

Dokumentacja do Projektu IoT

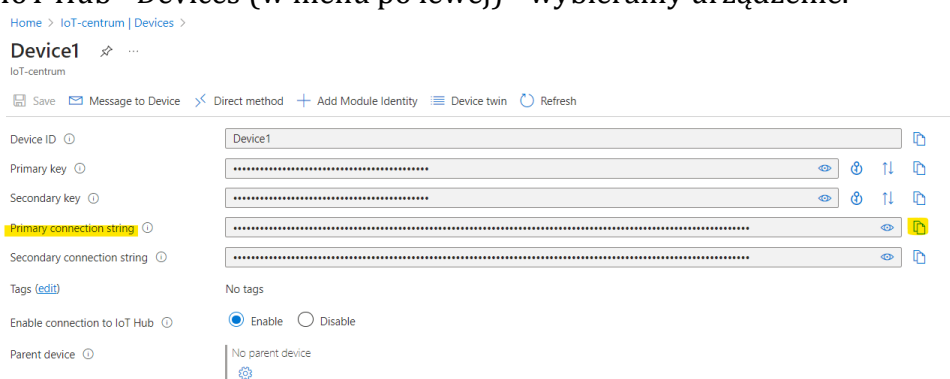
1. Instrukcja uruchomienia aplikacji	1
2. Funkcjonalności.....	2
• Komunikacja D2C	2
• Direct Methods	3
• Device Twin (Desired + Reported)	6
• Data calculations	7
• Business Logic	8

1. Instrukcja uruchomienia aplikacji

Aby uruchomić aplikację Agent'a należy najpierw uruchomić aplikację IIoTSim.

Następnie „Agent.sln” i aby rozpocząć debugowanie należy nacisnąć F5 lub kompilowanie-rozpozchnij debugowanie.

Program będzie prosił o podanie Device Connection String, który znajduje się w Azure IoT Hub - Devices (w menu po lewej) - wybieramy urządzenie.



Oraz host do serwera OPC UA.

Jeżeli wpisane łańcuchy są poprawne, na ekranie konsoli wyświetlą się komunikaty:

```
Type device Connection String (confirm with enter):
HostName=IoT-centrum.azure-devices.net;DeviceId=Device1;SharedAccessKey=kFvAwD1b2RVkGhoPbH5ESa4a/Htxfn2PTnYPz+a85Ns=
IoT Device Connection success!

Type OPC.UA Connection (confirm with enter):
opc.tcp://localhost:4840/
OPC UA Connection success!
```

Sposób i częstotliwość odczytu i zapisu danych oraz wywoływania węzłów-metod

Dane z węzłów odczytywane są, dopóki Production Status ma wartość 1 lub 0 (Running lub Stopped). Częstotliwość odczytu to 10 sek.

Węzły-metody wykonywane są przez aplikację konsolową “sevice_IoT”.

Aplikację "sevice_IoT" należy uruchomić w taki sam sposób jak aplikacje agenta.

Użytkownik wybiera co chce wykonać naciskając odpowiednią cyfrę na klawiaturze i enter.

2. Funkcjonalności

- **Komunikacja D2C**

Do komunikacji z chmurą korzystam z Device-To-Cloud Message. Format wysyłanych wiadomości w Azure IoT Hub to JSON.

Wiadomości telemetryczne wysyłane są co 10 sekund:

Production Status - aktualny status produkcji, "Stopped" lub "Running"

Workorder ID - ID aktualnie wykonywanej produkcji, wartość jest pusta, jeżeli produkcja jest zastopowana (Production Status= "Stopped")

Good Count – zlicza liczbę wyprodukowanych przedmiotów dobrej jakości. Wartość rośnie, jeżeli produkcja działa (Production Status= "Running")

Bad Count - zlicza liczbę wyprodukowanych przedmiotów złej jakości. Wartość rośnie, jeżeli produkcja działa (Production Status = "Running")

Temperature – Temperatura urządzenia mierzona jest w niezależnie czy produkcja działa czy jest zastopowana i wartości podawane są w stopniach Celsjusza.

