

VLAIO TETRA

Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring (MLOps4ECM)

Startvergadering 23/11/2023

Met steun van

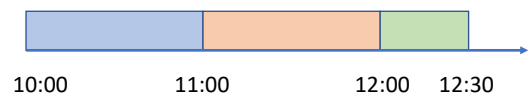


HBC.2023.0062

1

Agenda

- Inleiding VLAIO-TETRA programma
- Toelichting project
- Voorstelling onderzoekers
- Round-table begeleidingsgroep
- Overzicht bevraging
- Definiëren case studies
- Praktische zaken



19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

2

2



Inleiding VLAIO-TETRA programma

Tom Heiremans (tom.heiremans@vlaio.be)

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

3

3

VLAIO subsidies o.a.

- kmo-portefeuille
- kmo-groeisubsidie
- strategische transformatiesteun
- ecologiepremies
- ontwikkelingsprojecten
- onderzoeksprojecten
- Baekeland- en innovatiemandaten
- ICON (interdisciplinair coöperatief onderzoek)
- landbouwtrajecten
- COOCK (Collectief O&O en Collectieve Kennisverspreiding)
- TETRA
- ...

→ www.vlaio.be

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)



4

4

Doel TETRA-project

- Stimuleren van **kennisoverdracht**
- **Brugfunctie** tussen **nieuwe technologie** of **recent afgewerkt onderzoek** en **concrete toepassings-mogelijkheden**
- **Vertaling en transfer** van **bestaande kennis**
 - Projectresultaten **op korte termijn** na afloop van het project bruikbaar zodat de doelgroep **sneller en efficiënter kan innoveren**
 - Projectresultaten geven aanleiding tot **economische (en maatschappelijke) voordelen bij de doelgroep**
 - **Meerwaarde voor de studenten**

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

5

5

Begeleidingsgroep

- Ondernemingen en social profit organisaties, **representatief voor de brede doelgroep** en alle organisaties (collectieve centra, federaties, leveranciers, klanten, ...incl. overheid) **relevant voor de brede uitrol** van de resultaten op het einde v/h project
- Leden geloven in het belang van de projectresultaten en ondersteunen het project met woord en daad (reeds van bij de voorbereiding)
- **Cofinancieren samen 7,5% (excl. Overheid, HS of Univ!)**
 - **Invulling cofinanciering ≈ maat voor betrokkenheid doelgroep**
- **Goede interactie met de doelgroepbedrijven is essentieel**
 - **project opvolgen, bijsturen, klankbord voor valorisatie**

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

6

6

VLAIO TETRA

Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring (MLOps4ECM)

Met steun van



HBC.2023.0062

7

Toelichting project - motivatie

- Bewaken van complexe industriële processen vraagt vaak **data-gedreven modellen**
 - Huidige ontwikkelingen vaak enkel in **R&D of test-opstelling** uitgevoerd
 - Implementatie of **deployment in the field / in operations** vraagt nodige **monitoring**
 - **Automatisatie en updates** vereist door **wijzigende omgeving, drift en onderhoud**
 - Conditiebewaking dicht bij het systeem = **edge condition monitoring**
- **MLOps** = kosten en tijd besparen / constante kwaliteit garanderen / operationele efficiëntie verhogen

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

8

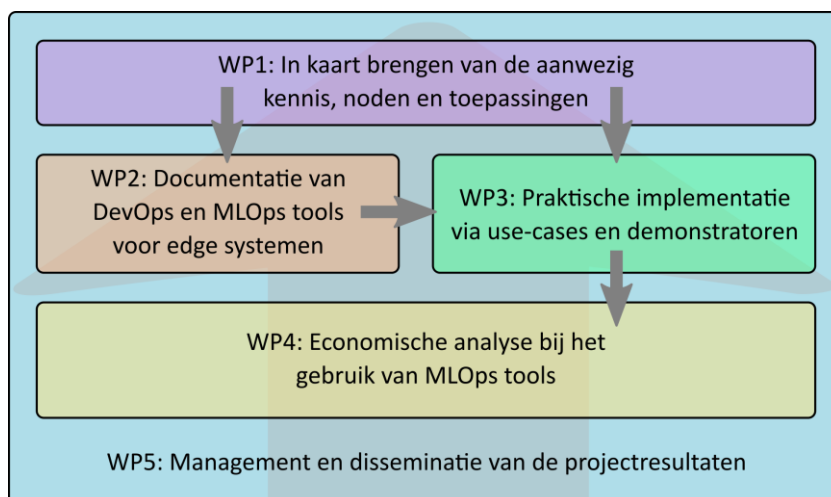
8

Toelichting project - doel

De implementatie van **DevOps & MLOps tools** en de daarbij horende toepassing van **condition monitoring op AI-driven edge devices** bij ondernemingen versnellen door de beschikbare kennis en innovatieve technologie hieromtrent samen te brengen, te structureren, en op een gangbare en pragmatische manier aan te reiken.

