



Περιβάλλον Ευφυών Κτιρίων

Υπηρεσίες Βελτιστοποίησης Κατανάλωσης

Χρήστος Παναγιώτου, Δημήτρης Καραδήμας & Γιάννης Γιαλελής
Επιστημονικός Συνεργάτης/Ερευνητής
Ινστιτούτο Βιομηχανικών Συστημάτων



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο
Περιφερειακής Ανάπτυξης



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΦΘΩΡΙΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ

ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Στόχοι & Λειτουργικές Απαιτήσεις

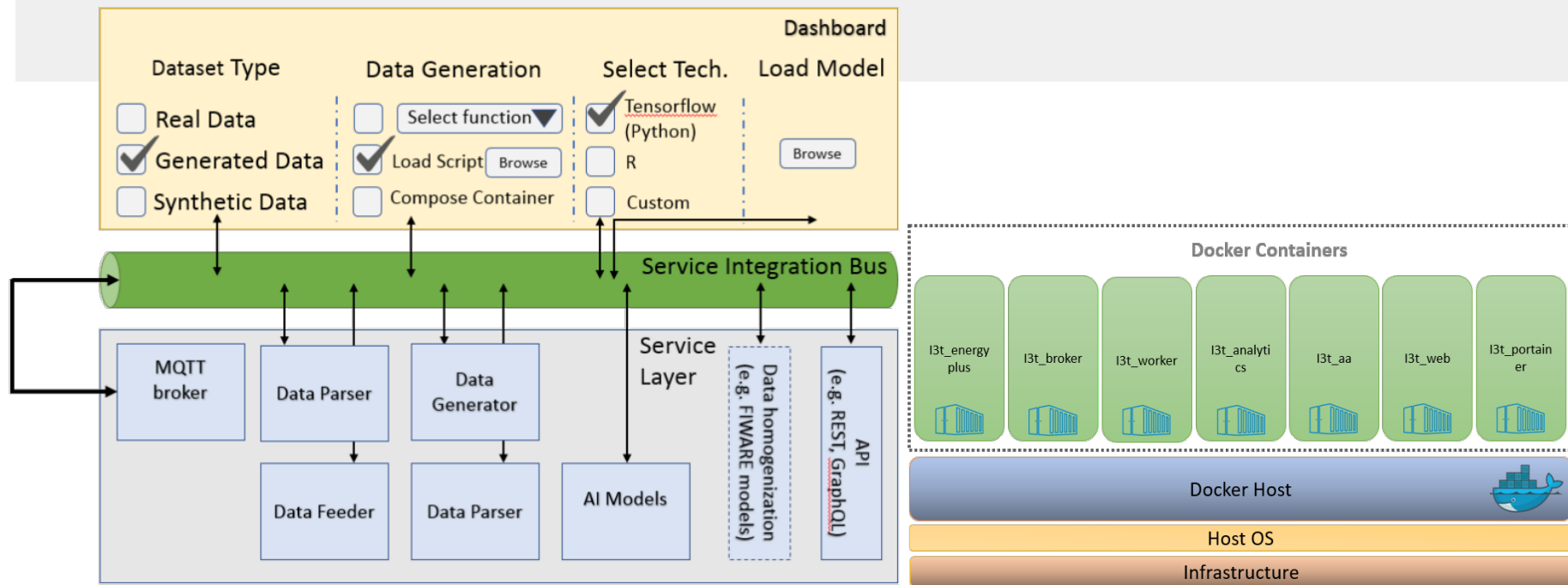
- Παρακολούθηση ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου
- Ανίχνευση επαναλαμβανόμενων μοτίβων κατανάλωσης ενέργειας
- Πρόβλεψη ενεργειακής κατανάλωσης για προκαθορισμένα παράθυρα χρόνου (ώρα, μέρα, μήνας)
- Συστάσεις βελτιστοποίησης κατανάλωσης προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις του χρήστη



