

Pilna ķermeņa ādas spektrālā attēlošana pie 850 nm

E.Kviesis-Kipge*, J.Tihomirova, U.Rubīns, I.Irbe, M.Skrastiņa, J.Spīgulis

EZTF ASI Biofotonikas laboratorija

*) edgars.kviesis-kipge@lu.lv

ASI Biofotonikas laboratorijā 2024.gadā tika izveidota un klīniski aprobēta prototipa ierīce pilna ķermeņa ādas dermatoskopijai pie trim redzamā diapazona viļņu garumiem 450nm, 520nm un 638nm [1]. Šai ierīcei papildus ir izveidots spektrālās attēlošanas kanāls tuvajā infrasarkanajā diapazonā pie 850 nm, kas var palīdzēt identificēt dziļākus ādas veidojumus, t.sk. ādas audzējus. Šeit sniegts īss papildelementu apraksts un demonstrēti pirmie iegūtie ādas veidojumu infrasarkanie attēli.

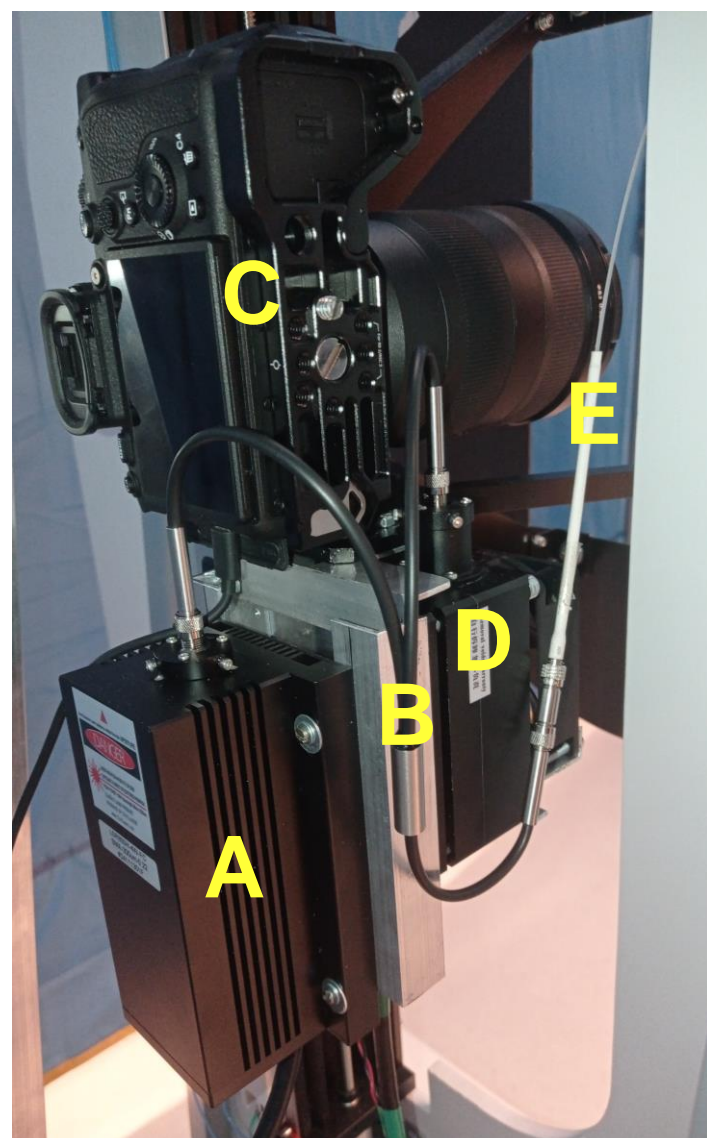
Metodes

Prototipa ierīces kopskats sniegts 1. attēlā. Vienmērīga apgaismojuma iegūšanai izmantota eliptiska 60 m sārstojošas optiskās šķiedras spirāle, kura aptver fotokameru. Apgaismojuma-fotokameras sistēma var pārvietoties divos fiksētos augstumos – 0.5 m un 1.5 m.

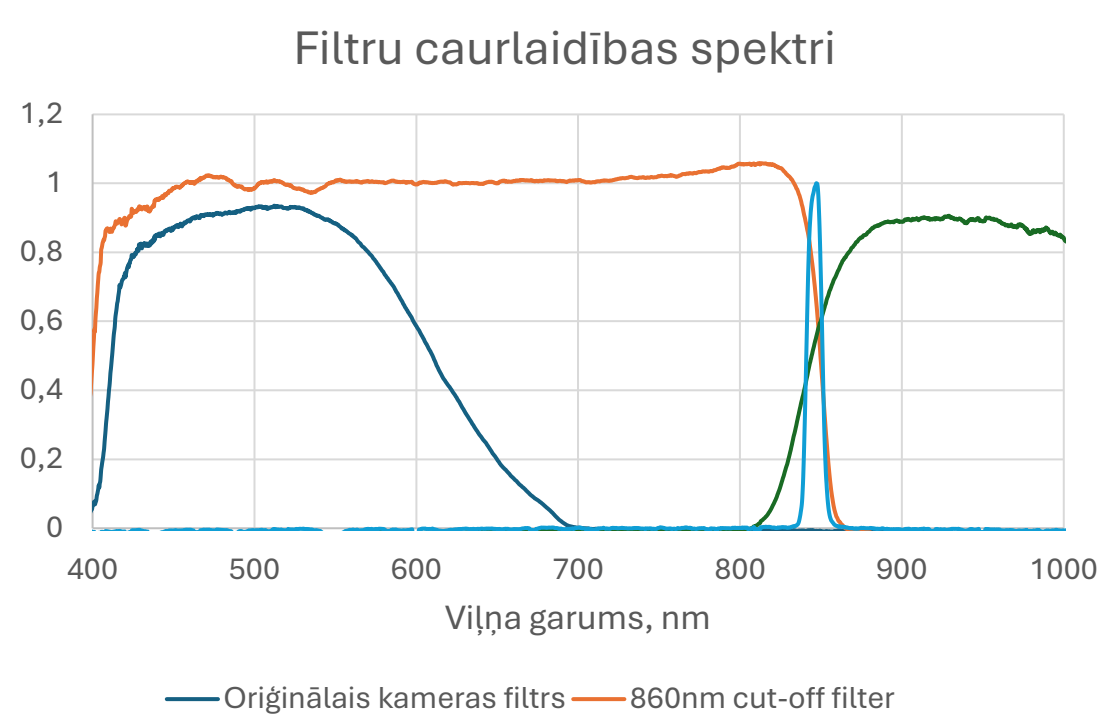
Ierīce tika papildināta ar infrasarkanā starojuma lāzeru (850nm 4000mW IR Fiber Coupled Laser Output Power Adjustable, HangZhou NaKu Technology Co., Ltd – 2.attēls, A) un Y-veida optisko šķiedru kolektoru B (LIGHTGUIDE, Līvāni) ar kopīgo izeju uz apgaismojuma sārstojošo šķiedru E. Otram kolektora zaram pievienots RGB lāzers D. NIR attēlu uztveršanai izmantota modificēta 61.0MP Sony Alpha 7R IV 35mm pilna kadra fotokamera (2. attēls, C), kurai noņemts CMOS sensora infrasarkanais filtrs ar caurlaidību līdz 700nm; tas var tikt aizvietots ar 860nm "short-pass" filtru vai 800nm «long-pass» filtru (3. attēls). Iegūto attēlu apstrādei izmantota Matlab programmēšanas vide, tie tiek iegūti ARW (nekompresētā) formātā. Katrs attēls tiek ielādēts datu masīvā, no kura tiek izdalīti R-G-B un NIR attēli. Tie tiek normēti pēc intensitātes, lai labāk ieraudzītu interesējošos ādas veidojumus.



1. attēls. Prototipa ierīces kopskats.



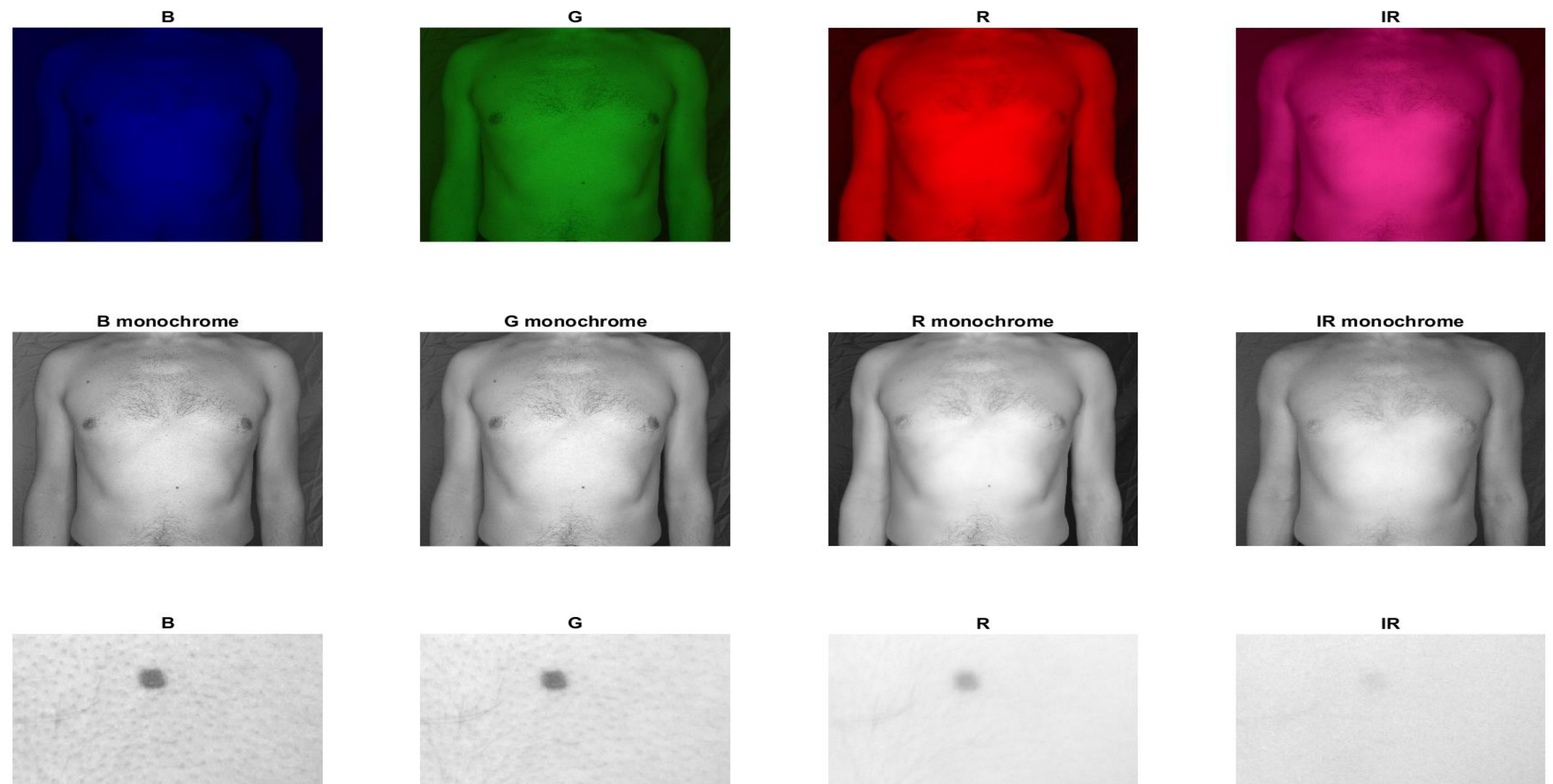
2. attēls. A - 850nm lāzers; B - Y veida šķiedra; C - fotokamera; D - RGB lāzers; E - sārstojošā šķiedra



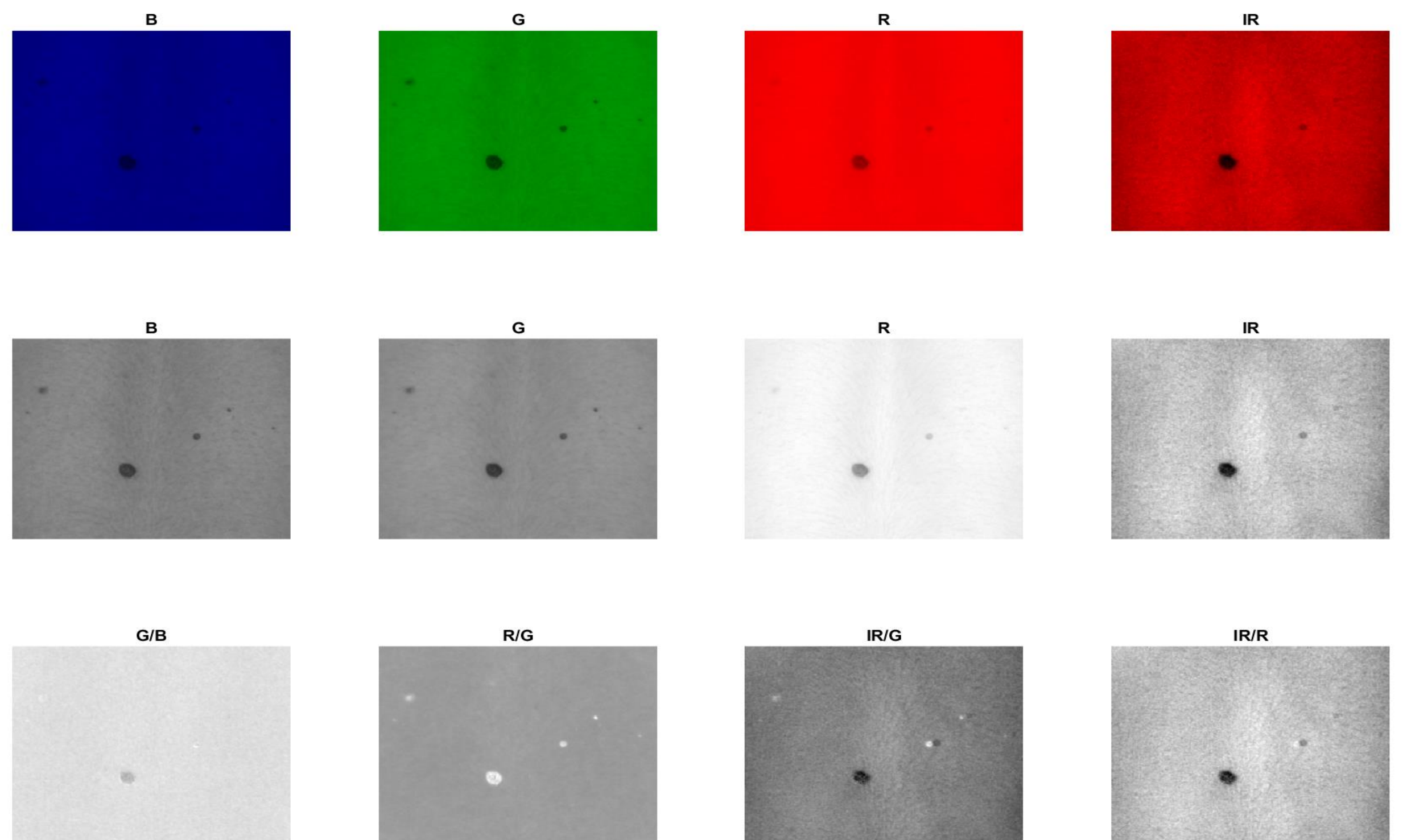
3. attēls. Filtru caurlaidības spektri un 850nm lāzera emisijas josla. Spektrometra izšķirtspēja ~4nm.

