

DIAGNOSTICA SEMI-AUTOMATICA DI MODULI FOTOVOLTAICI TRAMITE INTERFACCIA GRAFICA

Silvano Vergura, Francesco Marino

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione, Politecnico di Bari, Italy

e-mail autore corrispondente: silvano.vergura@poliba.it

Parole chiave: GUI, moduli fotovoltaici, analisi IR

Lo scopo di quest'attività di ricerca è proporre una piattaforma software in grado di elaborare in maniera automatica le immagini all'infrarosso (IR) di moduli fotovoltaici. Infatti, dopo che un'immagine IR è acquisita con la termo-camera, è necessaria una fase di elaborazione al fine di estrarre le informazioni sullo stato delle celle (efficienti/non efficienti). Inoltre, le celle non efficienti possono essere molto eterogenee tra loro e una classificazione può rivelarsi utile per intraprendere le azioni correttive. A tal fine è stata progettata ed implementata un'interfaccia grafica, in ambiente Matlab, che in maniera automatica (dopo che l'utente ha fissato i vincoli) elabora le immagini.

In Fig. 1 è mostrata l'interfaccia grafica (GUI) della piattaforma. Nella sua parte superiore sono disponibili diverse schede, ognuna dedicata ad una fase del flusso di lavoro, a partire da sinistra. Il colore di ogni scheda indica lo stato del flusso di lavoro: rosso prima di iniziare, arancione durante la lavorazione e verde quando completate. In particolare, la Fig. 1 è stata catturata dopo che erano state già completate le fasi *Load image*, *Apply perspective*, *Start diagnostics*, mentre la *Cell analysis* era in corso e la *Cluster analysis* doveva essere ancora eseguita.

In primo luogo, il flusso di lavoro definisce una tabella di ricerca "colore del pixel - temperatura" e suddivide il modulo fotovoltaico in celle fotovoltaiche. A tal fine: a) viene caricata l'immagine IR del modulo fotovoltaico; b) sono imposti i valori minimi e massimi della temperatura dell'intera immagine; c) si marcano i quattro vertici del modulo fotovoltaico sull'immagine IR; d) sono posti automaticamente i marcatori che definiscono le celle fotovoltaiche (Fig. 2). Se la griglia è convalidata dall'utente, la parte selezionata dell'immagine IR viene estratto dall'immagine originale e costituisce la ROI (Region Of Interest) per tutte le analisi successive; altrimenti possono essere annullati i marcatori precedenti, ripetendo l'intera procedura.

Passo successivo è l'applicazione di una trasformazione geometrica che mappa la ROI in un nuovo sistema di riferimento con prospettiva corretta, al fine eseguire le analisi successive su un'immagine non distorta.

Dopo le fasi preliminari, si inseriscono i principali parametri ambientali del momento dell'acquisizione, temperatura ambiente e irraggiamento. La diagnostica vera e propria è costituita da diverse analisi. La prima consiste nella classificazione tra celle uniformi e celle non uniformi, basata sulla varianza intra-cella. Le celle fotovoltaiche con varianza intra-cella superiore al 2% sono considerati non uniformi e non sono ulteriormente analizzate (celle fotovoltaiche nere, squadrate in bianco in Fig. 1). Questo primo step calcola il numero e la percentuale di cellule fotovoltaiche uniformi e non.

Il passo successivo (tramite due soglie) consente di definire il livello di hot-spot: leggero, medio e forte. Anche in questo caso si calcola il numero e la percentuale di celle fotovoltaiche appartenenti a ciascuna categoria. Poiché queste valutazioni si basano sulla temperatura media di ogni cella

fotovoltaica, la GUI restituisce anche un diagramma della temperatura media in ciascuna cella fotovoltaica.

Tuttavia, celle fotovoltaiche con la stessa temperatura media possono essere sia vicine tra loro sia distanti. Queste celle fotovoltaiche sono considerate appartenenti ad un unico cluster. Il passo successivo del software è quindi individuare automaticamente i cluster di celle fotovoltaiche. Ogni cluster, a sua volta è costituito da *blobs*, ciascuno dei quali rappresenta celle fotovoltaiche contigue con simile temperatura media. Al termine dell'intera procedura (che memorizza i dati di output sia in forma numerica che in forma grafica), il software consente la redazione automatica di un report sia in formato editabile sia in formato pdf.

