswaar de mogelijkheid je handen vrij te bewegen, maar je hoofd kun je niet al te veel verplaatsen zonder dat het beeld onscherp wordt. Een bril met loepen voor beide ogen en automatische scherpstelling zou ideaal zijn, zeker wanneer je langdurig fijn werk moet doen.

Dat was ook het idee van opticien E. Haakman die na jaren experimenteren een werkend exemplaar maakte. Op basis van zijn idee werd een professioneel model ontwikkeld door de instrumentmakers van R & R Mechatronics in samenwerking met industriële vormgevers. Door inventief nadenken en het toepassen van mechatronica werd een unieke autofocus loepenbril ontwikkeld.

Stereo zien met een loep

Voor het kunnen schatten van afstanden en het goed kunnen zien van details is het noodzakelijk dat beide ogen worden gebruikt. Net als bij een verrekijker kan een loep scherp gesteld worden door hem uit een aantal lenzen te maken die onderling in afstand te verplaatsen zijn.

Net als bij een verrekijker zijn er dan twee problemen op te lossen:

- het mechanisch verstellen van de afstand tussen objectief en oculair,
- het kunnen instellen van de afstand tussen beide oculairs op de afstand tussen beide ogen, omdat die voor elk mens verschillend is.

Bij loepen komt nog een extra probleem om de hoek kijken. Omdat op korte afstanden gewerkt wordt, verandert de hoek waaronder gekeken wordt, zie figuur 2, zodat een aanpassing in de scherpstelling ook een aanpassing van de hoek tussen beide loepen vergt. Tijdens deze verandering van de kijkrichting moet de afstand tussen de loepen tevens aangepast worden, omdat de oculairs in de kijkrichting anders niet



Figuur 1 De autofocus loepenbril is een handig hulpmiddel voor specialisten bij het zien van zeer fijne details wanneer het normale oog te kort schiet

meer midden voor de ogen staan. Het oog is daarbij het middelpunt voor de hoekverdraaiing van de loep.

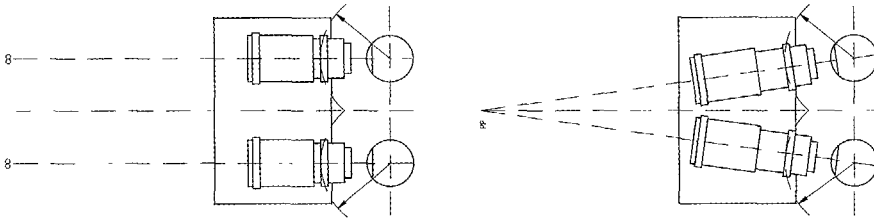
Autofocus

Wanneer je een verrekijker gebruikt, dan heb je beide handen nodig voor het vasthouden en scherpstellen. Omdat een loep nu eenmaal gebruikt wordt om fijne karweitjes te kunnen uitvoeren, moeten beide handen beschikbaar zijn. Ook moet de bewegingsvrijheid van hoofd en ogen groot zijn om het karwei onder verschillende hoeken te kunnen bekijken. Maximale bewegingsvrijheid heeft echter ook een aantal consequenties. De loepen moeten als een bril aan het hoofd bevestigd kunnen worden, wat beperkingen stelt aan afmetingen en gewicht. Bovendien moeten de loepen automatisch scherpstellen. Dit waren de problemen waarmee Rob Metseelaar geconfronteerd werd toen hij startte met de ontwikkeling van de loepen-

bril tot een professioneel product. Het was vanaf het begin duidelijk dat een mechatronische oplossing nodig was voor het automatisch focuseren van de loepen. Om reden van gewichtsbepaling werd echter gezocht naar een systeem met één miniatuur aandrijfmotor die door een afstandsensor zou worden gestuurd. Uit analyse bleek dat er een vaste, niet lineaire, relatie bestaat tussen de zijdelingse verplaatsing en de hoekverandering van de loepen bij de overgang van dichtbij naar veraf zien.

Afstandsensor

Een beproefde methode voor het bepalen van de afstand tot een object is de optische afstandmeting die ook in autofocus fototoestellen wordt toegepast. Een pulserende infrarood lichtstraal wordt uitgezonden en na reflectie ontvangen op een positiegevoelige chip, die naast de lichtbron staat. De plaats waar het gereflecteerde licht op de chip



Figuur 2 Wanneer de voorwerpsafstand van oneindig naar dichtbij verkleind wordt, moet tevens de kijkrichting worden aangepast. Dit vergt naast automatische focusering ook een automatische hoekcorrectie van de tubus.

komt is een maat voor de afstand en wordt meetbaar als een weerstandverandering. Daarmee kan de motor worden gestuurd voor de automatische scherpstelling. De methode is eenvoudig, nauwkeurig, weinig storinggevoelig en te koop als een chip (Position Sensitive Detector, PSD).

PSD's worden behalve voor autofocus camera's ook toegepast voor afstand- en verplaatsingsmetingen en als nadringsschakelaar. Globale afmetingen zijn (bxhxd) 5x4x1 mm

Parallaxvrije scherpstelling

Bij de scherpstelling zorgt de miniatuur servomotor voor een axiale verplaatsing van de objectieven. De noodzakelijke hoekcorrectie van de uitschuifbare tubus wordt gerealiseerd door het objectief door middel van een paar nokken en sleuven van richting te doen veranderen, zie figuur 3. De beide cilindervormige nokken zitten vast aan het uitschuifbare deel van de tubus waarin het objectief zit gevat.

