



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO**



Segmentazione automatica di immagini del letto ungueale a supporto della diagnosi di anemia

TESI IN SISTEMI MULTIMEDIALI

RELATORE:

PROF. GIOVANNI DIMAURO

CORRELATORE:

DOTT. FRANCESCO GIRARDI

LAUREANDA:

FEDERICA DI TERLIZZI

Sommario

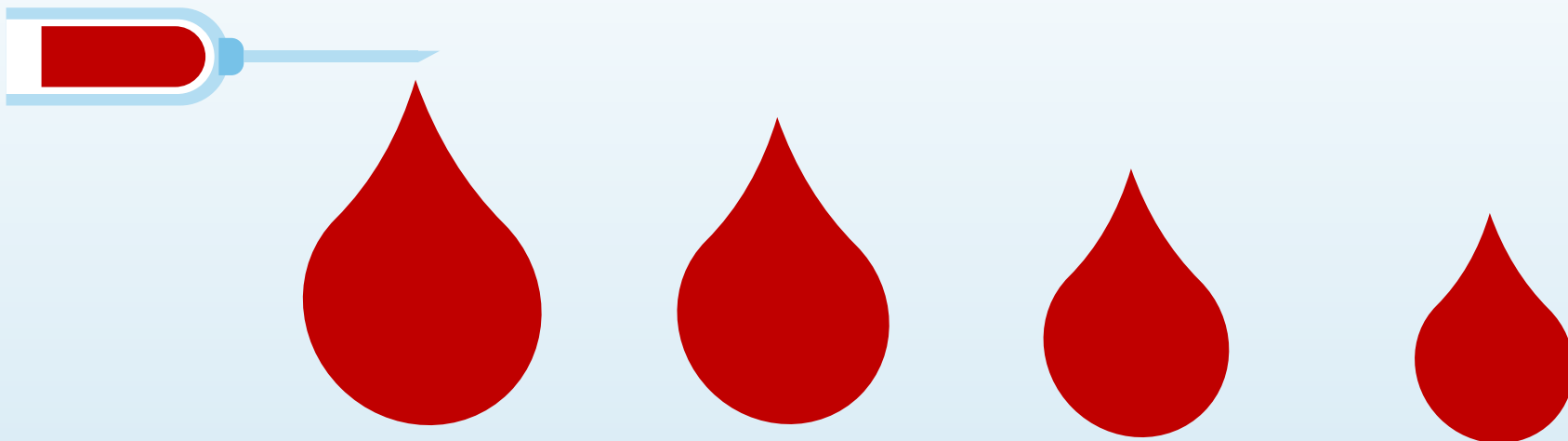
- Presentazione del contesto: Anemia
- Obiettivo dello studio
- Prototipo hardware per l'acquisizione
- Segmentazione automatica
- Software proposto
- Analisi dei dati
- Sviluppi futuri



Presentazione del contesto: Anemia

Si definisce *anemia* la riduzione patologica dell'emoglobina (Hb) al di sotto dei livelli di normalità, che determina una ridotta capacità del sangue di trasportare ossigeno.

L'*emoglobina* è una proteina presente nei globuli rossi del sangue.



Anemia



La normale distribuzione di Hb varia a seconda di età, sesso e stato fisico.

Età/sesso	Soglia Hb (g/dL)
Bambini (0 – 5 anni)	11,0
Bambini (5 – 11 anni)	11,5
Ragazzi (12 – 14 anni)	12,0
Donne non incinta (≥ 15 anni)	12,0
Donne incinta	11,0
Uomini (≥ 15 anni)	13,0

Valori minimi di Hb definiti dalla World Health Organization (WHO)

Anemia: Sintomi

- Ha uno sviluppo molto lento
- Sintomi non evidenti per Hb > 9-10 g/dl
- L'organismo attua meccanismi di compenso
Ad esempio: aumento della quantità di sangue pompata

Quando il compenso non può più assicurare un'adeguata dose di ossigeno, compaiono i **sintomi** quali:

- Stanchezza
- Pallore
- Facile affaticabilità
- Aumento della frequenza cardiaca



Anemia: Diagnosi



La diagnosi viene effettuata mediante il **prelievo del sangue**, dispendioso in termini di tempo, denaro e sottopone il paziente al rischio di infezioni.

