

University of Groningen

Transform Domain Morphological Filters

Babai, Mohammad

DOI:
[10.33612/diss.575075932](https://doi.org/10.33612/diss.575075932)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2023

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Babai, M. (2023). *Transform Domain Morphological Filters*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.575075932>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

In dit proefschrift hebben we het concept mathematische morfologie en morfologische operators bestudeerd om nieuwe methoden te bedenken voor het herkennen en samenstellen van paden en patronen in puntenwolken. Deze zijn methoden die op vorm gerelateerde lokale en globale eigenschappen van de componenten in een n -dimensionale beeld werken. Door het toepassen van deze operators kunnen de componenten geaccepteerd, aangepast of verwijderd worden. Deze operaties kunnen falen wanneer de componenten in een beeld overlappende gebieden hebben; een oplossing hiervoor was geïntroduceerd via het concept attribute-space connectivityën filtering. In dat concept wordt een beeld getransformeerd naar een hogere dimensie waarin een of meerdere attributen aan een pixel worden toegekend. Op de verkregen dataset kunnen diverse attribute-filters"toegepast worden waarna het resultaat naar het originele domein terug getransformeerd kan worden door de erbij behorende invers transformatierelatie.

Deze methoden hebben we toegepast op de data verkregen uit een simulator voor een subatomair interactie detectiesysteem. Specifiek hebben we de data van het tracking subdetector gebruikt voor het samenstellen van de paden van de deeltjes die door een magnetisch veld bewegen. Deze data wordt traditioneel geanalyseerd door diverse methoden zoals Hough transform, Conformal mapping, etc. om paden van de deeltjes samen met een aantal fysische eigenschappen te reconstrueren. De resultaten van deze methoden hebben een hoge precisie maar geen van deze is geschikt voor het gebruik voor online data analyse waar typisch een beperkte rekenkracht beschikbaar is. Deze beperking is vaak een gevolg van condities zoals warmtetransport, beperkingen door de beschikbare ruimte en andere beperkingen als gevolg van het gebruik van embedded hardware.

We hebben aangetoond dat het gebruiken van morfologische connected filters in een getransformeerd domein een goede kandidaat-oplossing is voor het oplossen van dit probleem. Door uitsluitend de lokale eigenschappen en de geometrie van het detectiesysteem te gebruiken, zijn we erin geslaagd om een ruwe benadering te berekenen voor de 3D paden van de deeltjes in de tracking detector. Deze benadering kan gebruikt worden voor het behouden of afwijzen van de gevonden

deeltjes paden. Omdat onze methode zeer simpel en intuïtief is, kan het op eenvoudige hardware gebruikt worden of misschien zelfs geïmplementeerd worden op het read-out systeem van de PANDA detector. Alhoewel onze algoritme niet geoptimaliseerd was voor geheugen gebruik en rektijd, heeft zijn proof of concept implementatie laten zien dat het in staat is om een deel van dit probleem op te lossen en de resultaten waren binnen de acceptabele foutenmarges.

De geometrie van vele complexe detectiesystemen en sensornetwerken kan gerepresenteerd worden met behulp van een graaf. Hierin wordt elke sensor door een van de noden gerepresenteerd en de connecties tussen de sensoren door de kanten van de graaf. Lokale eigenschappen van elke sensor kan opgenomen worden in de interne structuur van de erbij behorende node. Wanneer een meting plaatsvindt, kan de opgenomen data beschouwd worden als een patroon in een n -dimensionale ruimte. Het toepassen van dit concept maakt het mogelijk om de uitkomsten van vele multisensorsystemen te analyseren met behulp van morfologische (connected) filters. Hierin wordt het detectiesysteem gerepresenteerd door een graaf en de opgenomen data als een patroon. Om dit proces te faciliteren hebben we een formalisme gedefiniëerd voor de tijd en geheugen efficiënte verwerking van dit soort data met behulp van attribute-space connected filtering.

Hiërarchische structuren zoals Max-Tree waren geïntroduceerd en bestudeerd voor het analyseren van grijswaarde beelden. Het is gebaseerd op het samenstellen van gebieden met dezelfde grijswaarde in een beeld (de zogenaamde flat regio's); deze gebieden kunnen gevormd worden door het toepassen van een serie drempelwaarden op de waardes van de pixels in een beeld. In een Max-Tree worden deze structuren in een hiërarchie geplaatst. Tijdens het opbouwen van de hiërarchie van de samengestelde regio's, kunnen er verschillende attributen voor elke boomknoop berekend worden; deze attributen worden achteraf gebruikt door morfologische filters voor bijvoorbeeld het verwijderen van ruis, segmentatie of data compressie. Hetzelfde idee kan toepast worden op data in een getransformeerd domein. Een functie F transformeert de data naar een nieuw domein waar een hiërarchie samen met een set van attributen voor de data berekend worden. Na het toepassen van attributen filters in het nieuwe domein, wordt het resultaat door een invers functie F^{-1} naar het originele domein terug getransformeerd. Om de werking van dit idee te demonstreren, hebben we dit toegepast op beelden in wavelet domein. Als transformatierelatie en inverstransformatierelatie hebben we gebruik gemaakt van traditionele wavelet functies; een aantal morfologische attributen hebben we berekend op de data in het zogeheten wavelet-domein. De data in zijn nieuwe domein is gefilterd gebruikmakend van de berekende attributen met datacompressie als doel; hierna zijn de data teruggezet in hun originele domein met behulp van de bijbehorende inverswaveletfunctie.