



CHROMER

SOFTWARE PER LO STUDIO
DELLE CARATTERISTICHE CROMATICHE
DEI TESSUTI UMANI

Tesi in Sistemi Multimediali

RELATORE: Prof. Giovanni Dimauro

LAUREANDO: Angelo Ruggieri

INDICE DEI CONTENUTI

- Presentazione del contesto
- Valutazione del colore
- Spazi di colore: RGB e $CIE L^*a^*b^*$
- Il software *Chromer*
- Test condotti sul software
- Diagnosi di patologie con approcci smartphone-based
- Esempio: studio di correlazioni
- Conclusioni



PRESENTAZIONE DEL CONTESTO

Problema

Realizzare uno strumento per studiare le caratteristiche cromatiche dei tessuti umani esposti.



Soluzione

Chromer: rende possibile, grazie alla sua interoperabilità, lo studio delle caratteristiche cromatiche di qualsiasi tessuto umano esposto, mediante l'analisi di immagini digitali di iridi, congiuntive, nei, ferite, polpastrelli ed altri ancora.



COME VALUTARE IL COLORE?

Al fine di valutare il colore, in informatica è possibile fare riferimento agli spazi di colore.

Tali spazi consentono di rappresentare i colori in forma numerica, tipicamente utilizzando tre o quattro valori o componenti cromatiche.

Per definire formalmente uno spazio colore si fa riferimento allo spazio campione dei colori del CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*), il quale ha il compito di definire tutti i differenti colori che l'essere umano può vedere.



GLI SPAZI DI COLORE: RGB

Il modello di colore *RGB* crea il colore avvalendosi di una sorgente luminosa.

Esso si basa su 3 colori:

- Red (700nm)
- Green (546.1nm)
- Blue (435.8nm)

Questi colori, opportunamente miscelati tra loro, coprono quasi tutto lo spettro dei colori visibili.

La combinazione dei colori RGB avviene mediante sintesi additiva: aggiungendo luce colorata ad altra luce colorata.



GLI SPAZI DI COLORE:

$CIE L^*a^*b^*$

Lo spazio colore $CIE L^*a^*b^*$ è uno spazio colore-opponente composto da tre dimensioni:

- L^* : indica la luminosità $[0, 100]$
- a^* : colore opponente verde-rosso $[-128, +128]$
- b^* : colore opponente blu-giallo $[-128, +128]$

Esso è privo di copyright o licenze ed è open source ed è interamente definito attraverso formule matematiche.

Una delle caratteristiche più importanti del modello LAB è l'indipendenza dai dispositivi.

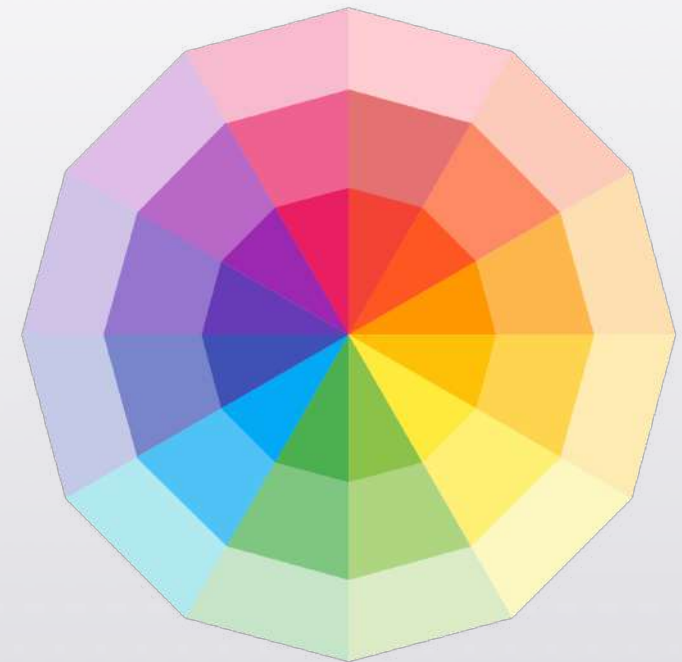
A differenza di RGB , il $CIE L^*a^*b^*$ è progettato per approssimare la percezione visiva umana.



IL SOFTWARE CHROMER

Chromer è il software progettato per permettere lo studio di interi dataset di immagini in modo semplice e veloce, con una interfaccia grafica di facile comprensione.

Esso nasce, dunque, con lo scopo di velocizzare la fase di analisi delle immagini presenti nel dataset, estraendo ed analizzando ogni singolo pixel di ogni singola immagine.