Προκλήσεις

- Η ενσωμάτωση αποδοτικών μηχανισμών Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης απαιτεί την χρήση μεγάλου όγκο δεδομένων
- Η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων/κατάλληλων δεδομένων δεν είναι πάντα δεδομένη
- Ενσωμάτωση και διάθεση μηχανισμών AI μέσα από web εργαλεία

Αρχιτεκτονική Συστήματος





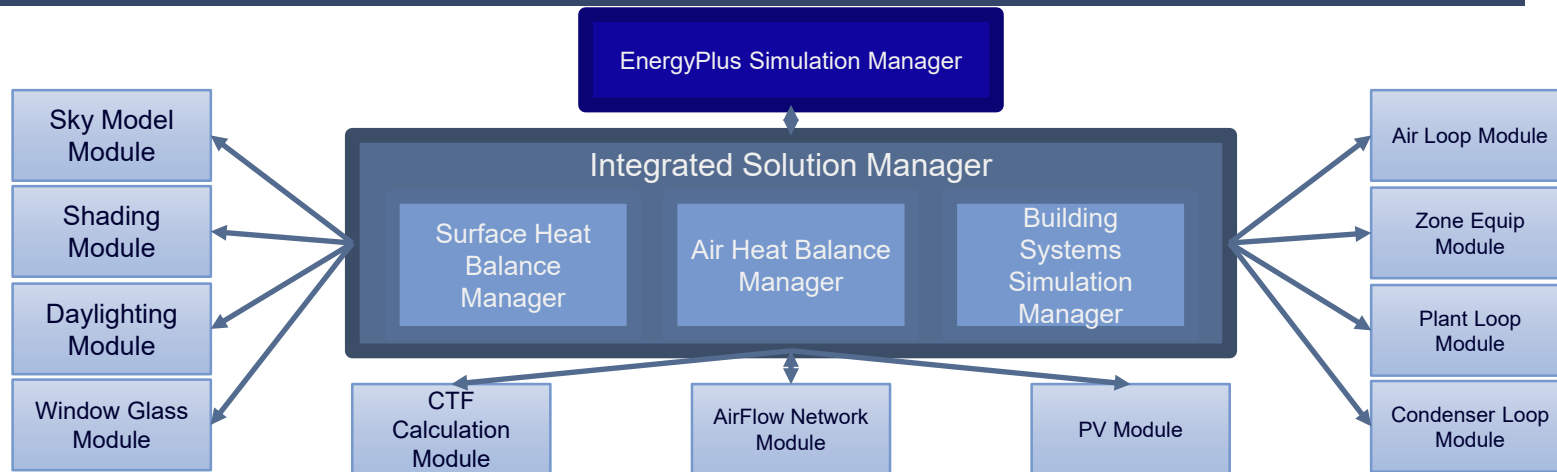
Κύρια Συστατικά

Data Generator

- Data Generators(poisson, normal, etc.)
- Load from CSV (external datasets)
- Generate from external simulator (EnergyPlus)

Κύρια Συστατικά > Data Generator

EnergyPlus

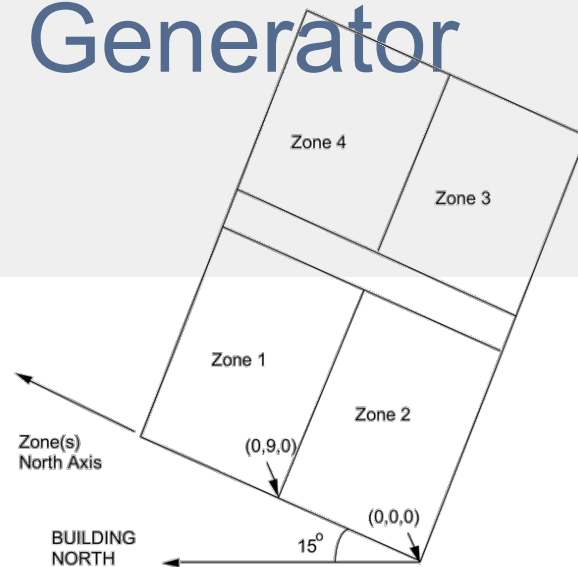


Κύρια Συστατικά > Data Generator

EnergyPlus

Class List	
[0001] Version	[0004] ElectricEquipment
[0001] SimulationControl	[0005] ZoneInfiltrationDesignFlowRate
[0001] Building	[0007] ZoneVentilationDesignFlowRate
[0001] ShadowCalculation	[0004] DesignSpecificationOutdoorAir
[0001] SurfaceConvectionAlgorithm:Inside	[0007] DesignSpecificationZoneAirDistribution
[0001] SurfaceConvectionAlgorithm:Outside	[0001] SizingParameters
[0001] HeatBalanceAlgorithm	[0007] SizingZone
[0001] ZoneAirHeatBalanceAlgorithm	[0007] ZoneControlThermostat
[0001] ZoneAirContaminantBalance	[0007] ThermostatSetpoint:DualSetpoint
[0001] ZoneCapacityMultiplier:ResearchSpecial	[0007] ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem
[0001] TimeStep	[0007] ZoneHVAC:EquipmentList
[0001] ConvergenceLimits	[0007] ZoneHVAC:EquipmentConnections
[0001] Site:Location	[0001] LifeCycleCost:Parameters
[0007] SizingPeriod:DesignDay	[0001] LifeCycleCost:NonrecurringCost
[0001] RunPeriod	[0005] LifeCycleCost:UnitPriceEscalation
[0021] ScheduleTypeLimits	[0001] Output:VariableDictionary
[0177] Schedule:DayInterval	[0001] Output:TableSummaryReports
[0037] Schedule:Week:Daily	[0008] Output:TableMonthly
[0037] Schedule:Year	[0001] Output:TableStyle
[0007] Schedule:Compact	[0001] Output:Control:ReportingTolerances
[0002] Schedule:Constant	

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11	Obj12	Obj13	Obj14	Obj15	Obj16
Name		Elevators Zone	L1 Zone	L1-1 Zone	L2 Zone	L3 Zone	L4 Zone	L5 Zone	L6 Zone	LC Zone	PL1 Zone	PL2 Zone	PL3 Zone	PL4 Zone	PL5 Zone	RC Zone	Stairs Zone
Direction of Relative North	deg	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X Origin	m	21.2	0	37.8	0	0	0	0	0	10.75	0	0	0	0	0	22.6	21.2
Y Origin	m	8.2	42.5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.2
Z Origin	m	0	0	0	6	10	14	18	22	0	5.5	9.2	13.2	17.2	21.2	0	0
Type																	
Multiplier		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ceiling Height	m																
Volume	m3																
Floor Area	m2																
Zone Inside Convection Algorithm																	
Zone Outside Convection Algorithm																	
Part of Total Floor Area		No								No	No	No	No	No	No	No	No



Κύρια Συστατικά > Data Generator

EnergyPlus

[illegible]

Κύρια Συστατικά

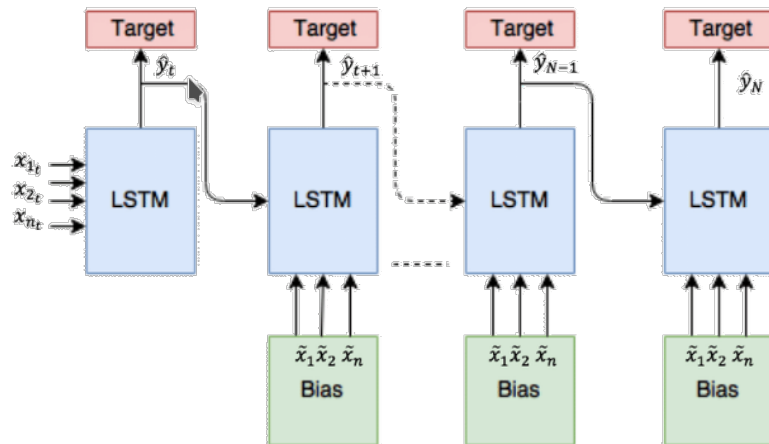
AI Component

- Tensorflow: Κυρίαρχη βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα για deep learning
- Keras: Python διεπαφή ανοιχτού κώδικα για το Tensorflow
- Περιοδική εκπαίδευση & ενημέρωση των AI μοντέλων
- Διασύνδεση με το σύστημα υπηρεσιών βελτιστοποίησης μέσω του Tensorflow RESTful API

Κύρια Συστατικά > AI Component

LSTM - RNN

- Υποστήριξη χρονοσειρών
- Πολύ – παραγοντική είσοδος
- Διανυσματική έξοδος



Κύρια Συστατικά > AI Component

LSTM – RNN Data Preprocessing

- Συμπλήρωση τιμών που λείπουν από το Dataset
- Υποδειγματοληψία δεδομένων από λεπτά σε ώρα/ημέρα/μήνα
- Ομαλοποίηση τιμών $(-1,1)$
- Μετατροπή της χρονοσειράς σε δείγματα κυλιόμενου παραθύρου
- Δημιουργία συνόλων δεδομένων εκπαίδευσης/επαλήθευσης

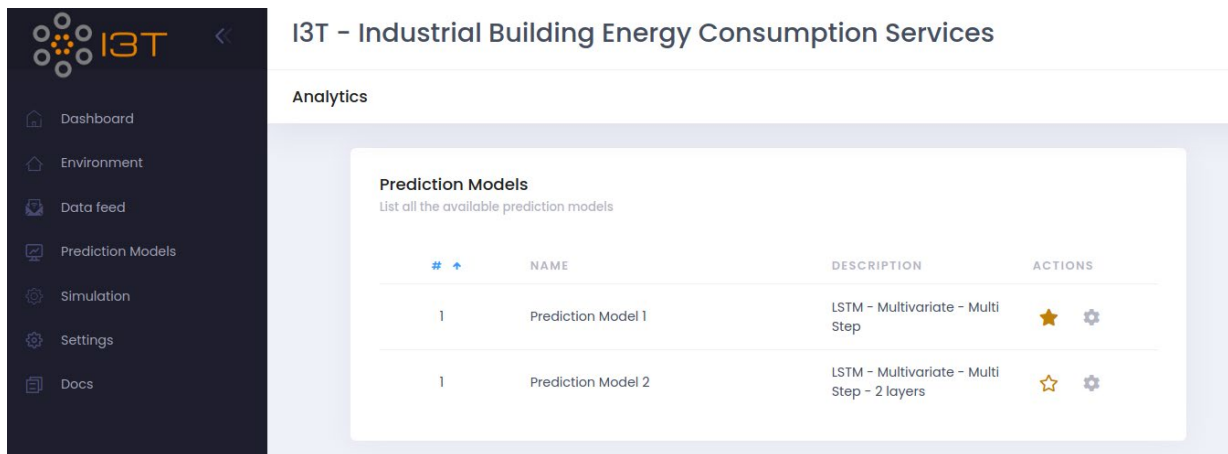
Κύρια Συστατικά > AI Component

LSTM – RNN Model Architecture

- 2 διαμορφώσεις μοντέλων
 - Sequence to Sequence Model with one encode and one decode layer
 - Sequence to Sequence Model with two encode and two decode layer
 - Adam Optimizer ($\beta_1 = 0.9$, $\beta_2 = 0.98$ & $\epsilon = 10^{-9}$)
 - Huber Loss function

Κύρια Συστατικά > AI Component

LSTM – RNN Model Architecture



I3T <

- Dashboard
- Environment
- Data feed
- Prediction Models
- Simulation
- Settings
- Docs

I3T – Industrial Building Energy Consumption Services

Analytics

Prediction Models

List all the available prediction models

#	NAME	DESCRIPTION	ACTIONS
1	Prediction Model 1	LSTM – Multivariate – Multi Step	★ ⚙
1	Prediction Model 2	LSTM – Multivariate – Multi Step – 2 layers	★ ⚙

Κύρια Συστατικά > AI Component

LSTM – RNN Dataset*

Dataset Characteristics	Multivariate, Time series
Attribute Characteristics	Real
Associated Tasks	Regression, Clustering
Number of Instances	2075259
Number of Attributes	Number of Attributes
Missing Values	Yes

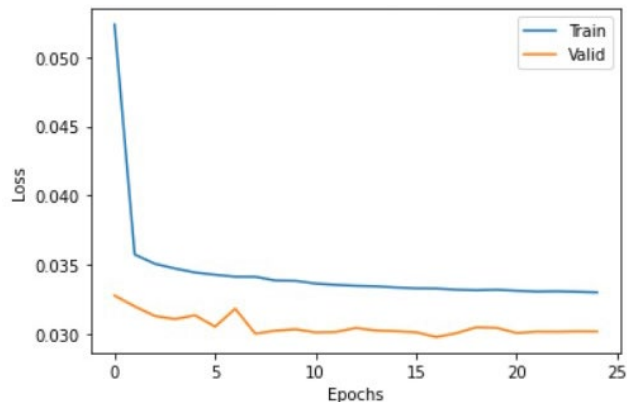
Attributes

1. date: Date in format dd/mm/yyyy
2. time: time in format hh:mm:ss
3. global_active_power: household global minute-averaged active power (in kilowatt)
4. global_reactive_power: household global minute-averaged reactive power (in kilowatt)
5. voltage: minute-averaged voltage (in volt)
6. global_intensity: household global minute-averaged current intensity (in ampere)
7. sub_metering_1: energy sub-metering No. 1
8. sub_metering_2: energy sub-metering No. 2
9. sub_metering_3: energy sub-metering No. 3

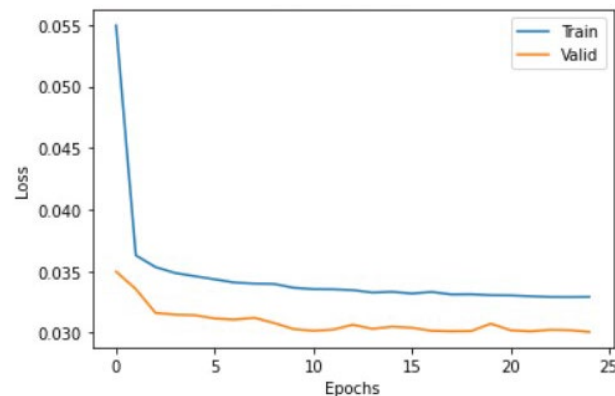
*<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.php>

Κύρια Συστατικά > AI Component

LSTM – RNN Αξιολόγηση



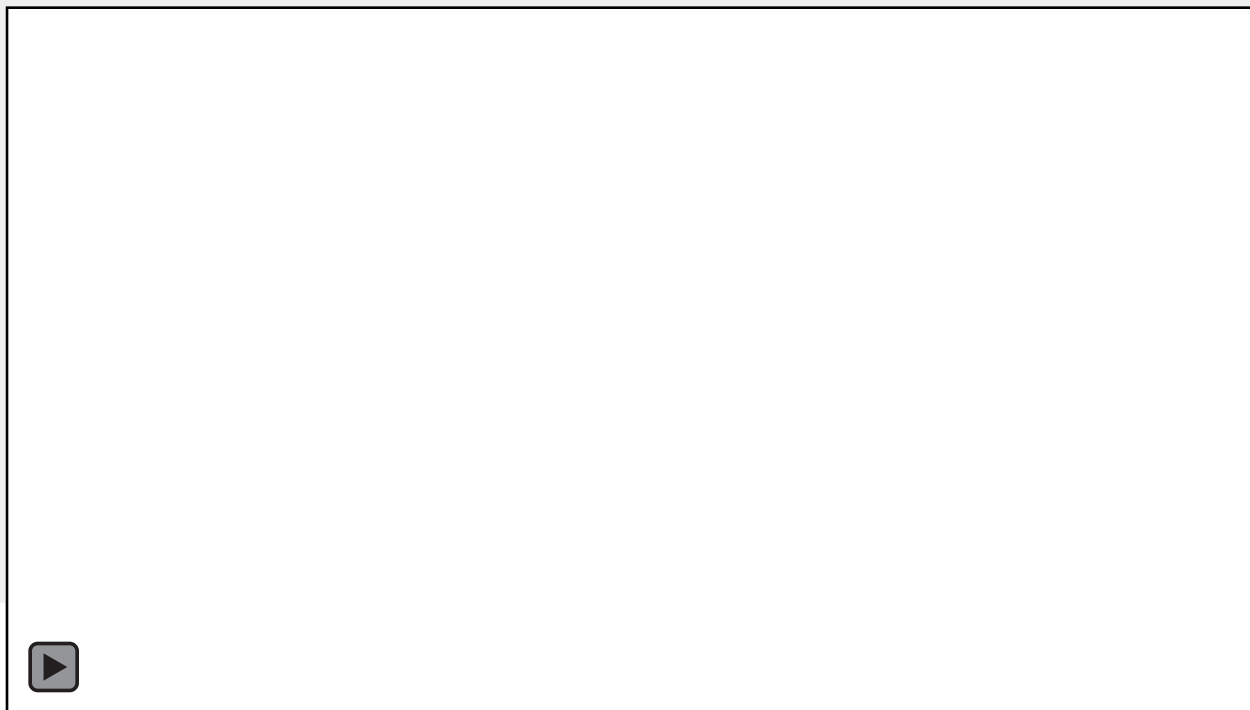
Model 1



Model 2



Κύρια Συστατικά > AI Component

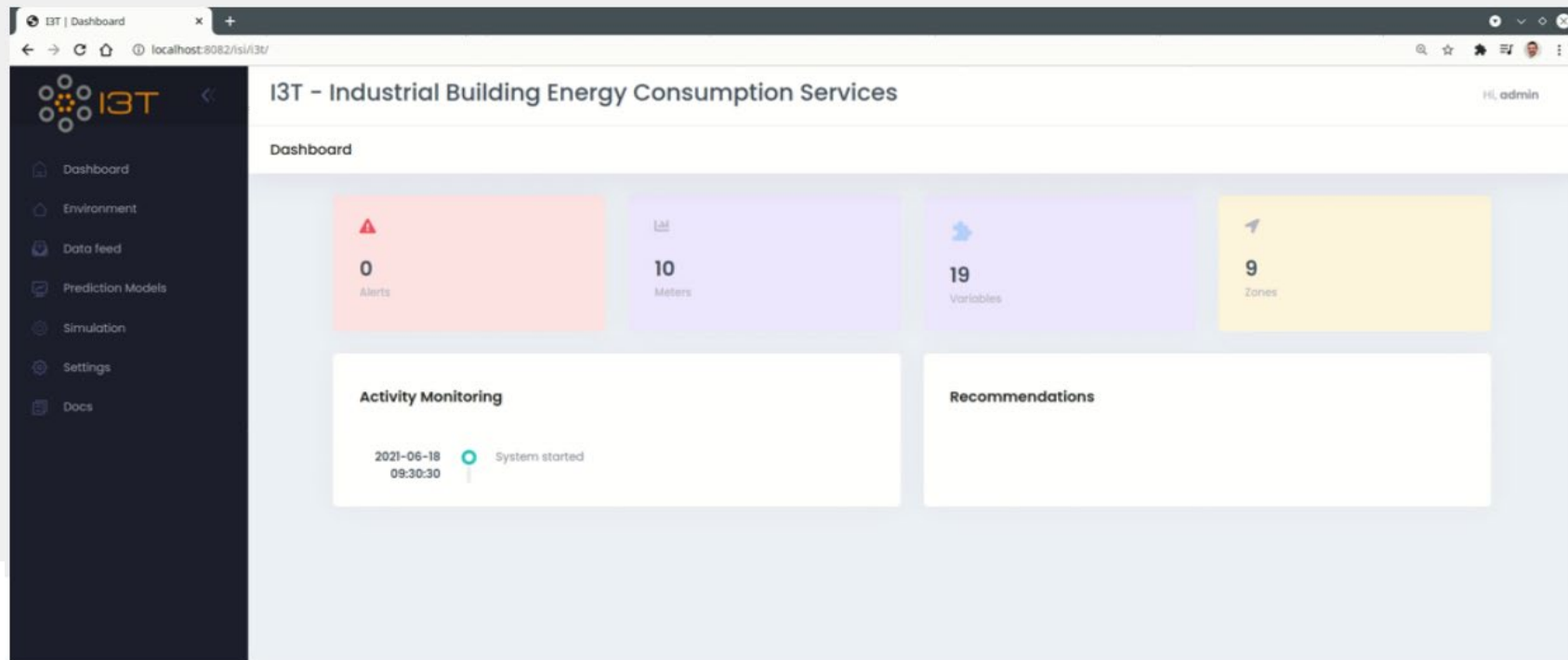


Κύρια Συστατικά

Συστάσεις βελτιστοποίησης κατανάλωσης

- Υποσύστημα κανόνων προσαρμοσμένων στις ανάγκες του χρήστη
- Οριοθέτηση κατανάλωσης
 - Ανά ζώνη κτιρίου
 - Ανά χρονικό παράθυρο (ώρα, μέρα...)
- Υλοποίηση σε Java/Spring με χρήση βιβλιοθήκης RuleBook

Συστάσεις βελτιστοποίησης κατανάλωσης



Κύρια Συστατικά

Εξομοίωση λειτουργίας εγκατάστασης

- Ορισμός δεδομένων εισόδου
- Ορισμός βήματος εξομοίωσης και διάρκειας
- Αξιολόγηση μοντέλου πρόβλεψης

Test your prediction model

Trained Model

Prediction Model 1

Time window (h)

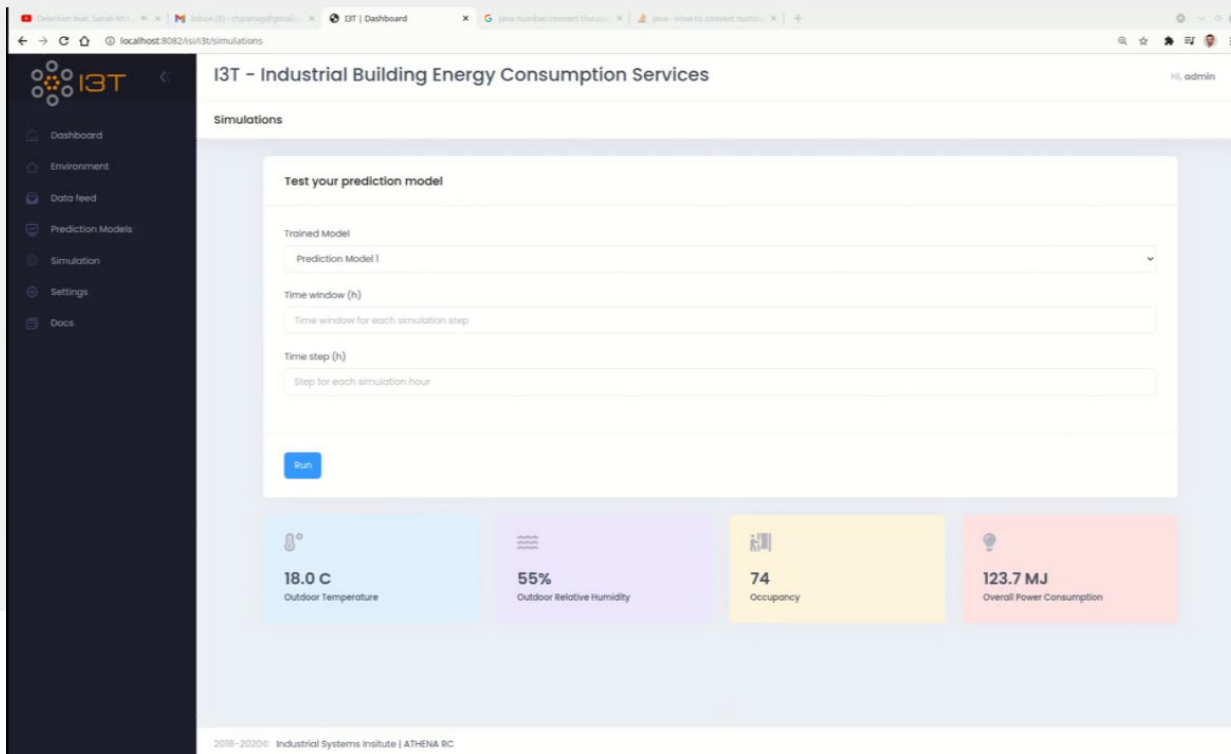
Time window for each simulation step

Time step (h)

Step for each simulation hour

Run

Εξομοίωση λειτουργίας εγκατάστασης



The screenshot displays the I3T web application interface. The browser's address bar shows the URL `localhost:8082/isi/3/simulations`. The application has a dark sidebar on the left with a menu containing: Dashboard, Environment, Data feed, Prediction Models, Simulation, Settings, and Docs. The main content area is titled "I3T - Industrial Building Energy Consumption Services" and includes a user profile "Hi, admin". Below the title is a "Simulations" section with a "Test your prediction model" form. This form contains three input fields: "Trained Model" (a dropdown menu currently showing "Prediction Model 1"), "Time window (h)" (a text input with the placeholder "Time window for each simulation step"), and "Time step (h)" (a text input with the placeholder "Step for each simulation hour"). A blue "Run" button is positioned at the bottom of the form. Below the form, there are four colored cards displaying key performance indicators: "18.0 C Outdoor Temperature" (light blue), "55% Outdoor Relative Humidity" (light purple), "74 Occupancy" (light yellow), and "123.7 MJ Overall Power Consumption" (light pink). The footer of the application states "2018 - 2020 © Industrial Systems Institute | ATHENA RC".

Κύρια Συστατικά

Worker

- Χρονοπρογραμματισμός και εκτέλεση των χρονοβόρων και απαιτητικών έργων του συστήματος
- Ασύγχρονη εξυπηρέτηση των αιτήσεων
- Βελτίωση των δυνατοτήτων κλιμάκωσης και απόκρισης του συστήματος

Overview Connections Channels Exchanges **Queues** Admin

Queues

▼ All queues (5)

Pagination

Page of 1 · Filter: ☐ Regex ?

Overview				Messages			Message rates			
Name	Type	Features	State	Ready	Unacked	Total	incoming	deliver / get	ack	
i3t.data.raw	classic	D Args	running	0	0	0				
i3t.energyplus.tasks.status	classic	Args	idle	0	0	0				
i3t.energyplus.tasks.worker	classic		idle	0	0	0				
i3t.simulation.status	classic	D Args	idle	0	0	0				
i3t.simulation.worker	classic	D Args	idle	0	0	0				



ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

- Προσθήκη/Υποστήριξη περισσότερων εργαλείων AIML
 - Διασύνδεση με cloud υπηρεσίες (AWS Sagemaker)
- Υποστήριξη πιο σύνθετων κανόνων μέσα από πιο δυνατά Rule Engine libraries (e.g. Drools)
- Open Source

A complex network of white lines connecting various points, with some points highlighted as small blue dots, set against a dark blue background.

VIRTUAL EVENT

Ημέρες Δράσης

23-24-25
ΙΟΥΝΙΟΥ
2021



Ευχαριστώ!