

SAFIR beeldproduct voor real-time gebruik

Iwan Holleman

Internal Report, KNMI IR-2003-03, 2002

Inhoud

1	Introductie	5
2	Eigenschappen van SAFIR systeem	7
3	Definitie van SAFIR beeldproduct	13
4	Realisatie	17
5	Opslag in KNMI HDF5 formaat	19
	Bibliografie	23

Hoofdstuk 1

Introductie

In het kader van het BIK project (Beelden Infrastructuur KNMI) werkt het KNMI aan de vernieuwing van de beelden infrastructuur. Hiertoe is de definitiestudie Vervanging IBDS uitgevoerd (VIBDS). In het BIK concept worden toeleverende datasystemen gescheiden gepositioneerd en wordt onder meer het bliksemdetectiesysteem SAFIR als apart front-end van het Omnivoor-beelden systeem gepositioneerd. In het kader van het BIK paraplu-project is een deelproject opgestart voor de ontwikkeling en implementatie van een SAFIR interface voor Omnivoor-beelden. Dit project beoogt de ontwikkeling van een SAFIR beeldproduct voor real-time gebruik ter vervanging van datastroom via CRIS en op termijn ook van de gespecialiseerde SAFIR displays in weerkamer. Het SAFIR systeem levert eigen dataformaten af die vooralsnog op uiteenlopende manieren gebruikt worden voor verschillende toepassingen en door verschillende afnemende partijen. In de SAFIR interface zullen de localisatiegegevens op een eenduidige wijze worden omgezet in een beeldproduct dat kan worden opgeslagen in het KNMI HDF5 formaat. Omnivoor-beelden zal alleen beeldproducten volgens deze standaard accepteren en verwerken. Gebruikers en gebruikssystemen zullen vervolgens hun SAFIR beeldgegevens gaan afnemen via Omnivoor-beelden.

Naast de real-time gebruikers, zijn er ook off-line gebruikers die de SAFIR gegevens voor naslag (KD) of onderzoek gebruiken. Voor deze toepassing zijn op dit moment dagbestanden met gedetailleerde localisatiegegevens beschikbaar. Deze localisatie dagbestanden zullen (voorlopig) onveranderd blijven.

Bij de definitie van het SAFIR beeldproduct zijn de volgende aspecten meegenomen:

- Gericht op waarschuwingsfunctie van SAFIR
- Rechtdoen aan eigenschappen van SAFIR systeem
- Mogelijkheid tot combinatie met radarbeelden

- Overeenstemming met OMNIVOOR-beelden en KNMI HDF5 standaard

In dit document wordt eerst een kort overzicht van de relevante eigenschappen van het SAFIR bliksemdetectie gegeven. Vervolgens worden de definitie van het beeldproduct en de afwegingen die daarbij een rol hebben gespeeld uiteengezet. Tenslotte worden de realisatie van de SAFIR interface en de invulling van de KNMI HDF5 standaard voor het beeldproduct beschreven.

Hoofdstuk 2

Eigenschappen van SAFIR systeem

SAFIR staat voor Surveillance et Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique en is ontwikkeld door Dimensions (St. Aubin, Frankrijk). Het SAFIR systeem, zoals het KNMI het gebruikt, bestaat uit een netwerk van zeven SAFIR stations: vier in Nederland (Valkenburg, De Kooij, Deelen en Hogeveen) en drie in België (Oelegem, La Gileppe en Mourcourt). Wessels (1998) heeft een uitvoerige evaluatie van dit bliksemdetectiesysteem uitgevoerd. Een aantal van zijn resultaten worden hier belicht. Elke station is uitgerust met drie sensoren: een GPS antenne voor nauwkeurige tijdmetingen, een localisatie antenne en een discriminatie antenne. De localisatie antenne bestaat uit een vijftal dipool antennes, die zijn gemonteerd op een gelijkzijdige vijfhoek. De localisatie gebeurt bij een frequentie van ongeveer 110 MHz en de discriminatie bij 4 MHz.

Van elke ontlading waargenomen door een SAFIR station wordt op basis van interferometrie de hoek ten opzichte van het noorden bepaald door de localisatie antenne. Door het combineren van de hoekmetingen van twee verschillende SAFIR stations, kan een opgetreden ontlading worden gelocaliseerd. De GPS tijdstempels worden gebruikt om de hoekgegevens van verschillende stations voor een opgetreden ontladingen bij elkaar te brengen. Localisatie door hoekmetingen heeft natuurlijk beperkingen. Op de verbindinglijn tussen twee SAFIR stations is de afstand van de ontlading tot de stations onbepaald. Een derde SAFIR station kan dan uitkomst bieden. De algoritmes voor de localisatie van ontladingen op basis van hoekmetingen houden de volgende beperkingen aan:

- De hoek tussen de lijn van het SAFIR station naar de ontladingsbron en de lijn van de bron naar het andere station moeten groter zijn 15 graden en kleiner dan 150 graden.
- De afstand van de SAFIR stations tot de ontladingsbron moet groter zijn dan 20 km en kleiner zijn dan 250 km.

