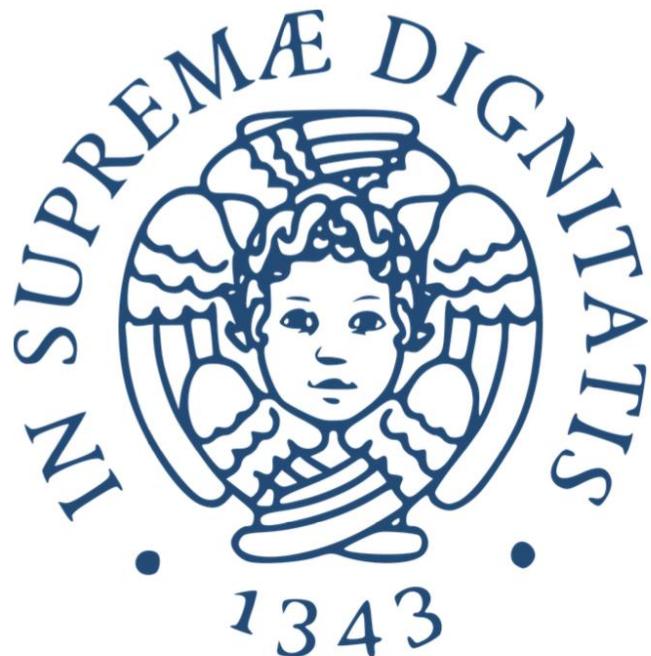


ANOMALY DETECTION IN MANUFACTURING

UNIVERSITY OF PISA



PROCESS MINING AND INTELLIGENCE PROJECT
A.A 2023/2024

MARCO PARDINI

ANGELO DE MARCO

SIMONE LANDI

MASSIMO VALENTINO CAROTI

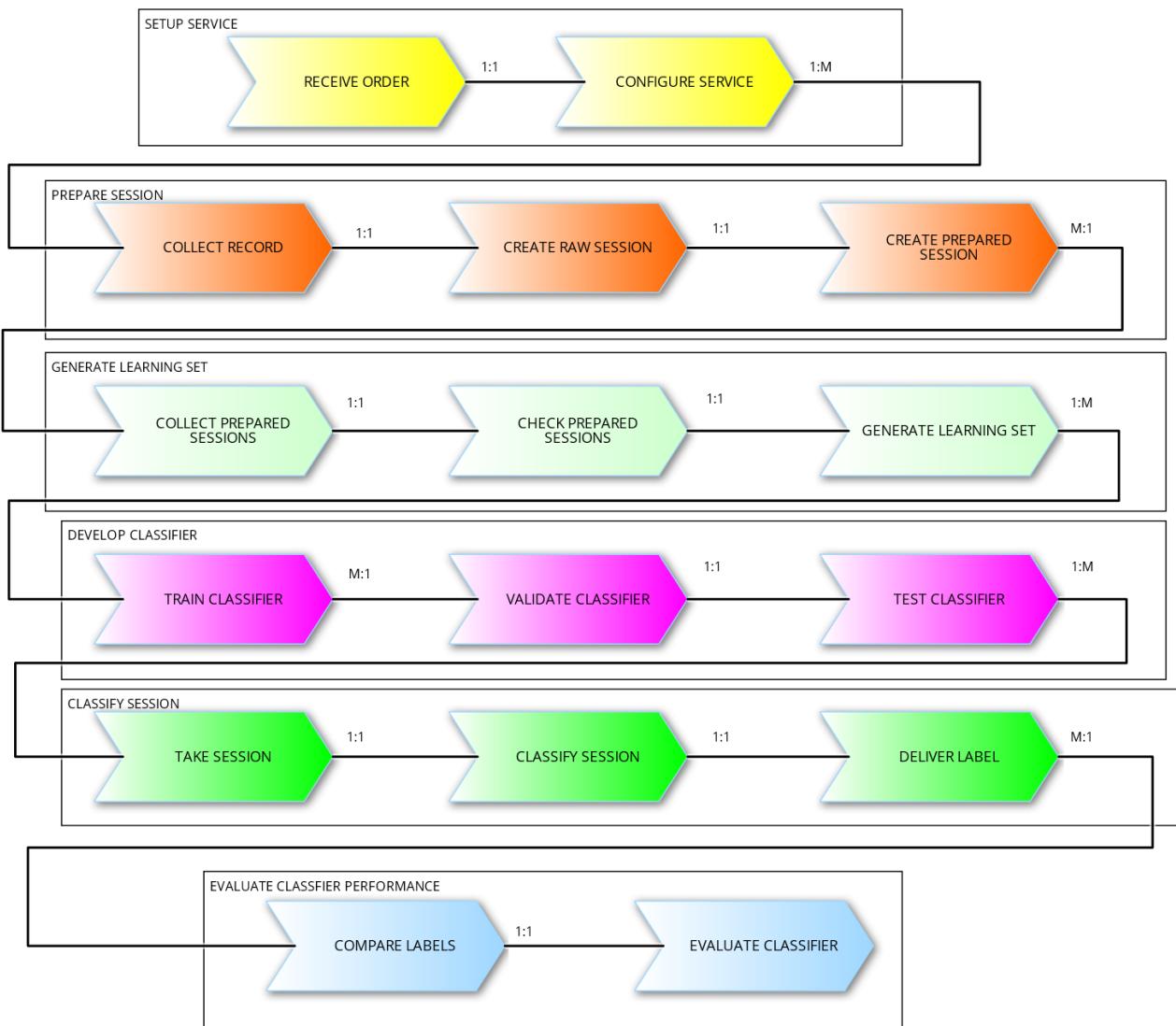
SOMMARIO

ANOMALY DETECTION IN MANUFACTURING.....	1
UNIVERSITY OF PISA.....	1
PROCESS MINING AND INTELLIGENCE PROJECT.....	1
A.A 2023/2024	1
PROCESS LANDSCAPE	5
MODELING CONFIGURE SYSTEMS	6
MODELING PREPARE SESSION (PARDINI)	7
MODELING GENERATE LEARNING SET (LANDI)	7
MODELING DEVELOP CLASSIFIER (CAROTI).....	8
MODELING CLASSIFY SESSION (DE MARCO)	8
MODELING EVALUATE CLASSIFIER PERFORMANCE (DE MARCO)	9
TASK MODELLING.....	10
INGESTION SYSTEM	10
PREPARATION SYSTEM	10
SEGREGATION SYSTEM	10
DEVELOPMENT SYSTEM.....	10
PRODUCTION SYSTEM	11
EVALUATION SYSTEM	11
JOB NORMALIZED SALARY.....	11
DATA MODEL	12
INGESTION SYSTEM (MARCO PARDINI)	12
PREPARATION SYSTEM (MARCO PARDINI).....	12
SEGREGATION SYSTEM (SIMONE LANDI)	13
DATA MODEL OF DEVELOP CLASSIFIER (CAROTI MASSIMO).....	14
DATA MODEL OF CLASSIFY SESSION (ANGELO DE MARCO).....	14
DATA MODEL OF EVALUATE CLASSIFIER PERFORMANCE (ANGELO DE MARCO)	14
CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM (MARCO PARDINI)	15
DETAILED USE CASE (SIMONE LANDI):.....	15
CONFIGURE INGESTION SYSTEM (ANGELO DE MARCO).....	16
INTERFACE:	16
DETAILED USE CASE:.....	16
CONFIGURE PREPARATION SYSTEM (SIMONE LANDI)	17
INTERFACES:	17
DETAILED USE CASE:.....	17
CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM (SIMONE LANDI)	18
INTERFACES:	18
DETAILED USE CASE:.....	18
CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM (MARCO PARDINI)	19
INTERFACE:	19
DETAILED USE CASE:.....	19
CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM (CAROTI)	20

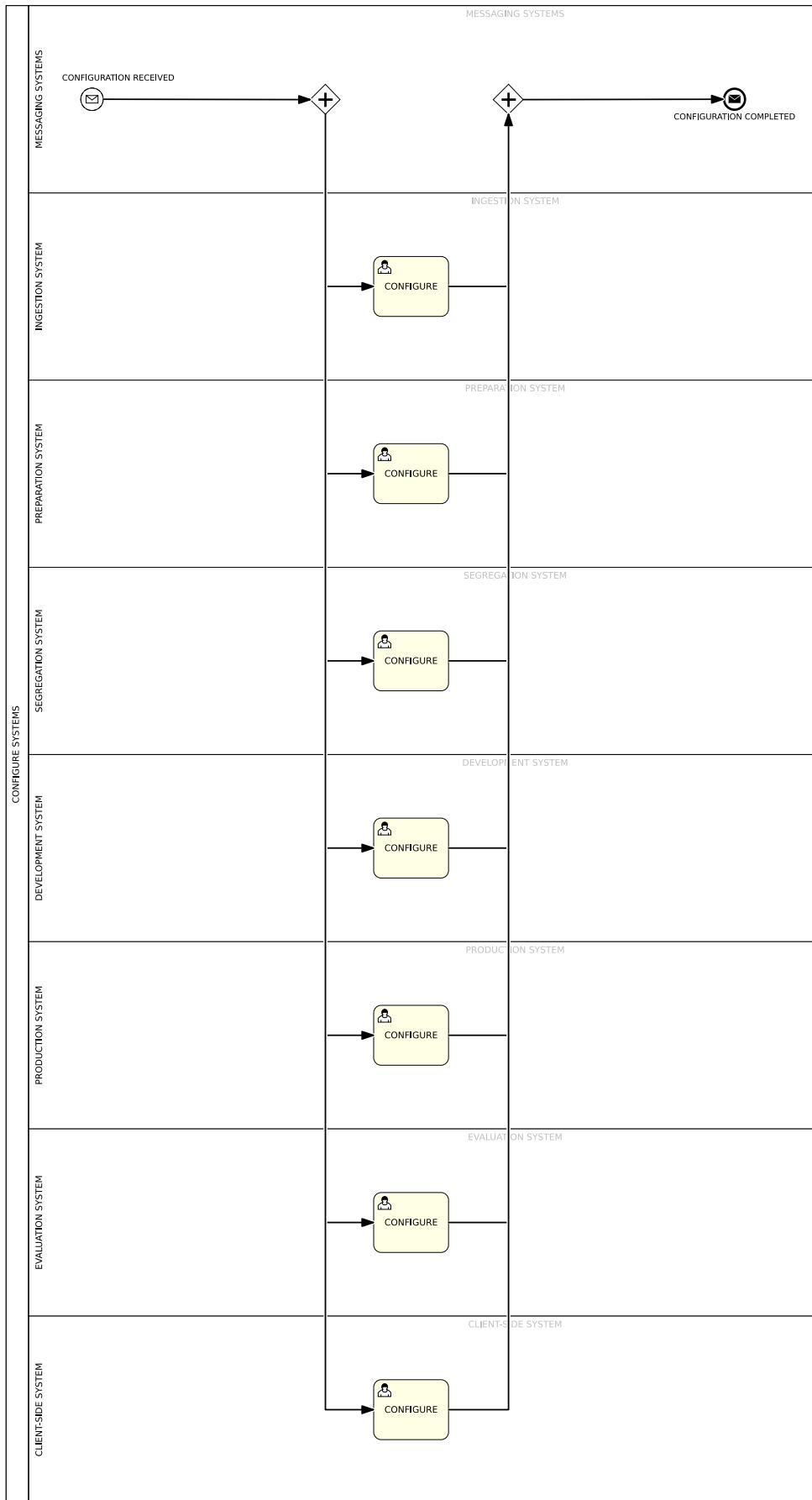
INTERFACE:	20
DETAILED USE CASE:.....	20
CONFIGURE EVALUATION SYSTEM (ANGELO DE MARCO).....	21
INTERFACE:	21
DETAILED USE CASE:.....	21
CHECK CLASS BALANCING (MARCO PARDINI)	22
INTERFACES:.....	22
DETAILED USE CASE:.....	22
CHECK CLASS COVERAGE (SIMONE LANDI)	23
INTERFACES:.....	23
DETAILED USE CASE:.....	23
VALIDATION REPORT (CAROTI).....	24
<i>Interface</i>	24
<i>Detailed use case:</i>	24
EVALUATE CLASSIFIER (ANGELO DE MARCO: DETAILED USE CASE, PARDINI MARCO: TASK COST)	25
INTERFACE:	25
DETAILED USE CASE (ANGELO DE MARCO), TASK COSTS (MARCO PARDINI):	25
TEST REPORT (CAROTI)	26
<i>Interface</i>	26
<i>Detailed use case:</i>	26
TRAINING REPORT (MARCO PARDINI)	27
INTERFACES:.....	27
<i>Detailed use case:</i>	27
SIMULATION AS-IS PROCESS (SIMONE LANDI & MARCO PARDINI).....	28
COLLAPSED WORKFLOW	28
TOKEN MEANING	28
IPOTESI.....	28
GATEWAYS PERCENTAGE USED FOR THE SIMULATION	29
HEATMAP COUNT	30
MODELING TO-BE PROCESS (ANGELO DE MARCO, MASSIMO CAROTI).....	32
HANDOFF LEVEL IMPROVEMENT(S):.....	32
SERVICE LEVEL IMPROVEMENT(S):	33
TASK-LEVEL IMPROVEMENT(S):.....	34
SIMULATION TO-BE PROCESS(ANGELO DE MARCO, MASSIMO CAROTI).....	35
COLLAPSED WORKFLOW	35
GATEWAYS PERCENTAGE USED FOR THE SIMULATION	35
COMPARATIVE DISCUSSION	37
PROCESS MINING	38
NORMATIVE PROCESS (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)	38
TRANSITION MAP APROMORE (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI).....	38
TRANSITION MAP DISCO	39
.....	39
CONFORMANCE CHECK DEL LOG ORIGINALE CON IL MODELLO NORMATIVO (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)	40
NORMATIVE LOG PROCESS MINING (CAROTI, DE MARCO).....	40

MODELLO GENERATO DA PROM	40
MODELLO GENERATO DA APROMORE	41
VIOLAZIONI INSERITE NEL LOG (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)	42
CONFORMANCE CHECK SU PROM CON MODELLO NORMATIVO (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)	45
VIOLATED LOG PROCESS MINING (LANDI, PARDINI)	47
GESTIONE DELLE VIOLAZIONI A CONFRONTO (LANDI, PARDINI)	47
VIOLAZIONE SU CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM:	47
PROM.....	47
APROMORE:.....	47
DIFFERENZE TRA I MODELLI:.....	48
QUALITY DIMENSION	49
CLOCKIFY	52

