

Metodologie di Artificial Intelligence e Machine Learning per la Food Integrity

Luigi Portinale^{1*}, Giorgio Leonardi¹, Marco Arlorio², Jean Daniel Coisson², Monica Locatelli², Fabiano Travaglia²

¹Computer Science Institute, DiSIT, Università Piemonte Orientale, Alessandria

²Dipartimento di Scienze del Farmaco, Università Piemonte Orientale, Novara

{nome.cognome}@uniupo.it

Abstract

Nel documento viene discusso come le metodiche di IA e ML possano essere un fattore di grande impatto nel campo dell'agri-food, a livello di produzione, tracciabilità, autenticazione e sicurezza alimentare. In particolare, gli autori hanno studiato alcuni approcci basati su tecniche avanzate di ML post-analitiche, che sono state applicate e valutate all'interno di progetti relativi alla autenticazione, protezione e tracciabilità di alimenti, con particolare attenzione a settori made-in-Italy quali vini di pregio, mieli o ad alimenti ad alto pericolo di contraffazione (es: zafferano)

1 Introduzione

L'intelligenza artificiale (IA), nelle sue declinazioni più ampie, entra da tempo a pieno titolo nel settore delle scienze e delle tecnologie alimentari, aprendo oggi nuove prospettive correlate alla ottimizzazione dei processi di analisi, controllo, produzione e tracciabilità. La considerazione dell'IA nella definizione della qualità, autenticità e della sicurezza (in una parola della *food integrity*) dei prodotti alimentari è sicuramente un driver di estrema importanza esemplificabile in numerose applicazioni già disponibili. La *Computer Vision Image Analysis* (CVIA), viene da tempo applicata al settore food (ad esempio per la identificazione veloce ed automatica di oggetti estranei potenzialmente pericolosi negli alimenti nelle fasi di pre-confezionamento o nel prodotto confezionato); essa può essere declinata in applicazioni importanti per il controllo della qualità e della sicurezza intrinseca del prodotto, integrandola con tecniche di *analisi dati "intelligenti"* (ad es. CVIA accoppiata ad algoritmi che permettono la correlazione, a livello predittivo, con il contenuto in acrilamide, composto tossico derivante dalla reazione di zuccheri riducenti con gruppi amminici degli aminoacidi liberi e legati nelle proteine).

In questi casi, molte applicazioni basate su metodiche di IA (Artificial Neural Networks, fuzzy logic, genetic algorithms, decision trees, ecc ...) sono ad oggi disponibili sia come modello che come vera e propria applicazione.

Il campo della rilevazione intelligente di anomalie e di errori nella catena produttiva, chiaramente legata al concetto di tracciabilità di prodotto (e più recentemente al concetto di "blockchain"), è di assoluto interesse in particolare in correlazione alla possibilità di monitorare il processo produttivo a livello logistico, garantendo la gestione sicura degli alimenti, compreso l'importante caso delle "contaminazioni incrociate" che possono portare alla presenza di sostanze "nascoste" involontariamente presenti nell'alimento stesso (allergeni). La correlazione della IA con l' IoT ("Internet delle cose") nel settore agri-food, potrà portare a nuove soluzioni smart ed intelligenti per la gestione dei dati e dei metadati derivanti dalla sensoristica avanzata applicata on-line ed in-line ai sistemi produttivi. Sistemi di tracciabilità di informazione tramite QR coding sono ad oggi largamente disponibili ed utilizzati, e ben accettati dal consumatore [Kim e Woo, 2016]. Tutto questo risulta essere particolarmente importante quando la risposta intelligente ai segnali dei sensori è interfacciata con un sistema condiviso in rete di Data Repository che permetta la definizione di uno "standard" di qualità (o semplicemente un riferimento di standard di produzione).

2 L'IA ed il ML in aiuto alla food integrity

Tradizionalmente le applicazioni della IA e del Machine Learning (ML) sono state essenzialmente legate ad aspetti relativi all'ottimizzazione del processing statistico dei dati ed in particolare, nel campo della chimica degli alimenti, al processing del dato di laboratorio post analisi: si pensi in particolare all'applicazione di Artificial Neural Networks (ANN) finalizzate alla classificazione ed al riconoscimento di classi particolari di alimenti (ad es: birra [Deb-ska e Guzowska-Świder, 2011], vino [Marini *et al.*, 2007; Leonardi e Portinale, 2017], olio di oliva [Bucci *et al.*, 2002], legumi [Coisson *et al.*, 2011], ecc ...) o di singoli ingredienti [Pan *et al.*, 2017].

L'applicazione delle tecniche analitiche di ML è attualmente alla base di molte applicazioni utili al settore della food science. L'IA può sia semplificare complessi flussi decisionali, sia applicare il ML sui dati e procedere con azioni definite sulla base dei parametri appresi dall'input dell'utente. In particolare, in riferimento al concetto di food integrity inteso come qualità, autenticità e sicurezza degli alimenti, gli autori sono stati coinvolti in alcuni progetti che hanno previsto l'uso di tecniche intelligenti di analisi dati per i fini di cui sopra.

*Contact Author

Nel progetto *TraquasWine* finanziato dalla Regione Piemonte (fondi POR-FESR per i Poli Innovazione ICT e Agrifood), lo scopo è stato quello della definizione delle migliori tecniche di classificazione per il riconoscimento, l'autenticità e la provenienza di vini di pregio Piemontesi a base nebbiolo (es: Barolo e Barbaresco) [Arlorio *et al.*, 2015]. Il tutto partendo da dati analitici di tipo standard (e relativamente economici), ottenibili tramite strumentazioni base di ogni laboratorio chimico-analitico [Portinale *et al.*, 2017]. L'utilizzo di tecniche di Ensemble Learning è stato inoltre valutato in tale ambito con risultati piuttosto interessanti [Portinale e Locatelli, 2018].

