



Maanpuolustuskorkeakoulu



**TURUN
YLIOPISTO**

Simulaattorin käyttö autonomisten järjestelmien opettamisessa - MATINE hanke

AUGMENTATOR



Puolustusvoimat

Försvarsmakten • The Finnish Defence Forces



Tutkimuksen taustatietoja

Hankkeen toteuttaja:	Turun yliopisto, Tietotekniikan laitos
Hankkeen kesto:	1.2.2024-31.12.2025
Hankkeelle myönnetty MATINE rahoitus:	111 273€
Turun yliopiston omarahointus:	27819€
Yhteistyökumppaneita:	MPKK, Sotatekniikanlaitos





Taustaa tutkimukselle

- Koneoppimismallit tarvitsevat toimiakseen tehokkaasti suurta määrää opetusaineistoa:
 - Kuvia kohteista erilaisissa ympäristö- ja sääolosuhteissa
- Kuvien kerääminen reaaliaikaisessa maailmassa hankalaa ja kallista, varsinkin jos joitakin kohteita ei ole fyysisesti saatavilla, tai halutaan kuvia tietyissä olosuhteissa.
- Ratkaisuksi tuotamme tunnistettavista kohteista synteettistä dataa opetusaineistoon hyödyntäen sekä kohteiden 3D-malleja että pelimootoria.





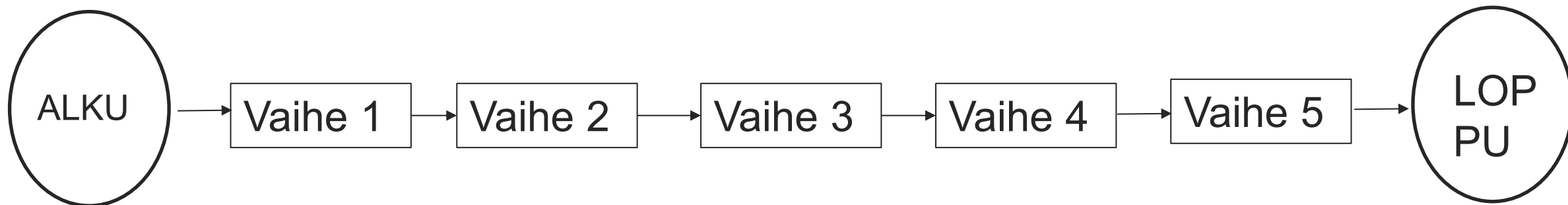
Tutkimuksen tavoitteita

- Tuottaa uusia ja tehokkaita koneoppimismenetelmiä muuttamaan ja hyödyntämään simulaattorilla tuotettua dataa oikean reaali maailmassa toimivan autonomisen järjestelmän opettamiseen.
- Hanke tuottaa loppukäyttäjälle arvokasta tietoa simulaattorilla luodun synteettisen sensori-informaation soveltuvuudesta erilaisten autonomisen järjestelmän tilannetietoisuuden rakentamisessa
- Tuottaa myös puolustusvoimille tietoa modernien koneoppimismenetelmien ymmärtämiseen sekä niiden nykyiseen käytettävyyteen maa-, meri- ja ilmavoimissa.





5 vaiheinen prosessi



- 1) Aineiston kerääminen oikeilla sensoreilla
- 2) Virtuaaliympäristön luominen
- 3) Virtuaalimallien luominen ja hankkiminen
- 4) Synteettisen datan generointi
- 5) Tekoälymallin kouluttaminen





Vaihe 1: Sensorifuusio ja aineiston keräys

- Osana tutkimusta tuotetaan kykyä ja ymmärrystä sensorifuusiosta
- Toimii tarvittavana osana koulutusdatassa ja testauksessa
- Hyödynnetään COTS-osia ja 3D-tulostuskykyä
- Kerätään:
 - Stereo audio
 - FLIR: video & kuvat
 - IR & Normaali: video & kuvat
 - Panorama 2K: video & kuvat



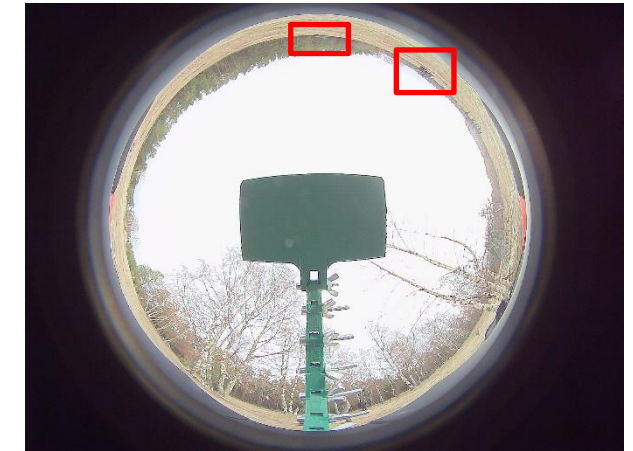


Opetusaineiston keräys

Sensoridatan keräys

- Santahamina 2024-2025 (CV90, BMP2)
- Parola 2024-2025 (CV90, BMP1, BMP2, MTLBV, LEO2A4, LEO2A6, PASI, LEGUAN)
- Niinisalo 2025 (Sama kalusto kuin Parola)

Aineiston annotointi osoittautui erittäin työlääksi





Kerätty opetusaineisto

Kohde		Kuvien lkm
Human		7997
Vehicles		4283
CV90	+	3824
BMP-2	+	6101
Others		1259
MTLBV	+	329
human		246
T-72	+	649
Bridge		103
Leopard	+	293
TPzFuchs		44
helicopter		35