Pojedyncze **wiadomości event**:

Device Errors – Aktualnie występujące błędy np. Emergency Stop, Power Failure, Sensor Failure, Unknown

Quantity – jest to liczba aktualnie występujących błędów

- Wyniki przykładowej wiadomości telemetrycznej:

Thu May 11 2023 14:00:38 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni):

```
{
  "body": {
    "ProductionStatus": "Running",
    "WorkorderId": "53ea0ab0-269d-4716-835c-c9b4e9d938dc",
    "GoodCount": 77,
    "BadCount": 10,
    "Temperature": 60.038384182122385
  },
  "enqueuedTime": "Thu May 11 2023 14:00:38 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni)"
}
```

Thu May 11 2023 14:00:27 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni):

```
{
  "body": {
    "ProductionStatus": "Running",
    "WorkorderId": "53ea0ab0-269d-4716-835c-c9b4e9d938dc",
    "GoodCount": 71,
    "BadCount": 8,
    "Temperature": 66.98029155298492
  },
  "enqueuedTime": "Thu May 11 2023 14:00:27 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni)"
}
```

Thu May 11 2023 14:00:17 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni):

```
{
  "body": {
    "ProductionStatus": "Running",
    "WorkorderId": "53ea0ab0-269d-4716-835c-c9b4e9d938dc",
    "GoodCount": 68,
    "BadCount": 7,
    "Temperature": 61.97885720128053
  },
  "enqueuedTime": "Thu May 11 2023 14:00:17 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni)"
}
```

Thu May 11 2023 14:01:20 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni):

```
{
  "body": {
    "ProductionStatus": "Stopped",
    "WorkorderId": "",
    "GoodCount": 90,
    "BadCount": 12,
    "Temperature": 24.1820621857737
  },
  "enqueuedTime": "Thu May 11 2023 14:01:20 GMT+0200 (czas środkowoeuropejski letni)"
}
```

- Direct Methods

Zaimplementowane zostały dwie główne metody

Emergency Stop która ustawia wartość Emergency Stop w urządzeniu OPC.UA i zatrzymuje produkcję. Metoda ta jest wykorzystywana w logice biznesowej, jeżeli w ciągu 1 minuty wystąpi więcej niż 4 błędy.

Reset Error Status która resetuje wszystkie błędy i ustawia wartość Device Errors w urządzeniu OPC.UA na 0

Oraz metoda związana z logiką biznesową firmy, która zmniejszają aktualną wielkość produkcji (Production Rate) o 10 punktów, jeżeli KPI jest poniżej 90%

Aby je wykonać należy uruchomić aplikację "sevice_IoT" (jak wyżej), następnie wybrać metodę, którą chcemy wykonać naciskając odpowiednią cyfrę.

Po tym program poprosi o wpisanie id urządzenia w serwisie OPC.UA i host do połączenia z serwerem. Po każdej prawidłowo wykonanej metodzie program wyświetla komunikat.

- Wywołanie metody Emergency Stop:

```
1 - C2D
2 - Direct Method - Emergency Stop
3 - Direct Method - Reset Error Status
4 - Device Twin
5 - Decrease Production Rate
0 - Exit

2
Type device ID (confirm with enter):
Device1

Type OPC device ID (confirm with enter):
opc.tcp://localhost:4840/
Method executed with status 0
```

Wynik:

The screenshot shows the 'Industrial Device Simulator' window. On the left, a list contains 'Device 1'. The main area displays configuration for this device:

- ☐ Production Status (with 'Start' and 'Stop' buttons)
- Production Rate: 40 (with '+' and '-' buttons)
- Workorder ID: ec37ade6-a487-4ba0-b5f8-c85f080895 (with a refresh icon)
- Temperature: 24.49277536503589
- Good Count: 433
- Bad Count: 56
- ☒ Emergency Stop
- ☐ Power Failure
- ☐ Sensor Failure
- ☐ Unknown

- Wykonanie Reset Error Status

```
1 - C2D
2 - Direct Method - Emergency Stop
3 - Direct Method - Reset Error Status
4 - Device Twin
5 - Decrease Production Rate
0 - Exit

3
Type device ID (confirm with enter):
Device1

Type OPC device ID (confirm with enter):
opc.tcp://localhost:4840/
Method executed with status 0

1 - C2D
2 - Direct Method - Emergency Stop
3 - Direct Method - Reset Error Status
4 - Device Twin
5 - Decrease Production Rate
0 - Exit
```

Wynik:

The screenshot shows the 'Industrial Device Simulator' window. On the left, a list contains 'Device 1'. The main area displays configuration for this device. At the top, there are 'Start' and 'Stop' buttons. Below them is a 'Production Rate' field set to '40' with '+' and '-' buttons. Further down are fields for 'Workorder ID' (containing a UUID), 'Temperature' (set to '25.55429984042194'), 'Good Count' (set to '433'), and 'Bad Count' (set to '56'). At the bottom, there are four checkboxes: 'Emergency Stop' (checked), 'Power Failure', 'Sensor Failure', and 'Unknown'.

