Homework 1: codifica lossless d'immagini

OBIETTIVO

L'obiettivo di questo HW è quello d'implementare una semplice tecnica di codifica lossless d'immagini, basata su predizione spaziale e codifica Exp-Golomb (EG). Prima di effettuare la codifica, si richiede uno studio dell'entropia dell'immagine e dell'errore di predizione, in modo molto simile a quello presentato nella demo di codifica lossless presente sul moodle.

Per realizzare questo HW bisogna produrre del codice ed un report che ne illustra caratteristiche e risultati. Il codice può essere scritto in qualsiasi linguaggio, ma si consiglia Python (notebook) o Matlab (Live Script). Bisognerà consegnare **unicamente il report**.

CODICE

Realizzare uno script in Matlab, Python, JAVA, oppure un programma C/C++ che esegua le seguenti operazioni. **È consentito riutilizzare in tutto o in parte il codice fornito nella demo su codifica lossless.**

1. Caricare un'immagine a livelli di grigio oppure a colori, ma in tal caso bisogna estrarne la componente di luminanza, che può essere approssimata come media delle componenti RGB. Stimare l'entropia dei livelli di grigio esprimendola in bit per pixel
2. Utilizzare un eseguibile come zip in Windows oppure gzip in Linux e calcolare il bitrate risultante (dimensione del file in bit diviso numero di pixel)
3. Confrontare l'entropia ottenuta al punto 1 e il tasso ottenuto al punto 3. Discutere il risultato
4. Effettuare la codifica predittiva "**semplice**"
   4.1. L'immagine è rappresentata su un **vettore** x
   4.2. L'errore è $y(n) = x(n) - x(n-1)$, tranne per il primo pixel per il quale $y(0) = x(0) - 128$ [in Matlab, $y(1) = x(1) - 128$].
5. Valutare il *numero di bit necessari* per codificare l'errore di predizione y con la codifica *Exp Golomb con segno*, dedurne il bitrate di codifica e confrontare tale valore con quello ottenuto ai punti 1 e 3
6. Effettuare la codifica predittiva "**avanzata**": per prima cosa si costruisce l'immagine predetta p tramite una scansione dell'immagine x:
   6.1. Per ogni pixel dell'immagine in posizione n, m
   6.2. Se è il primo pixel, il predittore è $p(0,0) = x(0,0) - 128$ [In Matlab, $p(1,1) = x(1,1) - 128$
   6.3. Altrimenti, se siamo sulla prima riga, il predittore è il pixel a sinistra di quello corrente
   6.4. Altrimenti, se siamo sulla prima colonna, il predittore è quello in alto
   6.5. Altrimenti, se siamo sull'ultima colonna, il predittore è il valore mediano tra $x(n-1, m)$, $x(n, m-1)$, e $x(n-1, m-1)$.
   6.6. Altrimenti il predittore è il valore mediano tra $x(n-1, m)$, $x(n, m-1)$, e $x(n-1, m+1)$.
   6.7. Una volta costruito il predittore, si calcola l'errore di predizione $y = x - p$ (è un immagine)
7. Valutare il numero di bit necessari per codificare l'errore di predizione con la codifica Exp Golomb con segno, dedurne il tasso di codifica e confrontare tale valore con quello ottenuto ai punti 1,3 e 5

REPORT

Creare un file PDF che mostri: l'immagine scelta, i valori di tasso ottenuti ai punti 1, 3, 5, 8, la relativa discussione ed infine il codice commentato che genera la codifica predittiva avanzata. Non è necessario inserire tutto il codice implementato.

Inviare unicamente il file PDF. Il sistema non accetterà altri file.

CONSIGLI

È consentito usare qualsiasi codice già esistente, in Matlab o in altri linguaggi, compreso quello della demo fornita sul moodle (che copre i punti da 1 a 5). È comodo usare i Live Script di Matlab perché permettono di esportare codice, figure e risultati in un PDF. Similmente per i Jupyter notebook.

Quello che deve essere prodotto da voi è:

- il codice della predizione avanzata
- i risultati di entropia e tassi di codifica su una o più immagini e
- l'analisi critica dei risultati.

Se siete bloccati con il codice della predizione avanzata potete fornire un report senza questa parte, ma otterrete meno punti.

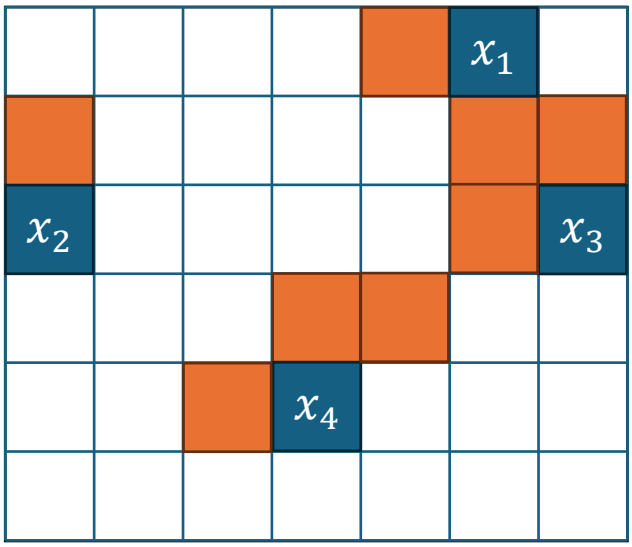

Illustrazione della predizione "avanzata". Sulla prima riga (pixel x_1) il predittore è il vicino di sinistra. Sulla prima colonna (pixel x_2) il predittore è il vicino in alto. Se il pixel è "al centro" (cioè né sulla prima riga, né sulla prima colonna) il predittore è il valore mediano tra i tre vicini (sinistra, alto, alto a destra). Si noti che sull'ultima colonna non esiste un valore in alto **a destra** quindi esso è sostituito dal valore del vicino in alto a sx.