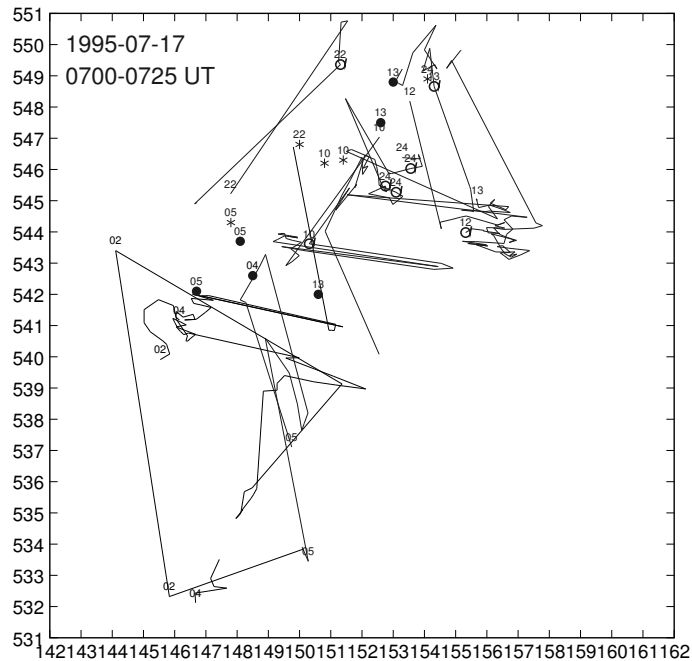


Figure 2.1: SAFIR en LPATS (Lightning Positioning And Tracking) localisaties gedurende 25 minuten in een gebied van 20 bij 20 km (Rijksdiehoekcoördinaten). De tijd is weergegeven in minuten na 7 UTC. De horizontale SAFIR kanalen zijn weergegeven als doorgetrokken lijnen. De open cirkels geven de verticale ontladingen volgens SAFIR weer. De dichte cirkels en asterisks geven de verticale en horizontale ontladingen volgens LPATS weer. Deze figuur komt uit Wessels (1998).

Al met al is het detectiebereik van een netwerk van SAFIR stations niet eenvoudig af te leiden uit de posities van de actieve stations, zoals bijvoorbeeld bij radar wel het geval is. Het combineren van de waarnemingen van de SAFIR stations tot localisaties gebeurt in een plat raakvlak gecentreerd rond het raakpunt aan het aardoppervlak. Voor het KNMI SAFIR systeem ligt dit raakpunt in de buurt van De Bilt: 52.089N en 5.180E. De positie van een localisatie wordt aangegeven met de afstand in decameters in de x- en y-richting tot het raakpunt. Deze afstanden worden met de volgende formules omgezet naar geografische lengte- en breedtegraad (Dimensions, 1995):

$$\begin{aligned}\lambda &= 5.180574 + 2.921671 \cdot \tilde{x} \cdot \tilde{y} + 14.61550 \cdot \tilde{x} + 0.005079056 \cdot \tilde{x}^2 \\ &\quad - 0.0002162248 \cdot \tilde{y} - 0.009450135 \cdot \tilde{y}^2 \\ \phi &= 52.08940 + 0.004430055 \cdot \tilde{x} \cdot \tilde{y} + 0.0001421182 \cdot \tilde{x} - 0.8953661 \cdot \tilde{x}^2\end{aligned}$$

