

Metode ādas hromoforu ātrai kartēšanai vairāku spektru lāzeru apgaismojumā

Projekta atskaite

U.Rubīns, J.Spīgulis, I.Ošiņa



Darba uzdevumi

1. Izstrādāt maketierīci ādas hromoforu ātrai kartēšanai trīs līnijaspektru lāzeru apgaismojumā.
2. Izstrādāt algoritmu ādas hromoforu kartēšanai vairāku līnijaspektru lāzeru apgaismojumā.

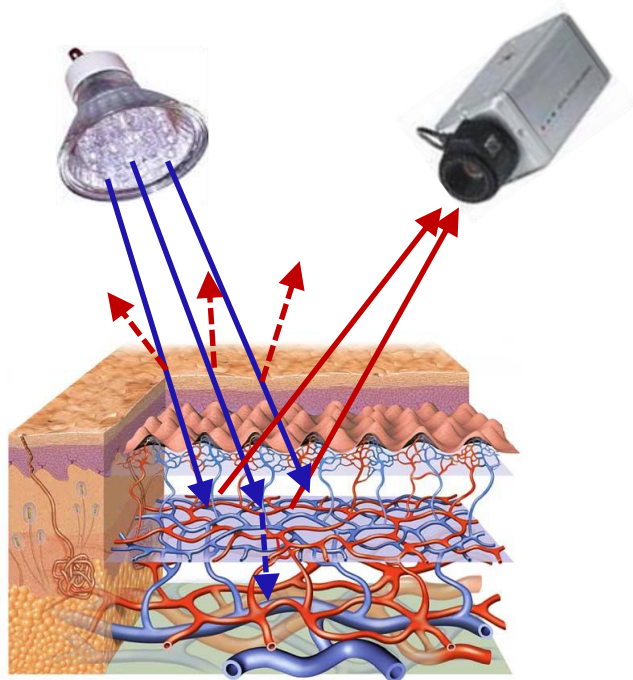
Multi-spektrālā attēlošana

1. Gaismas avota emisijas spektrs

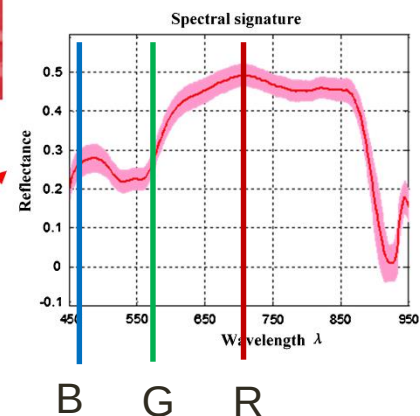
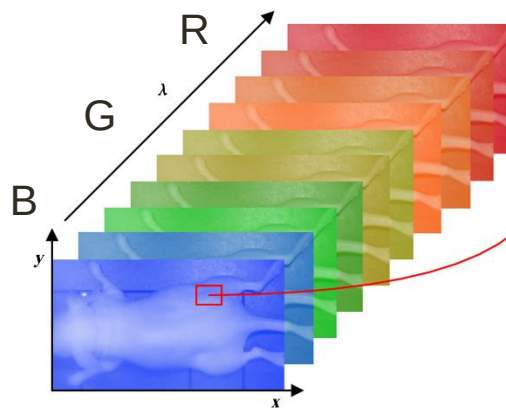
3. Sensora jutības spektrs