- Wykonanie Decrease Production Rate

```

1 - C2D
2 - Direct Method - Emergency Stop
3 - Direct Method - Reset Error Status
4 - Device Twin
5 - Decrease Production Rate
0 - Exit

5
Type device ID (confirm with enter):
Device1

Type OPC device ID (confirm with enter):
opc.tcp://localhost:4840/
Method executed with status 0

```

Wynik:

The screenshot shows the 'Industrial Device Simulator' window. On the left, there is a sidebar with 'New Device' and 'Remove Selected' buttons, and a list containing 'Device 1'. The main area displays the configuration for 'Device 1'. It includes a 'Production Status' checkbox, 'Start' and 'Stop' buttons, and a 'Production Rate' input field set to 30. Below this are 'Workorder ID' and 'Temperature' input fields. Further down are 'Good Count' (433) and 'Bad Count' (56) input fields. At the bottom, there are checkboxes for 'Emergency Stop', 'Power Failure', 'Sensor Failure', and 'Unknown'.

- **Device Twin (Desired + Reported)**

Funkcjonalność Device Twin użyta jest do reprezentowania danych z Production Rate (Desired + Reported - stan pożądany + aktualny stan), Device Errors (Reported- aktualny stan).

Device Twin użyty przy Device Errors polega na raportowaniu każdej zmiany stanu urządzenia i dodatkowo wysyłaniu wiadomości (D2C – event message)

Production Rate raportuje aktualną wielkość produkcji mierzoną w %. Użytkownik ma możliwość ustawiania pożądanej wielkości produkcji.

Zawartość Device Twin można zobaczyć w Azure IoT Hub - Devices (w menu po lewej) - wybieramy urządzenie - Device Twin

- Wynik:

Device twin You can add tags and desired properties to your device twin here. To remove a tag or desired property, set it to null.

```
16  "version": 1194,
17  "properties": {
18    "desired": {
19      "TestProp2603": 1148870676,
20      "$metadata": {
21        "$lastUpdated": "2023-05-11T12:04:35.5295008Z",
22        "$lastUpdatedVersion": 3,
23        "TestProp2603": {
24          "$lastUpdated": "2023-05-11T12:04:35.5295008Z",
25          "$lastUpdatedVersion": 3
26        }
27      },
28      "$version": 3
29    },
30    "reported": {
31      "DateTimeLastAppLaunch": "2023-04-16T22:48:44.3934379+02:00",
32      "DateTimeLastDesiredPropertyChangeReceived": "2023-03-26T14:41:31.875979+02:00",
33      "ProductionRate": "30%",
34      "DeviceErrors": "PowerFailure, SensorFailure, ",
35      "$metadata": {
36        "$lastUpdated": "2023-05-11T12:04:26.11839Z",
37        "DateTimeLastAppLaunch": {
38          "$lastUpdated": "2023-04-16T20:48:44.6551224Z"
39        },
40        "DateTimeLastDesiredPropertyChangeReceived": {
41          "$lastUpdated": "2023-03-26T12:41:32.6254847Z"
42        },
43        "DeviceError1": {
44          "$lastUpdated": "2023-05-09T23:13:06.5493023Z"
45        },
46        "DeviceError3": {
47          "$lastUpdated": "2023-05-07T18:08:59.4384833Z"
48        },
49        "ProductionRate": {
50          "$lastUpdated": "2023-05-11T12:04:26.11839Z",
51          "DataType": {
52            "$lastUpdated": "2023-05-10T16:19:07.5456704Z"
```

- **Data calculations**

Kalkulacje danych zostały zaimplementowane w Azure Stream Analytics Job. Aby ją włączyć należy przejść do Stream Analytics Job “Data calculations”, następnie overview (w menu po lewej) i nacisnąć przycisk Start powyżej.

Wszystkie polecenia do wykonania kalkulekacji znajdują się w Query.

Dane które są wykorzystywane do kalkulekacji pochodzą z D2C messages wysyłanych do chmury i na bieżąco przetwarzane.

Kalkulacje danych jakie są przeprowadzane to:

Production KPIs: oblicza procent ilości dobrej produkcji, porównując sumę GoodCount ze wszystkimi wynikami (GoodCount + BadCount). Wyniki zapisywane są w Blob service w kontenerze data-calculations.

- **Wynik:**

0_88fa8b87b47b4e5d9af1055f94ee65a5_1.json ...