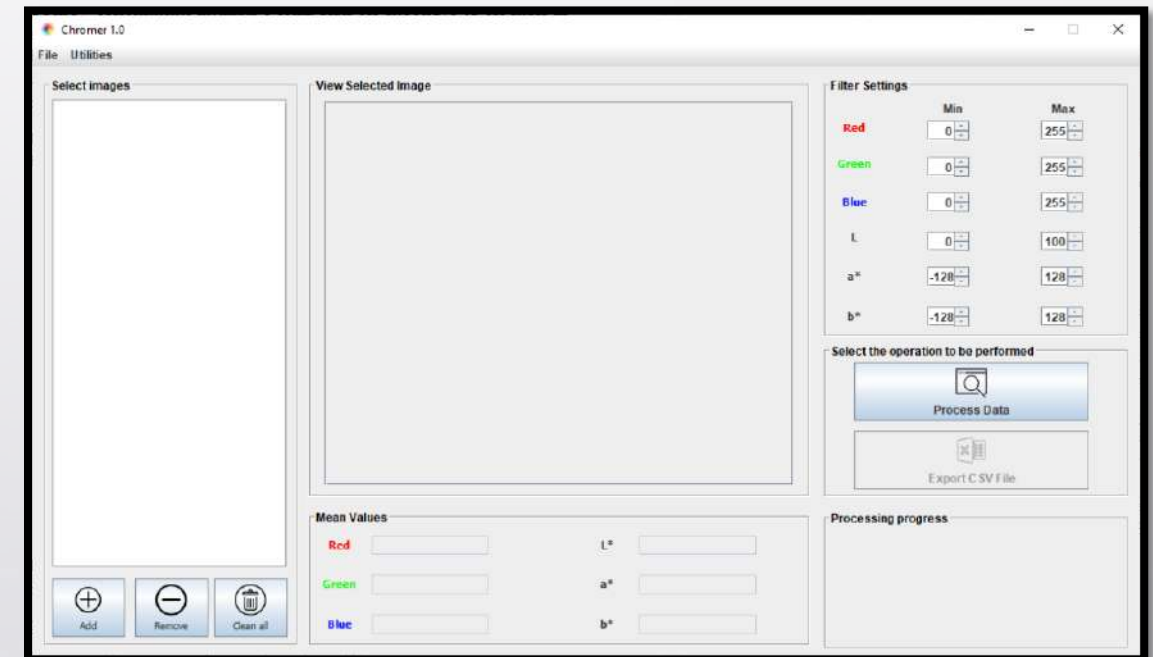


IL SOFTWARE CHROMER

I VALORI CROMATICI

Il software effettua analisi su immagini salvate in formato *JPG* e *PNG*, restituendo i seguenti valori cromatici:

- Red: esprimibile con un valore intero da 0 a 255
- Green: esprimibile con un valore intero da 0 a 255
- Blue: esprimibile con un valore intero da 0 a 255
- L*: esprimibile con un valore intero da 0 a 100
- a*: esprimibile con un valore intero da -128 a +128
- b*: esprimibile con un valore intero da -128 a +128
- Media di tutte le componenti rispetto all'immagine