1 + 2 + 3

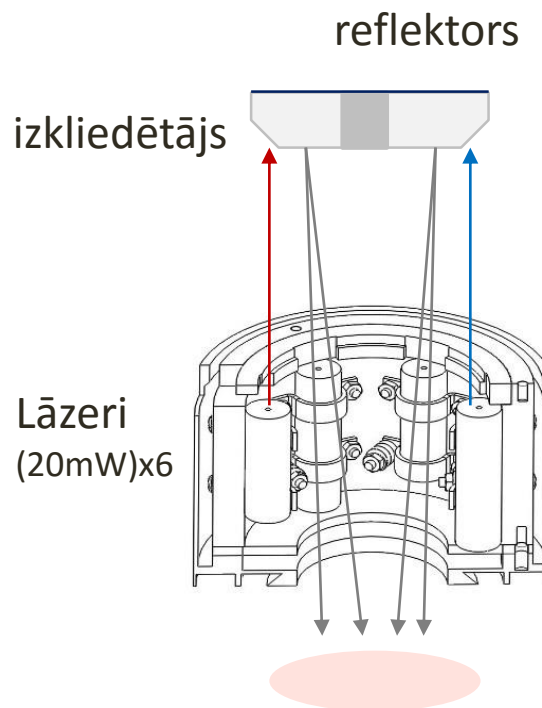
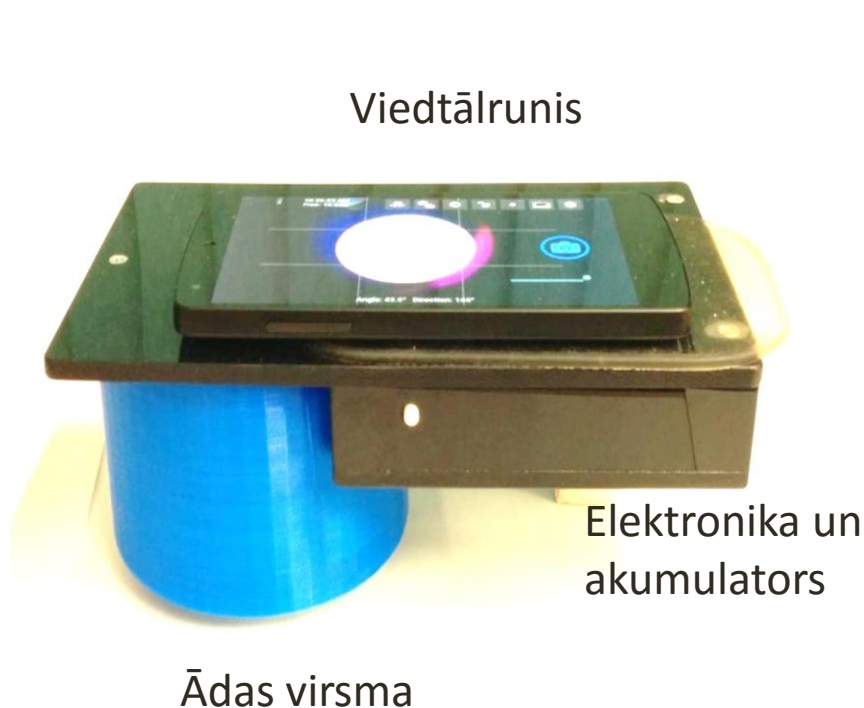
Summārais spektrs



2. Ādas komponentu absorbcijas spektrs

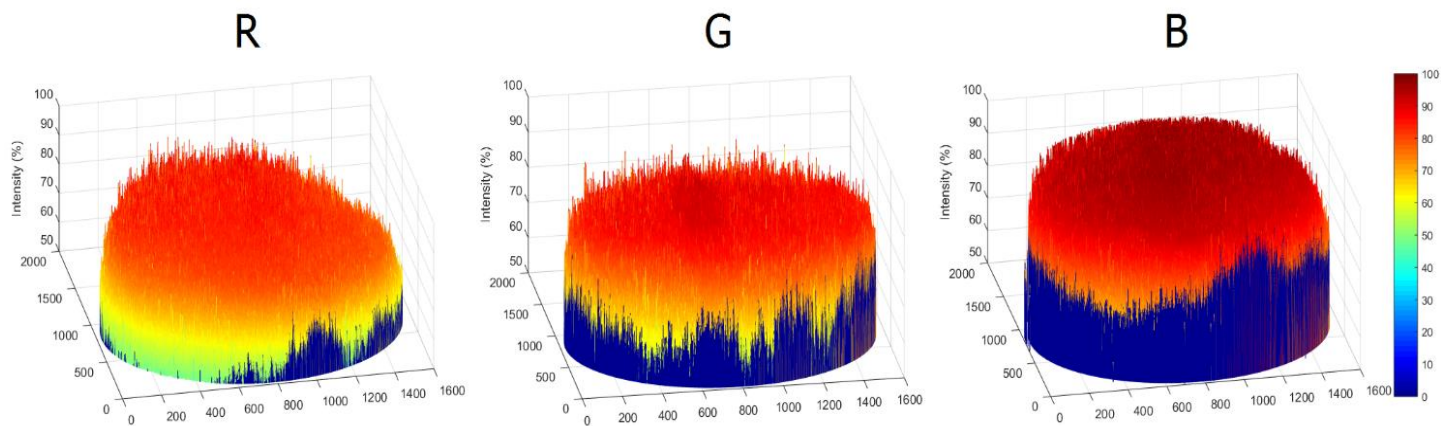
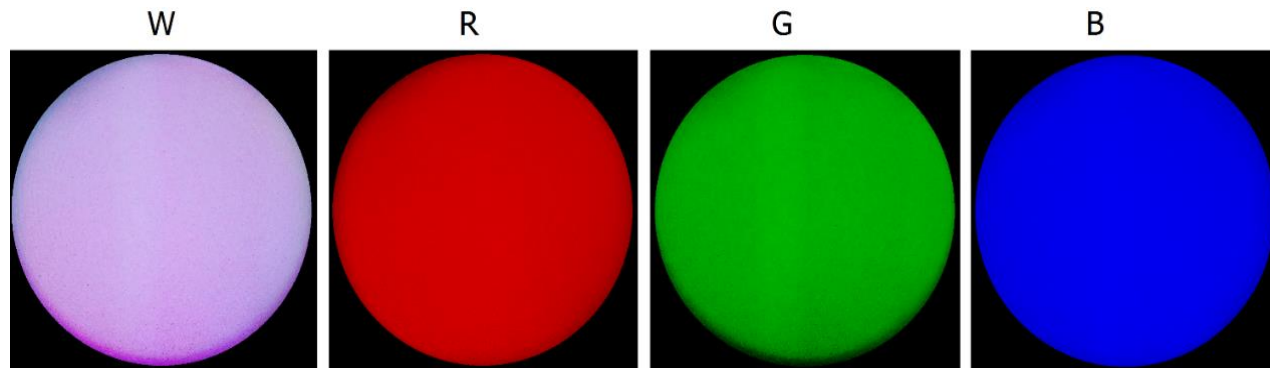