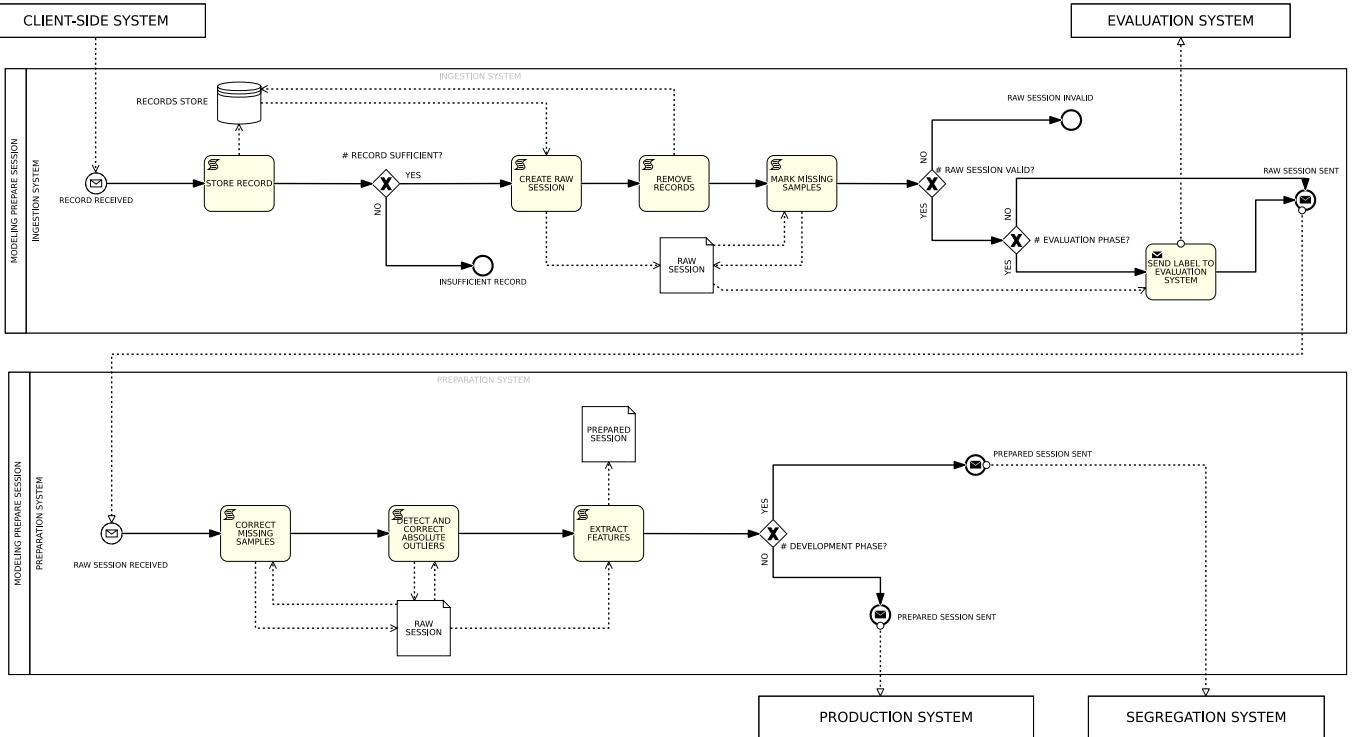
PROCESS LANDSCAPE



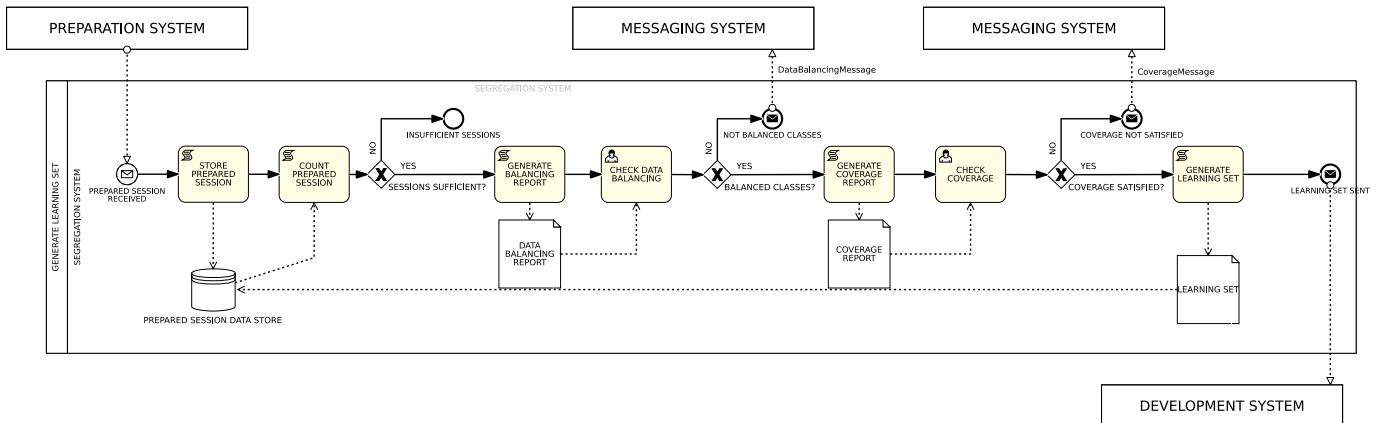
MODELING CONFIGURE SYSTEMS



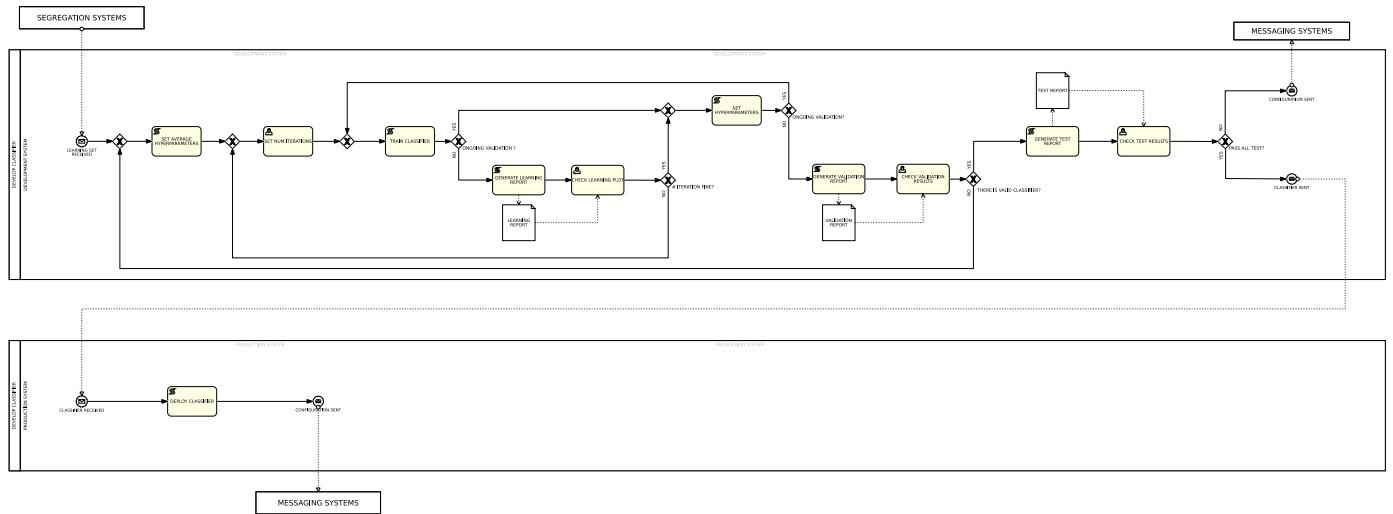
MODELING PREPARE SESSION (PARDINI)



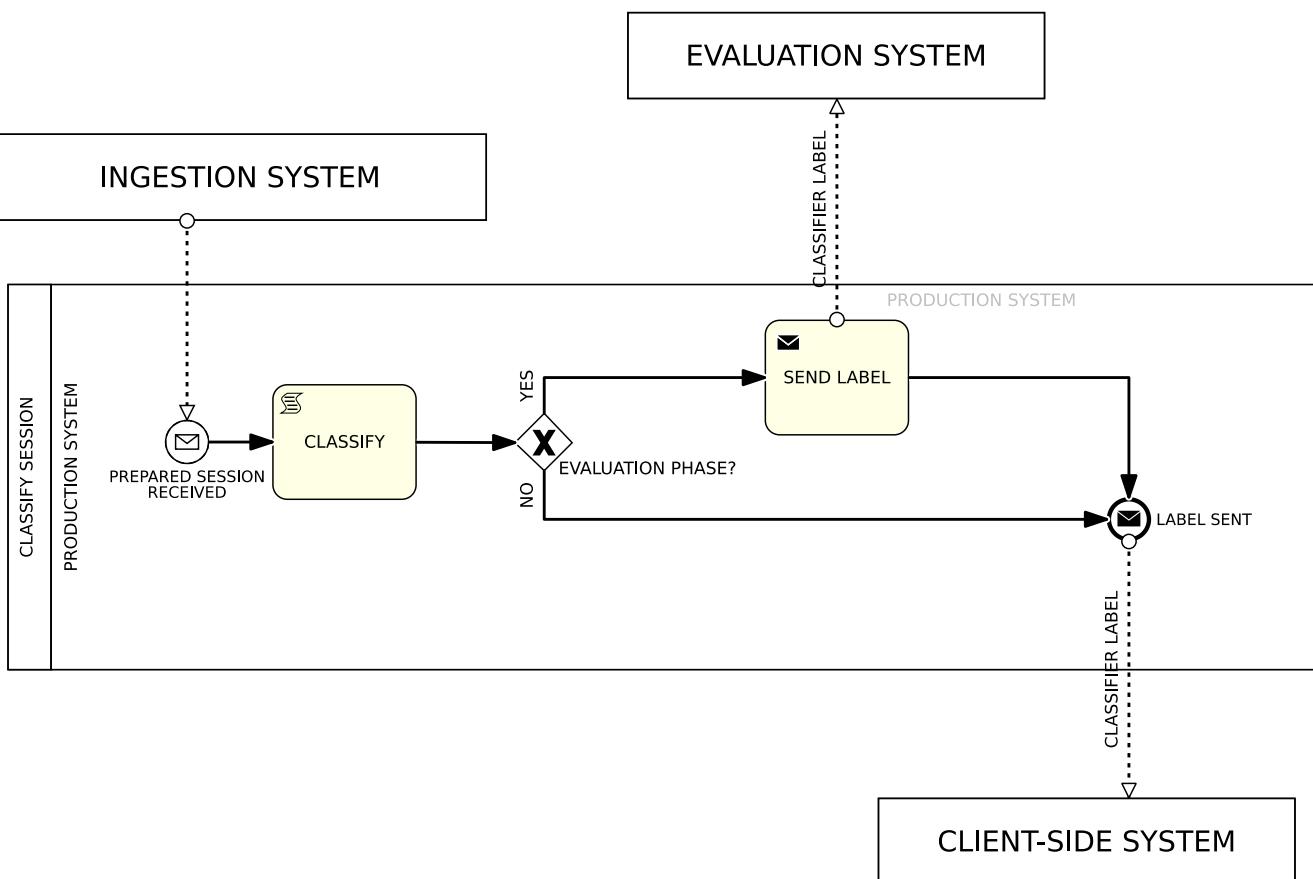
MODELING GENERATE LEARNING SET (LANDI)



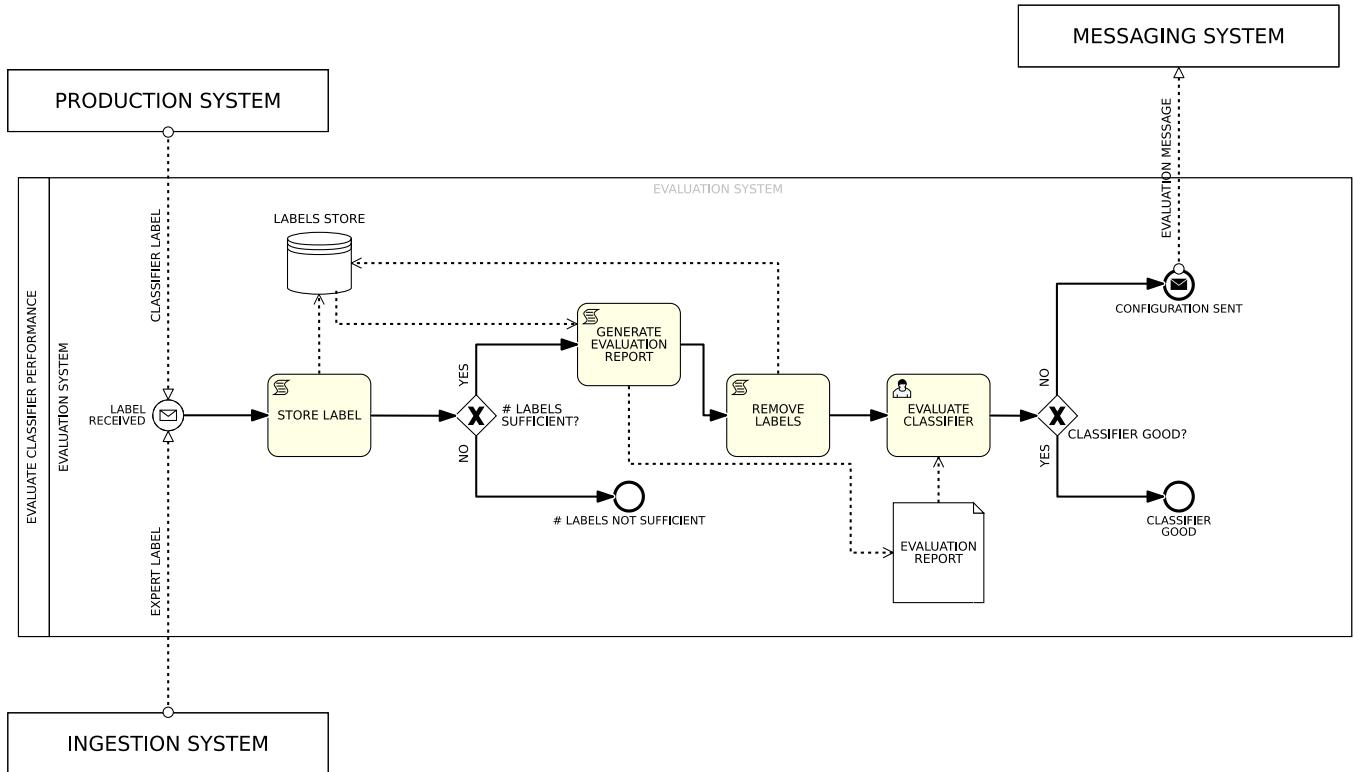
MODELING DEVELOP CLASSIFIER (CAROTI)



MODELING CLASSIFY SESSION (DE MARCO)

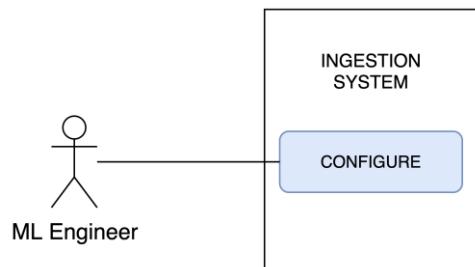


MODELING EVALUATE CLASSIFIER PERFORMANCE (DE MARCO)

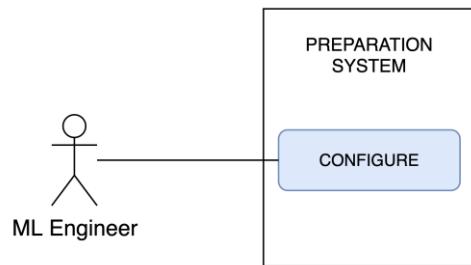


TASK MODELLING

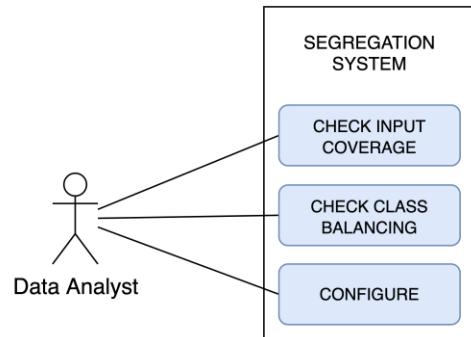
INGESTION SYSTEM



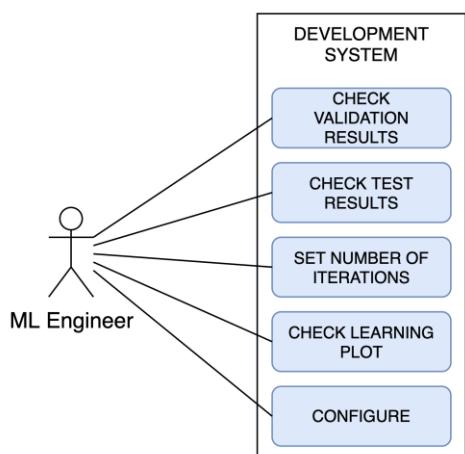
PREPARATION SYSTEM



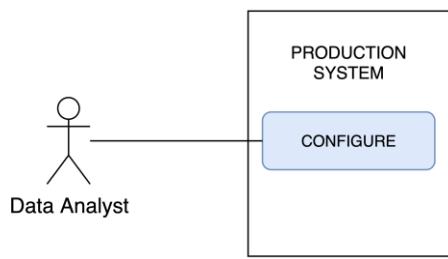
SEGREGATION SYSTEM



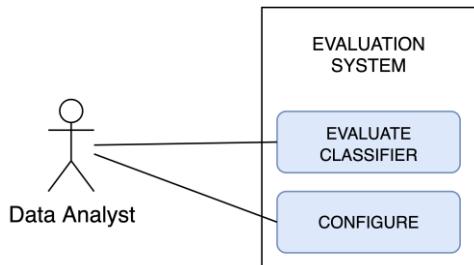
DEVELOPMENT SYSTEM



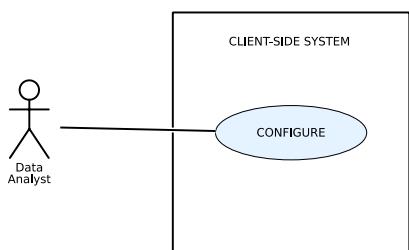
PRODUCTION SYSTEM



EVALUATION SYSTEM



CLIENT-SIDE SYSTEM



JOB NORMALIZED SALARY

JOB	SALARY	NORM SALARY	SOURCE
Data Analyst	35.000€	1	HTTPS://WWW.PROSPECTS.AC.UK/JOB-PROFILES/DATA-ANALYST (£30,000)
Machine Learning Engineer	65.000€	1.8	HTTPS://WWW.PROSPECTS.AC.UK/JOB-PROFILES/MACHINE-LEARNING-ENGINEER (£55,000)

DATA MODEL

INGESTION SYSTEM (MARCO PARDINI)

PowerManagementSysRECORD	
UUID :int powerConsumptionTimeSeries :List<Timestamp, Double>	
ProductionManagementSysRECORD	
UUID :int tissueProduct :String	
MachineManagementSysRECORD	
UUID :int load&speedType :String	
LabelRECORD	
UUID :int expertLabel :boolean	

PREPARATION SYSTEM (MARCO PARDINI)

PreparedSession	
UUID :int MaximumPowerConsumption :double Median powerConsumption :double SkewnessPowerConsumption :double MeanAbsoluteDeviationPowerConsumption :double tissueProduct :String load&speedType :String label :boolean {optional}	
PreparationConfigurationParameters	
maxPowerManagementSystem :double minPowerManagementSys :double developmentSessions :int featuresList :List<String> segregationSystemIP :String productionSystemIP :String	

SEGREGATION SYSTEM (SIMONE LANDI)

PREPARED SESSION DATA STORE	LearningSet
<ul style="list-style-type: none"> + UUID :int + Maximum powerComsumptionTimeSeries :double + Median powerComsumptionTimeSeries :double + Skeweness powerComsumptionTimeSeries :double + Mean Absolute Deviation powerComsumptionTimeSeries :double + tissueProduct :String + load&SpeedType :String + label :boolean {optional} 	<ul style="list-style-type: none"> + UUID :int + Maximum powerComsumptionTimeSeries :double + Median powerComsumptionTimeSeries :double + Skeweness powerComsumptionTimeSeries :double + Mean Absolute Deviation powerComsumptionTimeSeries :double + tissueProduct :String + load&SpeedType :String + label :boolean {optional}
DataBalancingReport	CoverageReport
<ul style="list-style-type: none"> + UUID :int + anomalousSessions :int + notAnomalousSessions :int + totalNumberSessions :int + averageNumberSessionsPerClass :double + maxTolerance :double 	<ul style="list-style-type: none"> + UUID :int + feature :String + value :double[]
DataBalancingMessage	CoverageMessage
<ul style="list-style-type: none"> + UUID :int + requestedClass :boolean + additionalSessions :int 	<ul style="list-style-type: none"> + UUID :int + feature :String + numberSessions :int + message :string
SegregationConfigurationParameters	
<ul style="list-style-type: none"> + numberPreparedSession :int + maxPercentageDataBalancingTolerance :double + percentageDatasetPartition :double[] + developmentSystemIP :String + messagingSystemIP :String 	

Il learning set è un set di prepared session.

