Analisi dell’immagine e modelli di “rete idraulica” nelle foglie: possibili applicazioni in viticoltura

written by Rivista di Agraria.org | 28 febbraio 2014
di Mario Pagano, Paolo Storchi
CRA – Unità di Ricerca per la Viticoltura di Arezzo

Introduzione

Le foglie delle piante rappresentano organi fondamentali per mantenere un bilanciamento tra O2 e CO2 nell’atmosfera attraverso i processi di fotosintesi e respirazione [1]. Nel corso del tempo hanno evoluto una poliedrica struttura anatomica in cui le vene rappresentano senza dubbio il cuore di una organica evoluzione [2], infatti, un aspetto fisiologico condiviso anche da altri organismi viventi, è l’elevata ramificazione del sistema vascolare [3].
Questa architettura, oltre ad essere essenziale per un supporto meccanico della foglia stessa, può giocare anche un ruolo cruciale nell’efficienza fotosintetica [4]. Recentemente è stato dimostrato come la densità delle vene per unità di superficie [5] e lo spessore del mesofillo [6] possono essere coinvolte nell’efficienza idraulica.
A tal proposito, il presente documento ha lo scopo di evidenziare gli aspetti inerenti la tecnica di analisi dell’immagine, come metodologia idonea per la caratterizzazione del sistema vascolare nelle foglie.

L’analisi dell’immagine: una tecnica non invasiva per misure quantitative e qualitative

La tecnica dell’analisi dell’immagine (IA – Image Analysis) è ormai da tempo impiegata in numerosi settori come quello medico, ingegneristico e architettonico al fine di ottenere informazioni di carattere quantitativo e qualitativo dell’oggetto analizzato. In ambito ingegneristico, ad esempio, esistono sistemi di IA in grado di riconoscere la collocazione di oggetti nello spazio e di azionare i dispositivi idonei per il loro recupero [7,8,9].
Anche nel caso della progettazione di materiali compositi, l’IA può svolgere un ruolo determinante per la conoscenza qualitativa e quantitativa nella distribuzione e orientamento della matrice del prodotto finale. Un setup per lo studio dell’analisi dell’immagine è generalmente costituito da un dispositivo ottico, sia esso una fotocamera o una videocamera, e da un sistema elettronico per la ricezione delle immagini, come ad esempio un personal computer collegato direttamente al dispositivo di acquisizione del fotogramma. Il file acquisito è tipicamente contraddistinto da piccole aree di 512 per 512 pixel, tale immagine può successivamente essere processata usando un algoritmo matematico, ovvero un procedimento che risolve un determinato problema attraverso un numero finito di passi. La tipologia di algoritmi più appropriati dipende dal tipo d’immagine e dall’analisi da effettuare. Infatti, essi possono essere sia molto semplici, come contare il numero di pixel scuri, o molto complicati, come riconoscere oggetti di forme differenti. Uno dei più importanti processi nell’analisi dell’immagine, consiste nel separare gli oggetti d’interesse dallo sfondo e di distinguerli dagli elementi estranei o non desiderati. Tale funzione è possibile attraverso la definizione di livelli soglia denominati Threshold.
L’estrazione di informazioni di un oggetto nell’immagine come, la lunghezza, l’ampiezza e l’area, sono parametri ampiamente definibili dagli attuali algoritmi, anche se, spesso, il dato finale può risultare “grezzo” e quindi meritevole di ulteriori affinamenti. Nel caso in cui sia necessario, ad esempio, ampliare le conoscenze per quanto riguarda la qualità dell’oggetto, potrebbe essere utile un abbinamento con metodiche di “intelligenza artificiale” in grado, attraverso il collegamento a specifici data base, di ampliarne in automatico lo spettro di informazioni ad esso associate [10, 11,12].

L’analisi dell’immagine applicata al sistema vascolare delle foglie: il progetto di ricerca

La necessità di ampliare le conoscenze del sistema vascolare delle foglie, ha stimolato la realizzazione di un progetto di ricerca sull’impiego dell’analisi dell’immagine in differenti cultivar di *Vitis vinifera* L..
A tal proposito, presso il Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura – Unità di ricerca per la Viticoltura di Arezzo, dove è presente una collezione di germoplasma viticolo unica nel suo genere, sono state attuate delle attività di studio incentrate sul sistema vascolare in foglie di “Cabernet Sauvignon” e “Sangiovese”. L’iniziativa ha visto impegnati, per la sua realizzazione, Mario Pagano, Paolo Storchi (CRA-VIC) e Martina Di Ferdinando (DIPSAA – Università degli Studi di Firenze).
Gli obiettivi di questo studio, avviato nel 2013, hanno inizialmente riguardato i seguenti aspetti: a) messa a punto di una metodologia per l’identificazione attraverso l’analisi dell’immagine delle vene presenti nelle foglie; b) studio delle caratteristiche anatomiche e idrauliche delle stesse tramite specifici software. A tal riguardo, sono state campionate 30 foglie per vitigno così suddivise: 15 foglie derivanti da femminella e 15 da foglia adulta.
L’acquisizione dell’immagine è avvenuta attraverso l’impiego sia di un microscopio USB Dinolite, in grado attraverso variazioni d’ingrandimento di caratterizzare nel dettaglio il profilo delle vene, che tramite una fotocamera Nikon coolpix S6300 16 MPixel idonea per fotografare aree più estese. Inoltre, per aumentare la nitidezza dell’immagine acquisita è stata costruita una piattaforma ad alta luminosità (Fig. 1) caratterizzata da 180 LED (chip Samsung SMD 5630, 5000K) in grado di consentire al dispositivo di acquisizione dell’immagine di evidenziare con accuratezza i profili delle vene. Con il microscopio USB sono state acquisite immagini 2D di 1.3 MPixel atte a poter essere elaborate con il software ImageJ per realizzare modelli 3D della porzione di lamina ingrandita (Fig. 2). Tale modello consente, utilizzando i “tools” del software, di calcolare il volume della rete di vene per unità di superficie. Con la Nikon invece, sono state acquisite immagini su porzioni di lamina più estese, randomizzate in tutta la pagina fogliare inferiore, per una successiva elaborazione attraverso il software LEAF GUI sviluppato su piattaforma MATLAB. Tale software, ad esempio, consente all’utente di poter misurare: densità, diametro e numero di nodi, attraverso una caratterizzazione dello “scheletro” della foglia (Fig. 3). Un’ulteriore peculiarità di questa applicazione di MATLAB consiste nel discriminare, tramite un gradiente di colori, le poliedriche aree delle areole presenti sulla superficie dell’oggetto di studio (Fig 4).
I risultati preliminari di maggior rilievo, indicano un impoverimento della densità delle vene minori nelle foglie adulte del vitigno “Sangiovese” rispetto a quelle del “Cabernet Sauvignon” che, invece, evidenziano una densità simile a quella delle proprie femminelle.