Pirmo mērījumu rezultāti

4. un 5. attēlā salīdzināti bez filtriem tumsā uzņemtu ādas fragmentu spektrālie attēli pie 450nm (B), 520nm (G), 638nm (R) un 850nm (NIR). Ādas virspusējā nevusa nr. 1 NIR attēls ir ievērojami blāvāks, salīdzinot ar R, G un B attēliem. Tāda tendence tika novērota arī agrākos mērījumos ar hiperspektrālo kameru. Savukārt 5. attēlā ilustrēti 4 nevusi, no kuriem 2 «izgaist» 638nm un 850nm attēlos, bet citi 2 vēl ir redzami; iespējams, ka šajos veidojumos ir lielāka melanīna koncentrācija, vai arī tie iespiežas ādā dziļāk.



4. attēls. Nēvuss nr. 1. Pirmā rinda - B-G-R un NIR spektrālie attēli ķermeņa augšdaļai; otrā rinda - monohromatiskie B-G-R un NIR attēli attiecīgajos kameras spektrālās jutības kanālos; trešā rinda - palielināts interesējošais apgabals no monohromatiskiem attēliem (nēvuss labi redzams 450nm attēlā, bet kļūst gandrīz nemanāms pie 850nm).



5. attēls. Četru nēvusu attēli. Pirmā rinda - B-G-R un NIR spektrālie attēli; otrā rinda - spektrālie B-G-R un NIR attēli (mazākie nēvusi NIR attēlā vairs nav redzami); trešā rinda - spektrālo attēlu dalījumi.

Kopsavilkums

Ir sekmīgi izveidota prototipa ierīce lielu ādas apgabalu multispektrālai attēlošanai pie viļņu garumiem 450nm, 520nm, 638nm un papildus pie 850nm. Uzņemtie ādas nēvusu (dzimumzīmju) spektrālie attēli infrasarkanajā spektra daļā būtiski «izbalē» vai pilnīgi pazūd, kas norāda uz potenciālu diagnostikā. Tiek plānots nākotnē nodrošināt spektrālo attēlu uzņemšanu papildus pie 940nm, kas palīdzētu pārliecinošāk izdalīt dziļos ādas audzējus.

[1] J.Spīgulis, U.Rubīns, E.Kviesis-Kipge, I.Saknīte, I.Oshina, E.Vasilisina, "Triple spectral line imaging of whole-body human skin: equipment, image processing, and clinical data", Sensors 24, 7348 (2024). DOI:10.3390/s24227348. <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/22/7348>.

Pateicības

Šo pētījumu finansē Atveseļošanas un noturības mehānisma atbalstīts projekts "Latvijas Universitātes iekšējā un ārējā konsolidācija" (Nr. 5.2.1.1.i.0/2/24/I/CFLA/007).



Finansē
Eiropas Savienība
NextGenerationEU



2027
Nacionālais
attīstības plāns



83. Latvijas Universitātes
starptautiskā zinātniskā
konference 2025