Per questo motivo, è di grande interesse studiare metodi e progettare strumenti che permettano il monitoraggio della concentrazione di emoglobina in maniera non invasiva.



Obiettivo dello studio



L'obiettivo è stato quello di effettuare uno studio preliminare e progettare un sistema in grado di acquisire e segmentare la zona del *letto ungueale* per la diagnosi di anemia attraverso metodi non invasivi basati sull'analisi delle immagini.

Questa scelta è motivata dal fatto che non ci sono molti studi in letteratura riguardanti questo sito anatomico e anche perché risulta semplice acquisire una immagine delle proprie dita.

Prototipo hardware per l'acquisizione



Per l'acquisizione di immagini del letto ungueale è stato sviluppato un dispositivo:

- *portabile*
- *poco invasivo*
- *economico*



Dispositivo a cui è collegato uno smartphone Huawei p20 Pro

Prototipo hardware per l'acquisizione



Le immagini sono state acquisite presso il **Policlinico di Bari** nei reparti di Medicina Interna e Medicina Trasfusionale in modo tale da ottenere un campione di immagini di soggetti anemici e sani.



Acquisizione presso il Policlinico di Bari



Immagine acquisita

Segmentazione automatica



Questa fase ha come scopo quello di semplificare la rappresentazione delle immagini in qualcosa di più significativo e facile da analizzare.

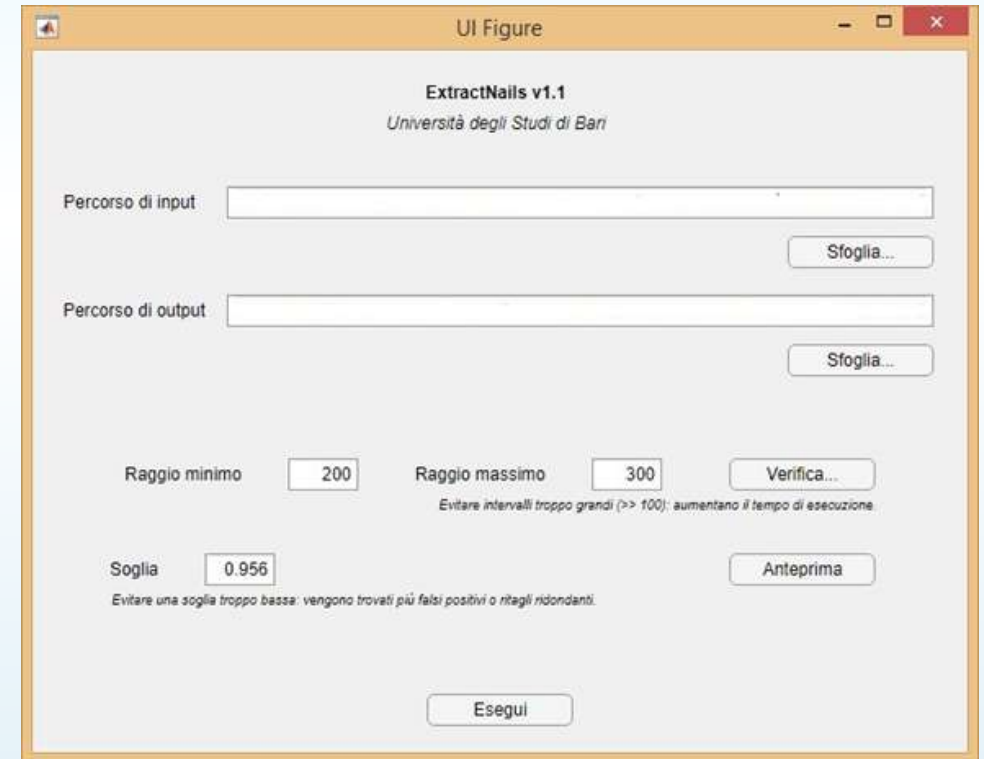
In questo lavoro, è stata utilizzata la *segmentazione basata sul thresholding* che ha lo scopo di isolare un oggetto (letto ungueale) dallo sfondo.