Conclusioni

Le recenti acquisizioni scientifiche inerenti la densità delle vene per unità di superficie, come già accennato nell’introduzione, evidenziano con sempre maggiore dettaglio la stretta correlazione che esiste tra la “rete idraulica” della foglia e le *performance* fotosintetiche della stessa.
L’analisi dell’immagine può quindi essere un valido strumento per “leggere” ed interpretare il sistema vascolare nelle piante. L’attività di ricerca presentata in questo documento rappresenta un primo approccio, sia pure ancora ad uno stato preliminare, nello studio di tali caratteristiche anatomiche in *Vitis vinifera* L..
I primi dati acquisiti evidenziano alcune variabilità nella distribuzione e caratterizzazione della rete. Tali sorprendenti informazioni, pur essendo meritevoli di ulteriori approfondimenti, incoraggiano senza remore nel proseguimento dell’attività di ricerca. I passi successivi saranno orientati nella costruzione di modelli predittivi che possano integrare le conoscenze acquisite tramite la “lettura delle foglie” con il rischio potenziale di stress idrico e le conseguenti richieste di fabbisogno irriguo nel vigneto. Non è da escludere, poi, un impiego dell’IA per l’identificazione della “rete” al fine del riconoscimento varietale. Infine, l’ipotesi che le nuove foglie derivanti dalle

femminelle abbiano un sistema vascolare “calibrato” in base alle condizioni di stress idrico dell’intera pianta, potrebbe trovare un significativo riscontro attraverso l’analisi dell’immagine.

Bibliografia

[1] Bhardwaj A., Kaur M., Kumar A., 2013 – Recognition of plants by leaf image using moment invariant and texture analysis. International Journal of Innovation and Applied Studies, 1: 237-248.
[2] Brodribb T. J., Field T. S., Jordan G. J., 2007 – Leaf Maximum Photosynthetic Rate and Venation Are Linked by Hydraulics. Plant Physiology, 144: 1890-1898.
[3] Parsons-Wingerter P., Vickerman M. B., 2011 – Informative Mapping By VESGEN Analysis of Venation Branching Pattern in Plant Leaves Such as Arabidopsis thaliana. Gravitational and Space Biology, 25: 69-71.
[4] Price C. A., Symonova O., Mileyko Y., Hilley T., Weitz J. S., 2011 – Leaf Extraction and Analysis Framework Graphical User Interface: Segmenting and Analyzing the Structure of Leaf Veins and Areolas. Plant Physiology, 155: 236-245.
[5] Sack L., Frole K., 2006 – Leaf structural diversity is related to hydraulic capacity in tropical rainforest trees. Ecology 87: 483-491.
[6] Aasamaa K., Sober A., Rahi M., 2001 – Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. Australian Journal of Plant Physiology 28: 765-774.
[7] www.ni.com
[8] www.esri.com/software/arcview/extensions/imageanalysis/
[9] www.swehsc.pharmacy.arizona.edu/exppath/micro/index.html
[10] Batchelor B.G. 1986 Merging the AUTOVIEW image processing language with PROLOG. Image and Vision Computing 1986 4(4): 189-196.
[11] Davis P.F. 1989 Development and applications of simulated neural networks in the machine vision research of the Control Engineering Group of IER. Divisional Note DN 1546, AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe, October 1989.
[12] Tillet R.D. 1991 J. Agric. Engng Res. 50, 247-258. Image analysis for agricultural processes: a Review of potential opportunities.

Mario Pagano, laureato in Scienze e Tecnologie Agrarie (vecchio ordinamento) presso l’Università degli Studi di Firenze, ha conseguito il Dottorato di ricerca in Agrobiotecnologie per le Produzioni Tropicali. Curriculum vitae >>>

Paolo Storchi, laureato in Scienze Agrarie presso l’Università di Firenze, dal 1989 è ricercatore presso l’Istituto Sperimentale per la Viticoltura e dal 2007 è Direttore del CRA – Unità di Ricerca per la Viticoltura di Arezzo. E’ autore di oltre 200 pubblicazioni a carattere scientifico e tecnico nel settore vitivinicolo.

Viticoltura ed enologia biologica

Mercato, tecniche di gestione, difesa, vinificazione e costi

Eugenio Cozzolino – Edagricole

Il CRPV fa il punto della situazione della filiera vitivinicola biologica, analizzandola in tutti i suoi aspetti, a partire da quelli legati ad una “naturalità”...

Acquista online >>>