

Aktiivinen spektrikamera pitkän kantaman kohteen tunnistamiseen

Teemu Kääriäinen ja Timo Dönsberg

Tutkimuksen kesto 2 vuotta (1/2023 – 12/2024)
MATINE rahoituksen osuus 99898€

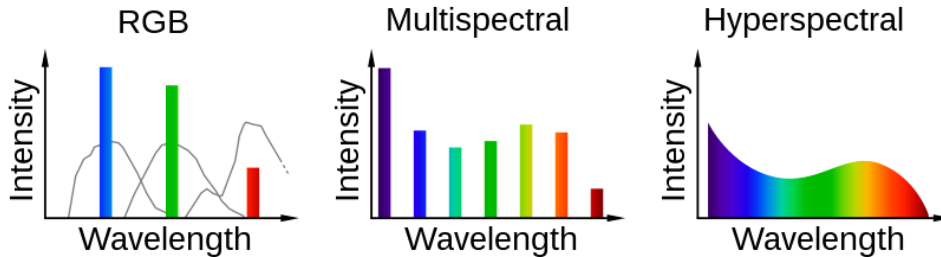
18/11/2024 VTT – beyond the obvious

Sisältö

1. Hyperspektrikuvantaminen ja aktiivinen hyperspektrikuvantaminen
2. Projektin tavoitteet
3. Projektin edistyminen ja tulokset
4. Yhteenveto

Hyperspektrikuvantaminen

- Tyypillinen kamera mittaa kohteesta kolme pääväriä
- Hyperspektrikuvassa jokainen kuvan piste sisältää laajakaistaisen heijastus-spektrin
- Jopa satoja eri aallonpituuksia



Hyperspektrikuvantaminen puolustuksessa

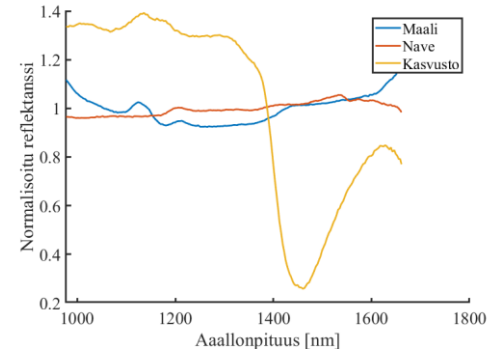
- Kohteiden tunnistus perustuu materiaalien ominaisiin heijastusominaisuuksiin
- Erityisesti SWIR-alue (1000nm – 2500nm) kiinnostava erottelukykynsä takia



Testikohteita. Kaupallinen naamioverkko ja Metallilevy, jossa kaupallisia vihreitä maaleja.



Kuva: Puolustusvoimien tutkimuslaitos VUOSIKIRJA 2017



Testikohteiden heijastuspektrejä. Maali ja naamioverkko kaupallisia.

Hyperspektrikuvantaminen puolustuksessa

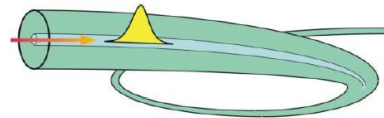
- Olemassa olevilla kameroilla voidaan kuvata
 - Satelliiteista
 - UAV
 - Maalta
- Passiiviset SWIR alueen hyperspektrikamerat vaativat hyvät valaisuolosuhteet
- **Pimeätoiminta ei mahdollista tai hyvin rajoitettua**

Aktiivinen hyperspektrikuvantaminen

- Laajakaistainen laser valaisuun
- 10% hyötysuhde (sähköinen/optinen)
- Akkutoiminen



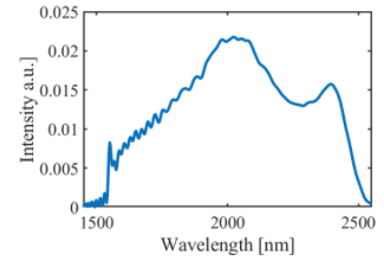
Monokromaattinen pulssilaser



Valokuitu

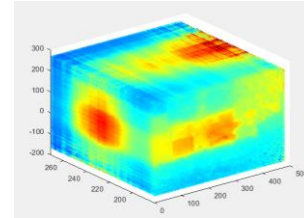
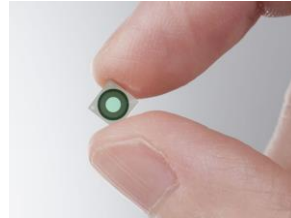


