



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Reconstructing the fine-scale habitat structure of wetlands for animal ecology using remote sensing

Koma, Z.V.

Publication date
2021

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Koma, Z. V. (2021). *Reconstructing the fine-scale habitat structure of wetlands for animal ecology using remote sensing*.

General rights

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), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

SUMMARY

A main challenge in animal ecology is to derive spatially contiguous information on habitat structure at a fine resolution across broad spatial extents. The incorporation of such information into quantitative biodiversity analysis is still limited, although the importance of habitat structure in understanding species-habitat relationships has been long recognized. The increasing availability of different remote sensing products such as Airborne Laser Scanning (ALS) and satellite remote sensing such as high resolution Sentinel imagery opens unprecedented opportunities to derive various metrics to quantify habitat structure for animal ecological studies. Here I analyze how country-wide ALS can be used for the reconstruction of the fine-scale habitat structure within wetlands for animal ecology at broad spatial extents. In the thesis different ecological applications using derived LiDAR metrics are explored for capturing the habitat structural variation within wetlands.

In **chapter 2**, I calculate and analyze LiDAR metrics derived from differently acquired ALS datasets to estimate vegetation height, biomass and leaf area index for reedbeds along three Hungarian lakeshores. The analyses reveal that vegetation height can be robustly estimated across different types of ALS datasets. In contrast, the estimation of biomass and leaf area index is sensitive to variation in ALS characteristics and to the discrepancies that exist between field data collected in reedbeds and ALS data in terms of spatial resolution, temporal offset and seasonality.

In **chapter 3**, I develop a workflow for classifying land cover and fine-scale habitats within wetlands in the Lauwersmeer in the Netherlands using LiDAR metrics derived from country-wide ALS data and an expert-based digitized map as annotation. The results show that LiDAR metrics related to vegetation height, cover, vertical and horizontal variability can accurately capture fine-scale habitat types such as water reed and land reed habitats within wetlands.

In **chapter 4**, I use LiDAR metrics derived from country-wide ALS data in combination with presence-absence observations of reed warbler species (great reed warbler, Savi's warbler and Eurasian reed warbler) from a national monitoring scheme in the Netherlands to separate their fine-scale breeding habitat niches. The results show that the vertical and horizontal variability of the wetland vegetation can separate fine-scale habitat niches of closely related warbler species. This suggests that country-wide ALS data can provide information about the fine-scale habitat structural preference of the species with unprecedented detail.

In **chapter 5**, I assess the potential of four different high resolution remote sensing products (national land cover map, country-wide ALS, Sentinel-1 and Sentinel-2) to map the habitat suitability of wetland birds using species distribution models in the Netherlands. The results demonstrate that remote sensing data products substantially contribute information on habitat suitability of two wetland birds (great reed warbler and Savi's warbler). The study reveals that metrics derived from country-wide ALS and Sentinel imagery captures complementary ecological information on animal habitats and improves the model accuracy compared to using only land cover maps and enhances the understanding of animal-habitat relationships.

In **chapter 6**, I conclude that country-wide ALS data have great potential for quantifying, mapping, and analyzing the fine-scale structure within wetlands for animal ecological applications. Furthermore, my work shows that the development of a framework using ecological field observations, various types of LiDAR and satellite remote sensing products is an important future research direction to overcome the spatial and temporal issues in characterizing the fine-scale habitat structure from local to continental scale.

Samenvatting

In de dierecologie is het een belangrijke uitdaging om over grote gebieden ruimtelijk aaneengesloten informatie over de habitatstructuur met een hoge resolutie af te leiden. In kwantitatieve biodiversiteitsanalyse is het gebruik van dergelijke informatie nog steeds beperkt, hoewel het belang van de habitatstructuur voor het begrijpen van de relatie tussen soorten en hun habitat al lang wordt onderkend. De toenemende beschikbaarheid van verschillende 'remote sensing' producten, zoals 'Airborne Laser Scanning' (ALS) en hoge resolutie Sentinel satellietbeelden, biedt nieuwe mogelijkheden voor ecologische dierstudies om verscheidene kwantitatieve karakteristieken af te leiden om de habitatstructuur te beschrijven. Ik analyseer hier op welke wijze landelijke ALS gegevens gebruikt kunnen worden in de dierecologie, om de fijnschalige habitatstructuur van wetlands over grote gebieden te kunnen reconstrueren. In het proefschrift worden verschillende ecologische toepassingen met behulp van LiDAR karakteristieken onderzocht voor het vastleggen van de variatie in habitatstructuur binnen wetlands.