Inoltre, per l'estrazione delle feature è stata utilizzata la *Trasformata di Hough* che permette di individuare contorni circolari all'interno delle immagini del letto ungueale.

Software proposto

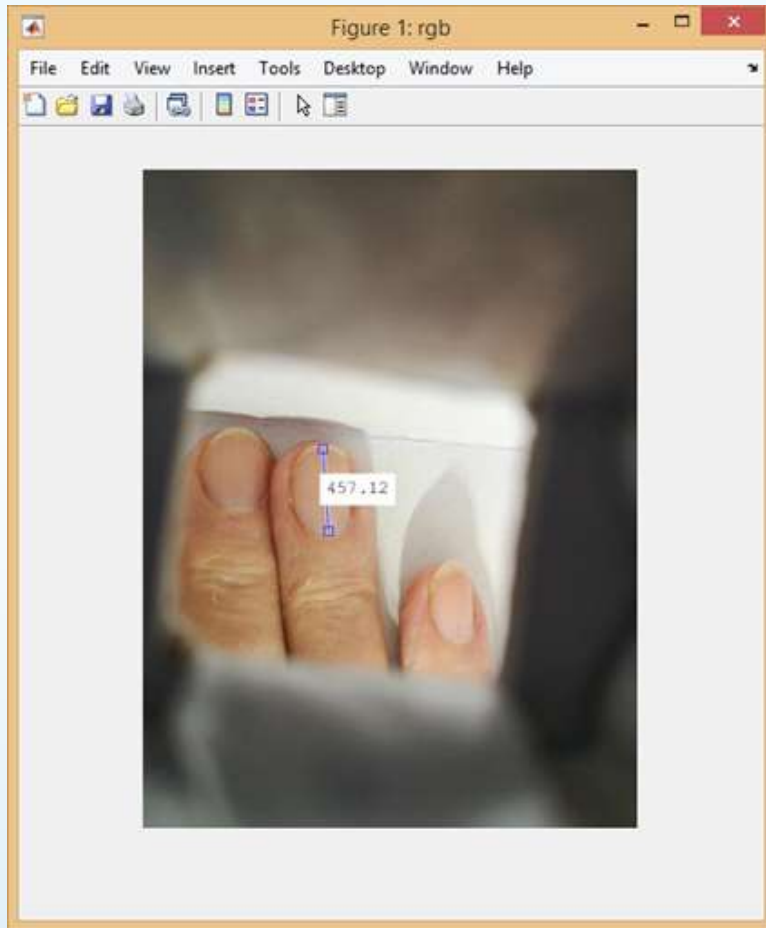


Si è sviluppato un software in grado di individuare all'interno dell'immagine la regione del letto ungueale e segmentare le zone a forma di cerchi, utilizzando un algoritmo integrato in **MATLAB**, basato sulla Trasformata di Hough.



Interfaccia principale

Software proposto



La schermata di *'Verifica'* permette di selezionare gli estremi del segmento che andrà a identificare il diametro del cerchio da individuare all'interno dell'immagine.

Inoltre, serve per impostare i valori soglia richiesti nell'interfaccia.

