ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~215	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 25.01.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Complete pre-project report.
Gain knowledge on relevant topics.
Get an overview on existing techniques on pre-processing and predictivity.
Achieve basic skills in Azure.

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Prepare main report writing and layout principals.
Prepare pre-project report: All.
Specify concept (what the result should be able to do): MG.
Specify and prepare software (which tools to use in project): EF
First actions in Azure: KS
Study ML principals: MG
Study Azure: KS
Study pre-processing: RBV
Prepare application framework (SQL, Wonderware): All, with Intelecy.
Every member can make predictive model in Azure: KS

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK] Prepare main report writing and layout principals.
[OK] Prepare pre-project report: All.
[OK] Specify concept (what the result should be able to do): MG.
[OK] Specify and prepare software (which tools to use in project): EF, with Intelecy
[OK] First actions in Azure: KS
[Ongoing] Study ML principals: MG
[Ongoing] Study Azure: KS
[Ongoing] Study pre-processing: RBV
[Ongoing] Prepare application framework (SQL, Wonderware): All, with Intelecy.
[OK] Every member can make predictive model in Azure: KS

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Completed “First actions in Azure” before due date. Spare time to complete this task was found.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

Added some new milestones after better understanding of process (See updated Gantt).
Adjusted time for some tasks due to completion (See updated Gantt).

Hovederfaring fra denne perioden

A lot of algorithms for pre-processing and predictivity (ML) do exist. Some are completely new to the team.
Azure has data selection techniques that seems applicable.
Course Industry 4.0 consumes a lot of time, in addition to the lectures. At least 26 hours are spent on tasks in this subject.

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~215	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 25.01.17

Hovedhensikt/fokus neste periode

To complete reading about ML and pre-processing.
Give an account for available ML algorithms and pre-processing methods in Azure.
Complete the framework (SQL, Historian, Wonderware and Azure).
Start researching data mining and pre-processing rules (Selection, missing data, …)

Planlagte aktiviteter neste periode

Study ML principals.
Study Azure.
Study pre-processing.
Prepare application framework (SQL, Wonderware): All, with Intelecy.
Study selection of data.
Study rules for missing data.
Study transformation and feature extraction.

Annet

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

Need to continue SQL/ Wonderware preparation with Intelecy.

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~215	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 08.02.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Research.
Knowledge discovery in data
Interfaces between tools (Simulator - SQL – Azure – Python).

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Collecting available Azure ML algorithms for pre-processing.
Collecting available Azure ML algorithms for machine learning.

Study ML principals.
Study Azure.
Study pre-processing.
Prepare application framework (SQL, Wonderware): All, with Intelecy.
Study selection of data.
Study rules for missing data.
Study transformation and feature extraction.

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK] Collecting available Azure ML algorithms for pre-processing.
[OK] Collecting available Azure ML algorithms for machine learning.

[OK] Study ML principals.
[OK] Study Azure.
[OK] Study pre-processing.
[OK] Prepare application framework (SQL, Wonderware)
[Ongoing] Study selection of data.
[Ongoing] Study rules for missing data.
[Ongoing] Study transformation and feature extraction.

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Nothing to add.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

Modifications on Gantt is needed, after better understanding of ML development process.

Hovederfaring fra denne perioden

Team is familiar with analytics in Azure.
Simple anomaly detection models have been built.
Access to simulator data was gained and associated routines was introduced by Intelecy, as planned.
Python seems to be powerful and convenient for respective tasks.

Individual assignments in the course Industry 4.0 consumes a lot of time.

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~215	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 08.02.17

Hovedhensikt/fokus neste periode

Start understanding and experimenting with data from simulator.

Planlagte aktiviteter neste periode

Study selection of data.
Study rules for missing data.
Study transformation and feature extraction.

Start processing data with Python and Azure.
Continue experiments with simulator and importing data (SQL, Azure Blob storage).
Experimenting with simulator data in Azure ML Studio. Building simple predictive models.
Evaluate data quality and create visualisations of simulator datasets.

Annet

Nothing to add.

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

The group has continuous communication with supervisors at Intelecy.

