Mappatura delle colture in Piemonte: un framework multimodale e multitemporale nel contesto della PAC

Enrico Chiesa[1ab†], Alessandro Farbo[2b†], Enrico Borgogno Mondino[3b]

[a] Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, [1]enrico.chiesa@uniroma1.it
[b] Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), [2]alessandro.farbo@unito.it, [3]enrico.borgogno@unito.it
[†] Questi autori hanno contribuito in egual misura al presente lavoro

Abstract. La piena operatività dell'Area Monitoring System (AMS), nell'ambito della Politica Agricola Comune (PAC), richiede sistemi di mappatura delle colture che siano accurati e robusti rispetto alla variabilità inter-annuale [1]. In letteratura sono presenti numerosi lavori sulla classificazione delle colture, ma persiste l'esigenza di confrontare gli approcci di classificazione diretta dei tipi colturali rispetto a quelli gerarchici, valutando l'efficacia dei modelli addestrati su singole stagioni colturali rispetto a quelli addestrati su più anni, sia in termini di accuratezza sia in termini di requisiti qualitativi e quantitativi dei dati. In questo lavoro si propone un framework di classificazione basato su dati multitemporali Sentinel-1 (S1) e Sentinel-2 (S2), articolato su due livelli: L1 (Fig. 1, macro-classi colturali), definito da cicli fenologici (colture estive, invernali, doppi cicli, prati), e L2 (tipi colturali specifici), focalizzato sull'identificazione delle colture (cereali autunno vernini, colza, mais, soia, girasole, ecc.). L'originalità della ricerca risiede nel confronto tra due macro-architetture: (i) una pipeline sequenziale vincolata (prima L1, poi L2), dove la classificazione di macro-livello (L1) restringe lo spazio di ricerca del secondo livello (L2); (ii) un modello di "multitask learning" (L1 e L2), che restituisca direttamente i tipi colturali analizzati [2]. Si affronta inoltre il problema della trasferibilità temporale, effettuando un confronto tra modelli addestrati nell'anno e modelli addestrati su più anni, con l'obiettivo di cogliere la varianza fenologica su più stagioni per migliorare la generalizzazione su anni diversi da quelli di addestramento [3]. Viene inoltre analizzata l'importanza del dato, mettendo a confronto l'uso di sensori ottici, radar (SAR) e il loro impiego combinato, per misurare l'incremento di accuratezza derivante dalla fusione multimodale [4]. I risultati mirano a fornire linee guida operative per la scalabilità dei sistemi di monitoraggio, evidenziando il compromesso tra la propagazione degli errori nelle pipeline vincolate e la capacità di identificazione dei tipi colturali del "multitask learning". Lo studio contribuisce a definire protocolli efficienti per l'automazione dei controlli PAC, ottimizzando l'uso di dati storici e risorse multimodali.

Parole chiave: Classificazione delle colture, Sentinel-1, Sentinel-2, Multitask Learning, Classificazione gerarchica, Trasferibilità temporale, Politica Agricola Comune (PAC), Area Monitoring System (AMS).

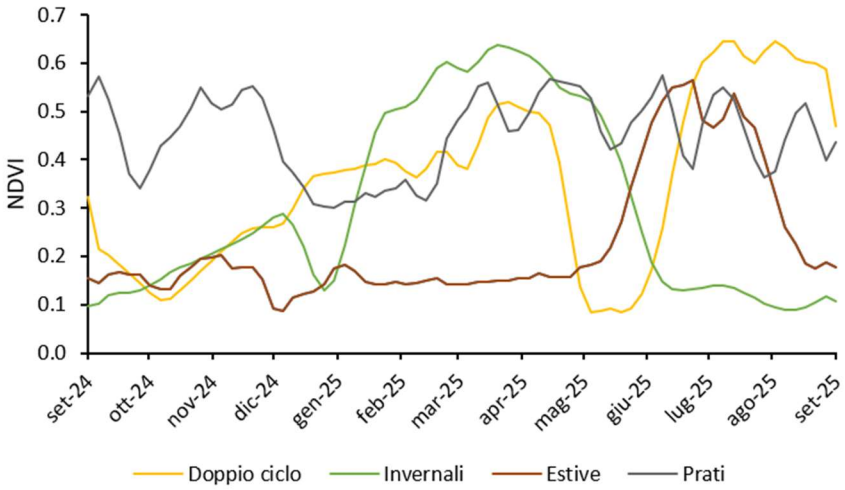

Fig. 1. Profili multi-temporali di NDVI esemplificativi per le classi colturali di livello 1: estive, doppio ciclo, invernali e prati.

Riferimenti bibliografici

1. Tricht, K. V., Gobin, A., Gilliams, S., & Piccard, I. (2018). Synergistic Use of Radar Sentinel-1 and Optical Sentinel-2 Imagery for Crop Mapping: A Case Study for Belgium. *Remote. Sens., 10*, 1642. https://doi.org/10.20944/preprints201808.0066.v1
2. Turkoglu, M. O., D'Aronco, S., Perich, G., Liebisch, F., Streit, C., Schindler, K., & Wegner, J. (2021). Crop mapping from image time series: deep learning with multi-scale label hierarchies. *ArXiv, abs/2102.08820*. https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112603
3. Pham, V.-D., Tetteh, G., Thiel, F., Erasmi, S., Schwieder, M., Frantz, D., & Van Der Linden, S. (2024). Temporally transferable crop mapping with temporal encoding and deep learning augmentations. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation, 129*, 103867. https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103867
4. Sitokonstantinou, V., Papoutsis, I., Kontoes, C., Arnal, A., Andrés, A., & Garraza Zurbano, J. A. (2018). Scalable Parcel-Based Crop Identification Scheme Using Sentinel-2 Data Time-Series for the Monitoring of the Common Agricultural Policy. *Remote. Sens., 10*, 911. https://doi.org/10.3390/rs10060911