Interfaccia grafica principale del software *Chromer*

IL SOFTWARE CHROMER

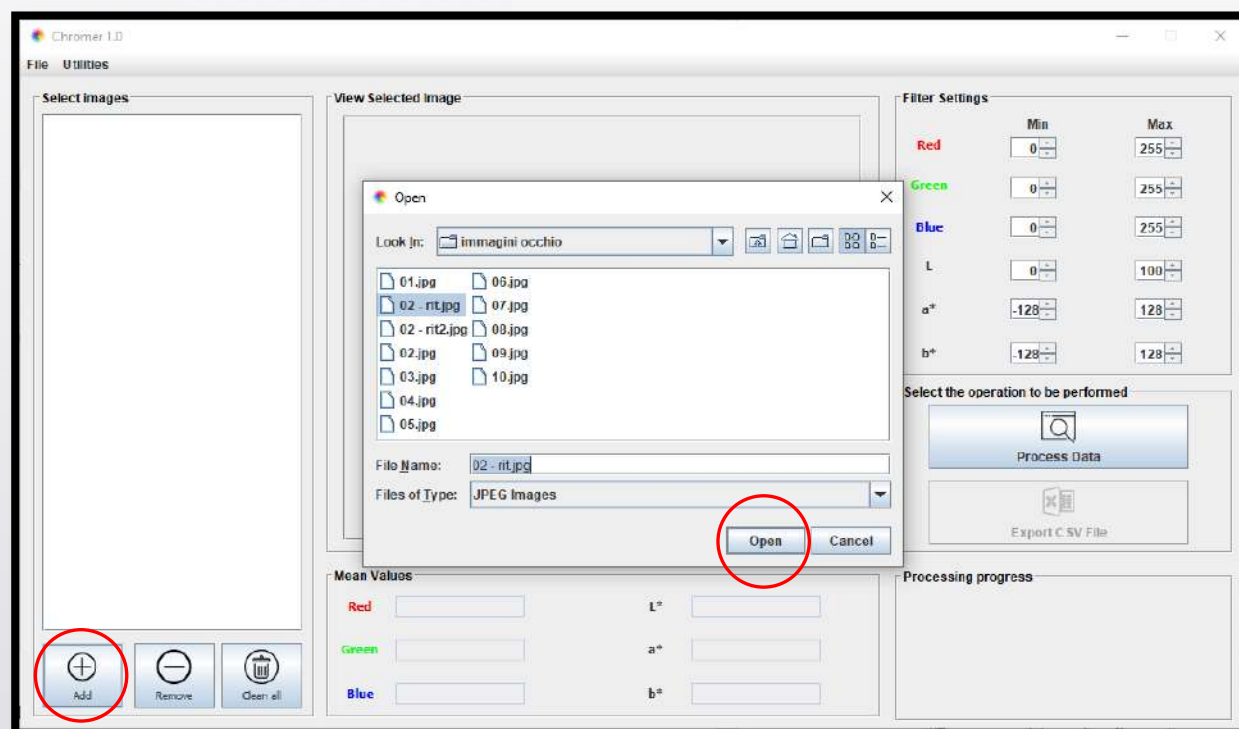
LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE, IDE & LIBRERIE

Il software è stato realizzato utilizzando:

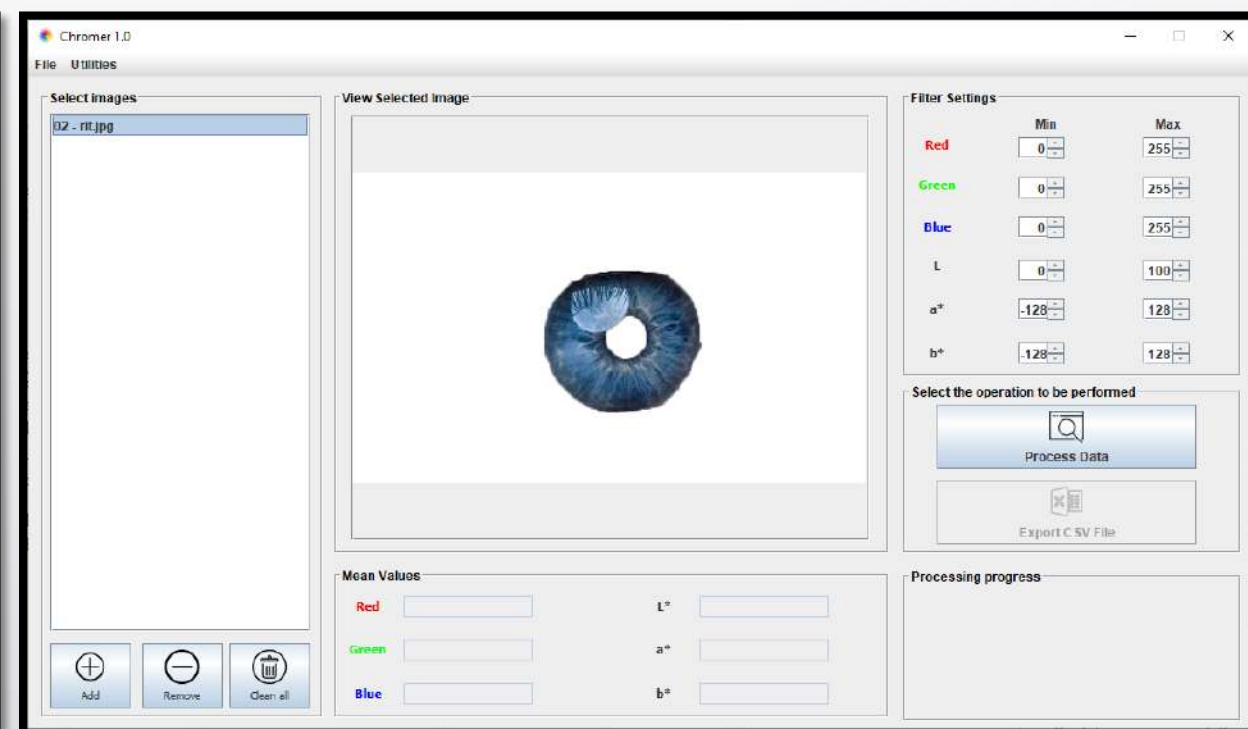
- *IDE Eclipse 2019-03*
- *Java 12*
- *Swing Framework*
- *OpenCV Library*