Vaihe 2: Virtuaalimallien tekoa ja ympäristön luonti

- Hyödynnettiin valmiina olevia malleja VBS 4:sta
- Lisäksi ostettiin 3D-malleja ja muokattiin ne Unity:iin sopiviksi
- Saatiin luotua hyvä kohdekirjasto

BMP2



CV90



T72



LEO2A6





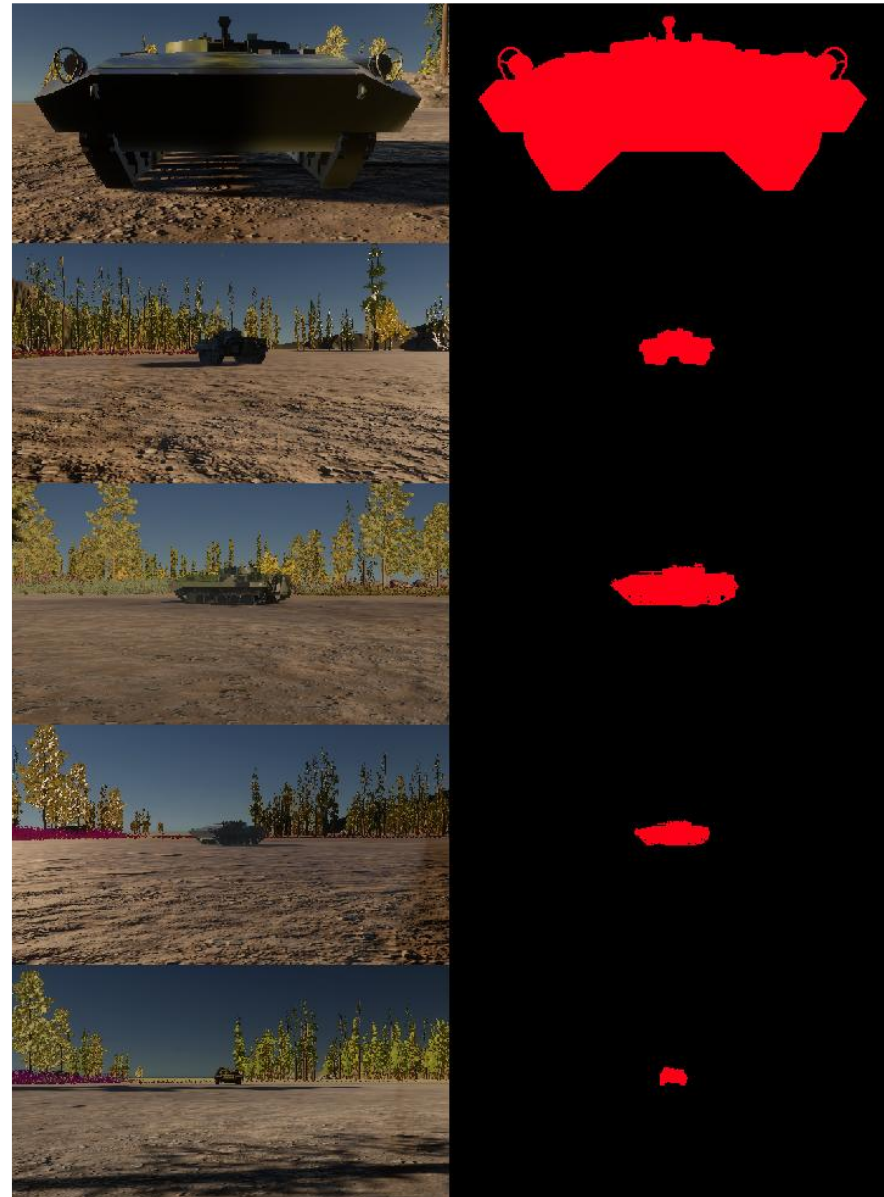
Vaihe 3&4: Pelimoottorit ja simulaattori



Virtuaaliympäristön luominen

- Unity pelimoottori
- Tutuin tutkimusryhmälle ja teknisesti soveltuvinkin tässä vaiheessa.

Ohjelmointiin
datankeräysjärjestelmä
tuottamaan synteettistä
opetusaineistoa kohteista eri
etäisyydellä, erilaisissa
olosuhteissa ja ympäristöissä





Vaihe 5: Tunnistetekoälyn kouluttaminen

Tekoälyn koulutus

- Oikealla datalla
- Simuloidulla datalla
- Pohjana vuoden 2022 MATINE:ssa koulutettu tunnistetekoäly

Training





Tuloksia oikeassa datassa

Oikealla datalla opetus

	BMP2	CV90	OTHER
BMP2	117	322	18
CV90	69	375	492
OTHER	67	52	717

Simuloidulla datalla opetus

	BMP2	CV90	OTHER
BMP2	449	0	8
CV90	23	460	453
OTHER	0	0	836

Koko datalla testaus

	BMP2	CV90	OTHER
BMP2	5086	12	748
CV90	217	2241	1677
OTHER	206	9	14796





Lopuksi

- Simulaattorin käyttö osoittautunut erittäin onnistuneeksi
- Hanke on tuonut merkittävää tietoa simulaattoreiden tuottaman datan hyödyntämisestä oikeissa reaali maailman järjestelmissä:
 - HUOM! **Simulaattorin käyttö** ei kuitenkaan niin yksinkertaista kuin mitä se tämän esityksen perusteella saattaa vaikuttaa vaan se **vaatii huolellista suunnittelua ja koneoppimismenetelmien syvällistä ymmärtämistä**
- Kerätty erittäin suuri määrä annotoitua monisensoridataa käytettäväksi myös mahdollisissa jatkotutkimuksissa ja mallien kehittämisessä ja testaamisessa