Maketierīce ādas hromoforu ātrai kartēšanai tri-hromatiskā lāzeru apgaismojumā



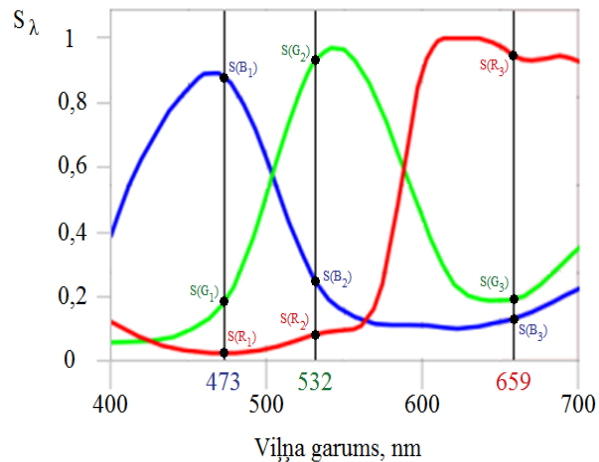
Pārskata periodā izgatavota pilnveidota portatīva triju lāzeru spektrālīniju apgaismotāja maketierīce. Maketierīces uzbūves pamatā izmantoti 3 lāzermoduļu pāri; katra pāra izstarojuma viļņu garums - **448nm**, **532nm** un **659nm**, un apgaismotājā tie novietoti cilindra pretējās pusēs, lai vienmērīgāk izgaismotu izkliedētāju. No izkliedētāja R+G+B gaisma tālāk nonāk pretējā pusē uz ādas virsmas.

Maketierīces tri-hromatiskā lāzeru apgaismojuma lauks



Algoritmi

1.solis: spektrālā atdalīšana



Lāzeru
līnijaspektri

RGB sensora
jutības spektri

RGB attēli
no video
sensora

$$\begin{matrix} R_{x,y} & G_{x,y} \\ & B_{x,y} \end{matrix}$$



Spektrālā
atdalīšana

(cross-talk
correction)



Spektrālie
attēli

$$\begin{matrix} I_{1,x,y} & I_{2,x,y} \\ & I_{3,x,y} \end{matrix}$$

2. Ādas hromoforu aprēķins no triju spektru attēliem

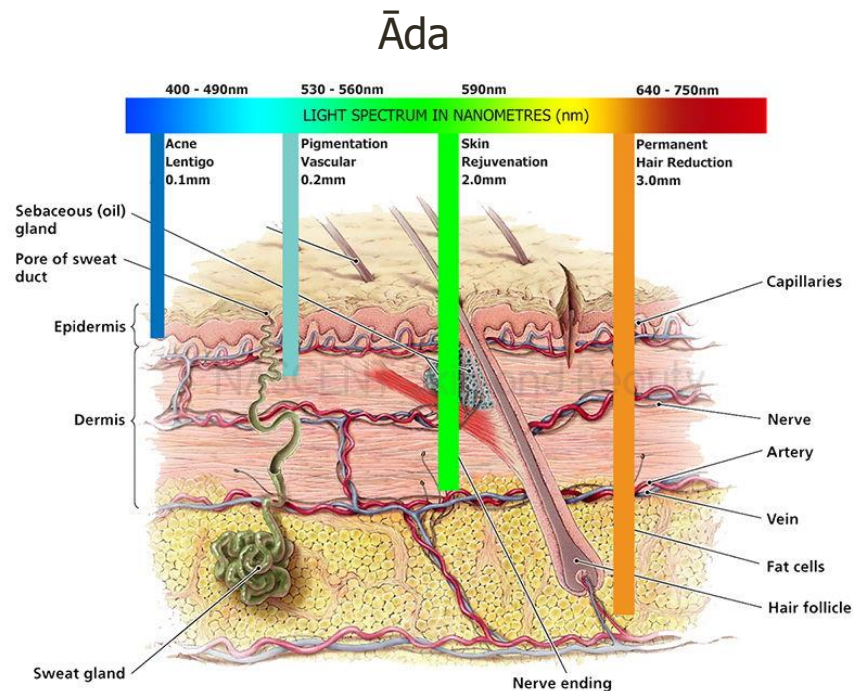
- Bēra – Lamberta likums:

$$I(\lambda) = I_0 e^{-c \cdot \varepsilon(\lambda) \cdot l}$$

- Hromoforu koncentrāciju atrod no vien.sist.:

$$\begin{cases} c_a \cdot \varepsilon_a(\lambda_1) + c_b \cdot \varepsilon_b(\lambda_1) + c_c \cdot \varepsilon_c(\lambda_1) = -\frac{\ln\left(\frac{I_1}{I_{01}}\right)}{l_1} \\ c_a \cdot \varepsilon_a(\lambda_2) + c_b \cdot \varepsilon_b(\lambda_2) + c_c \cdot \varepsilon_c(\lambda_2) = -\frac{\ln\left(\frac{I_2}{I_{02}}\right)}{l_2} \\ c_a \cdot \varepsilon_a(\lambda_3) + c_b \cdot \varepsilon_b(\lambda_3) + c_c \cdot \varepsilon_c(\lambda_3) = -\frac{\ln\left(\frac{I_3}{I_{03}}\right)}{l_3} \end{cases}$$

$\varepsilon_{i,j}$ – hromoforas ekstinkcijas koeficients, c_i – koncentrācija, I_j – gaismas intensitāte, I_{0j} – krītošās gaismas intensitāte, l – gaismas iespiešanās dziļums



Algoritms hromoforu kartēšanai vairāku spektru lāzeru gadījumā

Tālāk attīstot piedāvāto tehnoloģiju ādas hromoforu kartēšanai, izmantojot no RGB attēliem iegūtus monohromatiskus spektrālos attēlus, tika analizētas iespējas kartēt 4 un 5 ādas hromoforas

$$\sum_{i=1}^n c_i \varepsilon_{i,j}(\lambda_j) = - \frac{\ln\left(\frac{I_j}{I_{0j}}\right)}{l_j}$$

$\varepsilon_{i,j}$ – hromoforas ekstinkcijas koeficients, c_i – koncentrācija, I_j – gaismas intensitāte, I_{0j} – krītošās gaismas intensitāte

$j = 1, 2, \dots, s$ – spektrālo kanālu skaits

Izmantojot 5 lāzerus, būtu iespējams noteikt piecu dažādu hromoforu koncentrācijas. Tam būtu nepieciešami divi RGB attēli:

1) izmantojot **415 nm, 533 nm, 660 nm**, 2) izmantojot **448 nm, 589 nm, 660 nm** lāzerus.

j	λ nm	l	$\varepsilon_{melanin}$ cm^{-1}/M	ε_{HbO_2} cm^{-1}/M	ε_{HbD} cm^{-1}/M	$\varepsilon_{bilirubin}$ cm^{-1}/M	$\varepsilon_{betacarotene}$ cm^{-1}/M
1.	415	104	2359	523080	353222	34903	82223
2.	448	139	1935	67044	173320	54336	136270
3.	533	348	1170	45400	41336	101	1801
4.	589	522	805	17082	29700	31	1490
5.	660	678	541	319.6	3226.56	30	454

Rezultāti un secinājumi

- Izgatavota kompakta maketierīci ādas hromoforu ātrai kartēšanai lāzeru apgaismojumā;
- Izstrādāts algoritms ādas hromoforu kartēšanai vairāku spektrālīniju lāzeru apgaismojumā.
- Iesniegts LV patenta pieteikums:

- Paņēmiens un ierīce hromoforu kartēšanai vairāku spektrālīniju apgaismojumā, autori J.Spīgulis un I.Ošiņa. LV patenta pieteikums P-15-137, 22.12.2015

- Ir iespējams izgatavot kompaktu ierīci ādas hromoforu kartēšanai triju (R-G-B) krāsu apgaismojumā.
- Patreiz esošās tehnoloģijas neļauj izveidot kompaktu ierīci bilirubīna kartēšanai, jo nav kompakta izmēra lāzermoduļi ar starojuma v.g. 415nm

Paldies par uzmanību

Šis pētījums tika veikts valsts pētījumu programma “Kiberfizikālās sistēmas, ontoloģijas un biofotonika drošai & viedai pilsētai un sabiedrībai” (VPP SOPHIS) ietvaros, LU Atomfizikas un Spektroskopijas Institutā. Projekta LU reģistrācijas Nr. ZD2014/29721

