

Atskaite par darba paketes WP1 izpildi

NIR apgaismojuma un attēlveidošanas sistēmas izstrāde un montāža

Laika posms: M1-M6

WP1 vadītājs: E.Kviesis-Kipge, dalībnieki: I.Irbe, U.Rubins, J.Spigulis.

Tika izstrādāta un integrēta pilna ķermeņa apgaismojuma-attēlveidošanas sistēma.

T1.1. NIR apgaismojuma izstrāde (M1-M5)

Šīs darba paketes galvenais uzdevums bija esošo pilna ķermeņa apgaismojuma-attēlveidošanas sistēmas prototipu papildināt ar 850nm NIR lāzeru. Piemērots NIR lāzers tika iegādāts no Ķīnas kompānijas *HangZhou NaKu Technology Co., Ltd.* (2. attēls A). Lāzera starojuma maksimālā jauda ir 4 vati, komplektā ar barošanas un vadības bloku izejas jaudu var regulēt robežās no 0 līdz maksimālai. Šis lāzers ir aprīkots ar skrūvējamu SMA savienotāju. Lāzers tika uzmontēts ovālā apgaismotāja (1. attēls) otrā pusē zem fotokameras. Tam ir iebūvēts neliels ventilators, kas nodrošina stabilu darba temperatūru. Lāzera barošanas un strāvas regulēšanas bloks atrodas uz stenda pamatnes, lietotājam neredzamā pusē. Barošanas bloku ar lāzeru savieno 1,4 metrus garš daudzdzīslu kabelis. Vada garums izvēlēts tieši tāds, kas netraucē apgaismotāja optiskās daļas pārvietošanos uz augšu un leju. 2. attēlā parādīti apgaismotāja optiskās daļas komponenti A un D ir attiecīgi NIR un RGB lāzeri. Lai to optisko starojumu novadītu līdz sānstarojošai šķiedrai, kas apgaismo pacientu (1. attēls zilais starojums), tika izmantota pēc individuāla pasūtījuma *Light Guide Optics International* izgatavota Y-veida optiskā šķiedra ar SMA savienojumiem abos galos. Ar šo šķiedru optiskais starojums no abiem lāzeriem tiek novadīts uz sānstarojošo šķiedru, kas atrodas ovālā apgaismotāja priekšpusē. Abu lāzera barošanas un vadības bloki atrodas nekustīgi novietoti uz stenda pamatnes, bet abi lāzeri ar fotokameru un sānstarojošo šķiedru var pārvietoties divos fiksētos augstumos 0,5m un 1,5m no stenda pamatnes.

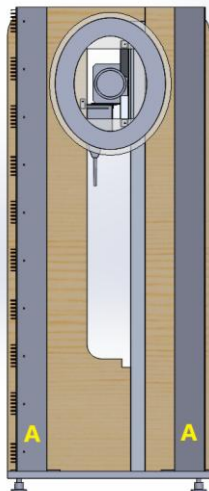
Veicot eksperimentus (uzņemot ādas veidojumu – nēvusu attēlus) un apstrādājot iegūtos datus no NIR lāzera starojuma noskaidrojās, ka lāzera jauda un fotokameras jutība infrasarkanā spektra reģionā ir pietiekosa, lai izmēģinātu apgaismojuma sistēmu papildināt ar vēl vienu viļņa garuma starotāju – 940nm 1W gaismas diodēm (3. attēls). Tika izvēlēts 940nm spektrs tā lielākā iespīšanās dziļuma audos dēļ nekā 850nm. Tas nozīmē, ka ar šo sistēmu varētu ieraudzīt dziļākos ādas veidojumus tai skaitā ļaundabīgo melanomu. Gaismas diodes izvietotas ierīces priekšpusē (3. attēls A) abpus ovālai apgaismotāja optiskai daļai. Tās ir pagrieztas leņķī pret pacientu, jo gaismas diožu starošanas leņķis ir 20 grādi. Gaismas diožu stabila optiskā starojuma nodrošināšanai tās tiek dzesētas ar pasīvo dzesēšanu - radiatoriem, kas uzstādīti aiz LED paneļiem, tā lai tiem brīvi piekļūst gaiss.



1. attēls. Pilna ķermeņa apgaismojuma-attēlveidošanas sistēmas kopskats.



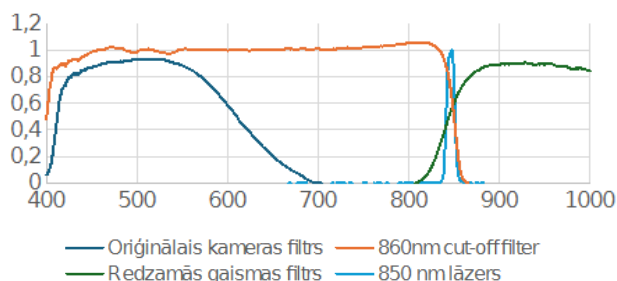
2. attēls. A - 850nm lāzers;
B - Y veida šķiedra;
C - fotokamera;
D - RGB lāzers
E - sānstarojošā šķiedra



3. attēls. Pilna ķermeņa apgaismojuma-attēlveidošanas sistēmas 3D modelis ar papildus LED moduļiem. A – organiskā stikla paneļi ar iebūvētām 940nm gaismas diodēm, B – gaismas diožu dzesēšanas radiators.