DATA MODEL OF DEVELOP CLASSIFIER (CAROTI MASSIMO)

ConfigurationMessage	LearningSets	TrainingReport
+ number of layers :integer + number of neurons :integer + number of epochs :integer	+ UUID :int + maxPowerConsumptionTimeSeries :double + medianPowerConsumptionTimeSeries :double + skewenessPowerConsumptionTimeSeries :double + meanAbsoluteDeviationPowerConsumptionTimeSeries :double + tissueProduct :String + load&speedType :String + label :boolean {optional}	+ number of iteration :int + MSE :int
ConfigureDevelopmentSystem	ValidationReport	TestReport
+ min layers :integer + step layers :integer + max layers :integer + min neurons :integer + step neurons :integer + max neurons :integer + messaging system IP :String + segregation system IP :String + overfitting threshold :float + generalization tolerance :float + initial number of epochs :integer	+ number of layer :int + number of neurons :int + training error :int + validation error :int + overfitting tollerance :int	+ training error :int + validation error :int + generalization tollerance :int
		ReConfigurationMessage
		+ number of sessions collected :integer + intervals of hyperparameters :integers

DATA MODEL OF CLASSIFY SESSION (ANGELO DE MARCO)

PreparedSession	ClassifierLabel
+ UUID :int + maxPowerConsumptionTimeSeries :double + medianPowerConsumptionTimeSeries :double + skewenessPowerConsumptionTimeSeries :double + meanAbsoluteDeviationPowerConsumptionTimeSeries :double + tissueProduct :String + load&speedType :String + label :boolean {optional}	+ UUID :int + label :boolean
ProductionConfigurationParameters	
+ clientSideIP :String + evaluationSystemIP :String + messagingSystemIP :String	

DATA MODEL OF EVALUATE CLASSIFIER PERFORMANCE (ANGELO DE MARCO)

Evaluation Record	ClassifierLabel
UUID :int classifierLabel :boolean expertLabel :boolean	+ UUID :int + label :boolean
LabelStore	ExpertLabel
storage :List<Evaluation Record>	+ UUID :int + label :boolean
EvaluationReport	EvaluationConfigurationParams
+ evaluationRecords :LabelStorage + thresholdMax :int + thresholdConsecutive :int + errors :int + consecutiveErrors :int + sessionID :DateTime	+ labelsToWait :int + messagingSystemIP :String + evaluationSystemIP :String + thresholdMax :int + thresholdConsecutive :int
EvaluationMessage	
+ sessionID :DateTime + excessConsecutiveErrors :int + excessErrors :int	

CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM (MARCO PARDINI)

Interface:

CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM

Ingestion System IP: 192.168.1.1

Production System IP: 192.168.1.2

Non-anomalous required samples: 200

Anomalous required samples: 300

SEND

DETAILED USE CASE (SIMONE LANDI):

USER is a Data Analyst:

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens configuration tab	1x1x1	1
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets ingestion system's address	1x1x1	1
4) USER sets production system's address	1x1x1	1
5) USER sets the number of non-anomalous sessions to receive	1x1x1	1
6) USER sets the number of anomalous sessions to receive	1x1x1	1
7) USER selects "SEND"	1x1x1	1
8) SYSTEM shows a confirmation message		
9) USER closes the configuration tab	1x1x1	1
	HUMAN TASK COST	7

CONFIGURE INGESTION SYSTEM (ANGELO DE MARCO)

INTERFACE:

CONFIGURATION INGESTION PARAMETERS	
Preparation System IP Address	Production Sessions
192.168.1.31	5000
Evaluation System IP Address	Evaluation Sessions
192.168.1.35	50
% Missing Sample in a Session	Records to Wait
20	3

DETAILED USE CASE:

USER is a ML Engineer

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens configuration tab	1x1x1.8	1.8
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets preparation system's address	1x1x1.8	1.8
4) USER sets evaluation system's address	1x1x1.8	1.8
5) USER sets the number of records that compose a raw session	1x1x1.8	1.8
6) USER sets the % of allowed missing samples	1x4x3*x1.8	21.6
7) USER sets the number of production sessions before evaluation	1x1x1.8	1.8
8) USER sets the number of evaluation sessions	1x1x1.8	1.8
9) USER selects "SET"	1x1x1.8	1.8
10) SYSTEM shows a confirmation message		
11) USER closes the configuration tab	1x1x1.8	1.8
	HUMAN TASK COST	36

Numero clienti, Volume e Varietà di produzione sono fattori che determinano quanti missing sample si possono tollerare. Si può procedere con tecniche di interpolazione o forecasting per correggere un missing sample, ma il ML engineer, experience driven, deve decidere quando i sample da correggere sarebbero troppi e rovinare la natura della serie

CONFIGURE PREPARATION SYSTEM (SIMONE LANDI)

INTERFACES:

Configure Preparation System

Max Power Management System
1000

Min Power Management System
500

Development Sessions
500

Feature to extract

- Maximum powerConsumptionTimeSeries
- Median powerConsumptionTimeSeries
- Skewness powerConsumptionTimeSeries
- Mean Absolute Deviation powerConsumptionTimeSeries
- tissueProduct
- load&speedType

Segregation system address
192.168.1.33

Production system address
192.168.1.32

Send

DETAILED USE CASE:

USER is a ML Engineer

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens Configure Preparation System form	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets the max power management system	$1 \times 4 \times 3 \times 1.8$	21.6
4) USER sets the min power management system	$1 \times 4 \times 3 \times 1.8$	21.6
5) USER sets the development sessions	$1 \times 4 \times 3 \times 1.8$	21.6
6) USER sets the features to extract	$6 \times 4 \times 1.8$	43.2
7) USER sets the Segregation System Address	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
8) USER sets the Production System Address	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
9) USER selects Send	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
10) SYSTEM shows a confirmation message		
11) USER closes the form	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
	HUMAN TASK COST	117.0

Abbiamo una multicriterial decision per il ML Engineer:

- 1) Numero clienti;
- 2) Volume produzione;
- 3) Varietà produzione;

CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM (SIMONE LANDI)

INTERFACES:

Configure Segregation System

Number of prepared session
1500

Data balancing tolerance
5%

Dataset partition (training, test, validation)
[60%, 20%, 20%]

Development System IP Address
192.168.1.34

Messaging System IP Address
192.168.1.1

SUBMIT

DETAILED USE CASE:

USER is a Data Analyst

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens Configure Segregation System form	$1 \times 1 \times 1$	1
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets the number of prepared session	$1 \times 4 \times 3 \times 1$	12
4) USER sets the data balancing tolerance	$1 \times 4 \times 3 \times 1$	12
5) USER sets the dataset partition	$1 \times 4 \times 3 \times 1$	12
6) USER sets the Development System Address	$1 \times 1 \times 1$	1
7) USER sets the Messaging System Address	$1 \times 1 \times 1$	1
8) USER selects SUBMIT	$1 \times 1 \times 1$	1
9) SYSTEM shows a confirmation message		
10) USER closes the form	$1 \times 1 \times 1$	1
	HUMAN TASK COST	41

Abbiamo una multicriterial decision per il Data Analyst:

- 1) Numero clienti;
- 2) Volume produzione;
- 3) Varietà produzione;

CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM (MARCO PARDINI)

INTERFACE:

CONFIGURE DEVELOPMENT PARAMETERS

AVERAGE HYPERPARAMETERS

VALIDATION RESULTS

TEST RESULTS

MAX NUMBER OF LAYERS

OVERFITTING TOLERANCE

GENERALIZATION TOLERANCE

MIN NUMBER OF LAYERS

INITIAL NUMBER OF EPOCHS

STEP NUMBER OF LAYERS

IP ADDRESSES

MAX NUMBER OF NEURONS

MESSAGING SYSTEM IP ADDRESS

PRODUCTION SYSTEM IP ADDRESS

MIN NUMBER OF NEURONS

STEP NUMBER OF NEURONS

SET PARAMETERS

DETAILED USE CASE:

USER is a ML engineer

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens development configuration tab	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets MAX NUMBER OF LAYERS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
4) USER sets MIN NUMBER OF LAYERS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
5) USER sets STEP NUMBER OF LAYERS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
6) USER sets MAX NUMBER OF NEURONS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
7) USER sets MIN NUMBER OF NEURONS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
8) USER sets STEP NUMBER OF NEURONS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
9) USER sets the OVERFITTING TOLERANCE	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
10) USER sets the GENERALIZATION TOLERANCE	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
11) USER sets the INITIAL NUMBER OF EPOCHS	$1 \times 4^*3 \times 1.8$	21.6
11) USER sets the MESSAGING SYSTEM IP ADDRESS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
12) USER sets the PRODUCTION SYSTEM IP ADDRESS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
13) SYSTEM shows a confirmation message		
14) USER closes the configuration tab	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
	HUMAN TASK COST	199.8

** cost 4 steps are multiplied by 3 to take into account all the variables that need to be assessed in order to make the proper decision: number of clients of the company, production volume and production variability. (multicriterial choice)

CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM (CAROTI)

INTERFACE:

The screenshot shows a configuration interface titled "CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM". It contains several input fields and a "SET" button.

Setting	Value
Number of production sessions	5000
Number of evaluation sessions	50
MESSAGING SYSTEMS IP addr	192.168.1.1
EVALUATION SYSTEM IP addr	192.168.1.35
CLIENT-SIDE SYSTEM IP addr	192.168.1.48

A large green "SET" button is located on the right side of the form.

DETAILED USE CASE:

USER is a Data Analyst

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens configuration view	1 x 1 x 1	1
2) SYSTEM shows the configuration form	-	
3) USER sets number of production session	1 x 1 x 1	1
4) USER sets number of production session	1 x 1 x 1	1
5) USER sets messaging system's address	1 x 1 x 1	1
6) USER sets evaluation system's address	1 x 1 x 1	1
7) USER sets client-side system's address	1 x 1 x 1	1
8) USER press "SET" button	1 x 1 x 1	1
9) SYSTEM shows a confirmation message	-	
10) USER closes the configuration tab	1 x 1 x 1	1
HUMAN TASK COST		8

CONFIGURE EVALUATION SYSTEM (ANGELO DE MARCO)

INTERFACE:

CONFIGURE EVALUATION PARAMETERS

Messaging System IP Address	192.168.1.1	Production Sessions	5000
Evaluation System IP Address	192.168.1.35	# Labels Required	50
Max. Number of Errors	2		
Max. Number of Consecutive Errors	4	SET	

DETAILED USE CASE:

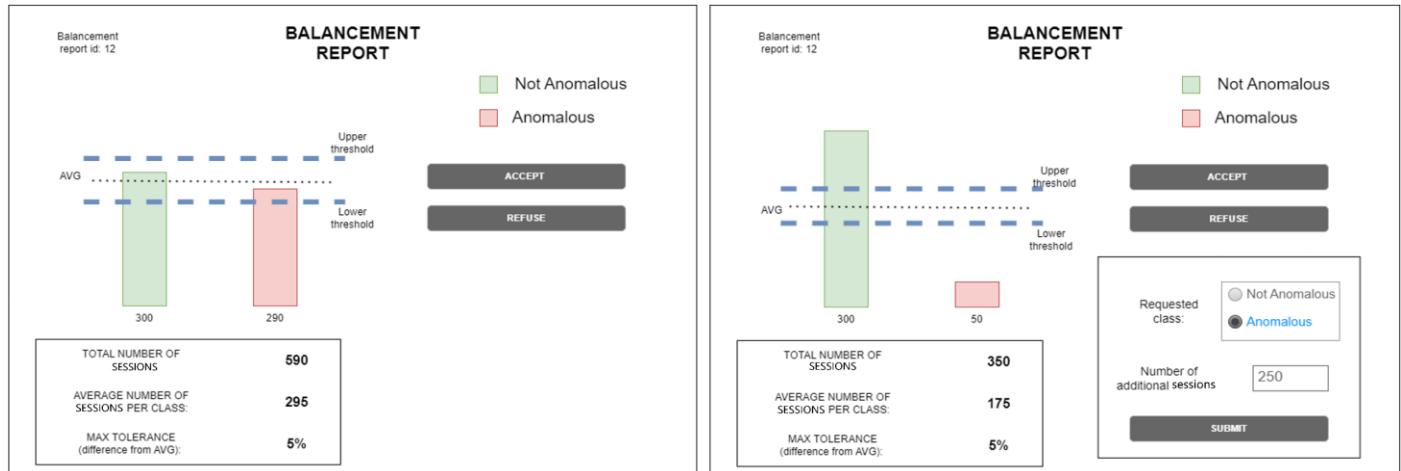
USER is a Data Analyst

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens configuration tab	1x1x1	1
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets monitoring system's address	1x1x1	1
4) USER sets evaluation system's address	1x1x1	1
5) USER sets the total number of errors allowed in a quality check	1x4x3x1	12
6) USER sets the number of consecutive errors allowed in a quality check	1x4x3x1	12
7) USER sets the number of labels necessary to compose a quality check	1x4x3x1	12
8) USER sets the number of production sessions before evaluation phase	1x4x3x1	12
9) SYSTEM shows a confirmation message		
10) USER closes the configuration tab	1x1x1	1
	HUMAN TASK COST	52

L'intensità della produzione discrimina quanti errori può tollerare il classificatore, totali o consecutivi (la macchina si sta rompendo). Inoltre, l'intensità della produzione non dipende solo dal volume di produzione, ma anche dalla varietà e dal numero di clienti (3 criteri)

CHECK CLASS BALANCING (MARCO PARDINI)

INTERFACES:



DETAILED USE CASE:

USER is a Data Analyst

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens data balancing form	$1 \times 1 \times 1$	1
2) SYSTEM shows the report		
3) FOR EACH class:	2	
3.1) USER checks if bar is between the thresholds	$2 \times 3 \times 1$	6
4.1) IF all bars are between the thresholds	0.2	
4.1.1) USER selects ACCEPT	$0.2 \times 1 \times 1$	0.2
4.2) ELSE	0.8	
4.2.1) USER identifies the bar above the upper threshold (dominating class)	$0.8 \times 3 \times 1$	2.4
4.2.2) USER identifies the bar below the lower threshold (lower class)	$0.8 \times 3 \times 1$	2.4
4.2.3) USER computes "number of additional samples" as: Number of samples of dominating class - Number of samples of lower class	$0.8 \times 3 \times 1$	2.4
4.2.4) USER selects REFUSE	$0.8 \times 1 \times 1$	0.8
4.2.5) SYSTEM shows reconfigure interface		
4.2.6) USER selects the lower class	$0.8 \times 3 \times 1$	2.4
4.2.7) USER inserts "number of additional samples"	$0.8 \times 3 \times 1$	2.4
4.2.8) USER selects SUBMIT	$0.8 \times 1 \times 1$	0.8
5) SYSTEM shows a confirmation message		
6) USER closes data balancement report	$1 \times 1 \times 1$	1
	HUMAN TASK COST	21.8

CHECK CLASS COVERAGE (SIMONE LANDI)

INTERFACES:

Coverage Report

Radar Diagram

Validation Parameters	Value
Maximum powerConsumptionTimeSeries :Real	
Median powerConsumptionTimeSeries :Real	
Skeweness powerConsumptionTimeSeries :Real	
Mean Absolute Deviation powerConsumptionTimeSeries :Real	
tissueProduct (towel, facial, napkins, handkerchiefs, toilet)	
load&speedType (heavy, regular, fast, slow)	

Feature

Maximum powerConsumptionTimeSeries

Number of sessions

20

Details

write here the details to be sent

GOOD

SEND

DETAILED USE CASE:

USER is a Data Analyst

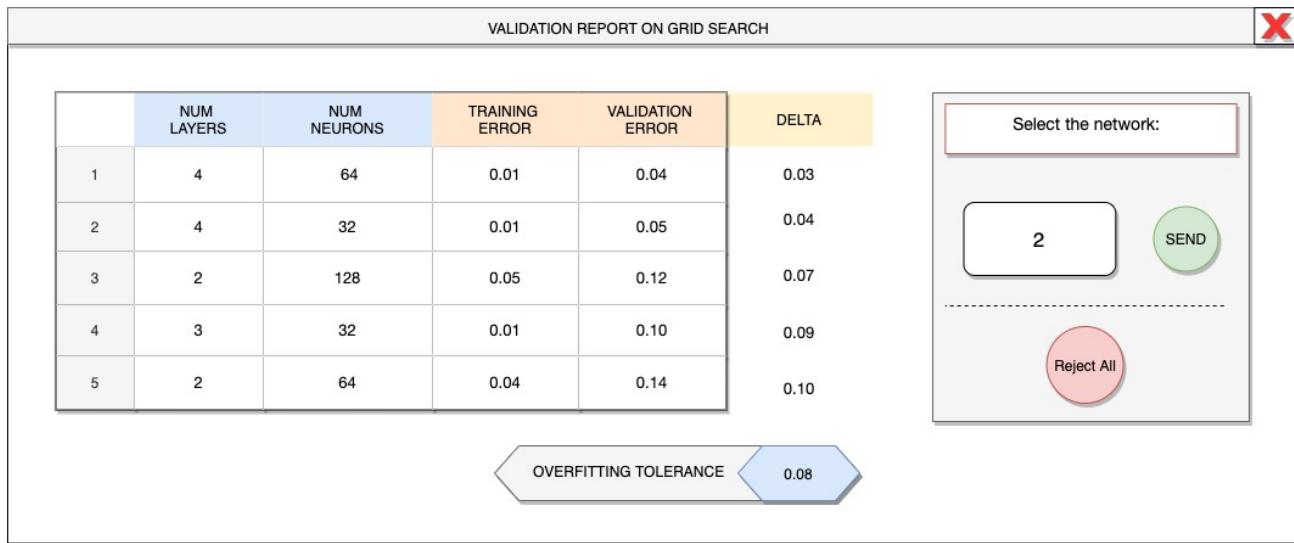
STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens data coverage form	$1 \times 1 \times 1$	1
2) SYSTEM shows the report		
3) FOR each feature	6	
3.1) USER takes a feature and examine the feature distribution	$6 \times 4 \times 3 \times 1$	72
3.2) IF the distribution is not uniform as expected	0.67	
3.2.1) USER writes the number of session required	$0.67 \times 6 \times 4 \times 1$	16.08
3.2.2) USER writes the details to be sent	$0.67 \times 6 \times 4 \times 1$	16.08
3.2.3) USER selects SEND	$0.67 \times 6 \times 1 \times 1$	4.02
3.3) ELSE	0.33	
3.3.1) USER selects GOOD	$0.33 \times 6 \times 1 \times 1$	1.98
3.4) SYSTEM shows a confirmation message		
4) USER closes data coverage report	$1 \times 1 \times 1$	1
	HUMAN TASK COST	112.16

