

SEGMENTAZIONE DI IMMAGINI DELLA RETINA PER APPLICAZIONI DIAGNOSTICHE

Renzo Perfetti, Ottorino Luzzi

Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione
Università di Perugia
via G. Duranti, 93 – 06125 Perugia

L'analisi delle immagini del fondo oculare è di enorme importanza nella diagnosi di diverse patologie, quali ipertensione, diabete e problemi cardiovascolari [1]. In particolare la diagnosi della retinopatia diabetica, che richiede accurati e frequenti controlli del fondo oculare, è notevolmente facilitata da sistemi di analisi automatica dell'immagine [2].

Un aspetto fondamentale è rappresentato dall'estrazione accurata della mappa dei vasi sanguigni (vene e arterie). Infatti molte caratteristiche della rete vascolare, come il diametro dei vasi, il grado di ramificazione e la presenza di neovascolarizzazioni, hanno un notevole valore diagnostico. L'estrazione della rete vascolare della retina è stato affrontato in passato da ricercatori dell'unità di Perugia, sviluppando una tecnica originale basata sulla rivelazione di strutture lineari presenti nell'immagine e sulla successiva classificazione supervisionata di ciascun pixel [3-4].

L'attività di ricerca in questo ambito è proseguita con l'obiettivo di sviluppare un sistema automatico integrato per la diagnosi. In particolare sono state sperimentate tecniche per l'individuazione di altre tre componenti importanti dell'immagine del fondo oculare: gli essudati, le emorragie e il disco ottico.

Gli essudati e le emorragie si presentano come macchie di forma irregolare. A titolo di esempio in Fig. 1 è mostrata un'immagine tratta dal database STARE [6], corrispondente al canale verde invertito. In tale tipo di immagini i vasi appaiono più chiari dello sfondo a causa dell'inversione. Gli essudati corrispondono a macchie scure (la macchia a forma di ferro di cavallo in Fig. 1), mentre le emorragie si presentano come macchie chiare. L'identificazione delle emorragie non è semplice poiché hanno una tonalità simile ai vasi e dunque sono facilmente confuse con questi ultimi. Per lo stesso motivo l'individuazione delle emorragie consente una più accurata definizione della rete vascolare. Sia gli essudati che le emorragie possono essere estratti con tecniche di multithresholding basate sul raggruppamento ottimale dei pixel in cluster approssimativamente omogenei; in particolare abbiamo ottenuto interessanti risultati con il metodo di Otsu [5].

Un'altra componente dell'immagine retinica è il disco ottico, che si presenta come una zona chiara di forma approssimativamente circolare situata intorno alla terminazione del nervo ottico (chiaramente visibile in Fig. 1). La presenza del disco ottico interferisce con l'estrazione dei vasi; infatti, a causa del forte contrasto tra il disco e i pixel circostanti, il bordo del disco viene generalmente scambiato per una vena. Inoltre la presenza del disco ottico rende difficoltosa l'individuazione degli essudati poiché presenta un livello di luminosità simile a questi ultimi. Esistono in letteratura diverse tecniche per l'individuazione del disco ottico. In particolare abbiamo ottenuto buoni risultati con la tecnica proposta in [7]; questa si basa sull'estrazione della rete vascolare e sul successivo fitting dei pixel corrispondenti ai vasi principali con una parabola, il cui vertice si assume coincidente con il centro del disco ottico. Tale metodo richiede la soluzione di un problema di ottimizzazione

con molti minimi locali, per risolvere il quale si intende utilizzare tecniche di ottimizzazione basate sulla *swarm intelligence* [8].

Riferimenti

- [1] J. J. Kanski, "Clinical Ophthalmology: A systematic approach". London, Butterworth-Heinemann, 1989.
- [2] M. Niemeijer, J. Staal, B. van Ginneken, M. Loog, M.D. Abramoff, "Comparative study of retinal vessel segmentation methods on a new publicly available database", in SPIE Medical Imaging, J.M. Fitzpatrick and M. Sonka Eds., vol. 5370, 2004, pp. 648-656.
- [3] E. Ricci, R. Perfetti, D. Casali, G. Costantini, "Cellular neural networks with virtual template expansion for retinal vessel segmentation", *IEEE Trans. on Circuits and Systems, Part II*, vol. 54, N. 2, February 2007, pp.141-145.
- [4] E. Ricci, R. Perfetti, "Retinal blood vessel segmentation using line operators and support vector classification", *IEEE Transaction on Medical Imaging*, vol., 26, n.10, October 2007, pp.1357-1365.
- [5] A. Hoover, V. Kouznetsova, M. Goldbaum, "Locating blood vessels in retinal images by piecewise threshold probing of a matched filter response", *IEEE Trans. on Med. Imaging*, vol.19, n.3, pp. 203-210, 2000.
- [6] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histogram," *IEEE Transactions on System Man Cybernetics*, Vol. SMC-9, No. 1, 1979, pp. 62-66.
- [7] M. Foracchia, E. Grisan, and A. Ruggeri, "Detection of optic disc in retinal images by means of a geometrical model of vessel structure," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 23, no. 10, pp. 1189–1195, October 2004.
- [8] Kennedy, J., Eberhart, R. C., Shi Y, *Swarm Intelligence*, Morgan Kaufmann, 2001.

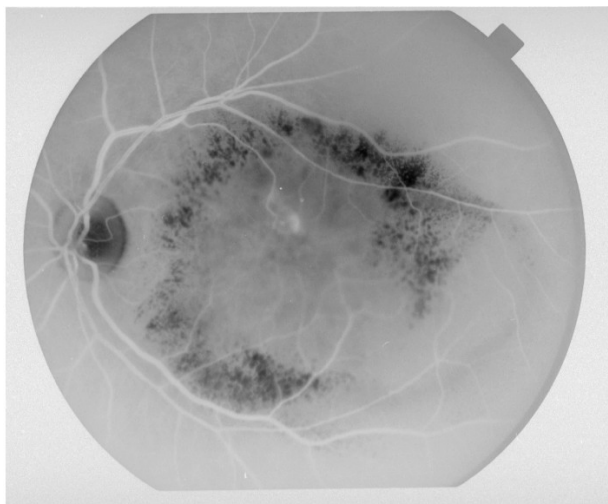


Figura 1