Superkontinuumi



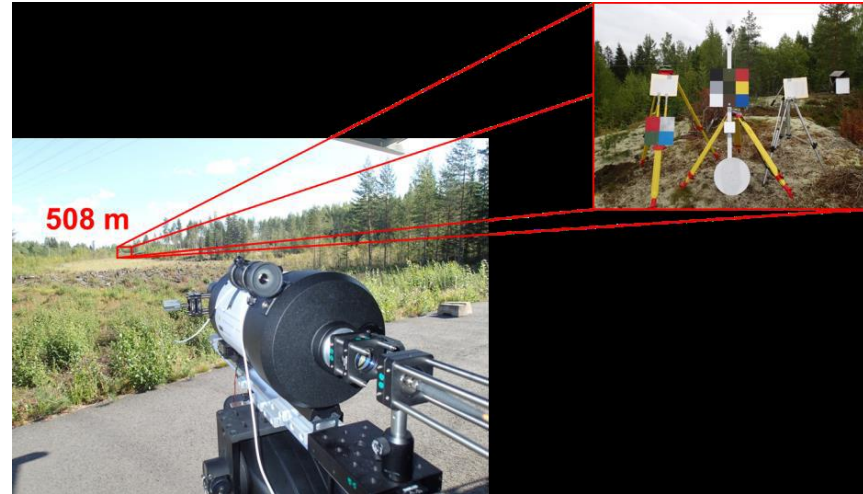
Aktiivinen hyperspektrikuvantaminen

- Laajakaistainen laser yhdistettynä 2D kameraan (MATINE-hanke 2020)
- Etäisyys ~30-50m
- Laajakaistaisen laserin valoa suodatetaan VTT:n FPI teknologialla



Aktiivinen hyperspektrikuvantaminen

- Yhdestä pisteestä, ei kuvaa
- Etäisyys <1.4km
- MATINE-hanke 2014

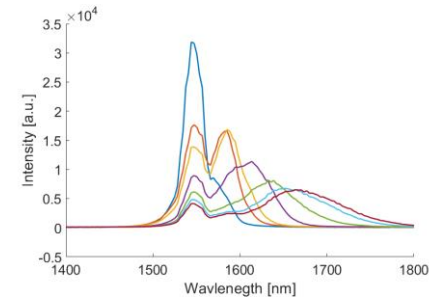
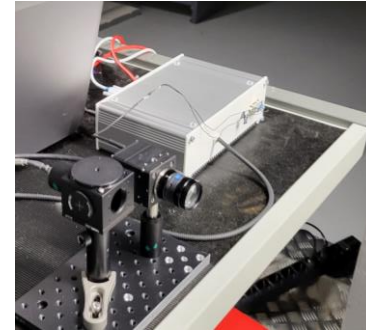


MATINE-hanke 2023-2024

- Aallonpituuksien suodattaminen epätehosta (vain n. 2% generoidusta valosta käytetään valaisuun)
- Tässä hankkeessa tutkitaan ja demonstroidaan menetelmä, jossa suodattamisen sijaan valon emissiospektriä muokataan
- Hankkeen päätavoitteet
 1. Kehittää laajakaistaisen laserin emissiospektrin muokkaamiseen perustuva aktiivinen spektrikamera
 2. Demonstroida kohteiden tunnistus merkittävillä etäisyyksillä

Superjatkumolähde

- 2W superjatkumolähde
 - Kuitukytettä lähetooptikkaan
 - FPGA ohjaus spektrin muokkaamiseen SWIR alueella 1500nm – 2500nm
 - 20W tehonkulutus (5-12V)
 - paino n. 2kg
 - Muokattavalla lähetooptiikalla voidaan muokata valaisu vastaamaan kameran näkökenttää



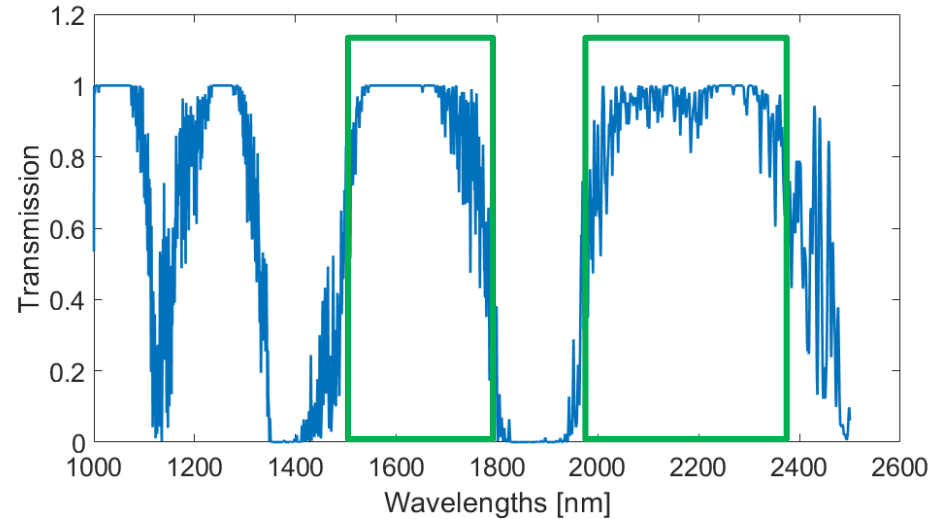
Vastaanotin

- Vastaanotin 640x512 pixelin kaupallinen SWIR kamera
- SWIR objektiivi testietäisyyksille
- Peiliteleskooppi pitkän kantaman mittauksiin