Abbiamo una multicriterial decision per il Data Analyst:

- 1) Numero clienti;
- 2) Volume produzione;
- 3) Varietà produzione;

VALIDATION REPORT (CAROTI)

INTERFACE



DETAILED USE CASE:

USER is a Machine Learning Engineer

STEP	COST CALCULATION	STEP COST
1) USER opens the Validation view	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the performance metrics	-	
3) USER look for overfitting tolerance	$1 \times 3 \times 1.8$	5,4
4) FOR EACH network	5	
4.1) check if the delta of model < overfitting tolerance	$1 \times 5 \times 3 \times 1.8$	27
4.2) IF there is not at least one network with delta < overfitting tolerance	5%	
4.2.1) USER select Reject All	$0.05 \times 1 \times 1.8$	0.09
4.3) ELSE	95%	
4.3.1) USER click on the ID of the classifier with lower delta into the form	$0.95 \times 1 \times 1.8$	1.62
4.3.2) For each network check if the validation error is similar to the selected classifier (difference is one order of magnitude)	$0.95 \times 5 \times 3 \times 1.8$	24,3
4.3.2.1) IF there aren't comparable results	10%	
4.3.2.1.1) USER enter the ID of the first classifier into the form	$0.1 \times 0.95 \times 1 \times 1.8$	0.162
4.3.2.2) ELSE	90 %	
4.3.2.1.1) For each network USER compute the complexity of each considered classifiers as the product between number of layers and number of nodes for each classifier	5	
4.3.2.1.1.1) look for number of layers	$0.9 \times 0.95 \times 5 \times 3 \times 1.8$	21.87
4.3.2.1.1.2) look for number of neurons	$0.9 \times 0.95 \times 5 \times 3 \times 1.8$	21.87
4.3.2.1.1.3) compute the complexity	$0.9 \times 0.95 \times 5 \times 3 \times 1.8$	21.87

4.3.2.1.2) USER enter the ID of the network with lower complexity into the form	$0.9 \times 0.95 \times 1 \times 1.8$	1.458
4.4) USER click on send button	$0.95 \times 1 \times 1.8$	1.62
6) USER closes data Validation report	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
HUMAN TASK COST		124,622

EVALUATE CLASSIFIER (ANGELO DE MARCO: DETAILED USE CASE, PARDINI MARCO: TASK COST)

INTERFACE:

EVALUATION REPORT FOR SESSION 23/11/2023

EXPERT	CLASSIFIER	RESULT
F	F	✓
T	T	✓
F	T	✗
T	F	✗
F	T	✗
F	F	✓
T	T	✓

CONFIGURED THRESHOLDS

Threshold Total No. of Errors

Threshold Max No. of Consecutive Errors

REPORT SUMMARY

Total No. of Errors 3 < 4

No. of Consecutive Errors 3 > 2

ACCEPT
REFUSE

DETAILED USE CASE (ANGELO DE MARCO), TASK COSTS (MARCO PARDINI):
USER is a Data Analyst

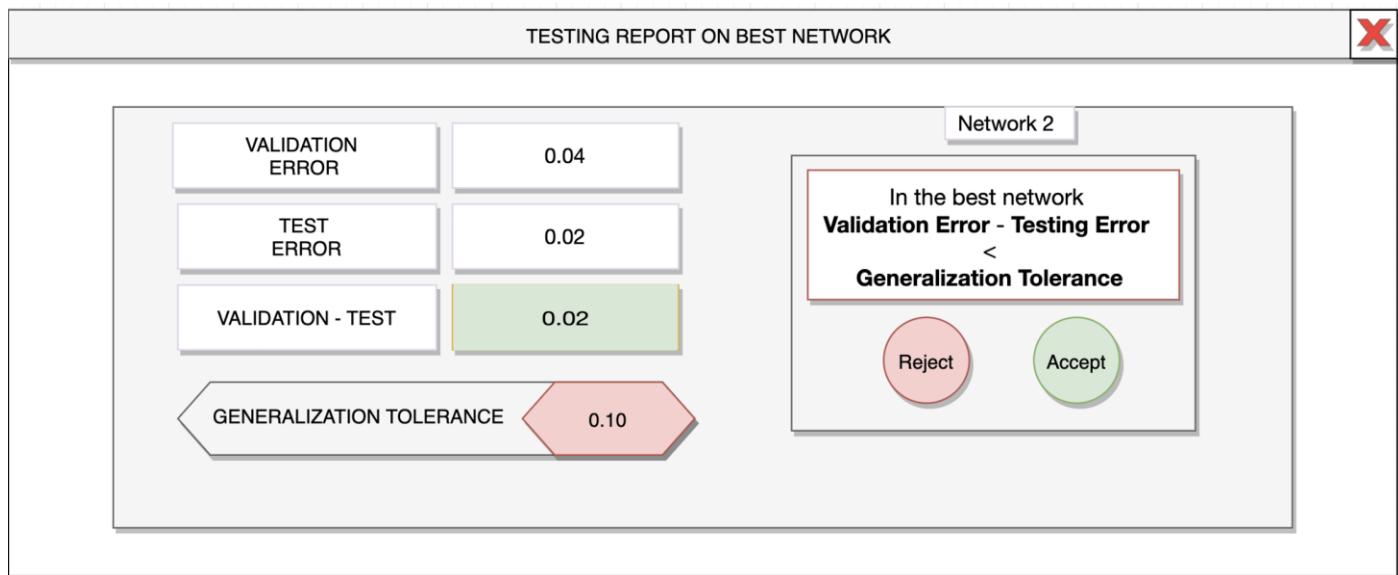
STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens evaluation report form	$1 \times 1 \times 1$	1
2) SYSTEM shows the report		
3) USER compares the total no. of errors against the relative threshold	$1 \times 2 \times 1$	2
4) USER compares the total no. of consecutive errors against the relative threshold	$1 \times 2 \times 1$	2
4.1) IF USER approves the report	0.86	
4.1.2) USER selects ACCEPT	$0.86 \times 1 \times 1$	0.86
4.2) ELSE	0.14	
4.2.1) USER selects REFUSE	$0.14 \times 1 \times 1$	0.14
5) SYSTEM show a confirmation message		
6) USER closes data balancement report	$1 \times 1 \times 1$	1
	HUMAN TASK COST	19

Perchè questo è un task umano?

- 1) Per legge ci deve essere un umano
- 2) Non vogliamo che chi decida la soglia lo debba fare in maniera maniacale
- 3) Vogliamo che lo user nel medio – lungo termine possa capire cosa sta succedendo guardando il report e confrontandolo con quello che ha visto finora

TEST REPORT (CAROTI)

INTERFACE



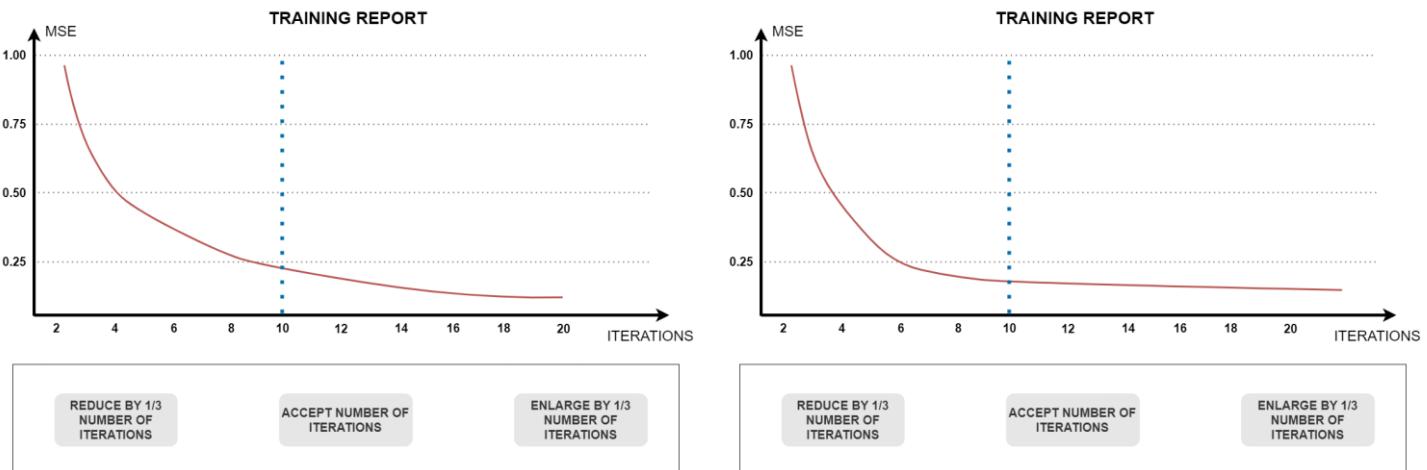
DETAILED USE CASE:

USER is a Machine Learning Engineer

STEP	COST CALCULATION	STEP COST
1) USER opens the Testing view	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the performance	-	
3) USER inspects the results of the network	$1 \times 2 \times 1.8$	3.6
3.1) IF the difference is below tolerance	99%	
3.1.1) USER selects ACCEPT	$0.99 \times 1 \times 1.8$	1.782
3.2) ELSE	1%	
3.2.1) USER selects REJECT	$0.01 \times 1 \times 1.8$	0.018
4) USER closes data Validation report	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
HUMAN TASK COST		9

TRAINING REPORT (MARCO PARDINI)

INTERFACES:



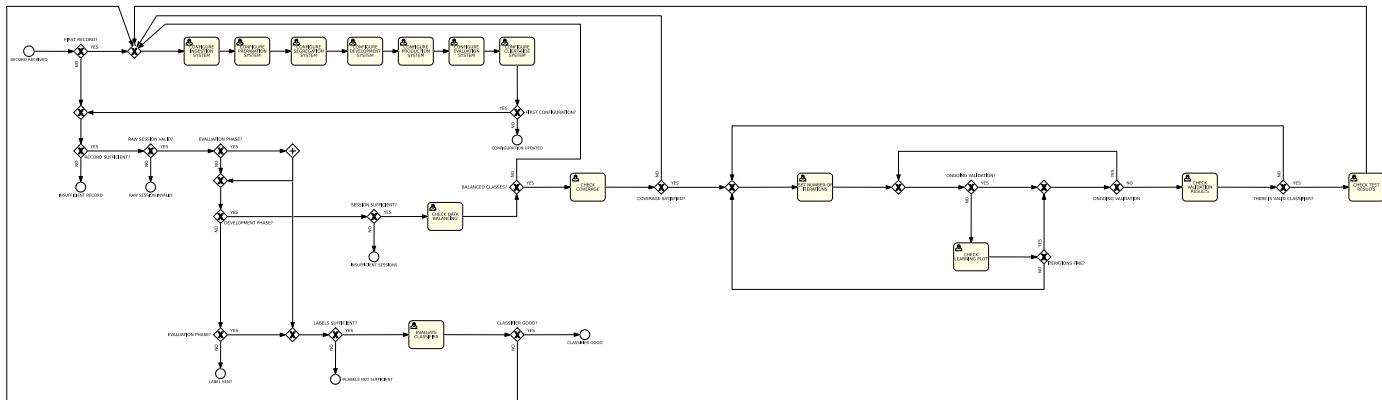
DETAILED USE CASE:

USER is a ML engineer:

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens training report	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the report		
3) USER looks at the maximum number of iterations	$1 \times 3 \times 1.8$	5.4
4) USER computes the “half of the iterations” as the maximum number of iterations / 2	$1 \times 3 \times 1.8$	5.4
5) USER inspects the “flatness” of the curve in the interval [half of the iterations, maximum number of iterations]	$1 \times 3 \times 1.8$	5.4
6.1) If the LOSS is flat in the interval	0.4	
6.1.1) USER clicks on REDUCE BY 1/3 THE NUMBER OF ITERATIONS	$0.4 \times 1 \times 1.8$	0.72
7.1) If the LOSS is not flat in the interval	0.4	
7.1.1) USER clicks on ENLARGE BY 1/3 THE NUMBER OF ITERATIONS	$0.4 \times 1 \times 1.8$	0.72
7.2) ELSE	0.2	
7.2.1) USER clicks on ACCEPT NUMBER OF ITERATIONS	$0.2 \times 1 \times 1.8$	0.6
8) SYSTEM shows a confirmation message		
9) USER closes the training report	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
	HUMAN TASK COST	21.72

SIMULATION AS-IS PROCESS (SIMONE LANDI & MARCO PARDINI)

COLLAPSED WORKFLOW



TOKEN MEANING

Poiché l'unità di base che avvia il flusso è il record, questo dovrebbe essere identificato come token. Dopo aver fatto alcuni calcoli, ci aspettiamo che il numero di token dei record sia di circa 17.200 (5000 sessioni di produzione moltiplicate per 3 record più 550 sessioni di sviluppo e valutazione moltiplicate per 4 record). Poiché BIMP non consente di avere più di 10k token, la soluzione a questo problema sarà quella di considerare direttamente la sessione come token (questo può essere fatto poiché in questa parte del ramo non ci sono attività umane, quindi questa semplificazione non avrà alcun impatto sul KPI). *Per ottenere questo risultato, dobbiamo modificare le percentuali relative al gateway "Record sufficient?" e portarle al 100%, così come per "First record" e "First configuration".

IPOTESI

- 1. Il token rappresenta la sessione;**
2. Si ipotizzano 5000 sessioni di production, 500 di development e 50 di evaluation; ([doc](#))
3. Si ipotizza di avere 4 record per le sessioni di development e evaluation, 3 per le sessioni di production; ([doc](#))
- 4. Si ipotizza che su 100 raw sessions, 95 siano valide;**
5. Supponiamo che, poiché abbiamo 5550 sessioni in totale e solo 50 di esse sono per la valutazione, solo il 50/5550 delle volte avremo etichette sufficienti; ([doc](#))
6. Siamo in development phase per 500 sessioni e viene creato un solo learning set, quindi session sufficient sarà 1/500; ([doc](#))
7. Supponiamo che su 5 balancing report, solo 1 abbia classi bilanciate; ([doc](#))
8. Si ipotizza che su 3 coverage report, solo 1 abbia una copertura sufficiente per ogni feature in ingresso; ([doc](#))
- 9. Supponiamo di avere 3 righe e 3 colonne nella grid-search table, il che porta a 9 classificatori. (Per esempio, layers min=2, max = 6, step =2; neurons min = 10, max = 90, step = 40).**
10. Di 5 learning plot, solo 1 ha un numero di epoche elevato; ([doc](#))
11. Si ipotizza che in media il 95% dei classificatori sia valido; ([doc](#))
12. Assumiamo che molto probabilmente un classificatore valido supererà tutti i test, con una probabilità del 99%; ([doc](#))
13. Si ipotizza che nell'86% dei casi la valutazione del classificatore sia buona; ([doc](#))

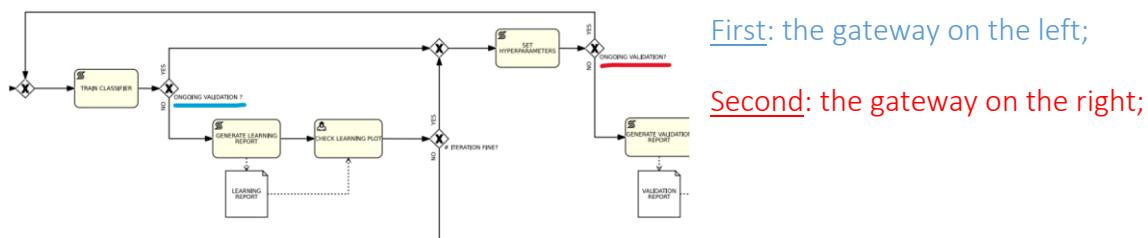
GATEWAYS PERCENTAGE USED FOR THE SIMULATION

Gateway	True Case	False Case	Comment	System
First Session // First record	0.02% // 0.0059% *	99.98% // 99.9941% *	500 sessioni di development, 5000 sessioni di production e 50 sessioni di evaluation (5550 in totale). La probabilità di essere nella prima è 1/5550 // 550 * 4 + 5000*3 = 17200 record in totale*	Configure System
First Configuration	0.02% // 0.0059% *	99.98% // 99.9941% *	1/5550 // 550 * 4 + 5000*3 = 17200 record in totale*	Configure System
Record Sufficient	100% // 32.8% *	0% // 67.2%*	Poiché stiamo considerando direttamente la sessione, i record saranno sempre sufficienti. // * Per 5000 volte aspettiamo 3 record, per 550 volte aspettiamo 4 record ((1/3*5000)+(1/4*550))/5500	Ingestion System
Raw Session Valid	95%	5%	Si presume che la maggior parte delle volte sia valida, tranne nei casi in cui, ad esempio, il sensore è rotto.	Ingestion System
Evaluation Phase	0.9%	99.1%	50/5550 Supponendo 50 sessioni di valutazione sul totale	Ingestion System
Development Phase	9.09%	90.91%	500/5550 Assumendo 500 sessioni di development sul totale	Preparation System
Labels Sufficient	1%	99%	Dal momento che abbiamo 5550 sessioni in totale e solo 50 di esse sono per la valutazione, abbiamo che solo 50/5550 saranno sufficienti.	Evaluation System
Session Sufficient	0.2%	99.8%	1/500	Segregation System
Balanced Classes	20%	80%	Si ipotizza che ogni 5 occorrenze solo 1 abbia classi bilanciate	Segregation System
Coverage Satisfied	33%	67%	Assumiamo che ogni 3 iterazioni solo 1 abbia una copertura sufficiente delle feature di input.	Segregation System
Ongoing Validation (first**)	64%	36%	Questo primo gateway viene utilizzato per decidere il giusto numero di epoch. (9/14 e 5/14: 9 = numero di classificatori, 5 = iterazioni per decidere le epoch, 14 = 5 + 9).	Development System

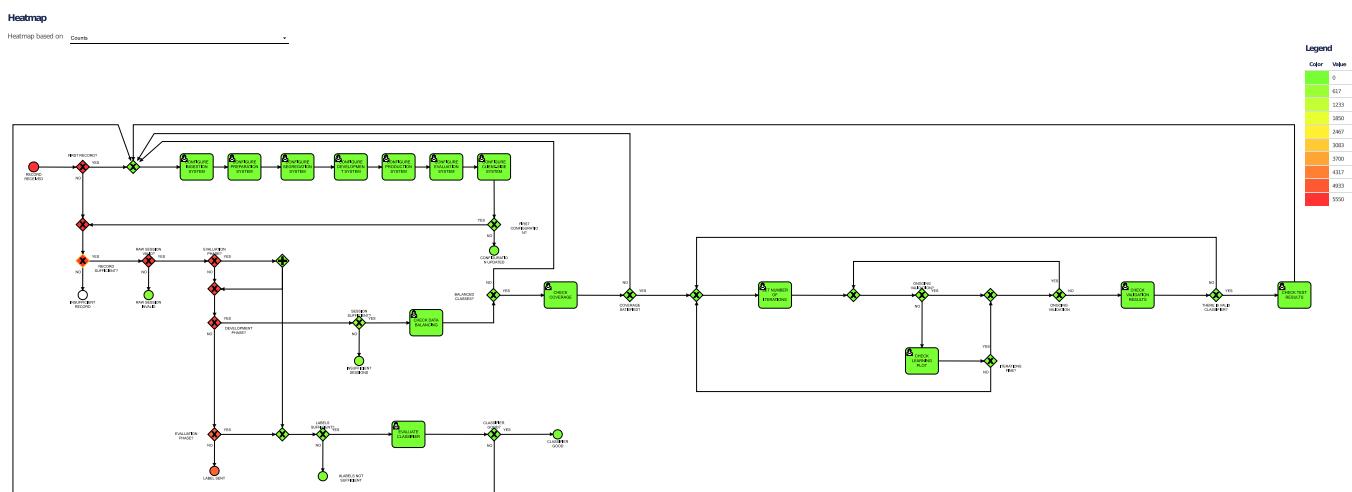
Iterations Fine	20%	80%	Assumiamo che ogni 5 tracciati di apprendimento, solo 1 ha un numero di iterazioni adeguato.	Development System
Ongoing Validation (second**)	89%	11%	Grid search 1/9	Development System
Valid Classifier	95%	5%	Assumiamo che in media il 95% dei classificatori sia valido.	Development System
Pass all Tests(*)	99%	1%	Il classificatore molto probabilmente supererà il test, poiché è valido	Development System
Evaluation Phase	0.9%	99.1%	50/5550 Supponendo 50 sessioni di evaluation sul totale	Production System
Classifier Good	86%	14%	6 volte su 7 classificatore ok	Evaluation System

*: Nel modello collassato non è presente il gateway Pass all Tests perché entrambe le uscite porterebbero comunque ai configure

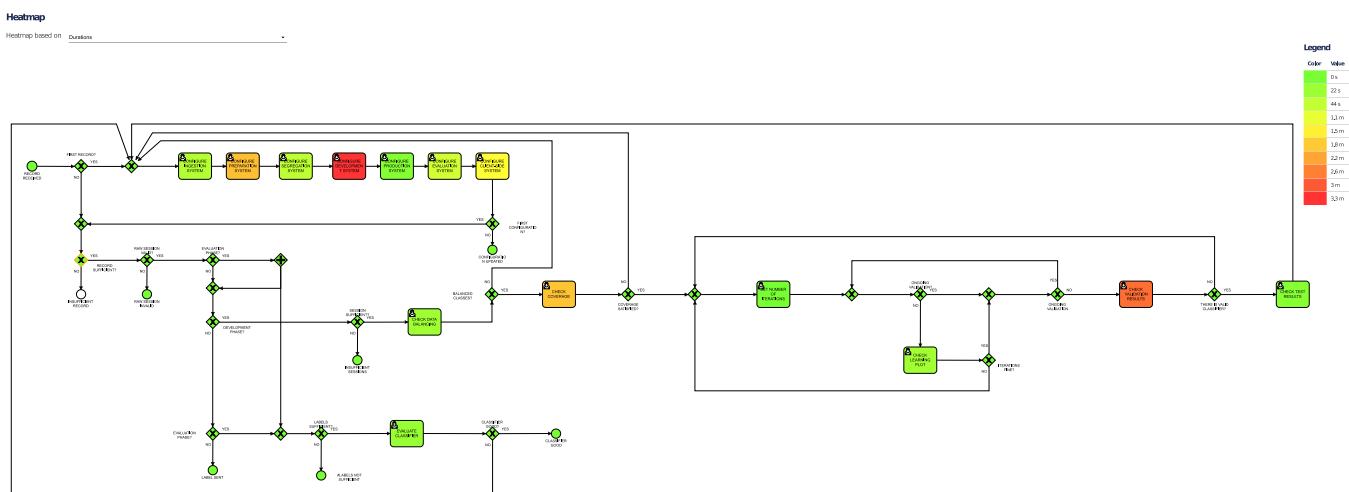
**Notes:



HEATMAP COUNT



Heatmap duration



BIMP Report



BIMP is a fast and simple web-based user interface to simulate business process models using the QBP Simulator.

See the [getting started guide](#) to read more about the features. BIMP can be used for free for academic and trial purposes. Choose the version below:

[Academic](#) [Trial](#) [Members](#)

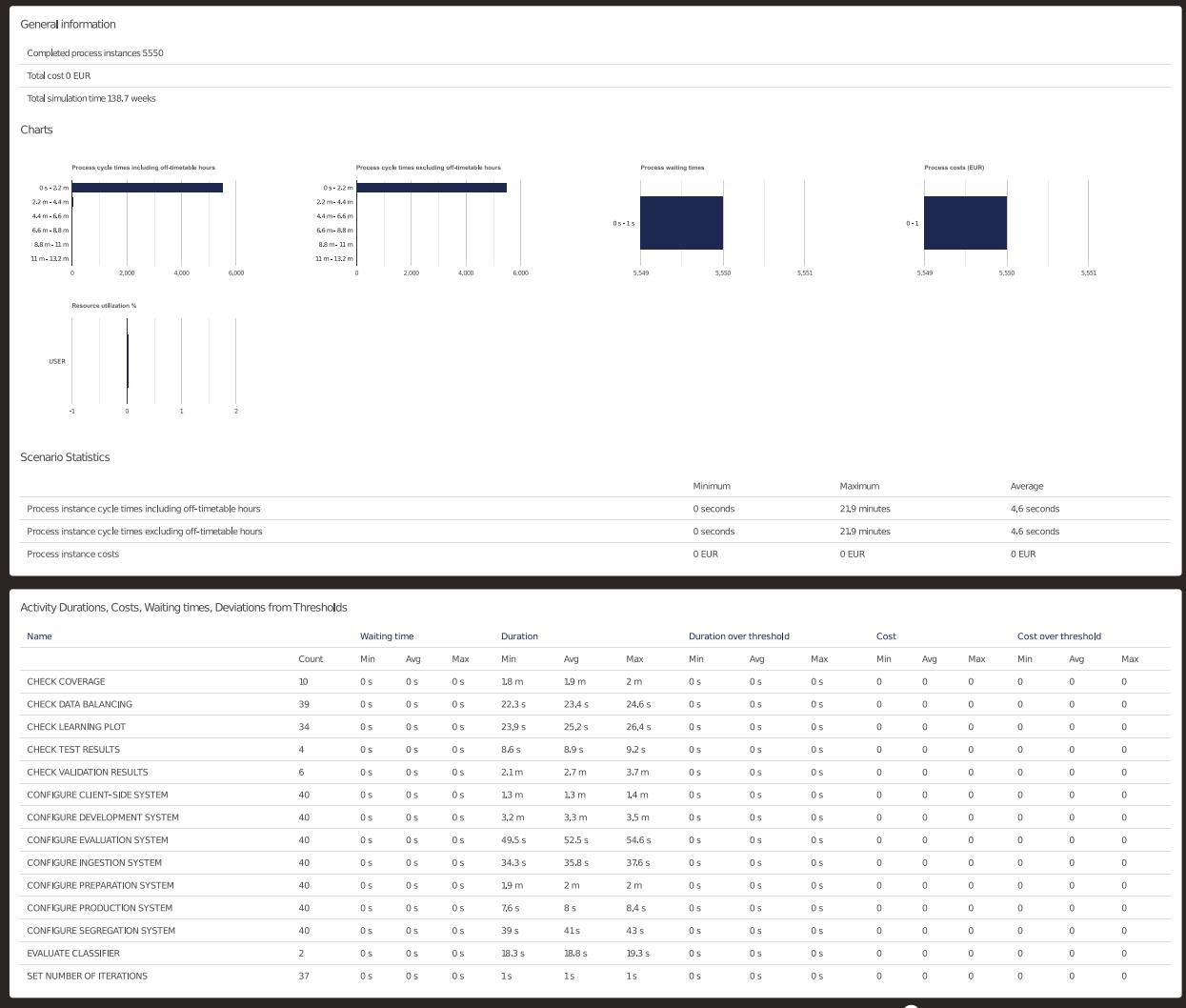
BIMP - Academic

Academic version of BIMP is supported by University of Tartu and the Estonian Research Council.

Active BPMN (1)
AS-IS (Simone)-3.bpmn ▾
BPMN Diagram with results heat map Save results

Save scenario Back to edit data

Simulation Results



MODELING TO-BE PROCESS (ANGELO DE MARCO, MASSIMO CAROTI)

Supponiamo invece che, durante il processo di configurazione, la prima volta (per ogni cliente) sia richiesto di compilare un form per costruire un profilo aziendale. Supponiamo inoltre che un centro di ricerca compia per noi un'attività di Data Mining (clustering) per cercare una relazione tra i profili collezionati e i classificatori creati. In questo modo, quando un nuovo cliente viene profilato, conosciamo già una categoria di reti che sono adatte alla situazione. In particolare, si possono conservare, **per ogni gruppo** (nei sistemi opportuni):

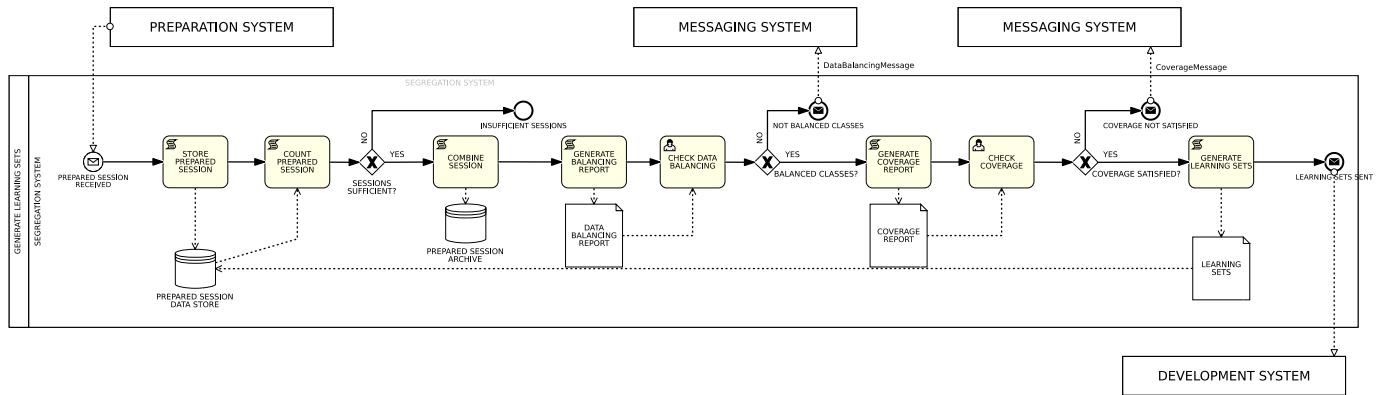
- Storage di alcune sessioni
- Storage degli hyperparametri utilizzati
- Storage di alcune threshold utilizzate

Accedere a informazioni già pronte di questo tipo semplifica il flusso di lavoro a diversi livelli, handoff, service e task:

HANOFF LEVEL IMPROVEMENT(S):

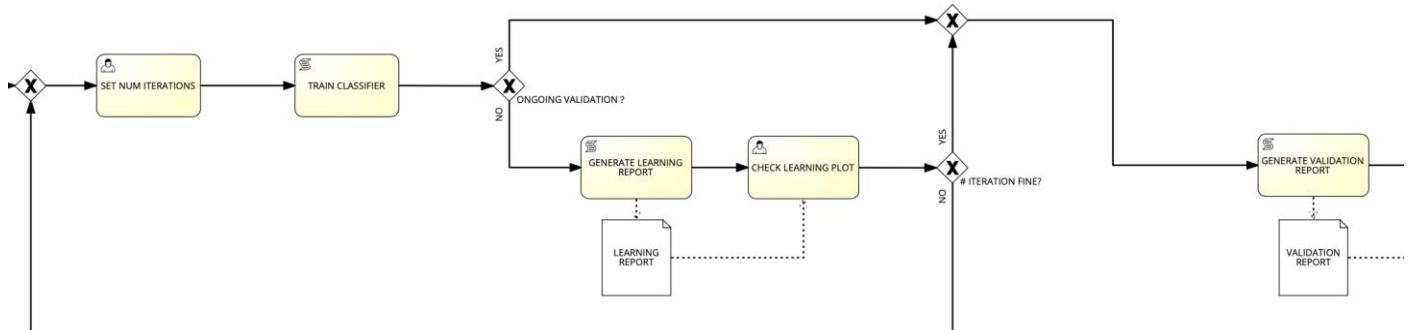
A livello handoff si è deciso di modificare un flusso di lavoro che coinvolgesse sistemi differenti. In particolare, nel Segregation System, quando le classi non sono bilanciate si segnala il problema al Messaging System. Questa interruzione del lavoro potrebbe essere evitata se all'interno del Segregation System si assumesse un data store interno con misurazioni della stessa grandezza ma appartenenti a clienti diversi.

Con questo ulteriore storage, attraverso lo script combine session se viene rilevato uno sbilanciamento delle classi, nuove sessioni possono essere integrate evitando così di dover notificare il Messaging System.

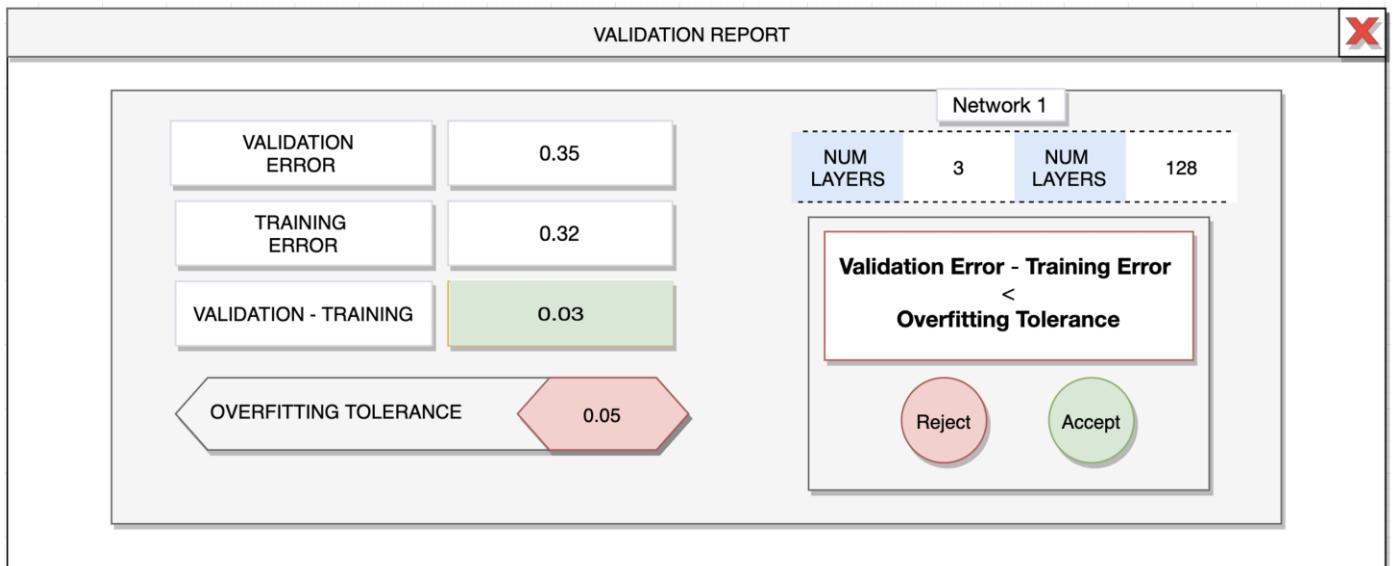


SERVICE LEVEL IMPROVEMENT(S):

A livello service si è deciso di modificare un flusso di lavoro interno a uno specifico sistema, il Development System. In particolare, se si assume un data store con gli hyperparametri settati per diversi tipi di rete, la fase di validation può essere semplificata evitando di condurre una Grid Search, ma semplicemente settando gli hyperparametri relativi a una rete simile a quella che si vuole creare.



Una modifica di questo tipo inoltre abbatte i costi del task “Check Validation Results”, poiché l’umano ha meno cose da controllare (improvement di livello task-level).



STEP	COST CALCULATION	STEP COST
1) USER opens the Validation view	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the performance metrics	-	
3) USER inspect validation results	$1 \times 2 \times 1.8$	3.6
4.1) IF delta > overfitting tolerance	5%	
4.1.1) USER click Reject	$0.05 \times 1 \times 1.8$	0.09
4.2) ELSE	95%	
4.2.1) USER click Accept	$0.95 \times 1 \times 1.8$	1.62
5) USER closes data Validation report	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
HUMAN TASK COST		8.91 < 124.62

TASK-LEVEL IMPROVEMENT(S):

Alcuni step di alcuni task hanno un costo cognitivo alto che dipende dalla valutazione dell'esperto della situazione. Questi, basandosi su alcuni criteri (numero di clienti, varietà e volume di produzione), deve riuscire a fare delle scelte guidato dalla sua esperienza.

Possiamo utilizzare alcune delle informazioni sopracitate per abbattere il costo cognitivo di alcuni step, tra cui:

- Settare il numero di iterazioni di default: da costo cognitivo 4, settare lo stesso numero del gruppo simile al nuovo cliente diventa un costo cognitivo 2 (poiché chi configura sceglie tra un set di valori)
- Configurare gli hyperparametri nel development system, per via dei motivi detti sopra (utilizzare hyperparametri di architetture valide per profili simili)

CONFIGURE DEVELOPMENT PARAMETERS

AVERAGE HYPERPARAMETERS

MAX NUMBER OF LAYERS	2
MIN NUMBER OF LAYERS	4
STEP NUMBER OF LAYERS	1
MAX NUMBER OF NEURONS	256
MIN NUMBER OF NEURONS	32
STEP NUMBER OF NEURONS	32

VALIDATION RESULTS

OVERFITTING TOLERANCE	0.05
GENERALIZATION TOLERANCE	0.05

TEST RESULTS

INITIAL NUMBER OF EPOCHS	200
IP ADDRESSES	192.168.1.1
MESSAGING SYSTEM IP ADDRESS	192.168.1.2
PRODUCTION SYSTEM IP ADDRESS	

SUGGESTION

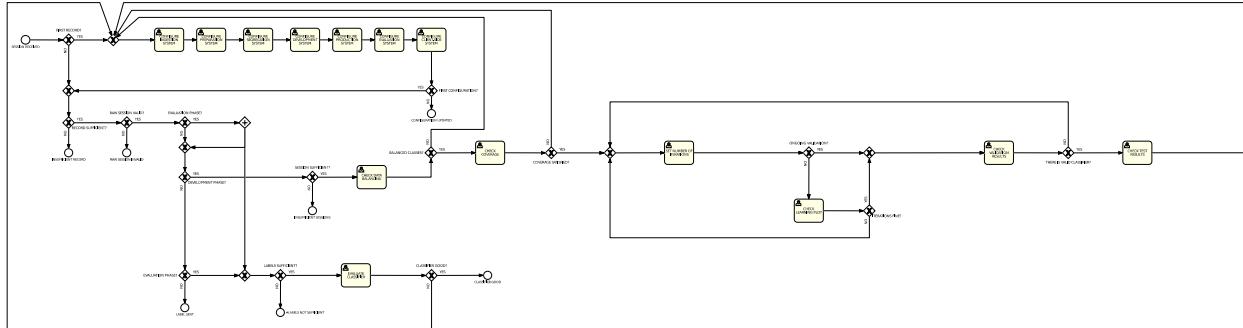
MAX NUMBER OF LAYERS	2
MIN NUMBER OF LAYERS	4
STEP NUMBER OF LAYERS	1
MAX NUMBER OF NEURONS	256
MIN NUMBER OF NEURONS	32
STEP NUMBER OF NEURONS	32
OVERFITTING TOLERANCE	0.05
GENERALIZATION TOLERANCE	0.05

STEP	COST CALCULATION	SC
1) USER opens development configuration tab	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
2) SYSTEM shows the configuration form		
3) USER sets MAX NUMBER OF LAYERS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
4) USER sets MIN NUMBER OF LAYERS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
5) USER sets STEP NUMBER OF LAYERS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
6) USER sets MAX NUMBER OF NEURONS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
7) USER sets MIN NUMBER OF NEURONS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
8) USER sets STEP NUMBER OF NEURONS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
9) USER sets the OVERFITTING TOLERANCE	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
10) USER sets the GENERALIZATION TOLERANCE	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
11) USER sets the INITIAL NUMBER OF EPOCHS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
11) USER sets the MESSAGING SYSTEM IP ADDRESS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
12) USER sets the PRODUCTION SYSTEM IP ADDRESS	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
13) SYSTEM shows a confirmation message		
14) USER closes the configuration tab	$1 \times 1 \times 1.8$	1.8
	HUMAN TASK COST	23.4 (Before: 199.6)

SIMULATION TO-BE PROCESS(ANGELO DE MARCO, MASSIMO CAROTI)

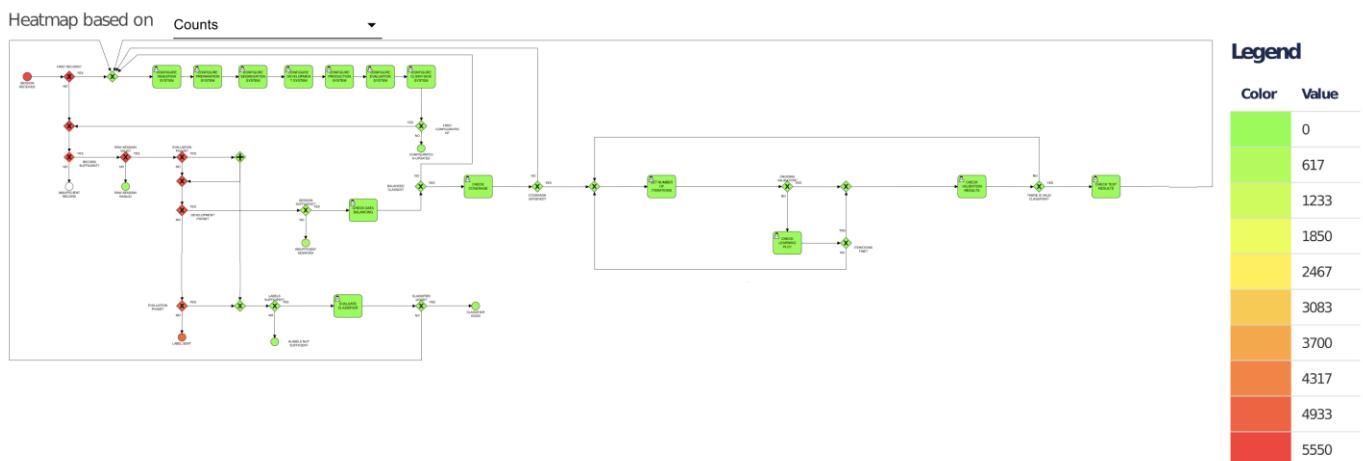
COLLAPSED WORKFLOW

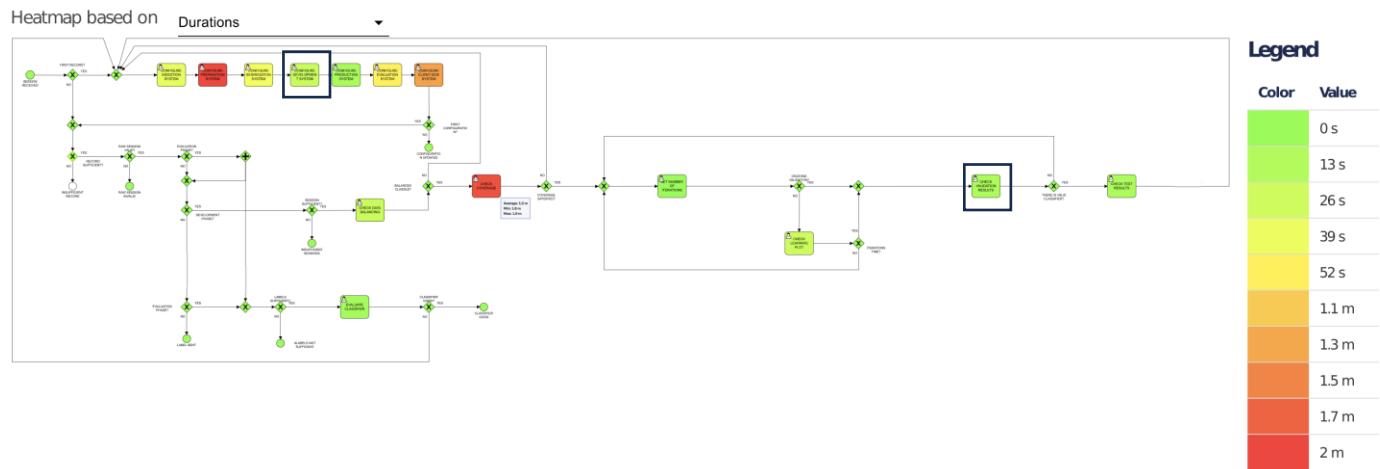
Il collapsed workflow appare quasi uguale all'AS-IS, poiché la modifica di livello handoff non coinvolge task umani ma va solo a modificare percentage di gateway. Viene però cancellato un ramo che prima chiudeva un inner loop di validation.



GATEWAYS PERCENTAGE USED FOR THE SIMULATION

Gateway	True Case		False Case		Comment	System
	TO BE	AS IS	TO BE	AS IS		
Balanced Classes	90%	20%	10%	80%	Grazie allo storage interno, la richiesta al messaging system è meno frequente	Segregation System
Ongoing Validation (first**)	57% 4/7	64%	43% 3/7	36%	Supponiamo che di 5 classificatori, del primo controlliamo il numero di iterazioni	Development System
Iterations Fine	60%	20%	40%	80%	Assumiamo che ogni 5 learning plots, 3 hanno fine number of iterations	Development System

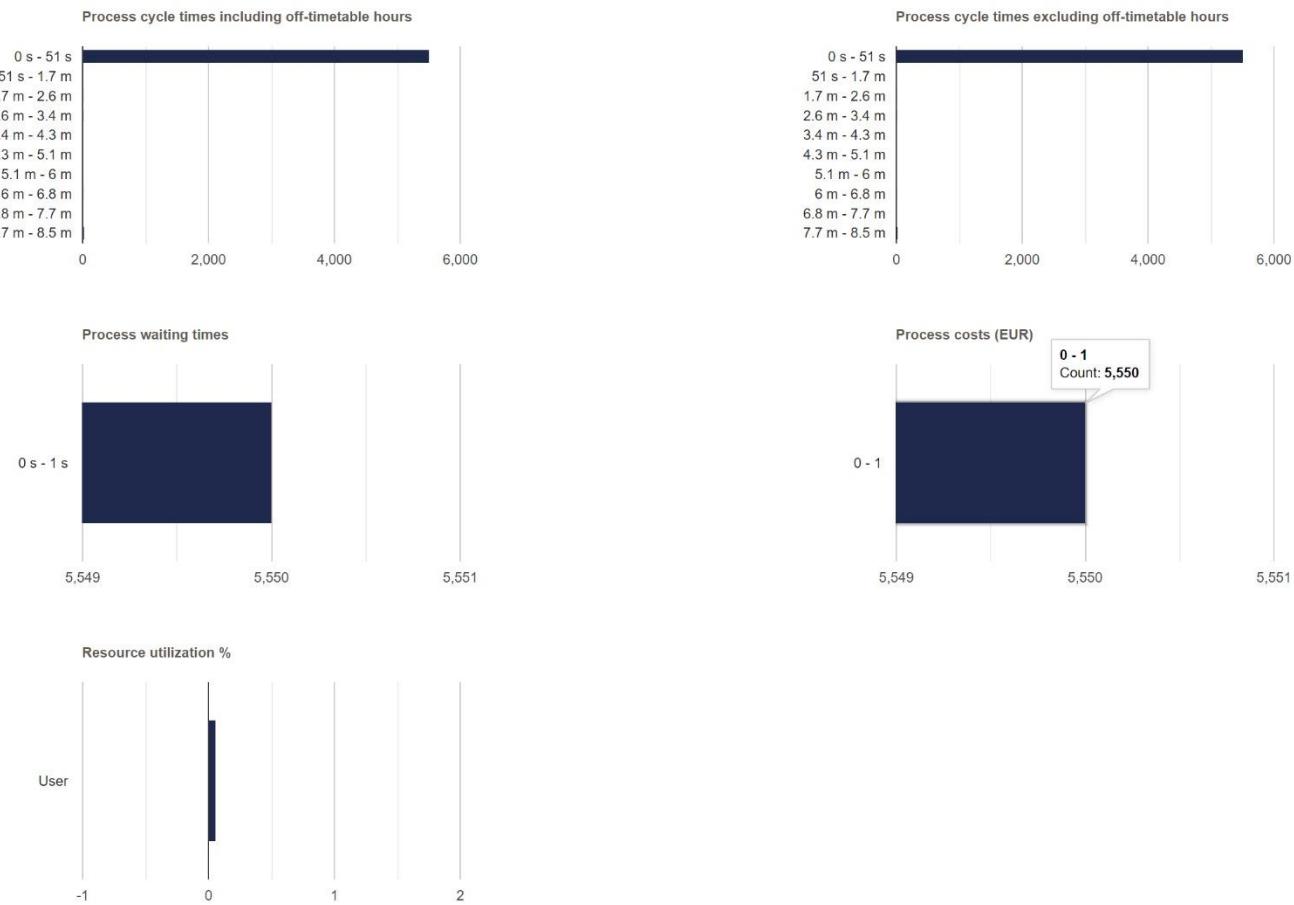




Activity Durations, Costs, Waiting times, Deviations from Thresholds

Name	Waiting time				Duration				Duration over threshold			Cost			Cost over threshold		
	Count	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	
CHECK COVERAGE	34	0 s	0 s	0 s	1.8 m	1.9 m	1.9 m	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CHECK DATA BALANCING	39	0 s	0 s	0 s	22.3 s	23.3 s	24.5 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CHECK LEARNING PLOT	3	0 s	0 s	0 s	24.3 s	24.6 s	25 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CHECK TEST RESULTS	13	0 s	0 s	0 s	8.6 s	9 s	9.4 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CHECK VALIDATION RESULTS	14	0 s	0 s	0 s	8.5 s	9 s	9.4 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	1.3 m	1.3 m	1.4 m	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	22.4 s	23.4 s	24.5 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE EVALUATION SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	49.4 s	51.7 s	54.5 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE INGESTION SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	34.3 s	36.1 s	37.8 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	1.9 m	2 m	2 m	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	7.6 s	7.9 s	8.4 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	26	0 s	0 s	0 s	39.1 s	41 s	42.9 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
EVALUATE CLASSIFIER	1	0 s	0 s	0 s	5.1 s	5.1 s	5.1 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	
SET NUMBER OF ITERATIONS	15	0 s	0 s	0 s	1 s	1 s	1 s	0 s	0 s	0 s	0	0	0	0	0	0	

Charts



Scenario Statistics

	Minimum	Maximum	Average
Process instance cycle times including off-timetable hours	0 seconds	8.4 minutes	2.6 seconds
Process instance cycle times excluding off-timetable hours	0 seconds	8.4 minutes	2.6 seconds
Process instance costs	0 EUR	0 EUR	0 EUR

COMPARATIVE DISCUSSION

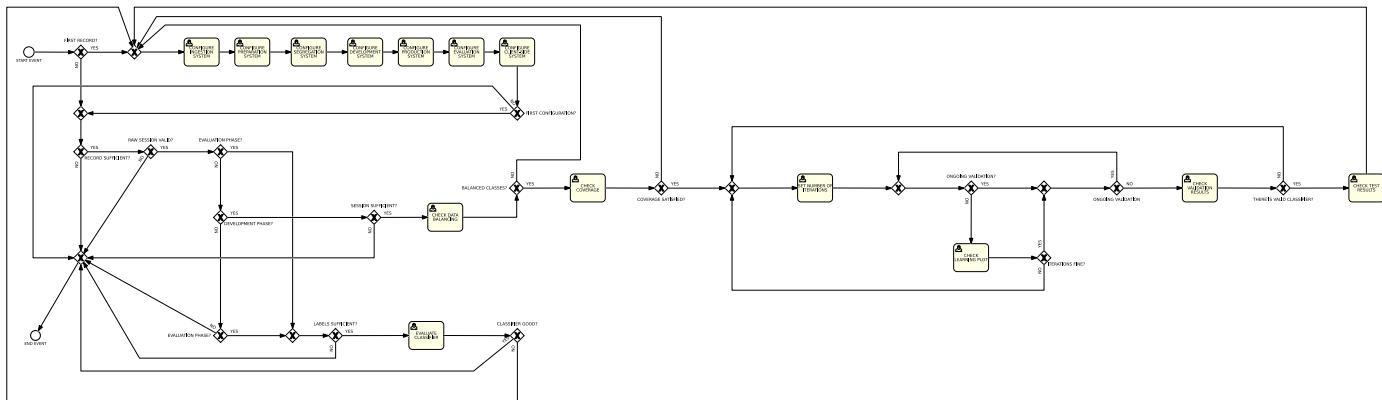
Analizzando i report vediamo che il numero di token che rientra in configurazione è diminuito nel TO-BE, e che il numero di token che da data balancing non si ferma ma prosegue fino al class coverage è aumentato. Nello specifico, dal report si evincono diverse differenze

- Il modello nominale manda indietro al messaging system ben 29 token quando si trova di fronte alla scelta se incitare o meno un re-balancing di classi. Con l'assunzione di poter esaminare prepared session di altri sistemi la probabilità di dover tornare indietro al messaging system si riduce drasticamente (nella simulazione del TO-BE, solo 5 tornano indietro contro i 29 dell'AS-IS)
- Il task “check validation results” è diventato nel TO-BE particolarmente leggero grazie all’eliminazione dell’inner loop e al fatto che ora si controlla un classificatore alla volta. Se in media durava 2.1min (simulazione AS-IS), ora ha una duration media di 9sec
- Il gateway “OnGoingValidation” è attraversato da un numero drasticamente minore di token nel TO-BE, grazie all’eliminazione del ciclo

- Il task “configure development system” è diventato nel TO-BE, particolarmente leggero grazie al sistema di reccomendation dei parametri di sviluppo. Da una durata media di 3.3 min, ora ha una durata media di 23.5 sec.

PROCESS MINING

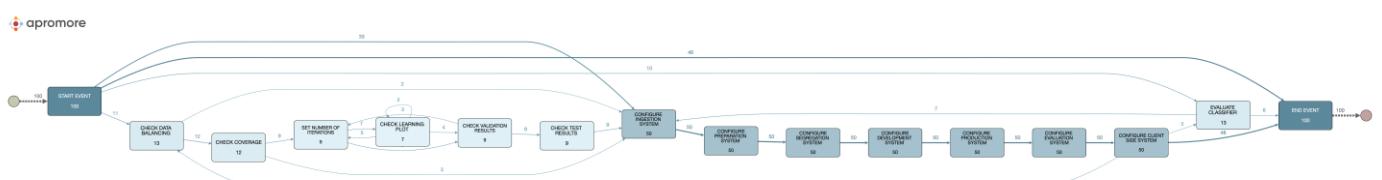
NORMATIVE PROCESS (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)



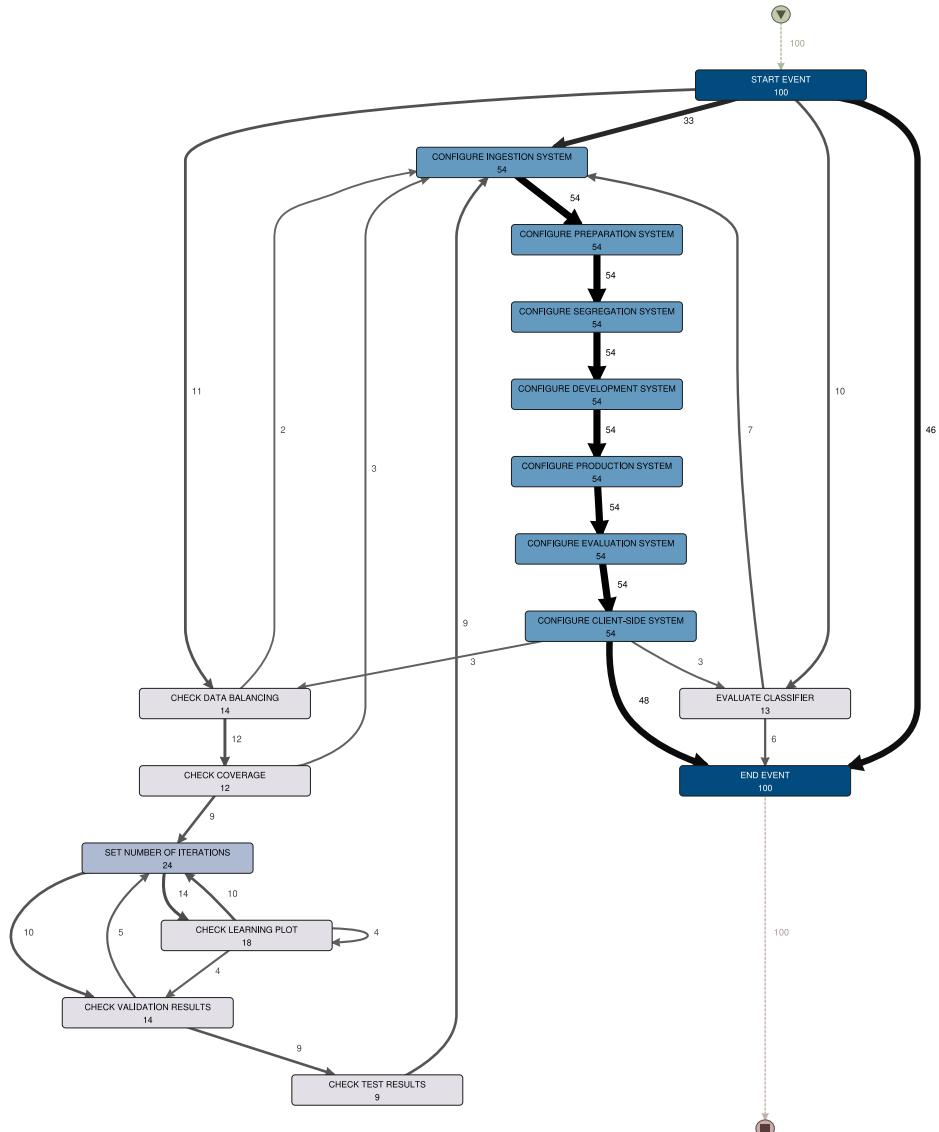
Abbiamo simulato il Normative Model con BIMP assegnando un costo predefinito di 1 euro e una durata di 1 secondo a ciascuna attività, una probabilità del 50% a ciascun gateway, 100 token, 10 lanes ed un unico “START” ed “END” event. Abbiamo eseguito più prove, ma alcuni path venivano percorsi troppe volte. Inoltre, per confrontare il modello To-Be con il modello As-Is, considerate le violazioni che abbiamo voluto effettuare, risultava necessario avere almeno 9 esecuzioni del task CHECK TEST RESULT nel log. Abbiamo dunque eseguito nuove simulazioni cambiando alcuni parametri:

- Gateway “BALANCED CLASSES?”: 70% true, 30% false
- Gateway “COVERAGE SATISFIED?”: 70% true, 30% false
- Gateway “DEVELOPMENT PHASE?”: 60% true, 40% false
- Gateway “EVALUATION PHASE?”: 30% true, 70% false
- Gateway “FIRST RECORD?”: 30% true, 70% false
- Gateway “RAW SESSION VALID?”: 70% true, 30% false
- Gateway “RECORD SUFFICIENT?”: 70% true, 30% false
- Gateway “SESSION SUFFICIENT?”: 60% true, 40% false

TRANSITION MAP APROMORE (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)



TRANSITION MAP DISCO



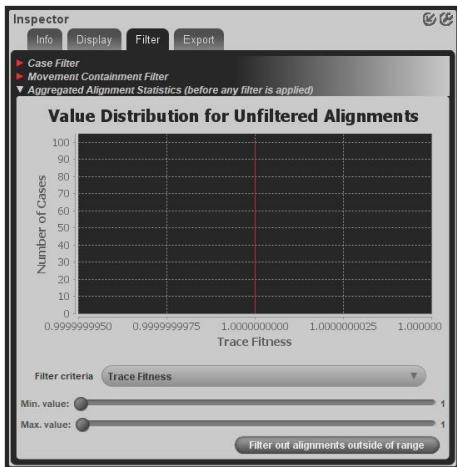
Nelle due Transition Map possiamo osservare una differenza nel numero di token. Questo è dovuto al fatto che Disco e Apromore utilizzano approcci diversi per calcolare le frequenze durante la costruzione della Transition Map.

- Disco utilizza la frequenza totale (assoluta), che conta il totale delle volte in cui un token passa su un'attività, indipendentemente dal case a cui appartiene il token.
- D'altra parte, Apromore utilizza la Case frequency, che conta il numero di token appartenenti a case diversi che passano sopra un'attività.

Questa differenza nell'approccio alla frequenza porta variazioni nel numero di token osservati nelle mappe generate.

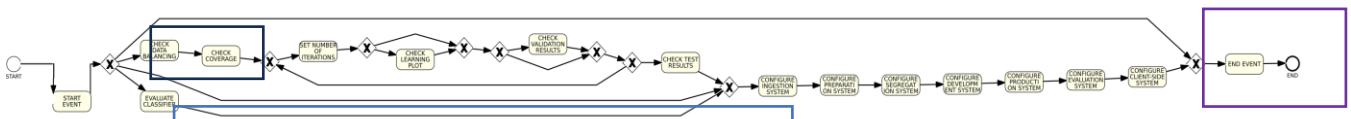
CONFORMANCE CHECK DEL LOG ORIGINALE CON IL MODELLO NORMATIVO (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)

Per validare il log generato volevamo effettuare un Conformance Check con il modello normativo che genera il log stesso. Ci aspettavamo una fitness = 1, e così è stato.



NORMATIVE LOG PROCESS MINING (CAROTI, DE MARCO)

MODELLO GENERATO DA PROM

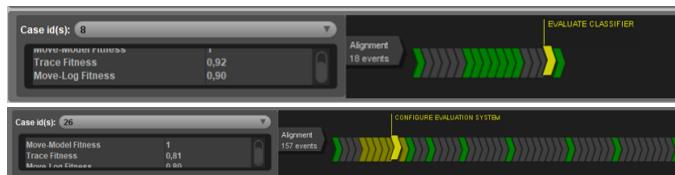


- **Differenza più evidente:** Non è stata catturata la possibilità di andare ai configure da "CheckDataBalancing" e "CheckCoverage"
- **Prima Differenza:** A eccezione del path Start – End (permesso in maniera diretta), non viene data la possibilità di terminare se non con la sequenza dei Configure. Questo significa che non sarà permesso mai di poter replicare correttamente le sequenze che dall'evaluation vanno direttamente all'end event (path permesso nel modello originale).



In effetti, questa mancanza è rilevata dal conformance check di ProM.

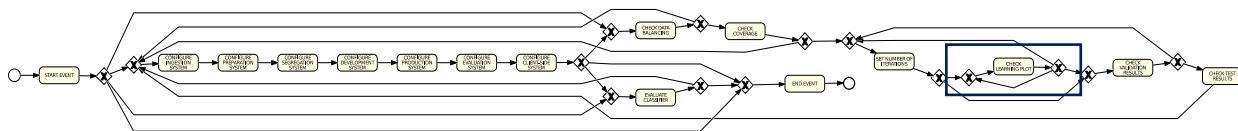
- **Seconda Differenza:** Non è possibile ricominciare una volta finiti nei configure, ma si può solo terminare. Inoltre, non si può cominciare con i configure, a meno che non si faccia solo quello!



Il conformance check di ProM rivela sia la possibilità di non poter fare altri task dopo una striscia di configure, sia di non poter cominciare con una striscia di configure prima di poter effettuare ulteriori task.

- **Terza differenza:** Viene data la possibilità di saltare il task "Check Validation Result"

MODELLO GENERATO DA APROMORE



- Il modello generato di Apromore consente di ciclare su check learning plot, che non era uno scenario presente nel log originale

Commenti ai modelli generati da log originale (Caroti, De Marco)

Mined Model	Fitness	Simplicity	Precision	Generalization
ProM	0.97	$16+9+32 = 57$	0.86	0.99
Apromore	1.00	$16+15+44= 75$	0.76	0.98

Fitness di ProM più bassa: Il modello generato da Apromore riesce a replicare completamente e senza task aggiuntivi il log originale. Il modello generato da ProM, tuttavia, non riesce a replicare i case dove da “check data balancing” e “check coverage” si finisce direttamente al configure, così come non riesce a replicare tutti quei case dove dal configure piuttosto di terminare si ricomincia da capo, in quanto gli archi che permettono queste azioni non sono presenti.

Precision dei due modelli: come ProM permette di saltare il “Check Validation Result”, Apromore permette di ciclare su “Check Learning Plot”, e a una prima ispezione visiva non riusciamo a spiegarci perché la precision di Apromore risulti così più bassa. Quello che pensiamo è che alcuni percorsi non siano presenti nel log, e che quindi risultino nel calcolo della precision come percorsi aggiuntivi, abbassando ulteriormente la sua precision. Verificare un’eventualità del genere richiederebbe fasi di scripting che non abbiamo eseguito.

Generalization di ProM più alta: nonostante entrambi i modelli abbiamo una buona generalization, ProM permette di saltare il check validation result, e pertanto permette un comportamento più generale di Apromore.



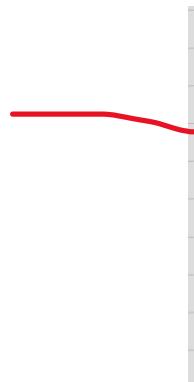
VIOLAZIONI INSERITE NEL LOG (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)

Le violazioni del log inserite sono 3:

1. Supponiamo che i client siano clusterizzati in base a dei criteri, come la variabilità della produzione e il volume di produzione. Supponiamo di poter prelevare un classificatore per il client attuale, dato un classificatore appartenente ad un client facente parte dello stesso cluster del primo. Questo significa che il task “set number of iterations” e il task “check learning plot” verranno saltati per arrivare direttamente al task “check validation results”, in modo da evitare la fase di training del classificatore;
2. Se il classificatore non passa i test ci sarà un messaggio di notifica inviato al Messaging System. Effettuiamo una violazione nel log che permetta di saltare direttamente a Configure Development System invece di passare da tutti i configure precedenti e seguenti;
3. Possiamo pensare di saltare l’iperparametrizzazione del classificatore se prendendo i dati da un altro client facente parte dello stesso cluster del primo. Questo si traduce nell’allenare il classificatore, evitando però la fase di validazione (“Check validation results”) per andare direttamente in testing (“check test results”).

CaselD 0 (1)

0	START EVENT	
0	CHECK DATA BALANCING	USER-000001
0	CHECK COVERAGE	USER-000002
0	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000003
0	CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000004
0	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000005
0	CHECK LEARNING PLOT	USER-000006
0	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000007
0	CHECK LEARNING PLOT	USER-000008
0	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000009
0	CHECK LEARNING PLOT	USER-000010
0	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000001
0	CHECK LEARNING PLOT	USER-000002
0	CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000003
0	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000004
0	CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000005
0	CHECK TEST RESULTS	USER-000006
0	CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000007
0	CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000008



0	START EVENT	
0	CHECK DATA BALANCING	USER-000001
0	CHECK COVERAGE	USER-000002
0	CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000005
0	CHECK TEST RESULTS	USER-000006
0	CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000007
0	CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000008
0	CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	USER-000009
0	CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000010
0	CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM	USER-000001

CaselD 15 (2)

15	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000010
15	CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000001
15	CHECK TEST RESULTS	USER-000002
15	CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000003
15	CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000004
15	CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	USER-000005
15	CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000006
15	CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM	USER-000007
15	CONFIGURE EVALUATION SYSTEM	USER-000008
15	CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM	USER-000009
15	END EVENT	

15	START EVENT	
15	CHECK DATA BALANCING	USER-000008
15	CHECK COVERAGE	USER-000009
15	SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000010
15	CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000001
15	CHECK TEST RESULTS	USER-000002
15	CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000006
15	END EVENT	

CASEID 26 (2)

26 CHECK TEST RESULTS	USER-000008		26 START EVENT	
26 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000009		26 CHECK DATA BALANCING	USER-000004
26 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000010		26 CHECK COVERAGE	USER-000005
26 CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	USER-000001		26 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000006
26 CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000002		26 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000007
26 CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM	USER-000003		26 CHECK TEST RESULTS	USER-000008
26 CONFIGURE EVALUATION SYSTEM	USER-000004		26 CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000002
26 CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM	USER-000005		26 END EVENT	
26 END EVENT				

CASEID 57 (3)

57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000008		57 START EVENT	
57 CHECK LEARNING PLOT	USER-000009		57 CHECK DATA BALANCING	USER-000004
57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000010		57 CHECK COVERAGE	USER-000005
57 CHECK LEARNING PLOT	USER-000001		57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000006
57 CHECK LEARNING PLOT	USER-000002		57 CHECK LEARNING PLOT	USER-000007
57 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000003		57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000008
57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000004		57 CHECK LEARNING PLOT	USER-000009
57 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000005		57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000010
57 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000006		57 CHECK LEARNING PLOT	USER-000001
57 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000007		57 CHECK TEST RESULTS	USER-000008
57 CHECK TEST RESULTS	USER-000008		57 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000009
57 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000009			
57 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000010			
57 CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	USER-000001			

CASEID 58 (3)

58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000008		58 START EVENT	
58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000009		58 CHECK DATA BALANCING	USER-000006
58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000010		58 CHECK COVERAGE	USER-000007
58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000001		58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000008
58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000002		58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000009
58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000003		58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000002
58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000004		58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000003
58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000005		58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000005
58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000006		58 CHECK LEARNING PLOT	USER-000006
58 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000007		58 CHECK TEST RESULTS	USER-000009
58 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000008		58 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000010
58 CHECK TEST RESULTS	USER-000009			
58 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000010			
58 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000001			

CASEID 65 (3)

65 CHECK COVERAGE	USER-000008		65 START EVENT	
65 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000009		65 CHECK DATA BALANCING	USER-000007
65 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000010		65 CHECK COVERAGE	USER-000008
65 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000001		65 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000009
65 CHECK LEARNING PLOT	USER-000002		65 CHECK LEARNING PLOT	USER-000002
65 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000003		65 CHECK TEST RESULTS	USER-000005
65 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000004		65 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000006
65 CHECK TEST RESULTS	USER-000005			
65 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000006			
65 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000007			

CASEID 72 (1)

72 CHECK DATA BALANCING	USER-000004
72 CHECK COVERAGE	USER-000005
72 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000006
72 CHECK LEARNING PLOT	USER-000007
72 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000008
72 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000009
72 CHECK TEST RESULTS	USER-000010
72 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000001
72 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000002
72 CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	USER-000003

72 START EVENT	
72 CHECK DATA BALANCING	USER-000004
72 CHECK COVERAGE	USER-000005
72 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000009
72 CHECK TEST RESULTS	USER-000010
72 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000001

CASEID 87 (2)

87 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000007
87 CHECK TEST RESULTS	USER-000008
87 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000009
87 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000010
87 CONFIGURE SEGREGATION SYSTEM	USER-000001
87 CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000002
87 CONFIGURE PRODUCTION SYSTEM	USER-000003
87 CONFIGURE EVALUATION SYSTEM	USER-000004
87 CONFIGURE CLIENT-SIDE SYSTEM	USER-000005
87 END EVENT	

87 START EVENT	
87 CHECK DATA BALANCING	USER-000003
87 CHECK COVERAGE	USER-000004
87 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000005
87 CHECK LEARNING PLOT	USER-000006
87 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000007
87 CHECK TEST RESULTS	USER-000008
87 CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM	USER-000002
87 END EVENT	

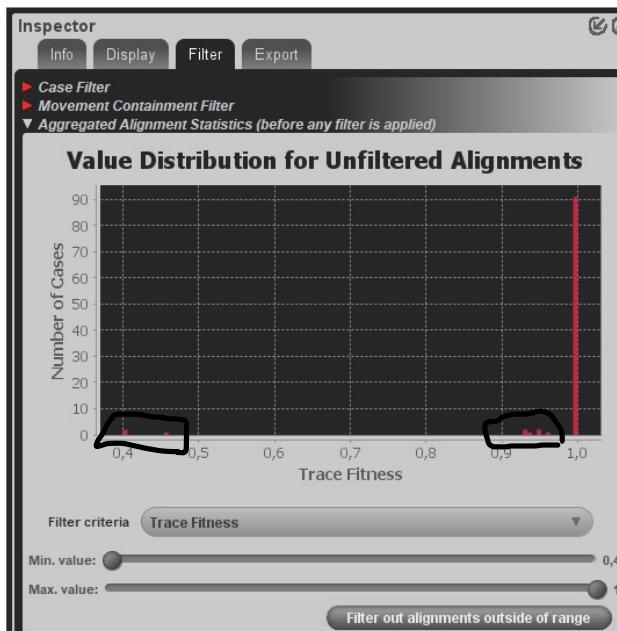
CASEID 92 (1)

92 START EVENT	
92 CHECK DATA BALANCING	USER-000010
92 CHECK COVERAGE	USER-000001
92 SET NUMBER OF ITERATIONS	USER-000002
92 CHECK LEARNING PLOT	USER-000003
92 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000004
92 CHECK TEST RESULTS	USER-000005
92 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000006
92 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000007

92 START EVENT	
92 CHECK DATA BALANCING	USER-000010
92 CHECK COVERAGE	USER-000001
92 CHECK VALIDATION RESULTS	USER-000004
92 CHECK TEST RESULTS	USER-000005
92 CONFIGURE INGESTION SYSTEM	USER-000006
92 CONFIGURE PREPARATION SYSTEM	USER-000007

CONFORMANCE CHECK SU PROM CON MODELLO NORMATIVO (CAROTI, DE MARCO, LANDI, PARDINI)

Abbiamo inserito il log modificato su ProM e abbiamo eseguito un conformance check con il modello normativo originale. Ci aspettavamo un valore di fitness ovviamente diverso da 1. Difatti è quello che succede, come si può vedere nell' immagine sottostante.



Inoltre, abbiamo esaminato con più attenzione i singoli casi, aspettandoci delle specifiche violazioni solo nei casi da noi modificati.

CASE 15-26-87 (configure development)



In case 15-26, l'algoritmo rivela le anomalie ma non nel modo da noi previsto (come skipping event) probabilmente a causa di configurazione interna differente tra i suoi parametri da ottimizzare.

CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM

Nel caso 87 è successo quello che ci aspettiamo: nella striscia di configure prevista, solo uno (development system) è stato coinvolto, tutti gli altri sono stati saltati.

CASE 0 – 72 - 92 (skip training)



In questi tre casi il set number of iterations viene saltato, e l'evento successivo in tutti e tre i casi è "CheckValidationResults". Questo significa che si è saltato direttamente da "CheckCoverage" alla validation, facendo intendere che l'intera fase di training è stata, come previsto, interamente saltata.

Case 57-58-65 (skip validation)

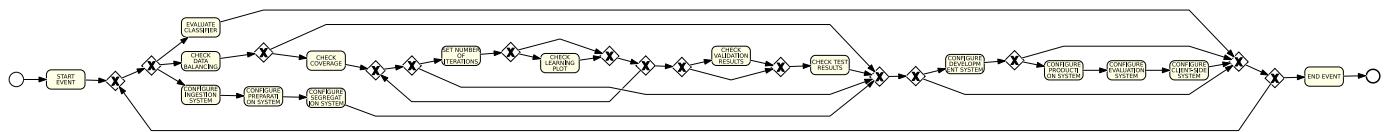


In questi tre casi il validation results è stato saltato. Sono presenti, nei casi 58 e 57, dei cicli su "SetNumberIterations" – "CheckLearningPlot", ma al termine del ciclo il task successivo è direttamente "CheckTestResults", facendo intendere che un ciclo di validazione di allenamento di più classificatori e un check finale dei risultati è stato completamente saltato.

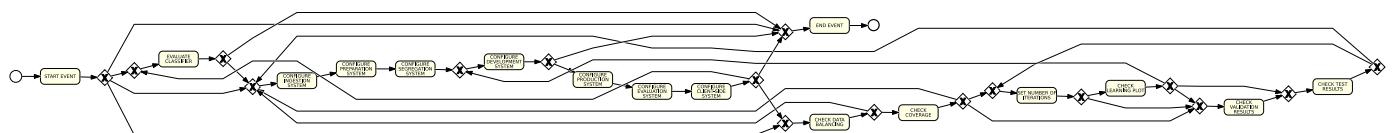
VIOLATED LOG PROCESS MINING (LANDI, PARDINI)

Panoramica generale:

- ProM



- Apromore

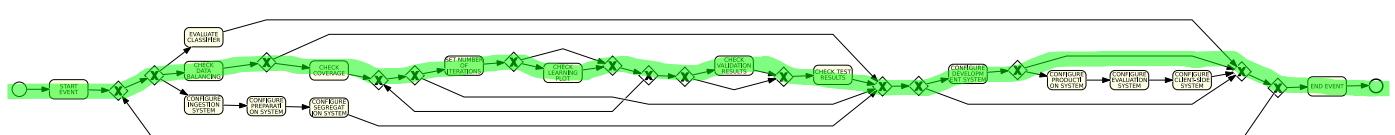


GESTIONE DELLE VIOLAZIONI A CONFRONTO (LANDI, PARDINI)

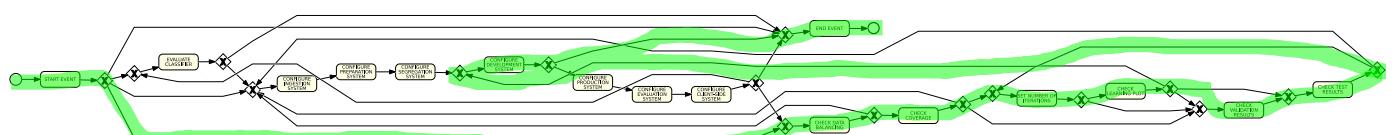
Vediamo come Apromore e ProM hanno catturato le violazioni inserite nel log e come le hanno trasformate nel BPMN risultante.

VIOLAZIONE SU CONFIGURE DEVELOPMENT SYSTEM:

ProM:



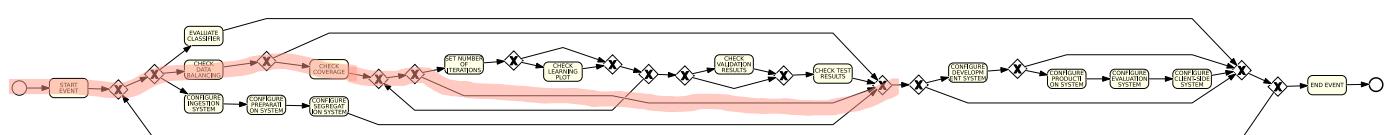
APROMORE:



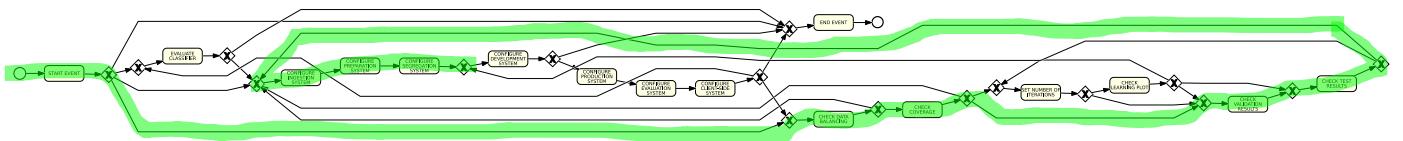
Come possiamo notare, ProM permette un path che esegue soltanto Configure Development System dopo Check Test Results, così come anche Apromore.

VIOLAZIONE SULL'ELUSIONE DELLA FASE DI TRAINING:

ProM:



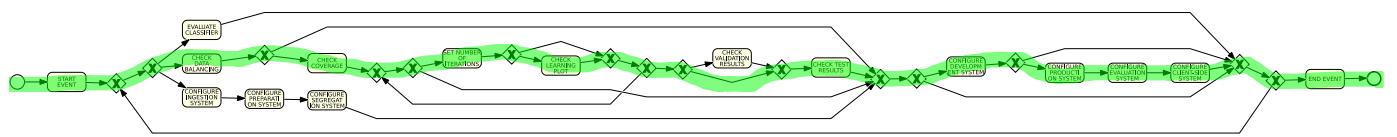
Apromore:



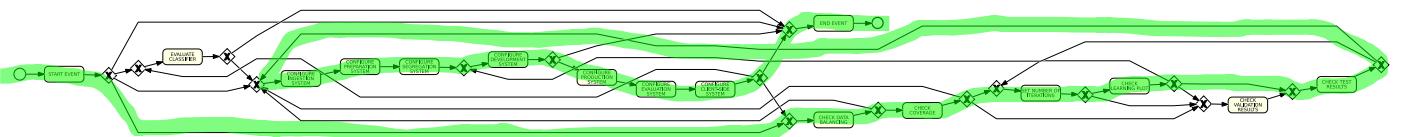
Nel caso di ProM non c'è un path che permetta di saltare Set Number Of Iterations e Check Learning Plot per andare direttamente in Check Validation Results. Viceversa la soluzione proposta da Apromore permette di passare da Check Coverage a Check Validation Results senza dover eseguire i task Set Number Of Iterations e Check Learning Plot.

VIOLAZIONE SULL'ELUSIONE DELLA FASE DI IPERPARAMETRIZZAZIONE E VALIDAZIONE:

proM:



Apromore:

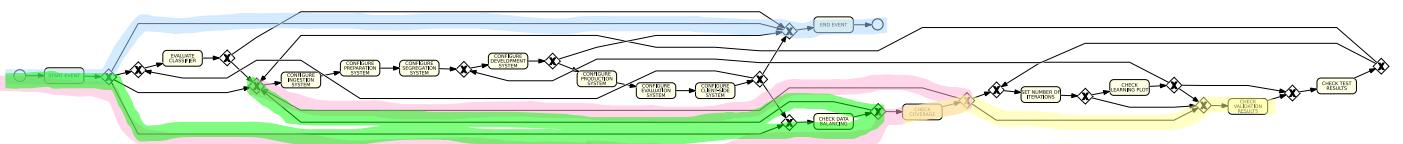


Anche questo caso, entrambi i modelli permettono di passare direttamente da Check Learning Plot a Check Test Results, evitando così il task Check Validation Results.

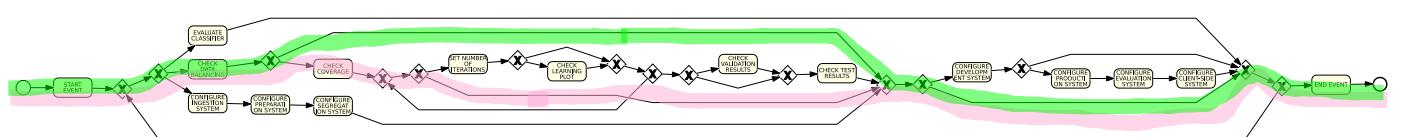
In conclusione a questo primo confronto possiamo valutare come il modello proposto da Apromore sembra essere più aderente alle violazioni del log che abbiamo proposto, inserendo in tutti e 3 i casi un path adeguato. Viceversa, ProM sembra non essere altrettanto aderente al log, proponendo un path adeguato solo per 2 violazioni su 3.

DIFFERENZE TRA I MODELLI:

AproMore:



ProM:



Da un confronto visivo sui 2 modelli possiamo apprezzare alcune differenze:

- Il modello proposto da Apromore presenta un path diretto dallo start event all'end event. Questo scenario si verifica in circa la metà degli use cases presenti nel log. Viceversa, il modello proposto da ProM non presenta questo scenario. (Azzurro)
- Come già anticipato dall'analisi delle violazioni, il modello proposto da Apromore presenta un path diretto dal task "Check Coverage" al task "Check validation results", andando a modellare la violazione inserita nel log. Il modello proposto da ProM non presenta questo path. (Giallo)
- Il modello proposto da Apromore presenta un path che va da "Check data balancing" ai task di configure; viceversa, il modello proposto da ProM permette di saltare i task di configure per andare direttamente all'end event; (Verde)
- Similmente, il modello proposto da Apromore presenta un path che va da "Check coverage" ai task di configure; viceversa, il modello proposto da ProM permette di saltare i task di configure per andare direttamente all'end event; (Rosa)

QUALITY DIMENSION

We measured fitness, precision and generalization using the modified log and the original mined model.

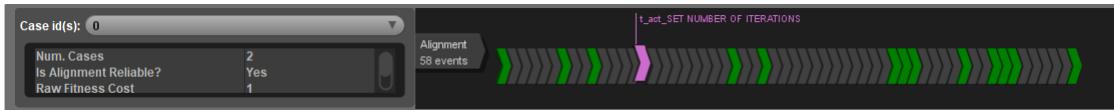
Mined Model	Fitness	Simplicity	Precision	Generalization
Apromore violated log	1.00	16+17+48= 81	0.77	0.90
ProM violated log	0.90	16+15+42= 73	0.56	0.99

Commenti ai modelli generati da log violato (Simone e Marco)

Apromore con log violato riesce a generare un modello che permette una riproduzione perfetta del log (fitness 1). ProM con log violato non riesce ad ottenere lo stesso risultato (fitness di 0.90).



La motivazione di questo comportamento è dovuta al fatto che, come visto nell'analisi precedente, il BPMN prodotto da ProM non presenta un path che permetta di saltare Set Number Of Iterations e Check Learning Plot per andare direttamente in Check Validation Results. In altre parole, questo significa che i 3 use case violati riguardanti l'elusione della fase di training non verranno rispettati.



L'altra motivazione per cui la fitness risulta essere bassa è dovuta al fatto che, come si evince dal plot della trace fitness, ci sono ben 46 use cases che presentano fitness di 0.80. Questo è dovuto al fatto che nel BPMN modellato da ProM non è presente un path diretto da start a end (dinamica che, per quanto priva di significato, è ricorrente nel log). Questo comportamento viene erroneamente modellato con il path che inizia in start, attraversa il task “evaluate classifier” e arriva direttamente in end.

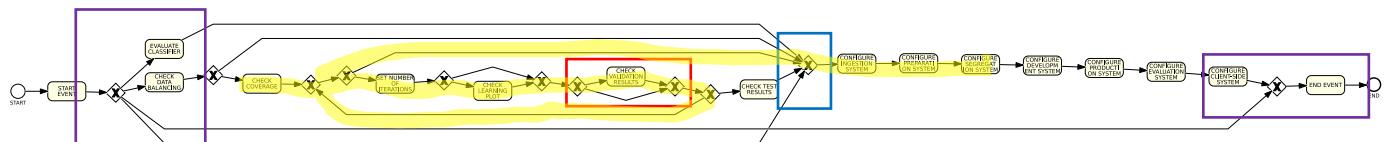


La mancanza di questi path fanno sì che anche la precisione di ProM sia inferiore a quella di Apromore (0.56 vs 0.77). Per quanto riguarda la generalizzazione, ProM riesce a fare meglio rispetto ad Apromore (0.99 vs 0.90) e la motivazione potrebbe essere da ricondurre, tra le altre, ai path sottolineati in rosa e in verde: il primo permette di saltare da check coverage a end, mentre il secondo permette di saltare da check data balancing a end. Questi comportamenti non dovrebbero essere normalmente permessi, in quanto dovremmo passare almeno dai task configure. D'altra parte, permettono una maggiore generalizzazione del modello.

SIMULAZIONE EXTRA CON 100 TOKEN (ANGELO)

Si è pensato di fare un'altra simulazione e procedere di nuovo al mining di un modello dato il log originale, a causa dell'incongruenza della più bassa precision di Apromore inaspettata, per cui si era sospettato che il log potrebbe non aver catturato tutti i percorsi possibili del modello originale.

Modello generato da ProM (e conformance check col log originale)



Prima Differenza: A eccezione del path Start – End (permesso in maniera diretta), non viene data la possibilità di terminare con la sequenza di Configure. Questo significa che non sarà permesso mai di poter replicare correttamente sequenze che dall'evaluation vanno direttamente all'end event (path permesso nel modello originale).



In effetti, questa mancanza è rilevata dal conformance check di ProM.

Seconda Differenza: Non è possibile ricominciare una volta finiti nei configure, ma si può solo terminare. Inoltre, non si può cominciare con i configure, a meno che non si faccia solo quello!

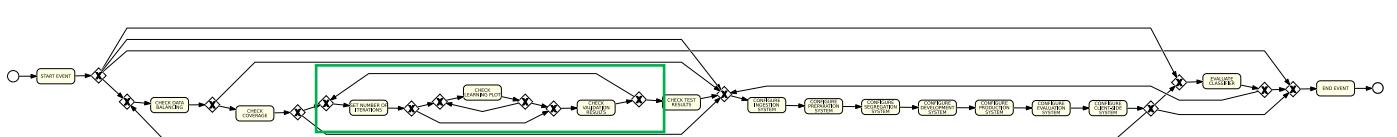


Il conformance check di ProM rivela sia la possibilità di non poter fare altri task dopo una striscia di configure, sia di non poter cominciare con una striscia di configure prima di poter effettuare ulteriori task.

Terza differenza: Viene data la possibilità di saltare il task "Check Validation Result"

Quarta Differenza (Evidenziata col percorso Giallo): Si può andare in configure system dopo aver fatto il task "Check Validation Results", possibilità assente nel modello originale.

Modello generato da Apromore



Prima Differenza: nel ciclo che riguarda la validazione, non è presente la possibilità di ciclare sui task "Set Number of Iterations – Check Learning Plot", possibilità presente nel modello originale



Il conformance check rivela questa anomalia, e rende evidente la possibilità di ciclare su "Check Learning Plot", ma senza mai includere anche il task "Set Number Of Iterations".

A differenza del modello originale, Apromore consente di poter ciclare unicamente su check learning plot, scenario non previsto dal log.

FOUR QUALITY OF DIMENSION

Mined Model	Fitness	Simplicity	Precision	Generalization
Apromore	0.99	16+15+41= 72	0.91	0.9941
ProM	0.97	16+11+36 = 63	0.84	0.9947

- **ProM ha una fitness minore di Apromore**, in quanto Apromore riesce a replicare quasi tutti i log a eccezione di quelli coinvolgenti il ciclo sopra nominato. ProM non riesce a replicare nessun log che, ad esempio, ricomincia dopo aver configurato e neanche quelli che fanno evaluation senza configuration, e di conseguenza ha una fitness minore.
- **ProM ha una generalization leggermente più alta di Apromore**, probabilmente dovuta alla possibilità di saltare il task “Check Validation Results”
- **Apromore ha una precision maggiore di ProM**, in quanto permette meno scenari “extra”.
 - o Con il modello generato da Apromore, l'unica possibilità in più sembra essere quella di ciclare su “Check Learning Plot”
 - o Con ProM si può sia saltare il “Check Validation Results”, sia si può andare in configurazione dopo il task “Check Validation Results”, possibilità del tutto assente nel modello generale.

CLOCKIFY