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~267	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 22.02.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Research.
Knowledge discovery in data

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Study selection of data.
Study rules for missing data.
Study transformation and feature extraction.

Start processing data with Python and Azure.
Continue experiments with simulator and importing data (SQL, Azure Blob storage).
Experimenting with simulator data in Azure ML Studio. Building simple predictive models.
Evaluate data quality and create visualisations of simulator datasets.

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK for simu.] Study selection of data.
[OK] Study rules for missing data.
[OK for simu.] Study transformation and feature extraction.

[OK] Start processing data with Python and Azure.
[OK] Continue experiments with simulator and importing data (SQL, Azure Blob storage).
[OK] Experimenting with simulator data in Azure ML Studio. Building simple predictive models.
[OK] Evaluate data quality and create visualisations of simulator datasets.

[ADDED] Started generating data visualisations.
[ADDED] Started understanding and testing regression models.

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Simulator data seems to be insufficient for realistic feature extraction, data selection and anomaly detection. On auto mode, the simulator creates data sequences that are completely alike, always. The anomalies that we generate manually on temperature and level keeps the same slopes, but for a longer time. This makes us unable to spot any abnormal behaviour in advance.

To confirm that our results are good, both in detection and pre-processing, we discovered the need of data visualisation. We have started working with this, and have been able to discover formerly unknown features in our results.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

Modifications on Gantt will be needed, if we can access real-life data.

Hovederfaring fra denne perioden

Each member of the group have started getting familiar with Python functions, both for visualisation and pre-processing.
Simple time series anomaly detection models have been built based on signals and signal features.
We have started working testing regression models to predict signals.

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~267	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 22.02.17

Hovedhensikt/fokus neste periode

Continue with regression models, time series models, and data visualisation.
Try to do better anomaly detections with different types of signal features.
Test clustering and unsupervised learning on binary signal combinations, i.e. valve must be open when pump is running, etc..

Planlagte aktiviteter neste periode

Test regression models.
Test time series models.
Test the two points above, with several signal features.
Test clustering on binary signal combinations.
Test unsupervised learning on binary signal combinations.
Create visualisations of pre-processing.
Create visualisations of features.
Create visualisations of results.

Annet

Nothing to add.

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

The group has continuous communication with supervisors at Intelecy.

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~4	Antall timer denne per. (fra logg) ~426	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 23.03.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Predictive maintenance and anomaly detection
Model exploration

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Study models for predictive maintenance.
Study models for anomaly detection.

Focus more on complex patterns with several signals, than time series on single signals.
Regression models on one signal.
Look at other datasets than from the simulator.

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK] Exploring and finding complex patterns in dataset with several signals
[OK] Exploring regression methods
[OK] Working with predictive maintenance problem on NASA dataset
[OK] Exploring models for one-class classification on simulator data
[OK] Compare results from models with different pre-processing and feature extraction methods
[OK] Created Python packages with functions for pre-processing, knowledge discovery and plotting time series.

[ADDED] Hand in Industri 4.0

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Industri 4.0 hand in was complex and time consuming and took longer time to finish than expected

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

The use of datasets from NASA can replace real data from Intelecy.

Hovederfaring fra denne perioden

Each member of the group have started getting good experience with Python functions for pre-processing and machine learning models.
Regression models have been explored and lifetime prediction have been made using datasets from NASA. One-Class Support Vector Machines have been tested and trained using only normal data and then used to predict modified data.

Hovedhensikt/fokus neste periode

Continue testing and comparing different combinations of pre-processing, feature extraction and machine learning models. Document results.

Planlagte aktiviteter neste periode

Validation of different machine learning models
Continue improving results on NASA datasets

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~4	Antall timer denne per. (fra logg) ~426	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 23.03.17

Try to make real time prediction model for simulator	
Annet Nothing to add.	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers The group has continuous communication with supervisors at Intelecy.	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~4	Antall timer denne per. (fra logg) ~290	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 06.04.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Model exploration
Models for predicting remaining lifetime
Models for anomaly detection on simulator data

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Validation of different machine learning models
Continue improving results on NASA datasets
Try to make real time prediction model for simulator

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK] Further improved models on NASA datasets
[OK] Validating result from the different models on NASA datasets
[OK] Testing and validating on different unsupervised and semi-supervised anomaly detection algorithms on simulator dataset

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Real time prediction model for simulator has not been made because of focus on the testing and validating of different anomaly detection algorithms on simulator dataset.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

Look at different dataset for anomaly detection to prove that the data from the simulator is hard to detect anomalies on without automatic hard limit detection.