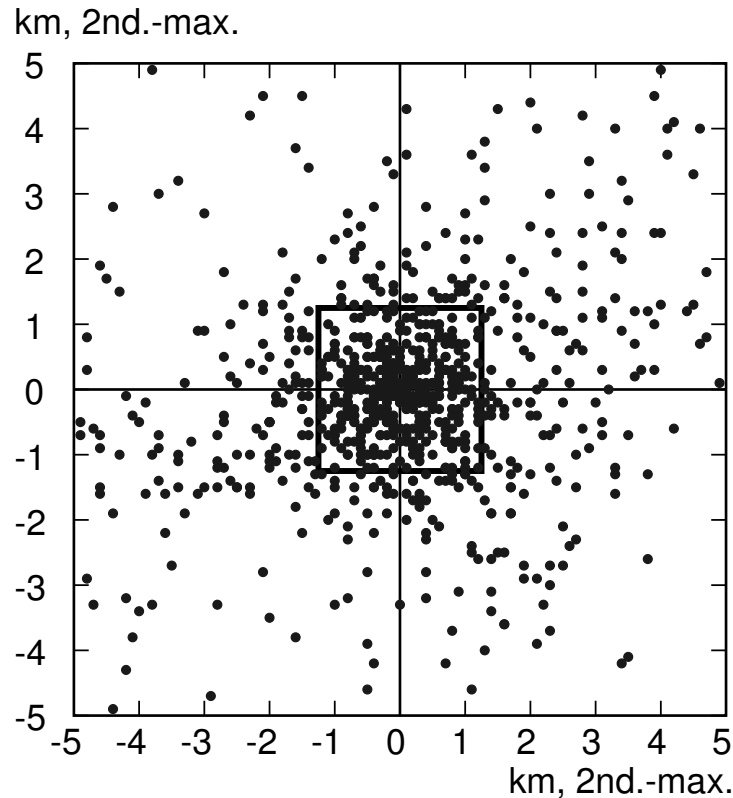


Figure 2.2: Plaatsverschil tussen de op een na sterkste en de sterkste ontladingen in inslagen met meerdere ontladingen in 1995. Het centrale vierkant geeft een gebied van 2.5 bij 2.5 km weer. Deze figuur komt uit Wessels (1998).

$$+8.963937 \cdot \tilde{y} - 0.0009312357 \cdot \tilde{y}^2$$

waarbij λ en ϕ de geografische lengte- en breedtegraad voor stellen, en \tilde{x} en \tilde{y} de afstanden tot het raakpunt in eenheden van 1000 km.

Met het SAFIR systeem kunnen in principe horizontale ontladingen, oftewel wolk-wolk ontladingen, gevolgd worden in plaats en tijd. In figuur 2.1 is het ruimtelijk verloop van een aantal horizontale ontladingen weergegeven. Het ontladingsspoor linksonder in de figuur bijvoorbeeld maakt een zeer grillige random-walk met verschillende haakse bochten en pirouettes. De andere ontladingssporen vertonen soortgelijk gedrag. Het is fysisch ondenkbaar dat deze waargenomen patronen de werkelijke ontladingssporen representeren. Deze grillige sporen worden veroorzaakt door beperkingen in de nauwkeurigheid van de localisaties van het SAFIR systeem.

De localisatie nauwkeurigheid van het SAFIR systeem kan worden bestudeerd

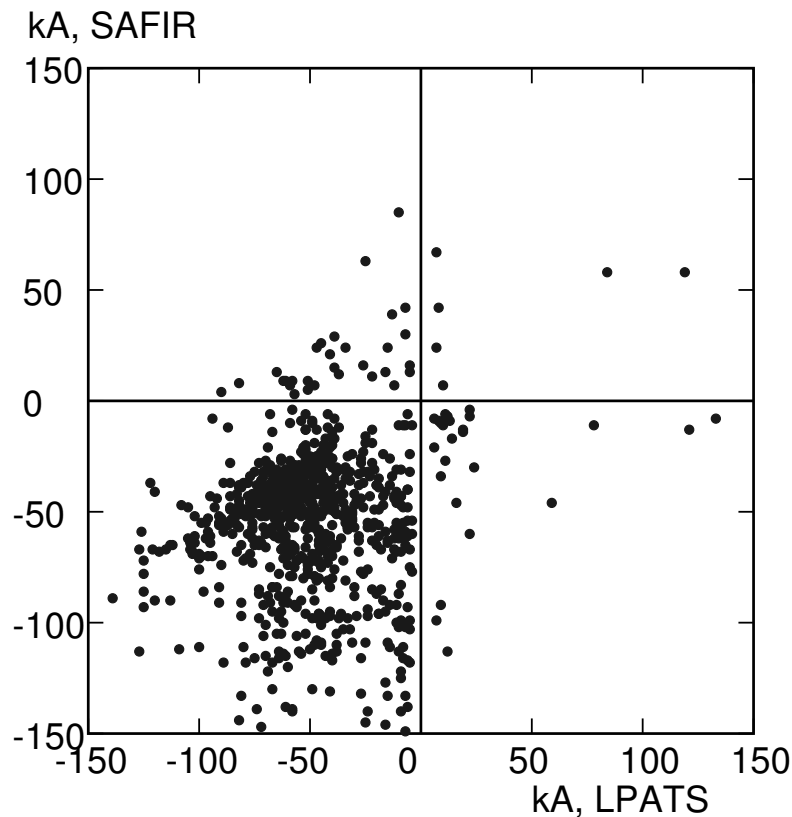


Figure 2.3: Vergelijking tussen stroomsterkte en richting zoals waargenomen met SAFIR en LPATS voor verticale ontladingen in 1995. Deze figuur komt uit Wessels (1998).

door gebruik te maken van inslagen die uit meerdere ontladingen bestaan. Een inslag bestaat vaak uit meerdere ontladingen die elkaar binnen korte tijd volgen. Deze ontladingen volgen het ionisatiespoor van de eerste ontlading en slaan bij benadering op dezelfde locatie in. In figuur 2.2 zijn de waargenomen plaatsverschillen tussen twee ontladingen uit inslagen met meerdere ontladingen weergegeven. Deze figuur geeft een duidelijk beeld van de localisatie nauwkeurigheid van het SAFIR systeem. De meerderheid van de punten valt binnen het vierkant van 2.5 bij 2.5 km.