- **Doel 1:** Opstellen van een algemeen overzicht van de **aanwezige kennis, noden, problematieken + definiëren van vijf use-cases**.
- **Doel 2:** Opstellen van een algemeen overzicht van **DevOps & MLOps tools en industrieel relevante edge devices** voor ECM.
- **Doel 3:** Uitwerken van de **vijf geselecteerde use-cases**.
- **Doel 4:** Uitwerken van **twee demonstratoren** die de projectresultaten van de uitgewerkte cases demonstreren.
- **Doel 5:** Evalueren en aantonen van het **economisch potentieel** van de vijf use-cases.
- **Doel 6:** **Uitrollen van de opgedane kennis en bevindingen** naar de doelgroep in de vorm van seminars, workshops, onderwijs, etc.

Toelichting project - werkpakketten



Toelichting project - deliverables

- ✓ L1.1 Startvergadering
- L1.2 Rapport die de aanwezige kennis, mogelijke toepassingen beschrijft
- L2.1 Basiskennis verwerven rond DevOps en MLOps software tools die bruikbaar zijn op edge systemen
- L2.2 Handleiding met voorbeelden die de toepassing en werking van de software tools binnen MLOps voor edge devices bundelt
- L3.1 Uitwerking van de vijf bedrijfscases aangeleverd door de begeleidingsgroep
- L3.2 Inschakelen van studenten voor het uitwerken van de use-cases en demonstratoren
- L3.3 Rapport over de vijf uitgewerkte use-cases
- L3.4 Ontwikkeling van twee academische demonstratoren
- L4.1 Haalbaarheidsstudie voor de implementatie van de projectresultaten van elke case
- L4.2 Rapport over de economische evaluatie
- L5.1 Cursusmateriaal dat zal ingezet worden binnen de vakken
- L5.2 Organisatie van een seminarie om de kennis van de tools van MLOps voor edge systemen over te brengen
- L6.3 Finale begeleidingsgroep vergadering
- L5.4 Website
- L5.5 Verslaggeving naar alle stakeholders

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

11

11

Toelichting project - scope

- Overzicht, kennis, en support over **data & model management**.
- Overzicht, kennis, en support over **AI op edge systemen**.
- Overzicht, kennis, en support over **opzetten microservices voor Dev/MLOps**.
- Overzicht, kennis, en support over **model monitoring & updating**.

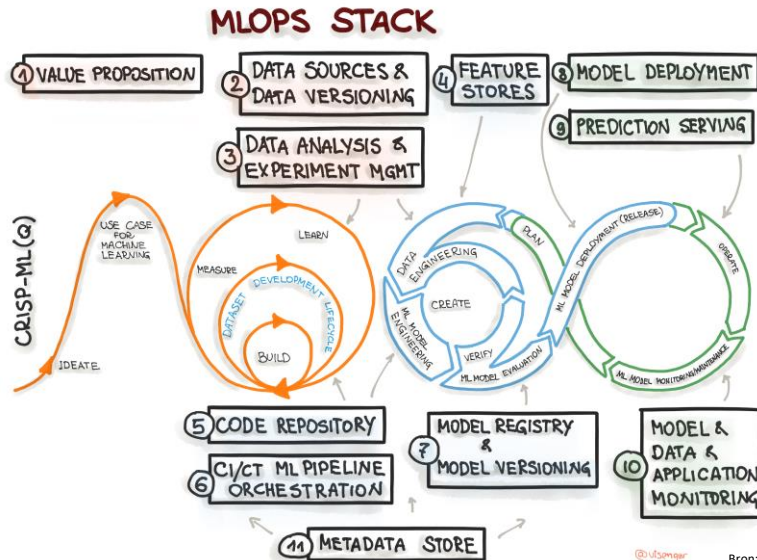
19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

12

12

Toelichting project - scope



13

Voorstelling onderzoeksteam

- Jonas Lannoo
(jonas.lannoo@vives.be) - Projectverantwoordelijke VIVES & coördinator
- Mathias Verbeke
(mathias.verbeke@kuleuven.be) - Projectverantwoordelijke KU Leuven
- Lara Luys
(lara.luys@kuleuven.be) - Voltijds onderzoeker op het project
- Alexander D'hoore
(alexander.dhoore@vives.be) - Voltijds onderzoeker op het project
- Arno Schoutteten
(arno.schoutteten@vives.be) - 1/4 onderzoeker op het project

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring (MLOps4ECM)

14

14

Voorstelling: Lara Luys

- Master Industriële Wetenschappen – ICT
- Master Industriële Wetenschappen – Elektronica
- ManaMa AI in Business and Industry
- Doctoraatsstudente KU Leuven binnen M-Group, DTAI



19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

15

15

Voorstelling: Alexander D'hoore

- Bachelor Toegepaste Informatica
- Master Industriële Wetenschappen – ICT
- Projectmedewerker – Researcher VIVES
- Embedded software engineer
 - C / C++ / Python
 - Avionics: VxWorks
 - Medical: Embedded Linux
 - Industrial: FreeRTOS



19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

16

16

Voorstelling: Arno Schoutteten

- Bachelor Elektronica-ICT
- Docent
 - Windows & Linux
 - Cisco CCNA
 - ...
- Onderzoeker MLOps4ECM
 - Specialisatie Netwerk & systeembeheer
 - Specialisatie Dev-Ops, Docker & containerisation



19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

17

17

Round-table begeleidingsgroep

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| • Beckhoff | • Siemens |
| • Bekaert* | • Televic |
| • CNHi | • Vandewiele |
| • CTRL Engineering | • Vintecc* |
| • i-Care* | • Yazzoom |
| • LET* | • Odisee (valorisatiepeter) |
| • Low Code Plaza* | • Thomas More (valorisatiepeter) |
| • Marelec | • Howest (valorisatiepeter) |
| • Radix* | |

*TODO: Reglement van Orde (RvO)

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

18

18

Praktische zaken - financieel

- Totale projectbegroting: 423.532 euro
- Gesubsidieerd (92,5%): 391.767 euro
- Co-financiering: 31.765 euro
- Personeel: 308.532 euro
- Overhead: 75.000 euro
- Werking: 40.000 euro

Overzicht bevraging - toepassingen

- Detecteren van fouten via trilling (motoren, lagers, wielen...)
- Spanning/stroom van motoren analyseren
- Productiecontrole aan de hand van visie (landbouw, bouw, voeding...)
- Monitoren van machine- en productkwaliteit via sensoren
- Voorspellen van onderhoud (machines, productielijnen...)

Hardware: microcontroller, embedded Linux,
industrial PC, PLC, FPGA, on-premise server, Cloud

Overzicht bevraging - noden

- (Specifieke) kennis opdoen
- Kennisniveau op peil houden
- Kennisniveau uitbreiden

- Inzetten van DevOps technieken bij ML (CI/CD, containers...)
- Implementatie van data/model monitoring (MLOps)
- Mogelijkheden optimaliseren van modellen voor edge systemen
- Inzichten op vlak van edge platformen en frameworks

- **Kennis verzamelen** van tools en technieken voor MLOps op edge systemen
- **Kennis verbreden** rond deployment, monitoring en management van ML op edge

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

21

21

Definiëren case studies

- Behandelen van een **zo breed mogelijk scala** aan edge platformen, MLOps software en tools
- **Generaliserend** voor alle bedrijven uit de begeleidingsgroep
- Zowel **academisch** als **industriële getinte** topics
- Geannoteerde dataset en machine learning model wordt **als gegeven beschouwd**

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

22

22

Definiëren case studies

Voorstel te gebruiken edge devices:

- Microcontroller (bare-metal/RTOS)



- Programmable Logic Controller (PLC)



- Industrial PC / Linux system / Embedded Linux



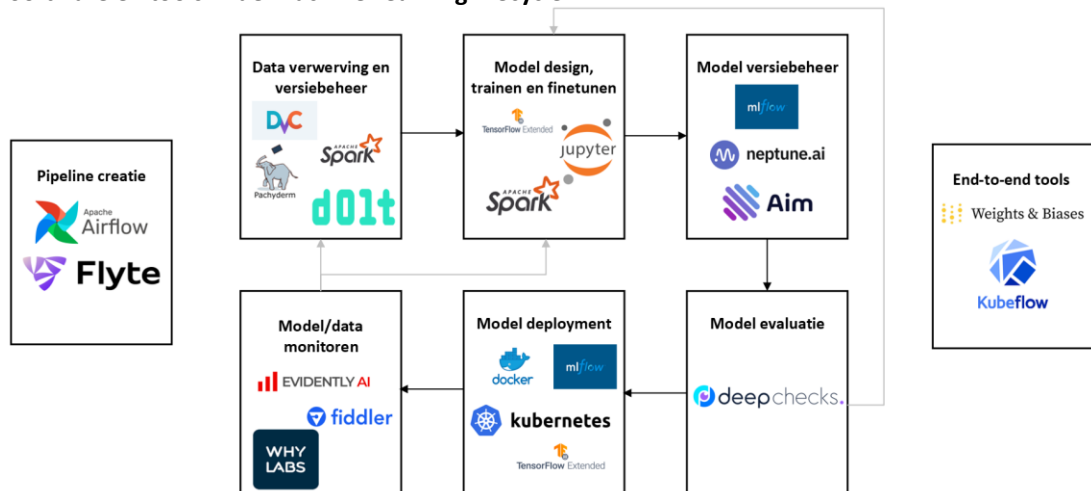
- Linux systeem met AI acceleratie (GPU/NPU)



23

Definiëren case studies

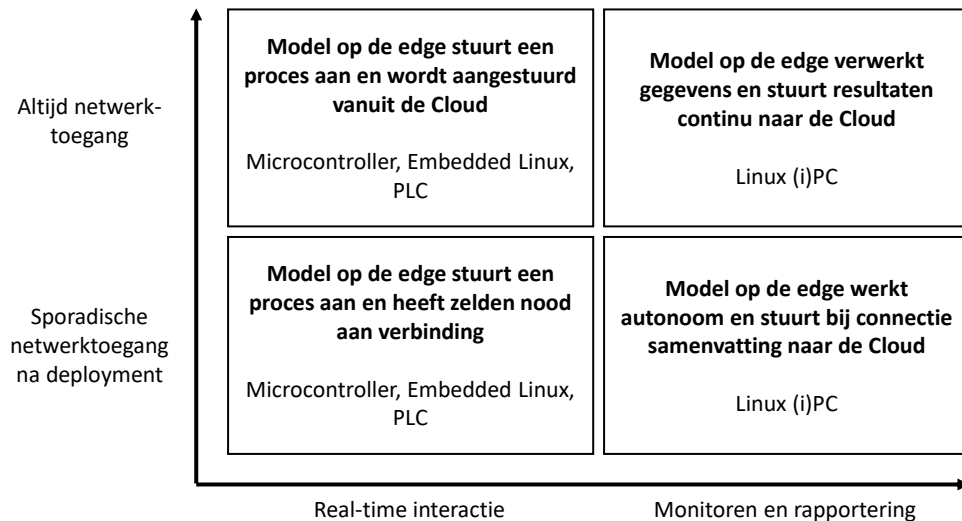
Software en tools in de Machine Learning lifecycle:



19/12/2023

24

Definiëren case studies



19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring (MLOps4ECM)

27

27

Definiëren case studies

Belangrijke overwegingen:

- Beschikbaarheid van geannoteerde data en modellen
- Bereidheid tot actieve participatie vanuit het bedrijf
- Geen beperkingen inzake confidentialiteit

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring (MLOps4ECM)

28

28

Definiëren case studies

- Groep 1:
 - In te vullen
- Groep 2:
 - In te vullen
- Groep 3:
 - In te vullen
- Groep 4:
 - In te vullen

Praktische zaken - tussentijdse vergaderingen

- Driemaandelijks vergaderingen via Teams
- Halfjaarlijkse vergaderingen bij bedrijf
- Publiciteit via website + LinkedIn

Planning volgende periode

1. Intern overleg na vergadering van de Begeleidingsgroep
2. Keuze en opstart 1 à 2 use-cases en eerste demonstrator
3. Contact met bedrijf als partner voor use-case
4. Communicatie volgende vergadering van de Begeleidingsgroep
5. Verslaggeving van bestaande kennis via Teams & website

19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

31

31

Feedback - vragenlijst

Beschikbaar via

<https://forms.office.com/e/1RGMuNkZUW>

Binnenkort ook via <https://mlops4ecm.be>



19/12/2023

TETRA - Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring
(MLOps4ECM)

32

32

VLAIO TETRA

Machine Learning Operations for Edge Condition Monitoring (MLOps4ECM)

Startvergadering 23/11/2023

Met steun van



HBC.2023.0062