

DMS Technische nota

Ontwerpeisen sturing voor gesynchroniseerde LCD shutter voor fish-eye camera's

Meteoren ('vallende sterren') worden vanuit verschillende plaatsen op onderlinge afstanden van zo'n 60 – 150 km gefotografeerd. Uit de sporen, vastgelegd tegen een verschillende sterrenachtergrond, kan met driehoeksmeting -maar dan ruimtelijk- de positie van het traject in de atmosfeer worden bepaald.

Met de huidige camera's in het EN (European Network) All-Sky network, bestaande uit een twaalfstal fish-eye toestellen in Nederland, België, Engeland en Duitsland, kunnen uit fish-eye foto's de posities van een meteoorspoor worden vastgelegd met een nauwkeurigheid van enkele tientallen meters op een afstand van 600 km.

Om de snelheid en de vertraging van een object in de dampkring te kunnen bepalen, is nauwkeurige tijdsinformatie langs het traject nodig. Deze kan worden verkregen door de cameralenzen met een vaste frequentie te openen en sluiten. Hierdoor ontstaat een stroboscopische opname.

Mechanische sectoren

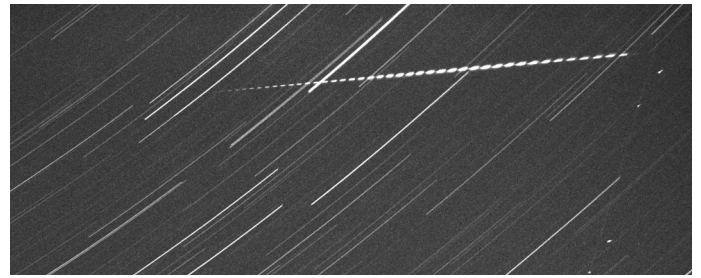
In het verleden maakten we gebruik van mechanische sectoren, een soort propeller die vóór de cameralenzen ronddraaide. Deze werden aangedreven door synchroommotoren. Een gebruikelijke afdekkingsfrequentie bij een vierbladige sector was 50 afdekkingen per seconde.

Deze mechanische sectoren hebben drie nadelen:

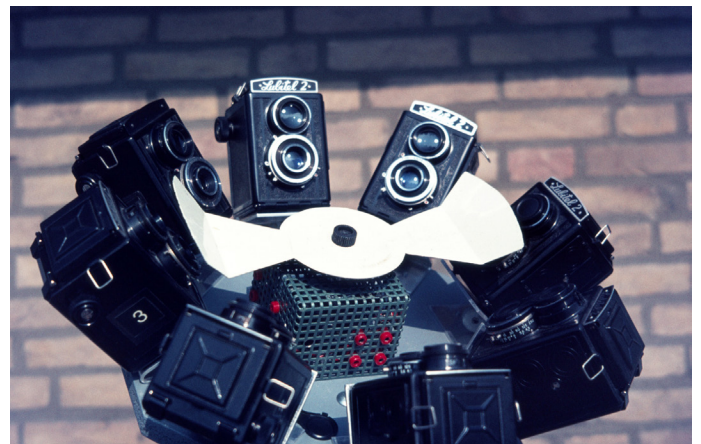
- 1- Door trillingen van een niet perfect vlaklopend sectorblad kunnen meteoorpoortjes als slingersporen worden afgebeeld. Dit soort opnamen is onbruikbaar voor verdere reductie.
- 2- Het is niet mogelijk een goede roterende sector te bouwen voor een fish-eye lens met een bol oppervlak en een groot gezichtsveld.
- 3- De afdekking over de sensor is niet op elke plek dezelfde. De sectors maakt als het ware een slagschaduw die over de sensor loopt. Niet elk deel wordt tegelijk afgedekt. Afwijkingen in de gemeten snelheid van een meteoor treden op wanneer de meteoor op de sensor met de schaduw 'meeloopt' of er juist 'tegen in' loopt. Deze effecten zijn in de reductiesoftware erg moeilijk te corrigeren.

LCD shutters

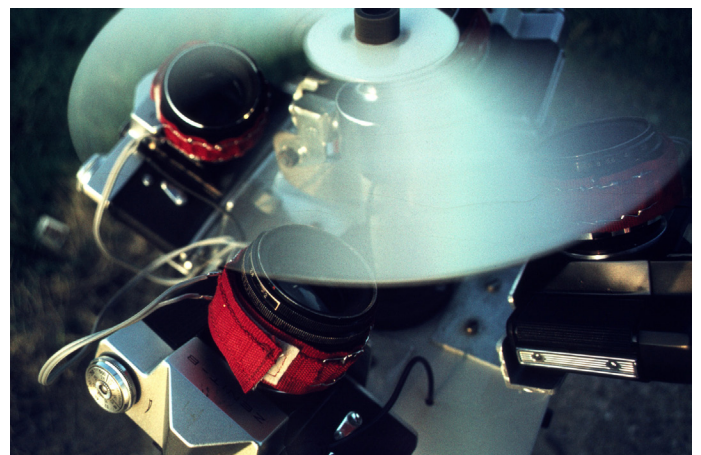
In onze fish-eye camera's maken we gebruik van LCD shutters. Deze LCD's worden in de fish-eye lenzen ingebouwd. Dat leidt tot een verandering van het focus voor sterren; er is immers een stuk 'optiek' tussen gekomen. De fish-eye camera's moeten daardoor



Een typische meteoorfoto, opgenomen met een roterende sector met 50 afdekkingen per seconde. De korte streepjes zijn sterrensporen, die door de lange belichting (20 minuten) door het beeld zijn bewogen.