IL SOFTWARE CHROMER COME ELABORARE LE IMMAGINI

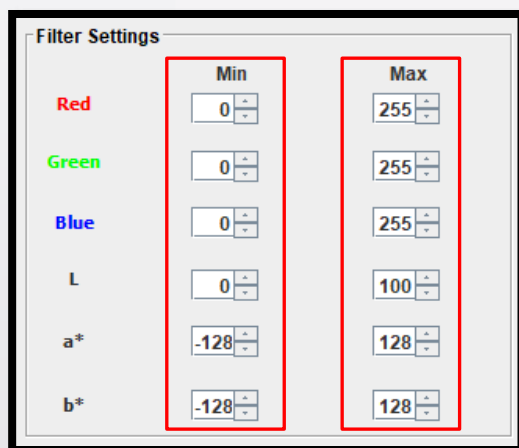


Caricamento file mediante FileChooser su *Chromer*

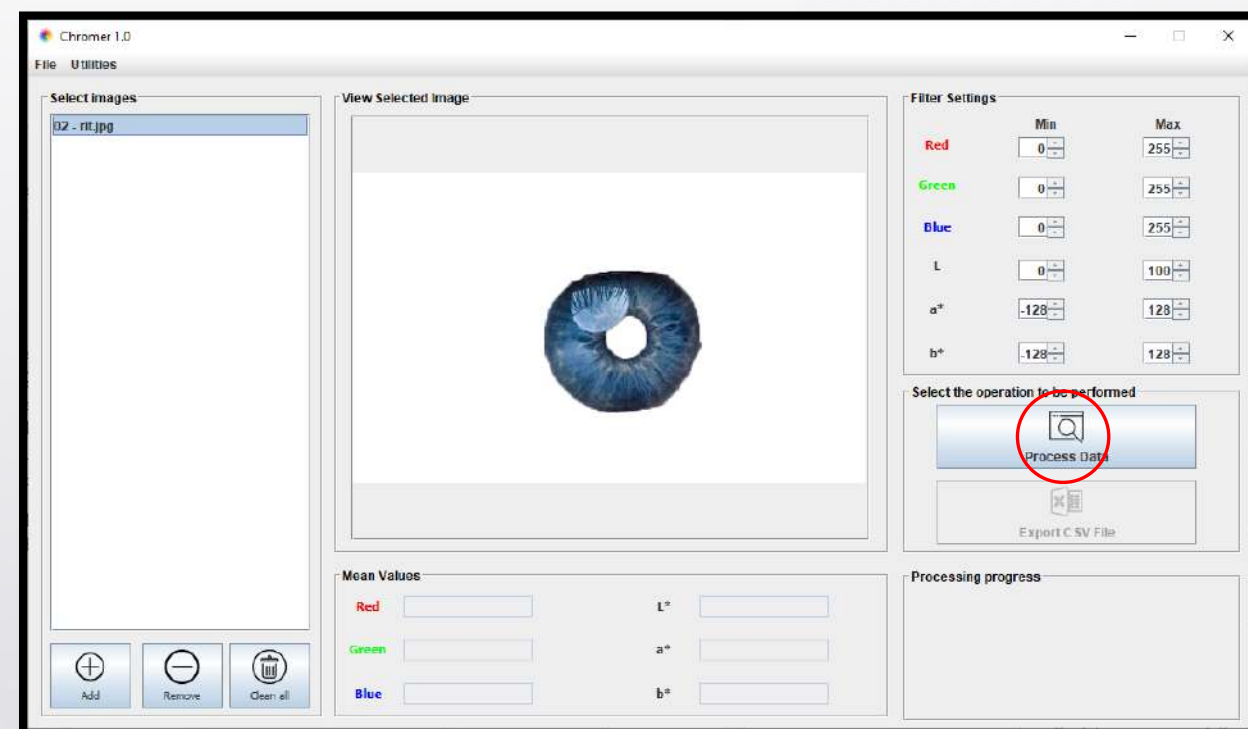


Visualizzazione immagine selezionata su *Chromer*

IL SOFTWARE CHROMER COME ELABORARE LE IMMAGINI

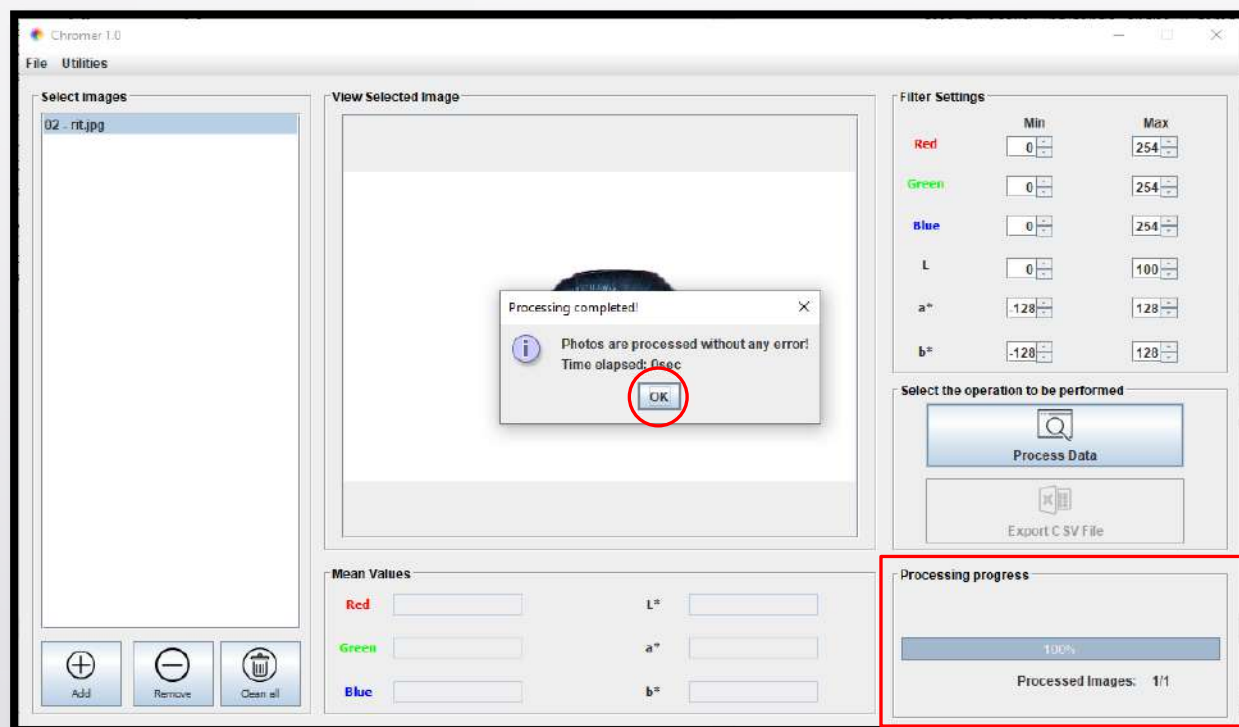


Interfaccia grafica principale del software *Chromer*

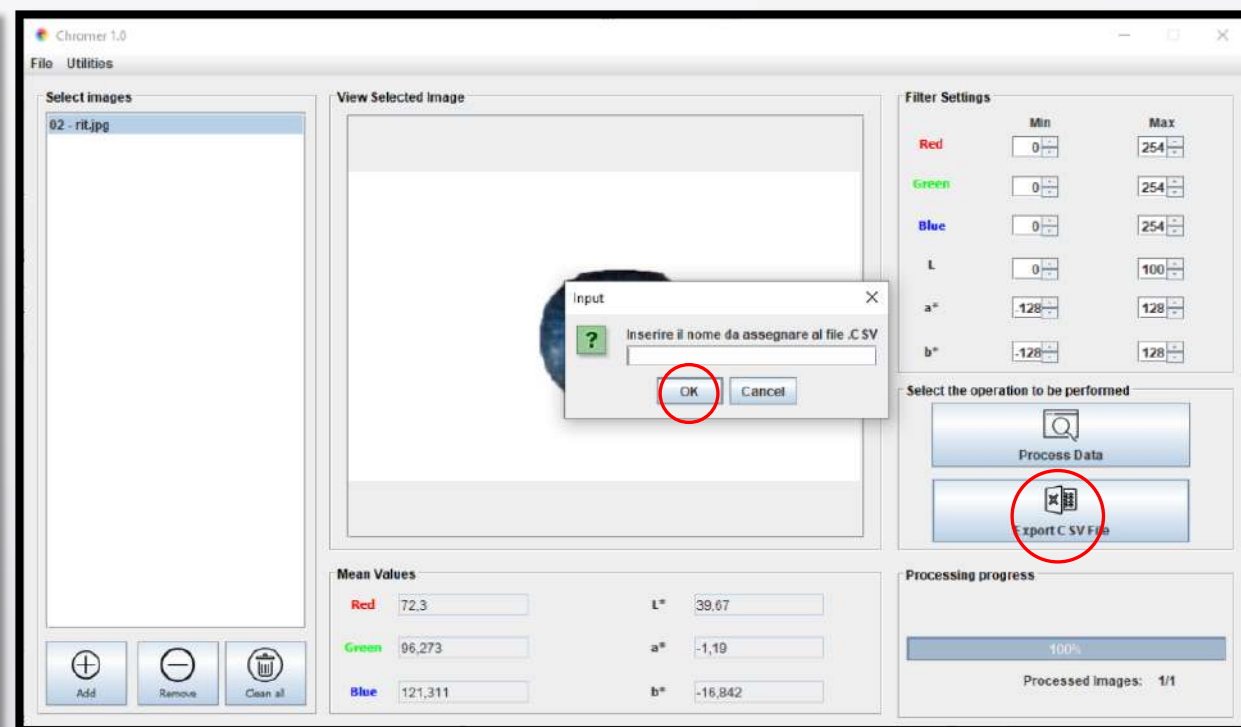


Avvio del processo di elaborazione delle immagini

IL SOFTWARE CHROMER COME ELABORARE LE IMMAGINI



Processo di elaborazione completato



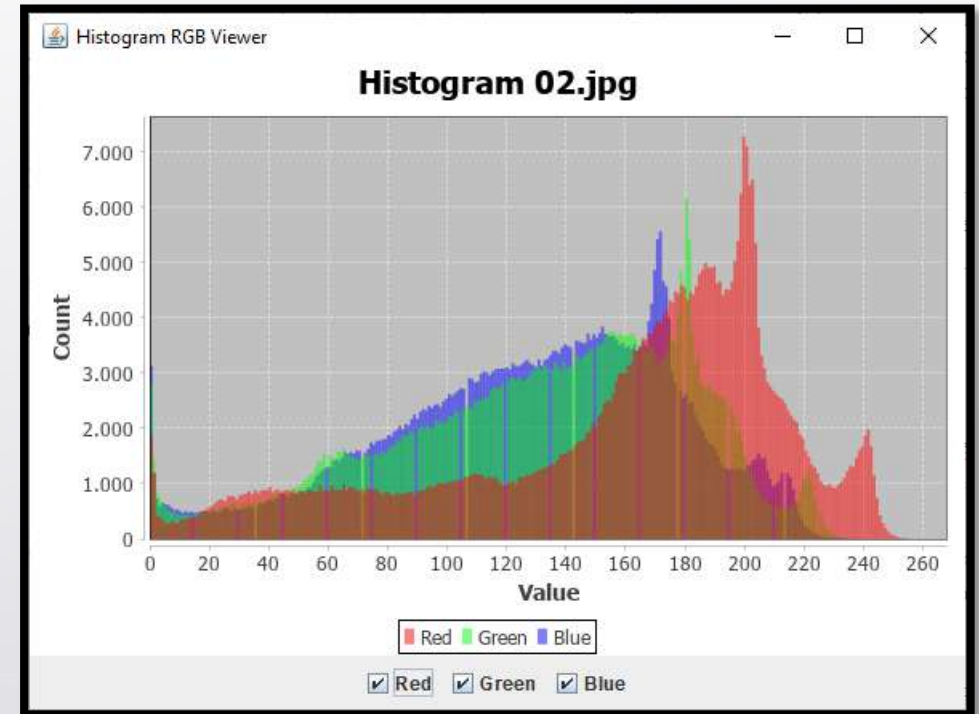
Esportazione del dataset in formato CSV

IL SOFTWARE CHROMER

I RISULTATI RESTITUITI

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	File	Red	Green	Blue	L*	a*	b*		
2	T_38C	184,287	105,249	123,874	54,311	33,688	3,992		
3	T_39C	200,786	104,037	117,671	56,14	39,411	10,359		
4	T_40C	190,348	99,322	111,644	53,585	37,402	10,177		
5	T_41C	197,276	95,514	105,649	53,706	41,202	14,026		
6	T_42C	202,246	128,403	140,964	62,053	30,019	5,346		
7	T_43C	192,999	114,32	125,356	57,389	32,145	7,505		
8	T_44C	189,754	118,219	134,09	58,056	30,002	3,384		
9	T_45C	198,082	111,409	126,649	57,547	35,657	7,159		
10	T_46C	187,973	105,585	117,753	54,77	34,069	8,44		
11	T_47C	172,39	72,622	95,137	45,317	42,501	8,021		
12	T_48C	182,475	99,877	121,751	52,866	35,518	3,169		
13	T_49C	186,346	109,618	115,763	55,249	31,033	9,93		
14									

File CSV esportato da Chromer ed aperto in Excel



Istogramma RGB dell'immagine selezionata in Chromer

TEST CONDOTTI SUL SOFTWARE

Al fine di poter sviluppare il sistema software quanto più vicino al suo utilizzatore finale, sul sistema software sono state effettuate due tipologie di test:

- test di usabilità con l'utente: chiedendo a diversi utenti di eseguire i task caratteristici del software;
- test di unità del programma: valutando il comportamento atteso dal software contro il comportamento reale dello stesso durante l'esecuzione di una operazione.