Schermata di 'Verifica' per individuare le dimensioni del diametro

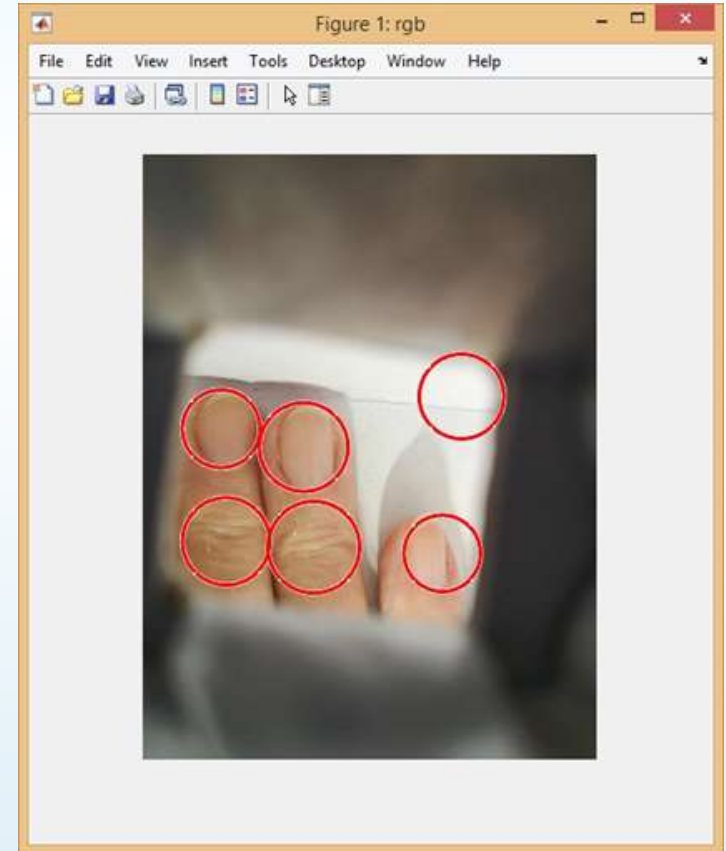
Software proposto



Per valutare la soglia, il bottone *'Anteprima'* mostra una preview della segmentazione ottenuta.

In base al risultato ottenuto si può decidere di aumentare o diminuire la soglia.

Il tasto *'Esegui'* fa partire il programma, i cerchi ottenuti saranno salvati nell'apposita cartella di output.



Schermata di 'Anteprima' per visualizzare la segmentazione

Software proposto



È possibile che le immagini segmentate con *diametro al 100%* contengano **rumore** poiché il colore delle unghie è molto simile al colore della pelle, e al colore presente sullo sfondo.

Per questo motivo, per ovviare a questo problema si è pensato di ridurre il *diametro al 60%* in modo tale da focalizzare la ROI al centro dell'unghia.



Esempio di cerchio estratto con diametro al 100%



Esempio di cerchio estratto con diametro ridotto al 60%

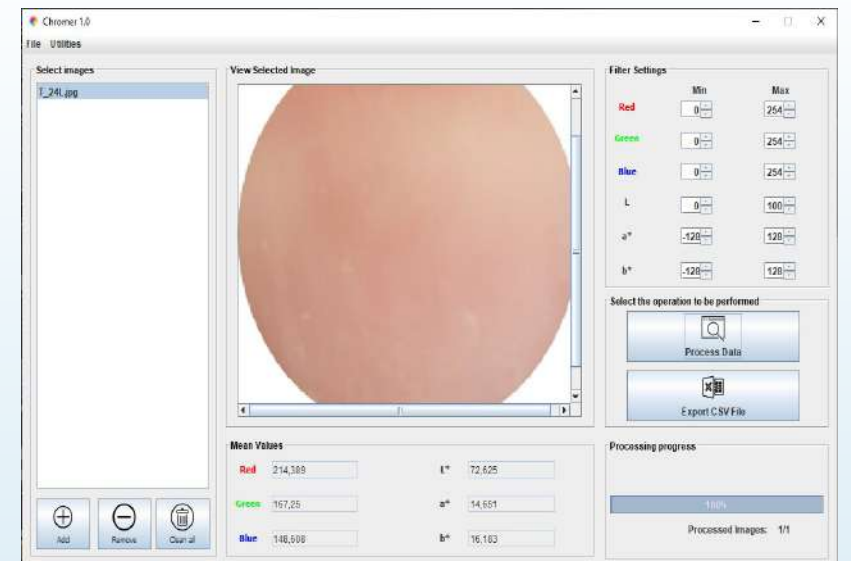
Analisi dei dati



Si è effettuato un confronto sulle 30 immagini acquisite, considerando i diversi tipi di segmentazione:

- Manuale
- Segmentazione automatica con diametro al 100%
- Segmentazione automatica con diametro ridotto al 60%

Tutte le immagini segmentate sono state analizzate dal software Chromer per estrarre i rispettivi valori delle componenti degli spazi di colore (RGB e CIELAB).



Interfaccia di Chromer

Analisi dei dati



E' stato calcolato l'*indice di correlazione di Pearson* per valutare la correlazione che intercorre tra le componenti cromatiche e il valore di HB.

	<i>SEGMENTAZIONE MANUALE</i>						
	<i>Hb-a*</i>	<i>Hb-EI</i>	<i>Hb-L</i>	<i>Hb-b*</i>	<i>Hb-B</i>	<i>Hb-R</i>	<i>Hb-G</i>
ρ_{XY}	0,20	0,15	0,22	-0,30	0,27	0,23	0,21
	<i>SEGMENTAZIONE AUTOMATICA</i>						
	<i>Hb-a*</i>	<i>Hb-EI</i>	<i>Hb-L</i>	<i>Hb-b*</i>	<i>Hb-B</i>	<i>Hb-R</i>	<i>Hb-G</i>
ρ_{XY}	0,44	0,40	0,17	-0,29	0,27	0,25	0,11
	<i>SEGMENTAZIONE AUTOMATICA CON RIDUZIONE AL 60%</i>						
	<i>Hb-a*</i>	<i>Hb-EI</i>	<i>Hb-L</i>	<i>Hb-b*</i>	<i>Hb-B</i>	<i>Hb-R</i>	<i>Hb-G</i>
ρ_{XY}	0,41	0,39	0,05	-0,12	0,07	0,15	0,00

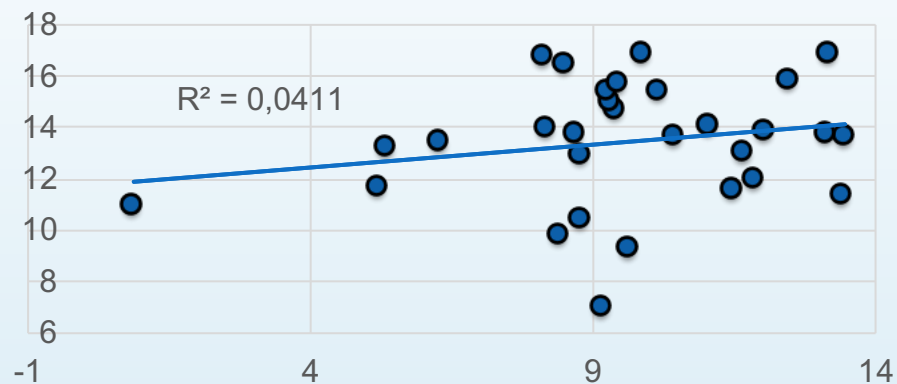
Nella due *segmentazioni automatiche* vi è una **correlazione moderata** tra il Hb e a*, e tra il valore di HB e EI.