Hovederfaring fra denne perioden

Accurate models for predicting on the NASA dataset can be made, and improvements on the models based on different pre-processing have been explored. Improving RUL predictions is heavily based on feature engineering.
Anomaly detection on the simulator data have proven to be difficult, where one-class SVM have proven to give results close to the actual defined.

Hovedhensikt/fokus neste periode

Comparing algorithms used on NASA dataset on other dataset to compare and see if the performance is equal.
Explore anomaly detection on different datasets than the dataset from the simulator

Planlagte aktiviteter neste periode

Validate prediction performance when used on different dataset
Anomaly detection by using unsupervised and semi-supervised algorithms on datasets

Annet

Nothing to add.

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~4	Antall timer denne per. (fra logg) ~290	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 06.04.17

The group has continuous communication with supervisors at Intelecy.

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~4	Antall timer denne per. (fra logg) ~290	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 27.04.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Explore the models for predicting RUL on different data set than NASA engine
Explore the models for anomaly detection on different data set than simulator
Documentation

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Validate the performance of the most promising ML models on different data sets
Finding new dataset for anomaly detection with labels, and explore ML models for unsupervised and supervised anomaly detection

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK] New dataset for anomaly detection has been found (SECOM data set)
[OK] Testing models used on NASA data set on predicting RUL on battery data set
[OK] Testing models used on simulator data set on SECOM data set
[OK] Documentation on results

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Real time prediction model has been set on hold. Focus has been on validating the models on different data sets

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

Hovederfaring fra denne perioden

The models used on NASA data set will give good results when applied on different data set.
Knowledge discovery/exploration is decisive for good predictions, and cannot be generalised for all problems.
Optimization on One-Class SVM parameters needs to be done before achieving acceptable results.

Hovedhensikt/fokus neste periode

Comparing algorithms used on simulator data set on SECOM data set to compare and see if the performance is equal.
Explore classification of RUL on NASA and battery data set
Explore the possibilities to adapt the knowledge on RUL prediction to other problems (discharge time of battery)
Documentation

Planlagte aktiviteter neste periode

Explore the possibilities of classification in RUL problems
Compare anomaly detection algorithms by using unsupervised and semi-supervised algorithms on SECOM data set

Annet

Nothing to add.

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~4	Antall timer denne per. (fra logg) ~290	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 27.04.17

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

The group wishes feedback on a draft of the report from supervisors.

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Predictive maintenance	Antall møter denne periode 1). ?	Firma - Oppdragsgiver Intelecy	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) ~2	Antall timer denne per. (fra logg) ~290	Prosjektgruppe (navn) Magnus, Robin, Eivind, Kelvin	Dato 11.05.17

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Comparing algorithms used on simulator data set on SECOM data set to compare and see if the performance is equal.
Explore classification of RUL on NASA and battery data set
Explore the possibilities to adapt the knowledge on RUL prediction to other problems (discharge time of battery)
Documentation

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Explore the possibilities of classification in RUL problems
Compare anomaly detection algorithms by using supervised and semi-supervised algorithms on SECOM data set

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

[OK] One-Class SVM have been tested on SECOM dataset
[OK] Comparing algorithm performance on simulator and SECOM dataset
[OK] Testing Twitter anomaly detection algorithm for single signal anomaly detection
[OK] Compare and document process time between running experiments in Azure and locally on students computers
[OK] Documentation

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

Hovederfaring fra denne perioden

SECOM dataset is hard to classify, but the students have gotten some results that, compared to other papers, is promising.
Azure is significant slower in process time compared to running on local computer.

Hovedhensikt/fokus neste periode

Documentation and report writing

Planlagte aktiviteter neste periode

Finish writing report and make poster

Annet

Nothing to add.

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden