

Samenvatting

Veranderingen in landbedekking in het Mediterrane gebied:
modelleren en monitoren van natuurlijke vegetatie met behulp van GIS en remote sensing

Mediterrane gebieden in Europa ondergaan veranderingen door menselijke invloeden. Een veel voorkomende verandering in het Mediterrane zuiden van Frankrijk is het buiten gebruik stellen van akkers. Dit wordt veroorzaakt door onder andere mechanisering en sociaal economische veranderingen. Het verlaten van akkers heeft meerdere negatieve consequenties voor de biodiversiteit, bodem erosie en het plaatsvinden van bosbranden.

Om de processen die optreden na het verlaten van een akker te analyseren, te begrijpen en te voorspellen maken we gebruik van landbedekkingsverandering modellen. Deze computer modellen houden rekening met de belangrijkste sturende factoren van de processen die optreden na het verlaten van een akker en proberen de ruimtelijke en temporele patronen van de processen te voorspellen. Bovendien zijn deze computermodellen zeer geschikt om hypothesen over toekomstige landbedekkingsveranderingen te testen. Het valideren van deze modellen met de veldsituatie is essentieel. In natuurlijke gebieden zijn remote sensing (aardobservatie) gegevens vaak de enige bruikbare bron voor ruimtelijke en temporele validatie van landbedekkingsverandering modellen. Het doel van dit onderzoek is het ontwerpen van een landbedekkingsverandering model van semi-natuurlijke Mediterrane vegetatie, dat gevalideerd kan worden door remote sensing gegevens. Om dit te bereiken concentreer ik me eerst op de optimalisatie van de detectie van Mediterrane vegetatie, zowel in de tijd als in de ruimte. Ik gebruik hiervoor conventionele detectie technieken en nieuw ontwikkelde technieken. Na het optimaliseren van de detectie techniek ontwerp ik het landbedekkingsverandering model, dat gelimiteerd wordt tot de vegetatieklassen die ik kan detecteren in de remote sensing gegevens.

Het geselecteerde studiegebied is een Mediterraan ecosysteem in het stroomgebied van de Peyne rivier, ongeveer 60 kilometer ten westen van Montpellier. In het studiegebied komen laag eikenbos, natuurlijk struikgewas en landbouwgebieden voor. In het hele gebied treedt verstoring door de mens op. Sinds het begin van deze eeuw nemen de inwoneraantallen af. Voor het studiegebied is een grote dataset beschikbaar, inclusief hyper-spectrale vliegtuigbeelden.

Om de veranderingen van de vegetatie door de tijd vast te kunnen stellen heb ik een tijdserie van 8 luchtfotomozaïeken uit de periode 1946-2001 geanalyseerd. Deze analyse gaf me informatie over de locatie van de verandering, het type verandering, het moment van optreden van de verandering, belangrijkste sturende factoren van het landbedekkingsverandering proces en de transitiepaden en transitiesnelheden van de vegetatie in dit ecosysteem. Meerdere omgevingsfactoren zoals de afstand tot wegen, afstand tot bebouwde gebieden, bodemvocht gebaseerd op een landschapsindex, potentiële instraling, hoogte, helling en bodemtype bleken belangrijke factoren te zijn voor het verlaten van akkers. Binnen de bodemklassen kon ik verschillende transitiepaden en transitiesnelheden van de vegetatie onderscheiden, maar exacte vegetatie conversiesnelheden waren moeilijk te bepalen omdat de beschikbaarheid van luchtfoto's beperkt is tot één opname

per vijf tot vijftien jaar. In recent verlaten akkers (akkers verlaten ná 1946) verwachtte ik een transitie van pionier vegetaties naar vegetaties hoger in de successie reeks, deze transities kon ik echter maar op een beperkt aantal vegetatie/bodem combinaties waarnemen. Bovendien ontwikkelden niet alle struikgewasvegetaties zich naar de verwachte eikenbos climaxvegetatie. Hoewel niet alle transitiepaden even duidelijk waren leverde de studie toch voldoende theoretische kennis op over de sturende factoren, de transitiepaden en de transitiesnelheden om te kunnen gebruiken in een landbedekkingsverandering model.

Ik heb drie verschillende benaderingen gebruikt om de detectie van Mediterrane vegetatie door remote sensing te optimaliseren. Bij de eerste benadering heb ik een experiment opgezet om de voorspellende kracht van 7 statistische classificatiemethoden te evalueren. Naast conventionele technieken heb ik gebruik gemaakt van innovatieve technieken: classification trees, random forests en support vector machines. Verder moest dit experiment inzicht geven in de belangrijkste voorspellende factoren en in de meerwaarde van hyper-spectrale gegevens (HyMap) ten opzichte van multi-spectrale gegevens (ASTER, Landsat 7 ETM+). De innovatieve methoden presteerden beter dan conventionele methoden wanneer het aantal te classificeren klassen toenam. Bovendien bleken deze technieken zeer geschikt voor het opnemen van continue en categorische externe data in het classificatie proces: de gemiddelde detectie nauwkeurigheid berekend over alle klassen nam toe, maar ook de detectie nauwkeurigheid van bepaalde klassen die zeer moeilijk te scheiden zijn, nam toe. De classificatie resultaten van het Landsat 7 ETM+ beeld waren minder goed dan de classificatie resultaten van de ASTER en HyMap beelden. Echter, de classificatie resultaten van ASTER en HyMap ontlieden elkaar nauwelijks, waaruit ik concludeerde dat de meerwaarde van hyper-spectrale HyMap gegevens voor 'algemene vegetatie classificatie toepassingen' beperkt is.

Bij de tweede benadering gebruikte ik contextuele informatie om de remote sensing gegevens te analyseren en te classificeren. Bij deze benadering gebruikt men niet de spectrale informatie in één pixel, maar ook de spectrale informatie uit de omliggende pixels. Ik heb een techniek gebruikt genaamd SPARK (SPAtial Reclassification Kernel). Met behulp van SPARK was ik in staat om succesvol vegetatie klassen te detecteren die niet onderscheiden konden worden door conventionele niet-contextuele technieken. Heterogene klassen konden met een hogere nauwkeurigheid worden waargenomen. De minst complexe heterogene vegetatie klassen vertoonden de hoogste toenames van detectie nauwkeurigheid.

De derde benadering was gebaseerd op het opnemen van externe gegevens in het classificatie proces om spectrale en contextuele classificaties te verbeteren. Bij deze methode gebruikte ik de volgende externe gegevens: bodemtype, bodemvocht gebaseerd op een landschapsindex, potentiële instraling, landgebruikshistorie en afstandsfactoren. Ik integreerde spectrale, externe en contextuele informatie in een classificatie model: het Ancillary Data Classification Model (ADCM). Door het combineren van deze informatie was ik in staat om succesvol vegetatie klassen te detecteren die niet gedetecteerd konden worden door conventionele niet-contextuele technieken.

Uiteindelijk heb ik het classificatie model als basis gebruikt voor het landbedekkingsverandering model. Het model limiteerde ik tot het voorspellen van klassen die ik in de HyMap beelden kon waarnemen.

Het landbedekkingsverandering model bleek een waardevol instrument om ruimtelijke en temporele hypothesen te toetsen die ik had opgesteld op grond van de luchtfotoanalyse: de ruimtelijke interpretatie van de modelresultaten en observaties gaf aan welke factoren belangrijk waren. Ik concludeerde dat bodemvocht gebaseerd op een landschapsindex, potentiële instraling,

effecten van bosbranden en begrazingseffecten sleutelfactoren zijn die de landbedekkingsveranderingen van semi-natuurlijke Mediterrane vegetatie verklaren. Deze sleutelfactoren verklaren echter niet de trage transitiesnelheden van pionier vegetaties naar andere vegetaties, wat aangeeft dat sommige verlaten akkers gedegradeerd zijn met betrekking tot groeicondities.

Tijdens het ontwerpen en uitvoeren van het model bleek de initiële model situatie van de landbedekking zeer belangrijk. De kleinschalige variatie die gevonden werd in de remote sensing validatie gegevens werd niet goed voorspeld door het model. Dit werd veroorzaakt doordat deze kleinschalige variatie niet kon worden waargenomen in de classificaties van panchromatische luchtfoto's die als basiskaart gebruikt werden. Ik concludeer dat toekomstig onderzoek zich zou moeten richten op de correcte reconstructie van de initiële situatie vanuit de beschikbare remote sensing gegevens en dat onderzoek zich moet richten op het modelleren van spontane patronen. Tot slot merk ik op dat ik bij de meeste nauwkeurigheds berekeningen om praktische redenen de 'confusion matrix' moest gebruiken. De 'confusion matrix' is echter een typische op 'één pixel' gebaseerde techniek en daardoor minder geschikt voor het kwantificeren van de nauwkeurigheid van patroon reproductie van contextuele methodes. Daardoor kunnen de werkelijke nauwkeurigheden van de contextuele methoden hoger zijn dan de berekende nauwkeurigheid, wat bevestigd werd door de visuele evaluatie van de classificatie- en modelresultaten.