Analisi dei dati

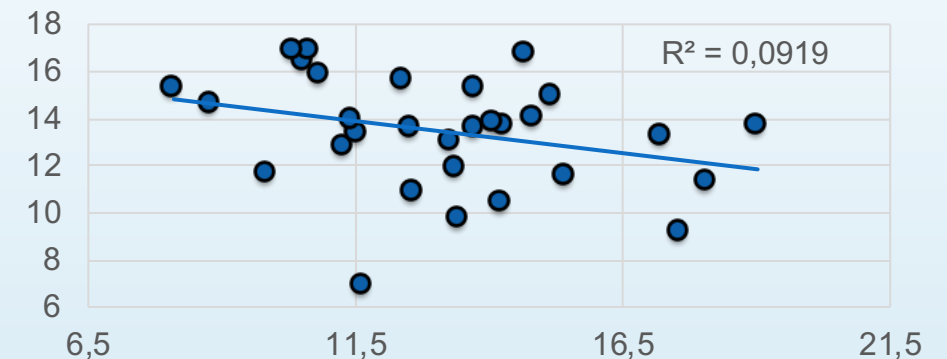


Per visualizzare il grado di correlazione tra le due variabili è stato utilizzato il grafico a dispersione. Nel caso di Hb e a* vi è una correlazione **diretta** in tutte e tre le tipologie di segmentazione, mentre tra Hb e b* vi è una correlazione **inversa**.

**Segmentazione manuale:
Relazione Hb-a***



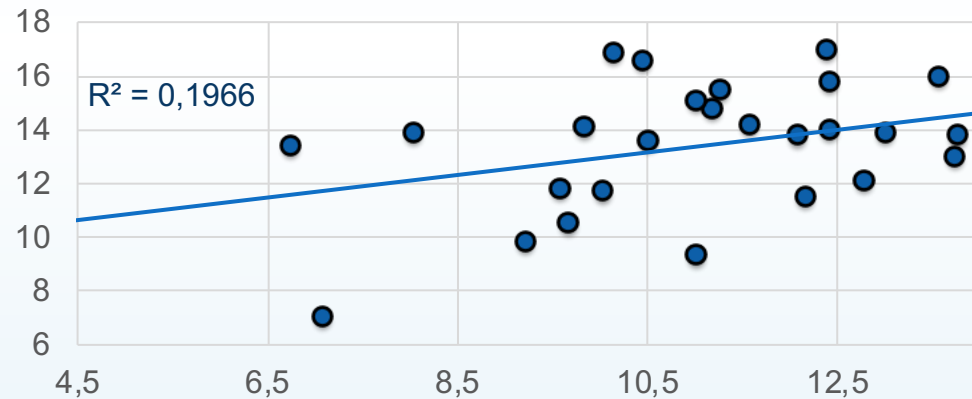
**Segmentazione manuale:
Relazione Hb-b***