Un secondo progetto è stato lo sviluppo del WP18 del Food Integrity Project (7 Programma quadro EU), avente lo scopo di produrre delle vere e proprie linee guida per la valutazione intelligente dei dati post-analitici (sia da strumentazioni di base che da strumentazioni più avanzate come NMR) di tipo untargeted (in cui si cercano composti non noti a priori), per l'autenticazione di determinate classi di alimenti particolarmente suscettibili di contraffazioni quali mieli di alta qualità, zafferano e prodotti ittici (wild salmon). L'applicazione di metodologie di valutazione ben consolidate nel campo del ML ha permesso lo sviluppo di linee guida iterative per le procedure di selezione del modello chimico-analitico, di quello di ML e della loro validazione.

3 Conclusioni

Lo sviluppo di applicazioni della IA si diversifica ormai in molteplici direzioni, non ultima l'analisi intelligente dei dati disponibili su media e web per la definizione delle preferenze dei consumatori (settore di applicazione che si avvicina alle analisi di mercato ed al marketing). L'IA rappresenta una sfida per il settore manifatturiero nel settore agri-food; essa può essere considerata infatti particolarmente utile per automatizzare, ma soprattutto per razionalizzare l'intero sistema di produzione, permettendo un'accelerazione dalle operazioni nonché l'automazione delle decisioni nell'ambito della filiera di produzione. Infine l'IA viene spesso incorporata direttamente in molte applicazioni del settore, andando a coprire funzionalità di Business Intelligence integrate, con particolare attenzione all'utilizzo di tecniche di Predictive Analytics.

L'uso di sistemi intelligenti resta fondamentale per il campo della tracciabilità e della autenticazione degli alimenti lungo la filiera e durante la loro vita commerciale, rappresentando un valore aggiunto per la sicurezza del consumatore finale (nonché una garanzia di qualità totale per il produttore). L'importanza dei sistemi di analisi e trattamento del dato attraverso IA, soprattutto quando dedicato ai big data ed alla gestione di sistemi di analisi non-targeted, può essere funzionale alla ottimizzazione dei processi di clustering e riconoscimento di classi di alimenti, definendo la loro integrità e portando a nuove soluzioni nella validazione analitica del metodo. La sfida in questo settore è oggi rappresentata dalla integrazione dei dati analitici (chemotipizzazione e genotipizzazione) nei sistemi di tracciabilità di prodotto attraverso l'approccio Blockchain, fattore che potrebbe ulteriormente garantire sicurezza e qualità al consumatore finale. In sintesi, le diverse applicazioni dell'IA al sistema alimentare possono garanti-

re funzionalità, accelerazione, controllo di processo, ma in particolare qualità e sicurezza nella fruizione del cibo.

Riferimenti bibliografici

- [Arlorio *et al.*, 2015] M. Arlorio, J.D. Coisson, G. Leonardi, M. Locatelli, e L. Portinale. Exploiting data mining for authenticity assessment and protection of high-quality Italian wines from Piedmont. In *Proc. 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'15)*, pages 1671–1680. Sydney, AUS, 2015.
- [Bucci *et al.*, 2002] R. Bucci, A.D. Magrí, A.L. Magrí, D. Marini, e F. Marini. Chemical authentication of extra virgin olive oil varieties by supervised chemometric procedures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3):413–418, 2002.
- [Coisson *et al.*, 2011] J.D. Coisson, M. Arlorio, M. Locatelli, C. Garino, D. Resta, E. Sirtori, A. Arnoldi, e G. Boschin. The artificial intelligence-based chemometrical characterization of genotype/chemotype of lupinus albus and lupinus angustifolius permits their identification and potentially their traceability. *Food Chemistry*, 129(4):1806–1812, 2011.
- [Dębska e Guzowska-Świder, 2011] B. Dębska e B. Guzowska-Świder. Application of artificial neural network in food classification. *Analytica Chimica Acta*, 705(1):283 – 291, 2011.
- [Kim e Woo, 2016] Y.G. Kim e E. Woo. Consumer acceptance of a quick response (QR) code for the food traceability system: Application of an extended technology acceptance model (TAM). *Food research international*, 85:266–272, 2016.
- [Leonardi e Portinale, 2017] G. Leonardi e L. Portinale. Applying machine learning to high-quality wine identification. In *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer, 2017.
- [Marini *et al.*, 2007] F. Marini, A.L. Magrí, e R. Bucci. Multilayer feed-forward artificial neural networks for class modeling. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 87(1):43–49, 2007.
- [Pan *et al.*, 2017] L. Pan, S. Pouyanfar, H. Chen, J. Qin, e S-C. Chen. Deepfood: Automatic multi-class classification of food ingredients using deep learning. In *Proc. 3rd IEEE International Conference on Collaboration and Internet Computing*, 2017.
- [Portinale *et al.*, 2017] L. Portinale, M. Arlorio, J.D. Coisson, G. Leonardi, F. Travaglia, e M. Locatelli. Authenticity assessment and protection of high-quality nebbiolo-based Italian wines through machine learning. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, to appear, 2017.
- [Portinale e Locatelli, 2018] L. Portinale e M. Locatelli. Investigating the role of ensemble learning in high-value wine authentication. In *Proc. 30th International Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence (IAAI 18)*, pages 7799–7804, New Orleans (LA), 2018. AAAI Press.