Meer informatie over de localisatie nauwkeurigheid van het SAFIR systeem en het effect van het ontbreken van een SAFIR station kan worden gevonden in Wessels (1998).

Naast de localisatie antennes is op ieder SAFIR station een discriminatie antenne aanwezig die op de eerste plaats gebruikt wordt om onderscheid te maken

tussen horizontale ontladingen (wolk-wolk) en verticale ontladingen (inslagen). Voor verticale ontladingen worden ook de maximale stroomsterkte en richting (positief of negatief) afgeleid uit het signaal van de discriminatie antennes. Het SAFIR systeem voegt voor elke waargenomen ontlading de localisatie en discriminatie gegevens bij elkaar.

Voor de berekening van de stroomsterkte uit de elektrische veldsterkte zoals ontvangen door de discriminatie antennes gebruikt het SAFIR systeem een empirische relatie (Wessels, 1998). Het onderscheid tussen horizontale and verticale ontladingen wordt gemaakt op basis van de rij- en daaltijden van de afgeleide stroomsterkte, waarbij de daaltijden de doorslag geven. Het blijkt dat een groot deel van de waargenomen ontladingen een daaltijd in de buurt van de beslissingsdrempel van $15.5 \mu s$ heeft, zodat het onderscheid tussen horizontaal en verticaal lastig te maken is. Bovendien wordt het maken van dit onderscheid lastiger voor de zwakke signalen van ontladingen op grotere afstand.

Voor een verticale ontlading wordt uit het verloop van de afgeleide stroomsterkte de maximale stroomsterkte en richting (positief of negatief) bepaald. In figuur 2.3 is een vergelijking gemaakt tussen de maximale stroomsterkte en richting zoals gelijktijdig waargenomen door SAFIR en LPATS. De correlatie tussen de stroomsterkte en richting bepaald door SAFIR en die bepaald door LPATS (Lightning Positioning And Tracking) is laag. Bovendien blijkt uit inspectie van de ruwe SAFIR gegevens dat na een inslag vaak een inslag met tegengestelde richting wordt waargenomen. Fysisch gezien is dit echter zeer onwaarschijnlijk. Dit impliceert dat de individuele metingen van stroomsterkte en richting met een korrel zout genomen moeten worden.

Hoofdstuk 3

Definitie van SAFIR beeldproduct

Bij de definitie van het real-time SAFIR beeldproduct is op de eerste plaats rekening gehouden met de waarschuwingfunctie van het bliksemdetectiesysteem. Elke waargenomen horizontale of verticale ontlading moet zichtbaar zijn in het beeldproduct. Daarom is gekozen voor een accumulatie product, waarbij alle waargenomen ontladingen per beeldpunt worden geteld. Informatie of stroomsterkte en richting is niet essentieel voor de waarschuwingfunctie, bovendien is deze informatie niet betrouwbaar voor individuele ontladingen. Voor horizontale ontladingen is in principe het ontladingsspoor in ruimte en tijd beschikbaar, maar dit spoor is grotendeels onbruikbaar door de localisatie onnauwkeurigheid van het SAFIR systeem. In het real-time SAFIR beeldproduct zullen de horizontale ontladingen daarom worden geteld als één ontlading in het midden van het spoor. Het midden van het ontladingsspoor wordt bepaald door het middelen van de uiterste punten van het horizontale ontladingsspoor. Op deze manier is de telling van horizontale en verticale ontladingen in het beeldproduct gelijkwaardig.

Om de combinatie van radar neerslagbeelden en de gedetecteerde ontladingen zo eenvoudig mogelijk te maken, zijn de geografische projectie en uitsnede van het SAFIR beeldproduct identiek gekozen aan die van de radarproducten van het KNMI. Het toeval wil dat de grootte van de beeldpunten in het radarbeeld, 2.5 bij 2.5 km, heel goed past bij de localisatie nauwkeurigheid van het SAFIR systeem (zie vierkant in figuur 2.2). Het weergeven van de SAFIR localisatiegegevens op hetzelfde rooster als de radarproducten leidt dus niet tot noemenswaardig verlies in localisatie nauwkeurigheid. Voor de volledigheid zijn de gegevens van de geografische projectie en uitsnede van het SAFIR beeldproduct weergegeven in tabel 3.1.

Het KNMI HDF5 beeldformaat zoals dit is gedefiniëerd voor Omnivoerbeelden (KNMI, 2002) biedt de mogelijkheid om meerdere beelden met dezelfde geografische projectie en uitsnede op te slaan in één HDF5 bestand. In het SAFIR beeldproduct zal gebruik worden gemaakt van deze mogelijkheid door twee ac-

cumulatiebeelden op te slaan: één met alle waargenomen ontladingen en één met alle waargenomen verticale ontladingen (inslagen).

Table 3.1: Gegevens van de geografische projectie en uitsnede van het SAFIR beeldproduct. Merk op dat de y-as positief is genomen in noordelijke richting. De gegevens zijn identiek aan die van de KNMI radarproducten.