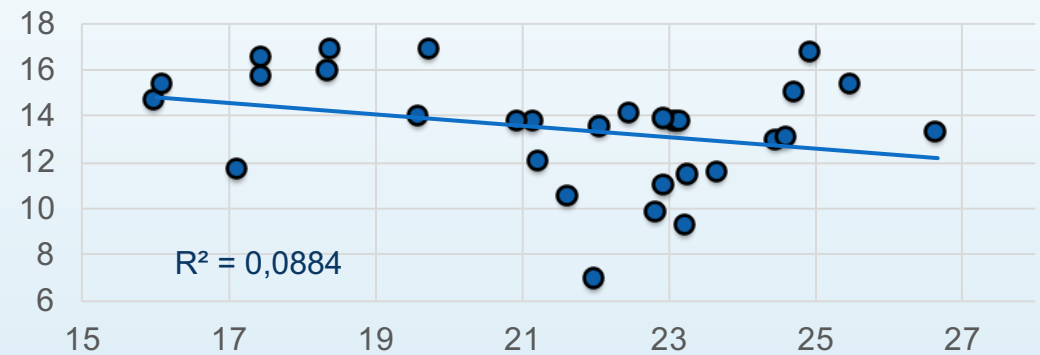
Analisi dei dati



Segmentazione automatica: Relazione Hb-a*



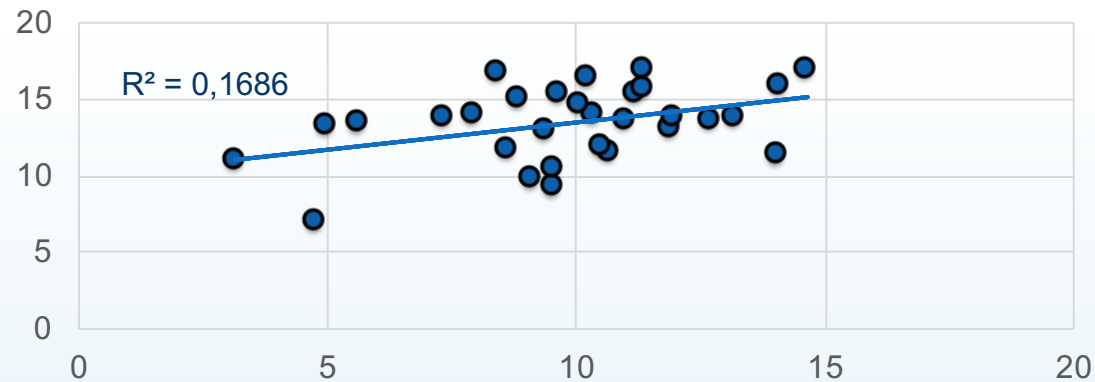
Segmentazione automatica: Relazione Hb-b*



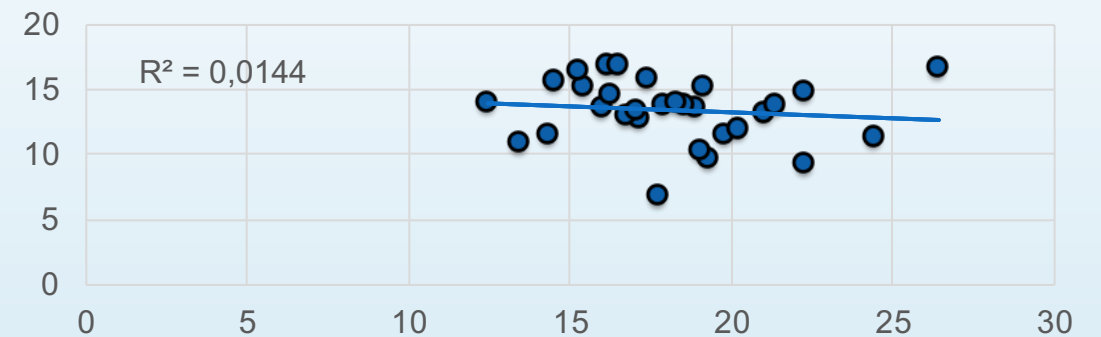
Analisi dei dati



Segmentazione automatica con riduzione del diametro al 60%: Relazione tra HB - a*



Segmentazione automatica con riduzione del diametro al 60%: Relazione tra HB - b*



Conclusioni

Va precisato che questi risultati, sono molto interessanti ma preliminari, poiché la distribuzione delle persone sane e anemiche è squilibrata.

Per colmare questo gap è già in corso l'acquisizione di ulteriori dati.

Ci preme sottolineare che si tratta di uno studio preliminare che aveva come primo obiettivo quello di studiare e progettare un sistema in grado di segmentare la zona del letto ungueale, dati i pochi studi presenti in letteratura.

Sviluppi futuri



I principali sviluppi futuri previsti sono:

- ✓ Stampare un modello 3D del dispositivo
- ✓ Raffinare la segmentazione automatica delle immagini del letto ungueale
- ✓ Integrare una funzionalità che permetta di selezionare la parte interessata ed eliminare zone di rumore
- ✓ Ampliare il dataset e renderlo più uniforme
- ✓ Creare un sistema interoperabile che nello stesso momento segmenti l'immagine e la analizzi estraendo le features cromatiche (RGB e CIELAB)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