'Old school' camera opstelling met roterende sector uit de jaren zeventig van de vorige eeuw.



Roterende sector op basis van een fietsdynamo.

opnieuw gefocust worden. Het 'oneindig' beeld ligt na inbouw van een LCD shutter zo rond de 18 cm.

Er zijn twee typen LCD shutters in gebruik:

1- De meest gebruikte zijn van het type FOS van het Zweedse bedrijf LC-Tec.

Onderstaande link geeft de specificaties.

[FOS_FOS-AR-specification-1602.pdf \(lc-tec.se\)](#)

Deze shutters zijn hoogwaardig maar prijzig (ca. 150 EUR). Ze worden toegepast in alle DSLR camera's met Sigma f/3.5-8 mm optiek in ons netwerk. Op dit moment zijn dit 8 toestellen in gebruik en 3 in aanbouw.

2- Een eenvoudige shutter waarmee ook gemakkelijk geëxperimenteerd kan worden (kosten ca. 3 EUR) wordt toegepast in ASI-ZWO Astrocamera's met f/2.8-2.7 mm Fujinon optiek. Dit betreft 4 toestellen in ons netwerk.

De LCD shutters in onze fish-eye camera's zijn ingesteld op 16 onderbrekingen per seconde met een 50/50 open/dicht verhouding.

De aansturing vindt plaats met een eenvoudige functiegenerator. De nauwkeurigheid hiervan lijkt voldoende maar is niet exact bekend.

Naar synchrone shutters

Bij de 25 camera's van het Tsjechische deel van het EN worden dezelfde camera's en optiek gebruikt als bij ons. Ook worden dezelfde FOS shutters van LC-Tec gebruikt. Echter, de shutters worden niet per camera aangestuurd door autonoom lopende functiegeneratoren, maar door blokgolven, gegenereerd uit het tijdsignaal van GPS.

De blokgeneratoren van alle camera's in het netwerk lopen daardoor synchroon: ze openen en sluiten tegelijk zodat in het rekenproces de 'breaks' in het meteorspoor exact overeenkomstige punten in de atmosfeer zijn.

Als ijking wordt de 'break' op de volle seconde overgeslagen. Daarmee kunnen de sporen van de verschillende camera's op de milliseconde langs elkaar worden gelegd.

Synchronisatie met hi-speed fotometers

Hi-speed fotometers werken met fotomultiplieërs.

Met deze apparatuur wordt de lichtsterkte van het meteorspoor 5000 maal per seconde gemeten. De hi-speed fotometers geven langs de tijd in milliseconden, bepaald vanuit het GPS signaal.

De gefotografeerde sporen worden eveneens fotometrisch gemeten, echter met een langere resolutie. Wanneer de tijd-as langs het meteorspoor (de 'breaks') eveneens real time is, dus niet bepaald door een autonome functiegenerator, kunnen de gefotometeerde sporen van de camera's gebruikt worden om de intensiteitschaal van de hi-speed fotometer te calibreren.

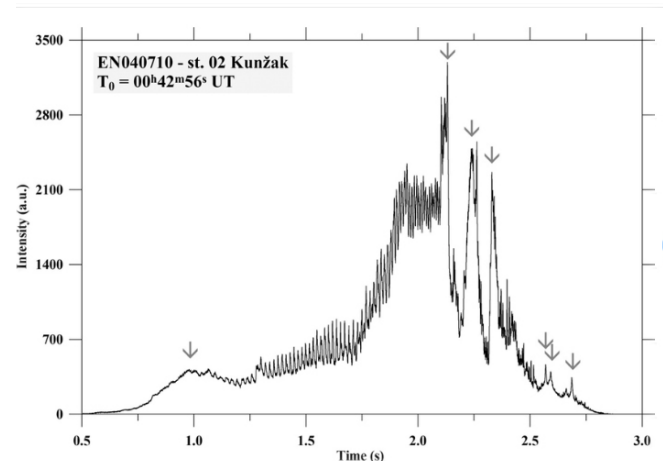
Het is dus zaak dat alle devices, fotografisch en fotometrisch, synchroon lopen.



De FOS shutter wordt in de fish-eye lens ingebouwd.



Fish-eye opname van een vuurbol, vastgelegd met een ingebouwde FOS LCD shutter.



Lichtcurve van een vuurbol, opgenomen met een hi-speed fotometer.

Er is derhalve behoefte aan een schakeling/device dat:

- 1- Gebruik maakt van het GPS tijdsignaal, op te pikken met een eenvoudige GPS ontvanger;
- 2- Dit signaal omzet in een 16 Hz 50/50 blokspanning met de juiste spanning om de FOS te voeden;
- 3- De break op de volle seconde overslaat.

Eindproduct

Het eindproduct bestaat uit een zo klein mogelijk kastje met -liefst maar één- printplaat.

Het kastje heeft:

- 1- input voor een externe voeding bv. een 12 volt adapter;
- 2- input BNC connector voor de kabel naar de GPS ontvanger;
- 3- output BNC connector naar de FOS shutter in de camera;
- 3- LED'je dat steeds op de hele seconde oplicht aan de hand waarvan visueel gecheckt kan worden of de device (goed) werkt.

Vraagstelling

- 1- Ontwikkelkosten
- 2- Bouwkosten gebaseerd op de bouw van 15 exemplaren.



*Fish-eye opname van een vuurbol, vastgelegd met een ingebouwde FOS LCD shutter, GPS gesynchroniseerd. De breaks op de hele seconde zijn vervallen.
(Foto Tsjechische Academie van Wetenschappen)*