T1.2. Sony a7R IVA kameras pielāgošana NIR attēlveidošanai (M1-M5)

Šis darba paketes uzdevums bija pārveidot pilna ķermeņa apgaismojuma-attēlveidošanas sistēmas fotokameru tā, lai ievērojami uzlabotos kameras jutība infrasarkanā spektra daļā. Šis uzdevums pilnībā tika paveikts piesaistot profesionāla fotomeistara pakalpojumu. Kamera tika izjaukta un no tās 61 megapikseļu CMOS attēla sensora tika noņemts ražotāja oriģinālais infrasarkanu staru bloķēšanas filtrs un tā vietā ielikts spektrāli caurlaidīgs atbilstošā izmēra un biezuma stikliņš. Pēc šī pārveidojuma uz fotokameras attēla sensora brīvi var nonākt infrasarkanais starojums. Oriģinālais fotokameras infrasarkanu staru filtra caurlaidības spektrs attēlots 4 attēlā (tumši zilais).

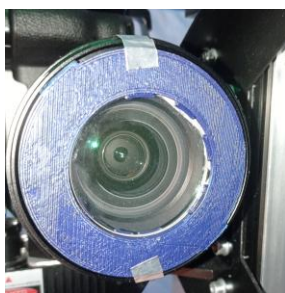


4. attēls. Filtru caurlaidības spektri un 850nm lāzera emisijas josla.

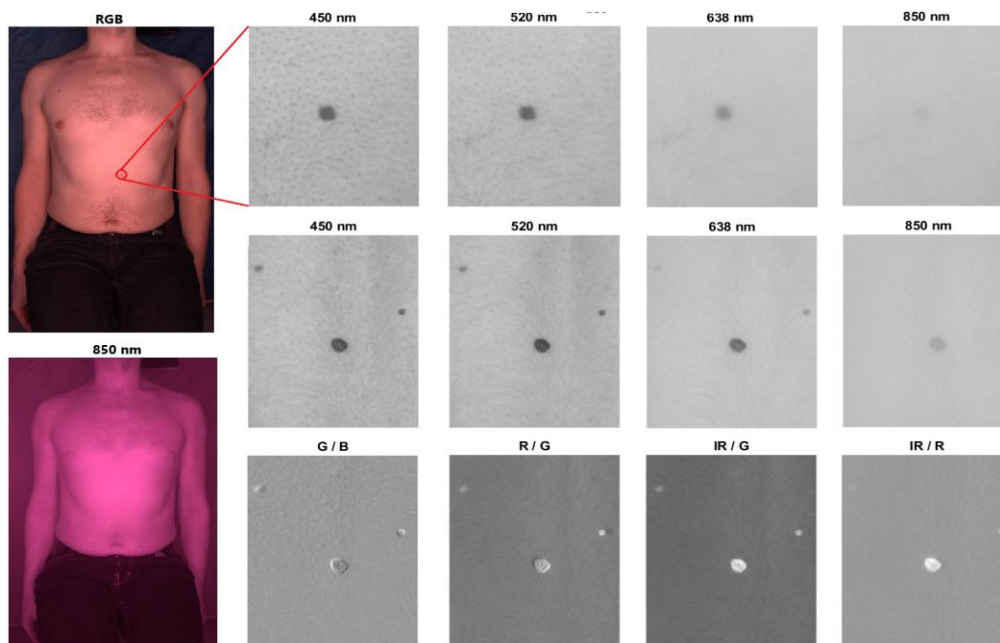
T1.3. NIR apgaismojuma-attēlveidošanas sistēmas laboratorijas testi (M6)

Pabeidzot T1.1 un T1.2, tika veiktas laboratorijas pārbaudes NIR apgaismojuma-attēlveidošanas sistēmai, lai optimizētu apgaismojuma intensitāti un kameras iestatījumus kvalitatīvu NIR attēlu uzņemšanai. Tika pārbaudītas pārlēgšanas iespējas starp redzamā un NIR apgaismojumu. Līdz M1 beigām tika sagatavots atjaunināts prototips, kas gatavs klīniskajai validācijai.

Lai nepieļautu garāku par 860nm starojuma nokļūšanu uz fotokameras sensora (kas varētu samazināt attāla kvalitāti) tika iegādāts speciāls filtrs, kura spektrālā caurlaidība parādīta 4 attēlā (ar oranžu krāsu). Šis filtrs laiž cauri visu redzamo gaismu un tuvējo infrasarkanu līdz 860nm. Viss tālākais spektrs tiek nogriezts. Tika veikti testi, lai noteiktu fotokameras NIR jutību, izmantojot NIR lāzeri un infrasarkanu staru 860nm filtru, kas tika novietots priekšā kameras objektīvam (5 attēls). Noskaidrots, ka šis filtrs rada nevienmērīgu uztvertā attēla sadalījumu (5. attēls A). Blakus attēls ir uzņemts neizmantojot šo filtru. Kamēr tiks noskaidrots iemesls nevienmērīgam sadalījumam, šis filtrs mērījumos netiks izmantots.



5. attēls. 860nm filtrs (diametrs 50mm) ievietots 3D printētā apaļā rāmī un novietots priekšā fotokameras objektīvam.



6. attēls. Pilna ķermeņa attēlveidošanas sistēmas iegūtie attēli RGB un NIR apgaismojumā (pa kreisi), nediagnosticētu veidojumu spektrālie attēli (pa labi).