Il software consente anche di iterare l'intera procedura per altre immagini sia mantenendo inalterate tutte le condizioni precedentemente fissate (temperature, numero di celle, ecc.), sia modificandone una o più.

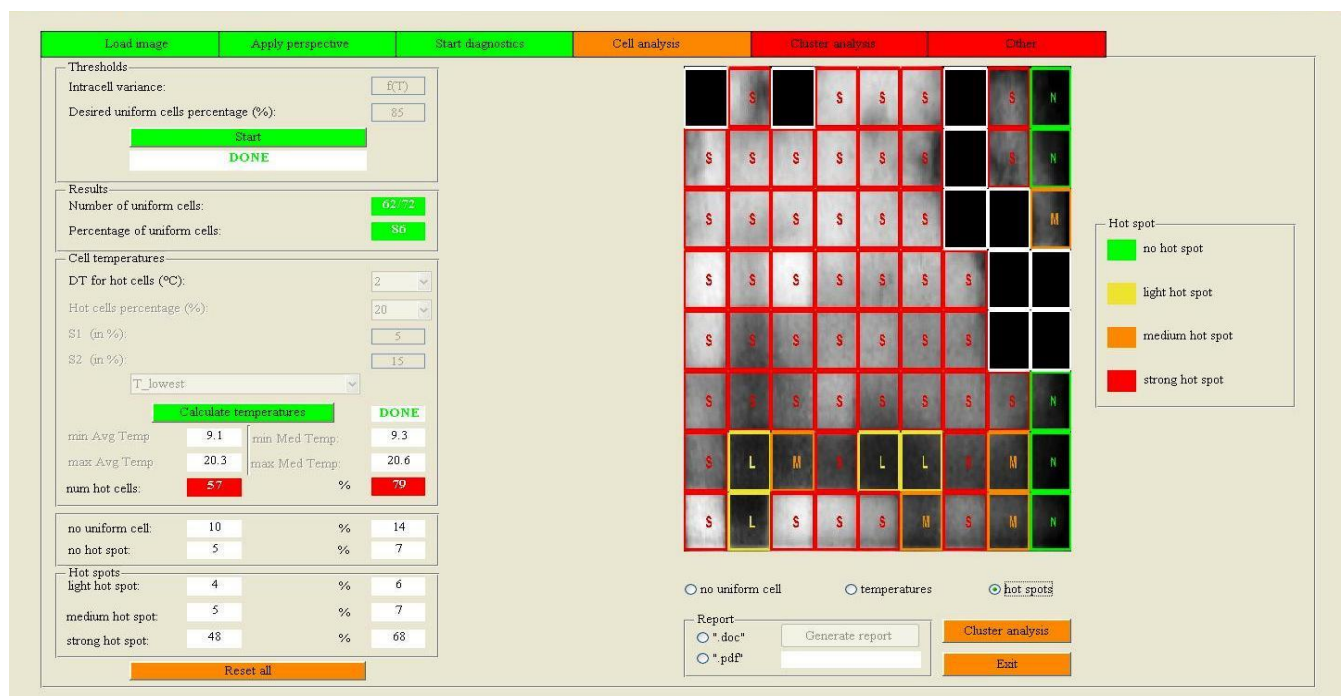


Fig. 1: Screenshot dell'interfaccia grafica implementata in ambiente Matlab

BIBLIOGRAFIA

1. S. Vergura, F. Marino "A Diagnostic workflow and software platform for PV modules", Renewable Energy & Power Quality Journal, RE&PQJ (ISSN 2172-038X), Renewable Energy & Power Quality Journal, No.12, April 2014
2. S. Vergura, O. Falcone, "Filtering and Processing IR Images of PV Modules", RE&PQJ (ISSN 2172-038X), Renewable Energy & Power Quality Journal, No.9, 12th May 2011
3. S. Vergura, G. Acciani, V. Amoroso, G. E. Patrono, and F. Vacca, "Descriptive and inferential statistics for supervising and monitoring the operation of PV plants", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 56, N. 11, pp. 4456-4464 (2009).