Parameter	Waarde
Projectie	Stereografisch
Oorsprong van projectie	0.0E, 90.0N
Breedtegraad met ware schaal	60.0N
Straal van aarde op evenaar en pool	6378.4 km, 6356.9 km
Verschuiving van beeld (x,y)	0, -3727.3 km
Grootte beeldpunt (x,y)	2.50 km, -2.50 km
Aantal beeldrijen en kolommen	256, 256
Hoekpunt	Locatie
Noordwest	0.000E, 55.296N
Noordoost	9.743E, 54.818N
Zuidoost	8.337E, 49.373N
Zuidwest	0.000E, 49.769N

In hoofdstuk 2 over de eigenschappen van het SAFIR systeem is reeds genoemd dat het detectiebereik van het netwerk niet eenvoudig is af te leiden uit de locaties van de SAFIR stations. In het beeldproduct zal daarom het bereik van het detectiesysteem worden aangegeven met een zogenaamde “nodata” indicator. Op basis van de statusinformatie over de actuele beschikbaarheid van de verschillende SAFIR stations zal het bereik van het netwerk worden berekend. In beide accumulatiebeelden krijgen de beeldpunten die buiten het detectiebereik vallen de waarde “nodata”, meestal is dit 255. Wanneer de gebruiker er voor kiest om deze “nodata” informatie te visualiseren zal het uitvallen van een detectiestation direct zichtbaar zijn door het daarmee gepaard gaande verlies aan bereik.

Het real-time SAFIR beeldproduct zal worden afgeleid uit de localisatiebestanden die het systeem op dit moment elke 5 minuten genereert. Dit betekent automatisch dat het real-time beeldproduct ook elke 5 minuten beschikbaar zal zijn, en deze verversingstijd komt mooi overeen met die van het radar neerslagproduct. Tevens zal elke 24 uur een dagproduct worden aangemaakt voor kwaliteitscontrole en monitoring.

Kort samengevat zijn de volgende eigenschappen gedefiniëerd voor het real-time SAFIR beeldproduct:

1645 UTC 03 Sep 2002, Safir ALL

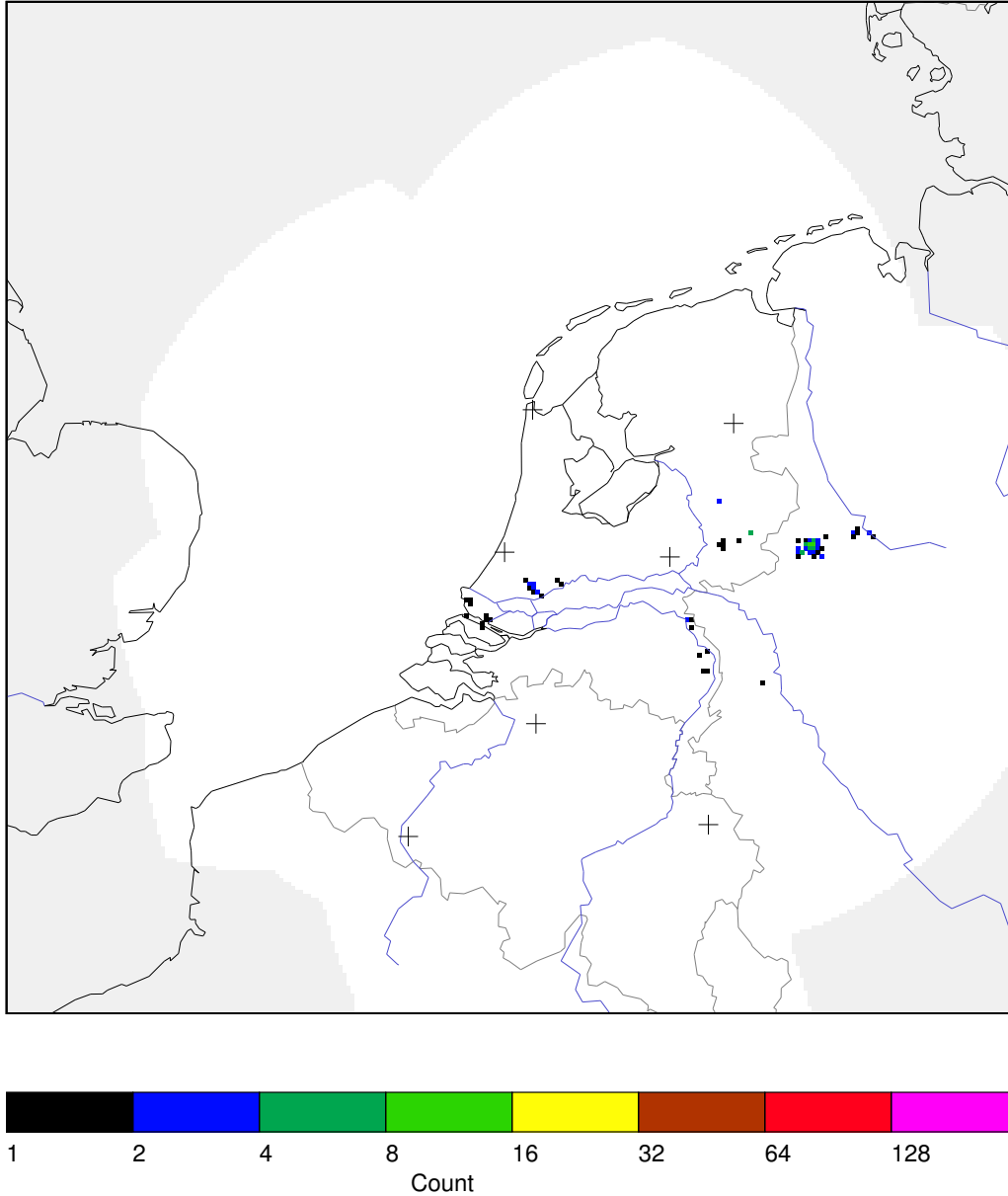


Figure 3.1: Voorbeeld van het SAFIR beeldproduct van 3 September 2002 om 1645 UTC. Het beeld met de accumulatie van **alle** waargenomen ontladingen is weergegeven. Het gebied dat buiten het detectiebereik van het SAFIR systeem valt is licht grijs. Op alle andere locaties geeft de kleur het aantal waargenomen ontladingen weer.

- De geografische projectie en uitsnede van het beeldproduct zijn identiek aan die van de radarproducten van het KNMI.
- Accumulatie van waargenomen horizontale en verticale ontladingen. Het beeldproduct bevat dus geen dichtheid of ontladingssporen, maar alleen aantallen ontladingen.
- Elk HDF5 bestand bevat twee accumulatiebeelden: één met alle ontladingen en één met alleen de inslagen.
- Het actuele detectiebereik van het SAFIR systeem is aangegeven in de accumulatiebeelden met behulp van een “nodata” indicator.
- Het real-time beeldproduct wordt elke 5 minuten aangemaakt

Een voorbeeld van het real-time SAFIR beeldproduct is weergegeven in figuur 3.1. Het gebied dat buiten het detectiebereik van het SAFIR systeem valt is licht grijs. Op alle andere locaties geeft de kleur het aantal waargenomen ontladingen over een 5-minuten tijdvak weer. Het accumulatiebeeld met zowel de waargenomen horizontale als de verticale ontladingen is weergegeven.

Hoofdstuk 4

Realisatie

Vanzelfsprekend vormt de uitvoer van het SAFIR systeem de basis voor het real-time beeldproduct in HDF5. De uitvoer van het huidige SAFIR systeem is onder andere beschikbaar als (Dimensions, 1997):

- Localisaties tijdens laatste 5 minuten: “SAFIR.LOC” bestand.
- Dichtheid tijdens laatste 5 minuten: “SAFIR.DEN” bestand.
- Dagbestanden met ruwe gegevens (B\$-bestanden), localisaties (T\$-bestanden), localisaties en ruwe discriminaties (D\$-bestanden), localisaties en elektrische parameters (E\$-bestanden), en statusinformatie (S\$-bestanden).

De SAFIR.LOC bestanden zijn het meest geschikt voor de generatie van het real-time SAFIR beeldproduct. In principe is het ook mogelijk om de SAFIR.DEN bestanden als basis te gebruiken, maar de geografische projectie en uitsnede zijn niet instelbaar en informatie over het type ontlading ontbreekt. Door uit te gaan van de SAFIR.LOC bestanden wordt het aantal tussenstappen geminimaliseerd en is de meeste informatie beschikbaar. Op het moment dat er geen ontladingen worden waargenomen zijn de SAFIR.LOC bestanden leeg: er is dan géén informatie over de datum, tijd en status van het systeem beschikbaar. Dit probleem is opgelost door een kleine aanpassing aan de SAFIR verwerkingssoftware. Er worden nu elke 5 minuten “SAFIR.LOX” bestanden aangemaakt met op seconde basis datum, tijd en status, ongeacht het aantal gelocaliseerde ontladingen en in lijn met het SAFIR.LOC formaat. Deze 5 minuten SAFIR.LOX bestanden worden gebruikt voor de generatie van het real-time SAFIR beeldproduct.

Naast het real-time beeldproduct op basis van de SAFIR.LOX bestanden ook dagoverzichten gegenereerd uit de T\$- en S\$-bestanden. Deze 24-uurs accumulaties van waargenomen ontladingen worden gemaakt met dezelfde SAFIR interface software en kunnen gebruikt worden voor kwaliteitscontrole en monitoring.

De datum, tijd en de status van het SAFIR systeem komen uit het S\$-bestand. Als het T\$-bestand localisaties bevat met een andere datumstempel worden deze genegeerd om te voorkomen dat een verouderd T\$-bestand wordt gebruikt.