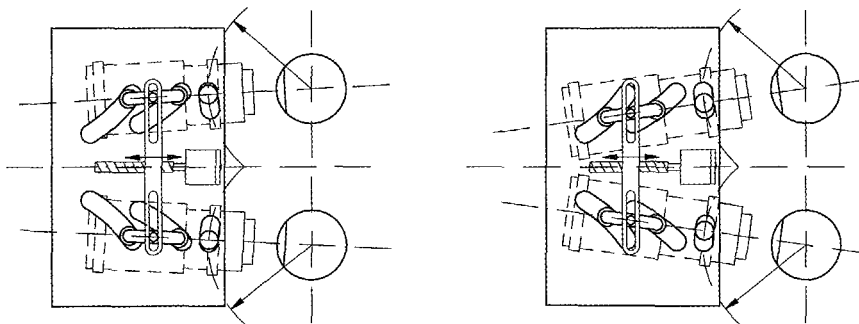
De onderste sleuf loopt iets vlakker dan de bovenste. Dit heeft als resultaat dat

tubus en objectief tijdens hun axiale verplaatsing tevens de benodigde hoekcorrectie krijgen. Door deze ingenieuze, maar vrij simpel te maken noksleuven kan met één lineaire gelijktijdige axiale aandrijving van beide objectieven worden volstaan.

Het oculair volgt de hoekcorrectie van de tubus en maakt een aangepaste zijdelingse verplaatsing in zijn eigen noksleuf. Daarmee blijft de afstand van het oculair tot het oog gelijk, maar wordt de onderlinge afstand tussen beide oculairs passend gemaakt bij de kijkrichting.

De "intelligentie" van de noksleuven zit in het rekenprogramma dat daarvoor ontwikkeld is. Omdat de oogafstand van elk persoon anders is, moet de loopenbril worden aangemeten. Uit het resultaat van de meting van de oogafstand samen met de gewenste vergroting valt de vorm van de sleuven te berekenen. Deze informatie wordt aan een CNC-freesmachine toegevoerd zodat een nauwkeurige vorm van de sleuven gegarandeerd is.

De vergroting loopt van 3x bij kijkaf-



Figuur 3 Nokken en sleuven zorgen voor een passende hoekcorrectie tijdens het axiaal verplaatsen van het objectief tijdens het focuseren op een andere afstand. Het oculair draait mee, maakt tevens een kleine zijdelingse verplaatsing en blijft zodoende op gelijke afstand van het oog. Door deze constructie kan voor het automatisch focuseren volstaan worden met één aandrijfmotor die door een sensor gestuurd wordt, die de afstand meet. Omdat de oogafstand per individu kan verschillen, wordt de autofocus loopenbril aangemeten. Met een computerprogramma wordt de vorm en de positie van de sleuven berekend, die vervolgens met een computergestuurde machine in een plaat worden gefreesd.

stand oneindig tot 5x op 20 cm afstand.

Constructie

Omdat de autofocus loopenbril zo licht mogelijk moest zijn, zijn de besturing en de batterijen in een aparte doos gestopt die in een zak gedragen of aan een riem bevestigd kan worden. De voedingsspanning (2,2 V) wordt geleverd door een kleine oplaadbare batterij. Het ontwerpen van de regelstrategie vereist extra aandacht. De bril moet snel focuseren, maar er mag geen doorschot zijn. Onrustige bewegingen van de scherpstelling zijn zeer vermoeiend en verstoren het evenwichtsgevoel. Een behoorlijke demping is daarom noodzakelijk. Door de eenvoud in constructie is het gelukt het gewicht van de bril terug te brengen naar 210 gram.

Mechatronica

Door een slimme toepassing van mechanica en elektronica is een autofocus loopenbril ontwikkeld die maximale bewegingsvrijheid geeft voor de gebruiker, zowel met zijn hoofd (kijkrichting) als met zijn handen. Deze laatste heeft hij geheel vrij om fijn te kunnen manipuleren. Dit is niet alleen van belang voor fijnmechanica, maar ook voor chirurgen en specialisten in andere disciplines die steeds fijner moeten kunnen manipuleren. Een goed zicht is daarbij een eerste vereiste.

Het bleek geen eenvoudige opgave om een lichtgewicht automatisch focusserende loopenbril te ontwikkelen. Dankzij een flinke dosis inventiviteit en een mechatronische aanpak, waarbij de voordelen van mechanica en elektronica optimaal zijn uitgebuit, werd de ontwikkeling van deze autofocus loopenbril met goed resultaat afgerond.

Noot

Opticien E. Haakman is werkzaam bij Schmidt Instruments B.V. te Amsterdam waar de autofocus loopenbril verkrijgbaar is. R. Metselaar is directeur van R & R Mechatronica te Zwaag (Hoor), een bedrijf dat ervaring heeft in het ontwikkelen van mechatronische apparatuur voor de medische sector. Het bedrijf is tevens producent van een aantal zelfstandig ontwikkelde apparaten onder andere voor de automatische analyse van de bezinking in bloedmonsters.

Dit artikel is mede tot stand gekomen door inspanning van het Mechatronicaplatform, dat tot doel heeft de mechatronicagedachte in Nederland te bevorderen. Voor nadere informatie zie Precisietechnologie jaarboek 1994 pp 119-121.