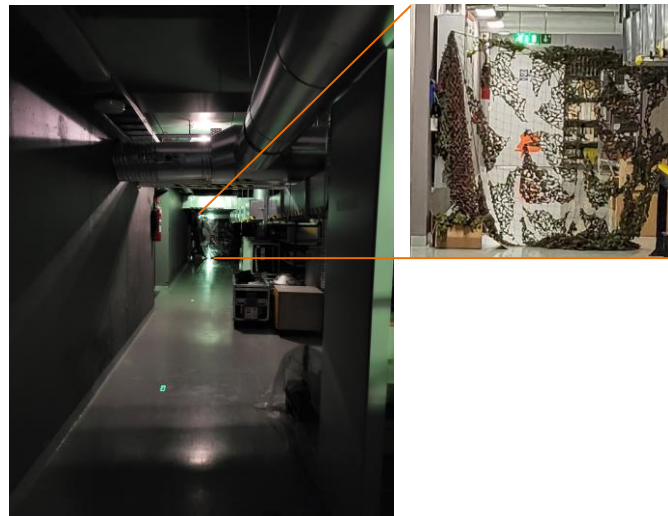
Ilmakehän absorption pitkällä etäisyyksillä

- Ilmakehän vesi absorboi SWIR valoa
- Vapaat kaistat joita voidaan hyödyntää
 - 1500nm – 1800nm
 - 2000nm – 2400nm
- Valonlähteellä voidaan kattaa molemmat ikkunat



Testituloksia

- 30m testietäisyys
 - ~3x3m valaisualue
 - 1ms valaisuaika
 - 15 FPS (3 kanavaa)



Testituloksia



Kaupallinen naamioverkko. Vasen: RGB video luotu kolmella eri valaisuspektrillä. Oikea: monokromaattinen video yhdellä valaisuspektrillä.

Kenttätestit

- Optiikan linjaus ja 150m mittauksia



Kenttätestit – kohdemittaukset 450m

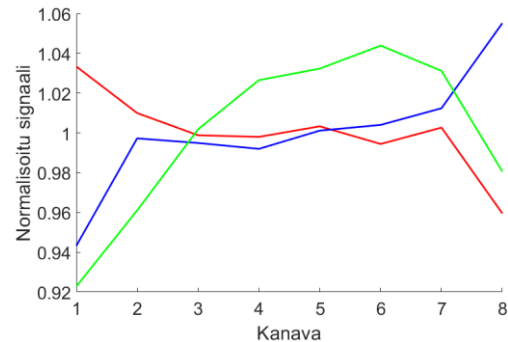
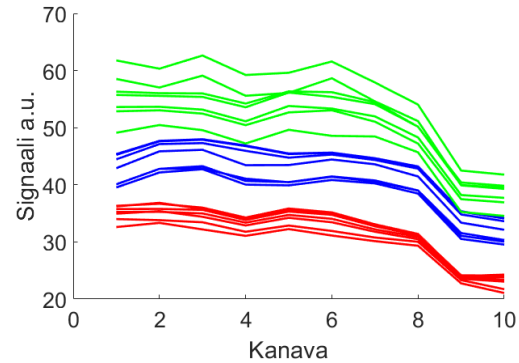
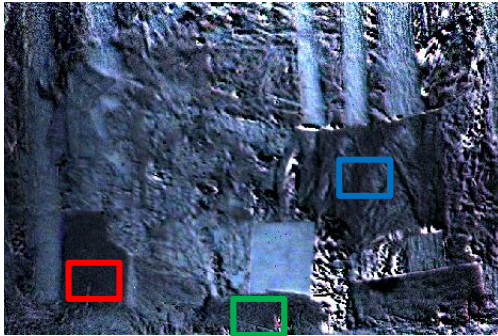


Testilaitteisto 450m kohdemittauksissa.



Testikohteet kaupallisia naamioverkkoja, maastoasuja pressuja ja maalattuja metallipintoja. Vasen: kamerakuva otettu kohteiden vierestä, Oikea: aktiivisesti valaistu spektrikuva 450m päästä (ambient valaisu poistettu kuvasta).

Kenttätestit – kohdemittaukset 450m



Yhteenveto

- Uusi aktiivinen spektrikuvantamismenetelmä kohteiden tunnistamiseen
 - Muokataan laajakaistaisen valonlähteen spektriä kohteiden tunnistamiseen
 - Mahdollistaa aktiivisen spektrimittauksen pitkällä toimintaetäisyyksillä
 - Laitteistoa evaluoitu 450m etäisyyksiltä
 - km-etäisyys realistinen

bey⁰nd

the obvious

Teemu Kääriäinen
teemu.kaariainen@vtt.fi
+358 50 415 5981

www.vttresearch.com