De localisaties in de SAFIR.LOX en T\$ bestanden worden als volgt gekarakteriseerd: enkel punt (0), begin van horizontale ontlading (1), punt in ontladingsspoor (2), eind van horizontale ontlading (3), negatieve verticale ontlading (4), en positieve verticale ontlading (5). Tijdens de conversie van het localisatie bestand worden de “enkele punten” niet meegenomen, omdat dit meestal storingen zijn. Elk horizontale ontladingsspoor wordt gevolgd van begin tot en met eind (1-3) en de positie wordt berekend door het midden van de coördinaten van de uiterste punten. In het accumulatiebeeld van alle ontladingen wordt het corresponderende beeldpunt met 1 opgehoogd. Voor een verticale ontlading (4 of 5) worden de corresponderende beeldpunten in zowel het accumulatiebeeld van alle ontladingen als die met alleen de verticale ontladingen met 1 opgehoogd. Beide accumulatiebeelden bestaan uit 1 byte per beeldpunt, zodat maximaal 254 ontladingen per punt geteld kunnen worden. De waarde 255 is gereserveerd voor de “nodata” indicator.

Bij de omrekening van de locatie van de ontladingen in het geografische projectie vlak van SAFIR naar de geografische projectie en uitsnede van het SAFIR beeldproduct (zie tabel 3.1) wordt gebruik gemaakt van de “proj.4” bibliotheek van de US Geological Survey (Evdenden, 1990). Tijdens de herprojectie worden de posities van de waargenomen ontladingen in het SAFIR coördinatensysteem omgerekend naar geografische lengte- en breedtegraad met de formules uit hoofdstuk 2. Vervolgens worden deze lengte- en breedtegraad omgerekend naar een positie in de geografische projectie en uitsnede van het SAFIR beeldproduct met behulp van de “proj.4” functies.

Het SAFIR systeem draait op een aantal windows PCs die zorgdragen voor de inzameling van de gegevens, de verwerking, en de distributie. Op de kleine verandering met betrekking tot de SAFIR.LOX bestanden is dit systeem onveranderd gebleven. De opzet en beheer van dit systeem staan beschreven in Beekhuis (2001). De SAFIR interface is ingebed in Automatische Productie Lijn (APL) die draait op het OPUS cluster. De APL en dus de SAFIR interface wordt beheerd door WM/OD. De SAFIR beeldproducten zullen vanuit de APL aan Omnivoorbeelden geleverd gaan worden. Op dit moment wordt een project opgestart voor de vervanging van de verwerkingssoftware van het SAFIR systeem en daarbij zal de conversie naar het hier HDF5 beeldproduct worden meegenomen. Op dat moment wordt de SAFIR interface overbodig, maar zal de definitie van het beeldproduct, zoals beschreven in dit document, van kracht blijven.

Hoofdstuk 5

Opslag in KNMI HDF5 formaat

In dit hoofdstuk wordt de invulling van het KNMI HDF5 formaat voor het real-time SAFIR beeldproduct gedetailleerd beschreven. De SAFIR interface voor Omnivoorbeelden zet de localisatiebestanden om in HDF5 en vult alle verplichte labels. Een HDF5 bestand met het SAFIR beeldproduct bevat twee “image” groepen: “image1” bevat het accumulatiebeeld van alle waargenomen horizontale en verticale ontladingen en “image2” bevat alleen de waargenomen verticale ontladingen. Verder bevat het HDF5 bestand voor elk actief SAFIR station een “lightning” groep met de naam en locatie van het station. In tabel 5.1 is de invulling van de HDF5 bestanden met het SAFIR beeldproduct gedetailleerd weergegeven.

Table 5.1: Voorbeeld van invulling van de metadata in KNMI HDF5 bestand voor het real-time SAFIR beeldproduct. De eerste kolom bevat de naam en locatie van het HDF5 label. De tweede kolom geeft aan om wat voor een HDF5 element het gaat: **G** voor een group, **D** voor een dataset, en **A** voor een attribute. De derde kolom geeft aan om wat voor een variabele het gaat: **C** unsigned character, **I** signed integer, **L** signed long, **F** float en **S** string.

HDF5 label	E	T	Inhoud
/overview	G		
/overview/product_group_name	A	S	“LGT_NL21_LAP_05M”
/overview/products_missing	A	S	“”
/overview/hdf5_version_number	A	S	“3.3”
/overview/product_datetime_start	A	S	“03-SEP-2002;16:45:01.000”
/overview/product_datetime_end	A	S	“03-SEP-2002;16:50:00.000”
/overview/number_image_groups	A	I	2

