

# Classificazione di cellule epiteliali HEp-2 mediante l'utilizzo dei tensori di Fisher

Lorenzo Cioni

*lore.cioni@gmail.com*

27 Agosto 2015

## Sommario

Analizzare e classificare le cellule epiteliali di tipo 2 (HEp-2) mediante l'utilizzo della tecnica della immunofluorescenza indiretta è uno standard per rilevare malattie al tessuto connettivo umano, come ad esempio l'Artrite Reumatoide. Purtroppo questo metodo è molto costoso in termini di tempo e di lavoro impiegato e particolarmente soggettivo.

Questo elaborato ha come finalità quella di implementare un metodo per la classificazione di questo tipo di cellule basato sull'utilizzo del descrittore di covarianza e dei tensori di Fisher per l'estrazione di *features* dalle immagini.

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Teoria</b>	<b>2</b>
2.1	Il filtro di Gabor . . . . .	2
2.2	Descrittore di Covarianza . . . . .	4
2.3	Fisher Tensors . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Dataset</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Risultati</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Implementazione</b>	<b>4</b>
5.1	Esecuzione . . . . .	4
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>4</b>

## 1 Introduzione

Una delle procedure standard per il rilevamento di malattie al tessuto connettivo umano, come ad esempio l'Artrite Reumatoide o il Lupus, è l'utilizzo di Immuno-

fluorescenza Indiretta sulle cellule epiteliali di tipo 2, altrimenti conosciute come HEp-2.

Questo tipo di analisi ha due principali svantaggi: è molto soggettiva e richiede un gran numero di ore lavorative. Si è così pensato ad un metodo per automatizzare il processo per ottenere risultati migliori sia sotto il profilo medico che dal punto di vista di tempo impiegato.

Il metodo proposto e implementato è tratto da un articolo pubblicato in occasione del contest di *Pattern Recognition 2014*<sup>1</sup> [1]. Per la classificazione delle cellule si procede inizialmente all'estrazione di un adeguato numero di *features* attraverso l'utilizzo del *Descrittore di Covarianza* [2], vengono poi utilizzati i *Tensori di Fisher* che codificano informazioni aggiuntive rispetto alla distribuzione delle *features* ed infine le cellule vengono classificate tramite un SVM multiclasse.

I test per la valutazione della bontà del metodo sono stati effettuati sul dataset della competizione<sup>2</sup>.

## 2 Teoria

Vengono ora presentate le tecniche utilizzate all'interno del programma: l'estrazione di *features* dall'immagine mediante l'utilizzo dei *filtri di Gabor*, il Descrittore di Covarianza (*Covariance Descriptor*), il Modello Mistura di Gaussiane (*Gaussian Mixture Model, GMM*) e i Tensori di Fisher (*Fisher Tensors*).

### 2.1 Il filtro di Gabor

I filtri di Gabor<sup>3</sup> sono filtri passa-banda usati nell'analisi di immagini principalmente per l'estrazione di *features* e l'analisi basata sulla tessitura.

La risposta finita all'impulso di questi filtri è calcolata come prodotto di uno sviluppo Gaussiano con oscillazione complessa. Estendendo queste funzioni a due dimensioni è possibile creare filtri sensibili all'orientazione<sup>4</sup> e sotto certe condizioni è possibile approssimare linearmente la fase.

Sia  $(x, y)$  un punto dell'immagine. L'equazione per il filtro di Gabor 2D è la seguente:

$$G(x, y) = e^{(-\frac{(x')^2 + \gamma^2 (y')^2}{2\sigma^2})} \cos(2\pi \frac{x'}{\lambda})$$

con

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta$$

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta$$

I parametri del filtro sono:

---

<sup>1</sup>ICPR Contest 2014 - HEp-2 Cells Classification Contest

<sup>2</sup>HEp-2 Dataset

<sup>3</sup>Gabor, D.: *Theory of communication*. In J. IEE, vol. 93, pp. 429-457, Londra, 1946.

<sup>4</sup>Daugman, J. G.: *Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters* J. Optical Society of America A, vol. 2, no. 7, pp. 1160-1169, July 1985.

- $\theta$ : orientazione del filtro, espressa in gradi.
- $\lambda$ : lunghezza d'onda del fattore coseno, espressa in pixels.
- $\gamma$ : specifica l'ellitticità del supporto della funzione di Gabor.
- $\sigma$ : è il parametro che regola l'involuppo Gaussiano.

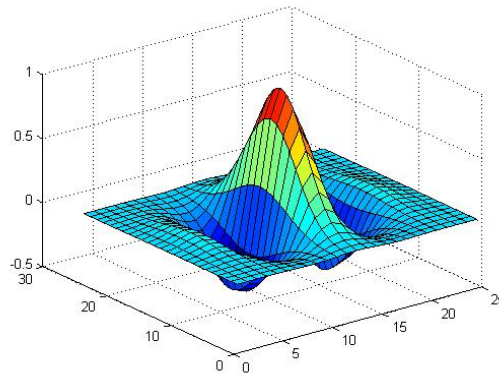


Figura 1: *Esempio di filtro di Gabor 2D*

Al fine di estrarre utili *features* da un'immagine è utile utilizzare un set di filtri di Gabor con parametri diversi, ad esempio la scala e l'orientazione.

Nel programma viene utilizzato un set di filtri di Gabor con 4 diverse angolazioni e 3 diverse scale per un totale di 12 filtri:

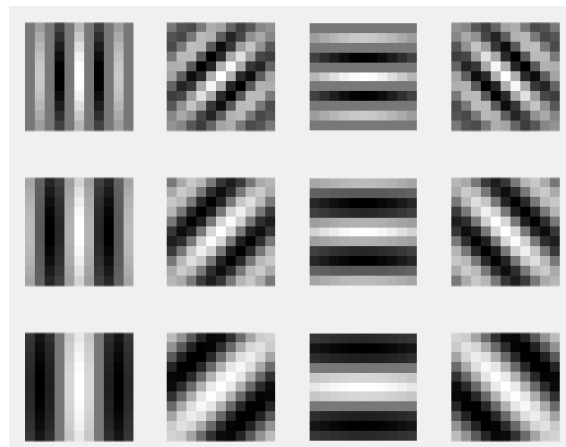


Figura 2: *Set di filtri di Gabor con 4 angolazioni e 3 scale*

Per ciascun pixel dell'immagine viene dunque calcolato il vettore delle *features* ottenute mediante la convoluzione dell'immagine con i filtri di Gabor (dividendo la parte reale dalla parte immaginaria).

## 2.2 Descrittore di Covarianza

Il Descrittore di Covarianza (Covariance Descriptor<sup>5</sup>, CovD) viene utilizzato in letteratura per descrivere e caratterizzare regioni di immagini.

Data un'immagine con associato, a ciascun pixel, un vettore di *features*, il Descrittore di Covarianza codifica informazioni che riguardano le *varianze* di queste ultime all'interno di una regione, la loro correlazione e la loro distribuzione nello spazio. Questo metodo è molto utilizzato in particolare modo quando si ha bisogno di rimanere invarianti rispetto all'illuminazione o alla rotazione.

Data un'immagine  $I$  con associato, per ciascun pixel  $(x, y)$ , il vettore di features di dimensione  $d$ , si considera  $F$  come l'immagine di features a  $d$  livelli. Viene dunque considerata una regione di  $F$  tale che  $R \subset F$  e consideriamo  $\{f_i\}_{i=1,\dots,n} \in R$  la  $i$ -esima features, con  $n$  numero di pixels della regione.

A questo punto la regione  $R$  viene rappresentato da una matrice di covarianza di dimensione  $dXd$  dei *features points*:

$$C = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (f_k - \mu)(f_k - \mu)^T$$

con  $\mu$  la media dei *features points*.

Poichè la matrice  $C$  è definita positiva e simmetrica può essere considerata un *tensor*.

## 2.3 Fisher Tensors

## 3 Dataset

## 4 Risultati

## 5 Implementazione

### 5.1 Esecuzione

## 6 Conclusioni

## Riferimenti bibliografici

- [1] Masoud Faraki, Mehrtash T. Harandi, Arnold Wiliem, Brian C. Lovell, *Fisher tensors for classifying human epithelial cells*. Pattern Recognition, Volume 47, 2014, pp. 2348 - 2359.
- [2] Oncel Tuzel, Fatih Porikli, Peter Meer, *Region Covariance: A Fast Descriptor for Detection and Classification*. Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc., 2006.

---

<sup>5</sup>Oncel Tuzel, Fatih Porikli, Peter Meer, *Region Covariance: A Fast Descriptor for Detection and Classification* Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc., 2006.

- [3] Gabor, D.: *Theory of communication* In J. IEE, vol. 93, pp. 429-457, London, 1946.