TEST DI USABILITÀ SUL SOFTWARE

Di seguito sono riportati i task eseguiti da tre tipologie di utenti con i relativi risultati registrati:

TASK DA ESEGUIRE	UTENTE PRINCIPIANTE	UTENTE MEDIO	UTENTE ESPERTO
Impostare il valore corretto nella sezione "Filter Settings"			
Selezionare una o più immagini da aggiungere all'analisi			
Avvio dell'elaborazione del dataset caricato			
Eliminazione dalla coda di una immagine			
Eliminazione dell'intera coda di immagini			
Esportazione del dataset .CSV			
Lettura dei valori nella sezione "Mean Values"			

TEST DI UNITÀ SUL SOFTWARE

Attraverso i test di unità, invece, si è valutato il risultato atteso in condizioni anomale, contro il risultato ottenuto rispetto all'esito del test eseguito.

TEST DI UNITA'	VALORE ATTESO	VALORE OTTENUTO	RISULTATO
Aggiunta nella lista di un formato non supportato	Impossibile effettuare l'operazione di aggiunta	Impossibile effettuare l'operazione di aggiunta	
Valori alfanumerici in JSpinner	Valore non accettato	IOException	
Click sul pulsante "Process Data" con lista immagini vuota	Impossibile effettuare l'operazione	Impossibile effettuare l'operazione	
Click sul pulsante "Remove" senza aver selezionato alcuna immagine	Impossibile effettuare l'operazione	Impossibile effettuare l'operazione	
Click sul pulsante "Clean All" senza aver selezionato alcuna immagine	Impossibile effettuare l'operazione	Impossibile effettuare l'operazione	

DIAGNOSI DI PATOLOGIE CON APPROCCI SMARTPHONE-BASED – 2 ESEMPI

Per valutare la condizione di anemia è possibile utilizzare una delle tre metodologie elencate:

- Analisi della congiuntiva palpebrale
- Analisi del polpastrello
- Analisi del letto ungueale

Tali approcci smartphone-based sperimentali sono basati sulle differenti tecniche di image-analysis.

ESEMPIO: STUDIO DI CORRELAZIONE

Per testare il corretto funzionamento del software, è stato raccolto un dataset presso il reparto di *Neonatologia e Terapia Intensiva Neonatale* presso il *Policlinico di Bari*.

Sono stati presi in considerazione come siti di interesse il lobo e il tallone del neonato.

L'obiettivo fissato è quello di ritrovare una correlazione tra i valori estratti da **Chromer** e il livello di ematocrito, il quale valore ha un'ottima correlazione con il valore di emoglobina.

Feature correlate	Valore di correlazione
Ematocrito – R	-0,04128
Ematocrito – G	-0,12303
Ematocrito – B	-0,00055
Ematocrito – L*	-0,0403
Ematocrito – a*	-0,03131
Ematocrito – b*	-0,02395

Correlazioni di Pearson calcolate tra le differenti feature ed il valore di ematocrito per il tallone

Feature correlate	Valore di correlazione
Ematocrito – R	0,369671
Ematocrito – G	0,12149
Ematocrito – B	-0,30046
Ematocrito – L*	0,55524
Ematocrito – a*	0,129115
Ematocrito – b*	0,590236