In **hoofdstuk 2** bereken en analyseer ik LiDAR karakteristieken die zijn afgeleid van ALS datasets die op verschillende wijze verkregen zijn om de vegetatiehoogte, biomassa en de index voor bladoppervlak (LAI) te schatten voor rietvelden langs drie Hongaarse meeroevers. De analyses laten zien dat de vegetatiehoogte robuust kan worden geschat voor verschillende typen ALS datasets. Daarentegen is de schatting van de biomassa en LAI gevoelig voor zowel variatie in ALS eigenschappen als de afwijkingen tussen de veldgegevens, die zijn verzameld in de rietvelden, en de ALS gegevens, zoals ruimtelijke resolutie, verschillen in opnameperiode en seizoensgebondenheid.

In **hoofdstuk 3** ontwikkel ik een workflow voor het classificeren van landbedekking en fijnschalige habitats binnen de wetlands van het Lauwersmeer in Nederland. Ik gebruik LiDAR karakteristieken, die zijn

afgeleid van landelijke ALS gegevens, en een digitale kaart, die door experts is gemaakt, als annotatie. De resultaten laten zien dat LiDAR karakteristieken, die aan vegetatiehoogte, bedekking en verticale en horizontale variabiliteit gerelateerd zijn, kleine habitattypen in wetlands zoals waterriet en landriet nauwkeurig kunnen vastleggen.

In **hoofdstuk 4** gebruik ik LiDAR statistieken die zijn afgeleid van landelijk beschikbare ALS gegevens, in combinatie met visuele waarnemingen van de aanwezigheid en afwezigheid van rietzangersoorten (grote karekiet, snor en kleine karekiet) uit een Nederlands waarnemingsprogramma, om hun broedhabitat op fijne schaal te kunnen scheiden. Het blijkt dat de verticale en horizontale variabiliteit van de wetlandvegetatie de fijschalige habitat van nauw verwante soorten kan scheiden. Dit suggereert dat landelijke ALS gegevens in ongekend detail informatie over de voorkeur van deze soorten voor fijschalige habitat structuur kan verschaffen.

In **hoofdstuk 5** beoordeel ik de toepassingsmogelijkheden van vier verschillende hoge resolutie 'remote sensing' producten (nationale landbedekkingskaart, landelijke ALS, Sentinel-1 en Sentinel-2) om de habitatgeschiktheid van wetlandvogels in Nederland in kaart te brengen met behulp van soortverspreidingsmodellen. De resultaten laten zien dat de producten substantieel informatie bijdragen over de habitatgeschiktheid van twee vogelsoorten (grote karekiet en de snor). Het onderzoek toont aan dat karakteristieken van landelijke ALS gegevens en Sentinelbeelden complementaire ecologische informatie verschaffen over de relatie tussen dier en habitat. De modelnauwkeurigheid verbetert, vergeleken met de situatie waarbij alleen landbedekkingskaarten worden gebruikt.

In **hoofdstuk 6** concludeer ik dat landelijke ALS gegevens voor dierecologische toepassingen van groot belang kunnen zijn om de fijschalige structuur binnen wetlands te kwantificeren, in kaart te brengen en te analyseren. Daarnaast laat mijn onderzoek zien dat de ontwikkeling van een raamwerk dat gebruik maakt van ecologische

veldwaarnemingen en verschillende producten van LiDAR en satellietwaarnemingen, een belangrijke toekomstige onderzoeksrichting is om ruimtelijke en temporele problemen bij het typeren van de fijschalige habitatstructuur op lokale tot continentale schaal te overwinnen.