vervolg op volgende pagina

vervolg van vorige pagina

HDF5 label	E	T	Inhoud
/overview/number_visualisation_groups	A	I	0
/overview/number_satellite_groups	A	I	0
/overview/number_radar_groups	A	I	0
/overview/number_lightning_groups	A	I	7
/overview/number_classification_groups	A	I	0
/overview/number_grid_groups	A	I	0
/overview/number_point_groups	A	I	0
/overview/number_vector_groups	A	I	0
/image1	G		
/image1/image_product_name	A	S	“LGT_NL21_LAP_ALL_05M”
/image1/image_size	A	L	65536
/image1/image_bytes_per_pixel	A	I	1
/image1/image_geo_parameter	A	S	“COUNT”
/image1/calibration	G		
/image1/calibration/calibration_flag	A	S	“N”
/image1/calibration/calibration_formulas	A	S	“NA”
/image1/calibration/image_missing_data	A	I	255
/image1/calibration/image_out_of_image	A	I	255
/image1/image_data	D	C	255, 255, 255, 255, 255,...
/image1/image_data/CLASS	A	S	“IMAGE”
/image1/image_data/IMAGE_VERSION	A	S	“1.2”
/image1/image_data/DISPLAY_ORIGIN	A	S	“UL”
/image1/statistics	G		
/image1/statistics/stat_min_value	A	F	0
/image1/statistics/stat_max_value	A	F	16
/image2	G		
/image2/image_product_name	A	S	“LGT_NL21_LAP_CG_05M”
/image2/image_size	A	L	65536
/image2/image_bytes_per_pixel	A	I	1
/image2/image_geo_parameter	A	S	“COUNT”
/image2/calibration	G		
/image2/calibration/calibration_flag	A	S	“N”
/image2/calibration/calibration_formulas	A	S	“NA”
/image2/calibration/image_missing_data	A	I	255
/image2/calibration/image_out_of_image	A	I	255
/image2/image_data	D	C	255, 255, 255, 255, 255,...
/image2/image_data/CLASS	A	S	“IMAGE”

vervolg op volgende pagina

vervolg van vorige pagina

HDF5 label	E	T	Inhoud
/image2/image_data/IMAGE_VERSION	A	S	“1.2”
/image2/image_data/DISPLAY_ORIGIN	A	S	“UL”
/image2/statistics	G		
/image2/statistics/stat_min_value	A	F	0
/image2/statistics/stat_max_value	A	F	5
/geographic	G		
/geographic/geo_number_columns	A	I	256
/geographic/geo_number_rows	A	I	256
/geographic/geo_pixel_size_x	A	F	2.5
/geographic/geo_pixel_size_y	A	F	2.5
/geographic/geo_dim_pixel	A	S	“KM,KM”
/geographic/geo_column_offset	A	F	0
/geographic/geo_row_offset	A	F	1490.9
/geographic/geo_pixel_def	A	S	“LU”
/geographic/geo_product_corners	A	F	0,49.77, 0,55.30, 9.74,54.82, 8.34,49.37
/geographic/map_projection	G		
/geographic/map_projection/- projection_indication	A	S	“Y”
/geographic/map_projection/- projection_name	A	S	“STEREOGRAPHIC”
/geographic/map_projection/- projection_proj4_params	A	S	“+proj=stere +a=6378.4 +b=6356.9 +lat_0=90 +lon_0=0 +lat_ts=60”
/lightning1	G		
/lightning1/lightning_name	A	S	“Valkenburg”
/lightning1/lightning_location	A	F	4.423,52.162
/lightning2	G		
/lightning2/lightning_name	A	S	“De_Kooy”
/lightning2/lightning_location	A	F	4.777,52.926
/lightning3	G		
/lightning3/lightning_name	A	S	“Deelen”
/lightning3/lightning_location	A	F	5.878,52.055
/lightning4	G		
/lightning4/lightning_name	A	S	“Hoogeveen”
/lightning4/lightning_location	A	F	6.574,52.743
/lightning5	G		

vervolg op volgende pagina

vervolg van vorige pagina

HDF5 label	E	T	Inhoud
/lightning5/lightning_name	A	S	“Oelegen”
/lightning5/lightning_location	A	F	4.579,51.219
/lightning6	G		
/lightning6/lightning_name	A	S	“La_Gileppe”
/lightning6/lightning_location	A	F	5.971,50.589
/lightning7	G		
/lightning7/lightning_name	A	S	“Mourcourt”
/lightning7/lightning_location	A	F	3.42,50.658

Bibliografie

Beekhuis, H.: 2001, Beheerregeling Bliksemdetectiesysteem. Technical report, KNMI.

Dimensions: 1995, SAFIR processing software. Source code, Dimensions Weather Hazard Prevention.

— 1997, SAFIR Data Format, version 3.5x. Technical report, Dimensions Weather Hazard Prevention.

Evenden, G.: 1990, PROJ.4 Cartographic Projections Library. www.remotesensing.org/proj/, developed at US Geological Survey.

KNMI: 2002, KNMI HDF5 Image Format Specification. Technical note, version 3.3, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).

Wessels, H. R. A.: 1998, Evaluation of a radio interferometry lightning positioning system. Scientific report 98-04, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).