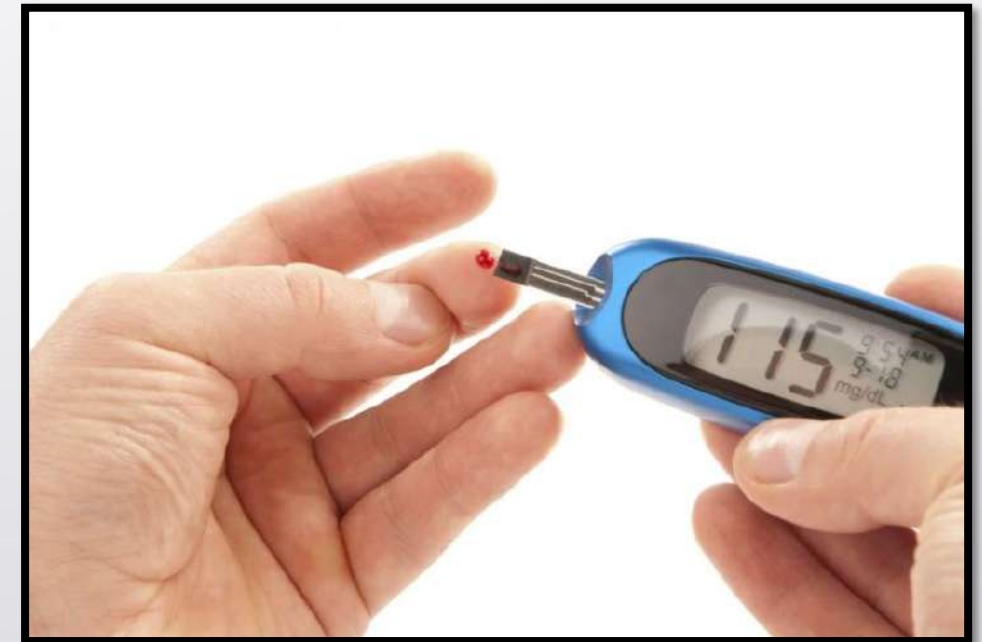
Correlazioni di Pearson calcolate tra le differenti feature ed il valore di ematocrito per il lobo

IL MONITORAGGIO DEL DIABETE

Il diabete mellito, invece, è la più nota malattia metabolica che può interessare l'essere umano.

La sua insorgenza è legata ad una ridotta disponibilità di insulina nel sangue.

Il diabete si misura usando il glucometro, attraverso un piccolo prelievo di sangue venoso fino a 7 volte al giorno.

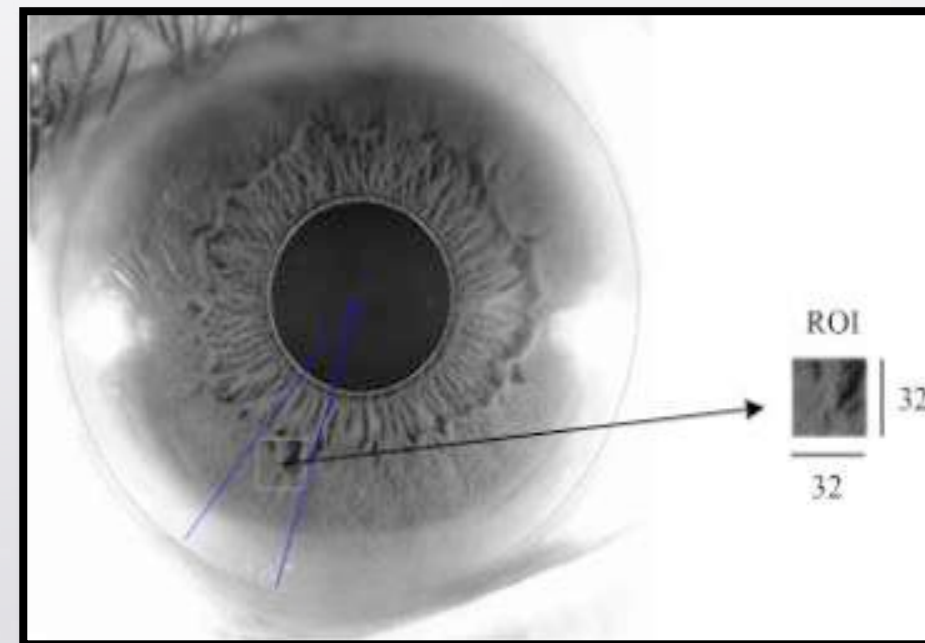


IN PROGRESS: MONITORAGGIO NON INVASIVO DEI LIVELLI DI GLUCOSIO NEL SANGUE

Le tecniche a stato dell'arte prevedono di poter stimare il diabete mediante l'analisi dell'iride ed il monitoraggio della concentrazione di glucosio nell'umor acqueo.

A seguito dei differenti studi effettuati, si è riusciti a mettere a punto un processo di riconoscimento di tessuti rotti nell'iride in un soggetto diabetico.

Tale studio condotto ha dimostrato una accuratezza dell'**83,3%** rispetto ai partecipanti.



CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo lavoro è stato lo sviluppo di un software **Chromer** che renda possibile studiare le caratteristiche cromatiche delle immagini di tessuti umani.

Attraverso tale software si è riusciti ad estrarre features da qualsiasi tipo di immagine caricata, utilizzando le tecniche più comuni nel campo dell'image-analysis.

Inoltre, dall'analisi dei dati, si sono riscontrati degli ottimi risultati rispetto alle correlazioni ottenute, considerato che lo studio è ancora in fase del tutto preliminare.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