Blob

Save Discard Download Refresh Delete

Overview Snapshots **Edit** Generate SAS

```
1 {"windowEndTime": "2023-05-10T19:25:00.000000Z", "deviceId": "Device1", "KPI": 91.0}
2 {"windowEndTime": "2023-05-10T19:30:00.000000Z", "deviceId": "Device1", "KPI": 91.0}
3 {"windowEndTime": "2023-05-10T20:10:00.000000Z", "deviceId": "Device1", "KPI": 92.0}
4 {"windowEndTime": "2023-05-10T20:15:00.000000Z", "deviceId": "Device1", "KPI": 90.0}
5 {"windowEndTime": "2023-05-10T20:20:00.000000Z", "deviceId": "Device1", "KPI": 87.0}
```

Temperature: Co 1 min wylicza, średnią (avg_t), minimalną wartość tempepratury (min_t) i maksymalną (max_t) wartość temperatury z ostatnich 5 minut. Wyniki zapisywane są w Blob service w kontenerze temperature.

- Wyniki:

```
0_49b3e5d9aba241a7b9c66b3e384a12bf_1.json
Blob
Save Discard Download Refresh Delete
Overview Snapshots Edit Generate SAS
1 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:21:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":102.93526854656723,"min_t":66.48025598037746,"max_t":144.2}
2 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:22:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":99.25575300709913,"min_t":64.21239469200276,"max_t":144.2}
3 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:23:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":96.70923185017703,"min_t":64.21239469200276,"max_t":144.2}
4 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:24:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":95.534188682316,"min_t":64.21239469200276,"max_t":144.2}
5 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:25:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":92.94428143640064,"min_t":64.21239469200276,"max_t":144.2}
6 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:26:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":87.81012500243192,"min_t":64.21239469200276,"max_t":136.0}
7 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:27:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":90.11037756396708,"min_t":61.72801667312227,"max_t":146.0}
8 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:28:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":93.49021102683956,"min_t":61.72801667312227,"max_t":146.0}
9 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:29:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":91.5566655244365,"min_t":61.72801667312227,"max_t":146.0}
10 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:30:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":93.66300383083386,"min_t":61.72801667312227,"max_t":146.0}
11 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:31:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":96.51954273747704,"min_t":61.72801667312227,"max_t":146.0}
12 {"windowEndTime":"2023-05-10T19:32:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":91.26730708941635,"min_t":74.40470473602116,"max_t":117.0}
13 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:10:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":76.96429096846441,"min_t":74.7761292435908,"max_t":79.1}
14 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:10:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":66.04921041200896,"min_t":61.101404566861525,"max_t":68.0}
15 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:11:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":66.95245675401297,"min_t":60.42413267897347,"max_t":71.0}
16 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:12:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":66.18534779258992,"min_t":60.39100035692915,"max_t":74.0}
17 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:13:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":21.53138823804867,"min_t":779.0,"max_t":74.30138367017}
18 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:14:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":36.41488940956106,"min_t":956.0,"max_t":931.0}
19 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:15:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":49.14666110312723,"min_t":956.0,"max_t":931.0}
20 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:16:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":87.99690811250795,"min_t":956.0,"max_t":931.0}
21 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:17:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":133.08865016368273,"min_t":956.0,"max_t":931.0}
22 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:18:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":109.23076923076923,"min_t":956.0,"max_t":931.0}
23 {"windowEndTime":"2023-05-10T20:19:00.000000Z","deviceId":"Device1","avg_t":137.84615384615384,"min_t":950.0,"max_t":799.0}
```

Device errors: zapisuje sytuacje w kiedy w ostatniej 1 minucie wystąpiło więcej niż 3 błędy. Zlicza ich ilość i zapisuje wynik (sumQuantity) w Blob service w kontenerze errors.

- Wyniki:

```
Overview Snapshots Edit Generate SAS
1 {"windowEndTime":"2023-05-11T15:05:00.000000Z","deviceId":"Device1","sumQuantity":11.0}
2 {"windowEndTime":"2023-05-11T15:06:00.000000Z","deviceId":"Device1","sumQuantity":15.0}
```

- Business Logic – NIEDOSTĘPNA

Logiki biznesowe opierają się na wynikach z kalkulacji danych przeprowadzonych w Azure Stream Analytics Job.

Pierwsza logika biznesowa wywołuje Direct Method “Emergency Stop”, jeżeli pojawi się więcej niż 3 błędy w ostanie 1 minucie (kalkulacja “Device errors”)

Dруга logika biznesowa wywołuje Direct Method “Decrease Desired Production Rate”, jeżeli KPI będzie poniżej 90%.