

Projekt zaliczeniowy
Z przedmiotu
Implementacja komputerowych architektur sprzętowych

Symulacja sortowni w programie Factory IO



Prace wykonali:
Łukasz Kozak
Arkadiusz Kruszyński
AiR WARIE A3 2020

Spis treści

Założenia projektowe.....	3
Podział pracy w grupie.....	3
Budowa projektu linii sortowni.....	3
Linia początkowa składa się z:.....	3
Linia paletyzacji:.....	3
Linia sortowania kolorowych przedmiotów:.....	3
Program drabinkowy w TIA Portal.	4
Linia paletyzacji składa się z 8 sieci których zadania zostały podzielone następująco:	4
Część sortowania surowych materiałów:	4
Algorytm działania programu.	6
Spis tagów użytych w programie.	7
Zużycie pamięci sterownika	9
Spis połączeń w Factory IO.	9
Weryfikacja działania programu.	10
Literatura.....	10

Założenia projektowe.

Projekt bazuje na ścisłej współpracy programu Factory IO oraz TIA Portal v13 z Symulatorem. W aplikacji TIA Portal stworzyliśmy program drabinkowy, natomiast Factory IO ułożyliśmy imitację sortowni, która ma za zadanie:

- Sortować paczki oraz je paletyzować.
- Sortować kolorowe surowe materiały.
- Zostało również zasymulowana usterka w materiale za pomocą niebieskiej pokrywki.

Podział pracy w grupie.

Głównym podziałem w grupie był ze względu na linie sortowni, które mogą działać niezależnie i nie występuję problem zależnej pracy od drugiego członka zespołu. Każdy z nas odpowiada za swoją część w programie, symulacji oraz dokumentacji.

Naszą pracę oparliśmy na usłudze GitHub na prywatnym repozytorium.

Budowa projektu linii sortowni.

W symulacji można wyróżnić trzy gałęzie linii:

- Linia początkowa, startowa z której pojawiają się losowo elementy do posortowania wstępnego.
- Linia paletyzacji.
- Linia sortowania kolorowych produktów.

Taki podział usprawnił współpracę w projekcie, ponieważ każdy miał swoje niezależne zadanie do zrealizowania. Chcieliśmy również stworzyć jak najbardziej realną symulację linii wstępnego sortowania. Dlatego skrzynia elektryczna znajduje się bezpośrednio przy emiterze przedmiotów oraz posiada niezbędne elementy do funkcjonowania sortowni rzeczy.

Linia początkowa składa się z:

- Emitera przedmiotów, który generuje: kolorowe surowe materiały, niebieskie pokrywki oraz paczki do sortowania.
- Czujnika wizji, którego wyjściem są liczby odpowiadające kolorowi materiału znajdującego się bezpośrednio pod nim oraz czujnika optycznego.
- Sortera dla lekkich przedmiotów.

Linia paletyzacji:

- Taśmy transportowej, która naprowadza paczki w odpowiednie miejsce przed automatem paletyzującym
- Emitera pustych palet oraz dwóch taśm transportowych które doprowadzają oraz odbierają palety do automatu paletyzującego.
- Czujnika obecności paczki na taśmie transportowej, umieszczonego przed automatem paletyzującym.
- Czujnika obecności palety przed oraz za automatem paletyzującym.
- Wyjścia zabierającego paletę z paczkami.
- Automatu do paletyzacji.

Linia sortowania kolorowych przedmiotów:

- Dwóch taśm transportowych dla lekkich przedmiotów.
- Czujnika wizji, którego wyjściem są liczby odpowiadające kolorowi materiału znajdującego się bezpośrednio pod nim.
- Trzech czujników optycznych i jednego odbiciowego.
- Czterech ramion z taśmą.
- Trzech wyjść które zbierają surowe elementy każdego koloru po posortowaniu.

Program drabinkowy w TIA Portal.

Do zrealizowania programów użyliśmy oddzielnych bloków funkcyjnych, które są wywoływane w głównym wątku sterownika.

Pomijając elementy konieczne do prawidłowego działania TIA portal z Factory IO, które znajdują się w bloku FC9000 to nasz program składa się:

- Ustawień wstępnych: Start, Stop, Emergency. Każdy z tych statusów są konieczne do działania linii produkcyjnej. W Emergency znajdują się wszystkie błędy jakie mogą się pojawić, między innymi nasz zasymulowany błąd produktu jako pokrywka niebieska.
- Ustawień wstępnych, które odpowiadają za załączenie się taśm i innych niezbędnych rzeczy do działania sortowni.
- Z dużej części kodu sortowania elementów po kolorze surowego materiału.
- Z obsługi symulowanego błędu.
- Z paletyzacji paczek.

Linia paletyzacji składa się z 8 sieci których zadania zostały podzielone następująco:

1. Odpowiedzialna za dostarczanie oraz odbieranie palet z automaty paletyzującego.
2. Odpowiedzialna za obsługę windy w automacie.
3. Odpowiedzialna za określanie pozycji windy w danym momencie (dla każdej nowej warstwy paczek, winda musiała się delikatnie opuścić).
4. Odpowiedzialna za zliczanie warstw umieszczonych na palecie. Obecnie program jest ustawiony na 3 warstwy, aby nie komplikować programu. Ilość warstw określona jest jednym parametrem w liczniku.
5. Odpowiedzialna za zliczanie ilości paczek umieszczonych na jednej warstwie (z podziałem na kolumny i rzędy, gdyż paczki są umieszczane naprzemiennie). Dodatkowo sieć ta jest odpowiedzialna za sterowanie taśmociągami oraz określanie, kiedy paczki będą w układzie 2 rzędy 3 kolumny lub 3 rzędy 2 kolumny.
6. Odpowiedzialna za sterowanie popychacza, który umieszcza i układa paczki nad paletą.
7. Odpowiedzialna za obsługę szczęk, których zadaniem jest zwarcie paczek, aby były równo umieszczane na palecie. Oraz za otwieranie zapadni, która upuszcza przygotowaną warstwę na stos na palecie.
8. Odpowiedzialna za utrzymywanie niektórych wartości w określonych zakresach.

Część sortowania surowych materiałów:

Ta część fabryki polega na badaniu materiałów po kolorze i odpowiednim posortowaniu ich do poszczególnych odnóg. Wszystko działa według kolejności: zielony, niebieski, metalowy oraz błędy (tutaj właśnie jest możliwość symulacji błędu sortowania, które należy usunąć manualnie). Są one sortowane za pomocą pneumatycznych ramion.

Podczas wykonywania sortowni kolorowych przedmiotów za pomocą tablicy Karnaugh'a został zdefiniowany warunek działania taśm transportowych dla sortowni kolorowych elementów.

lp.	Czujka na początku taśmy	Czujka na końcu taśmy	Bufor sortowni	Wyjście
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	1
7	1	1	1	0

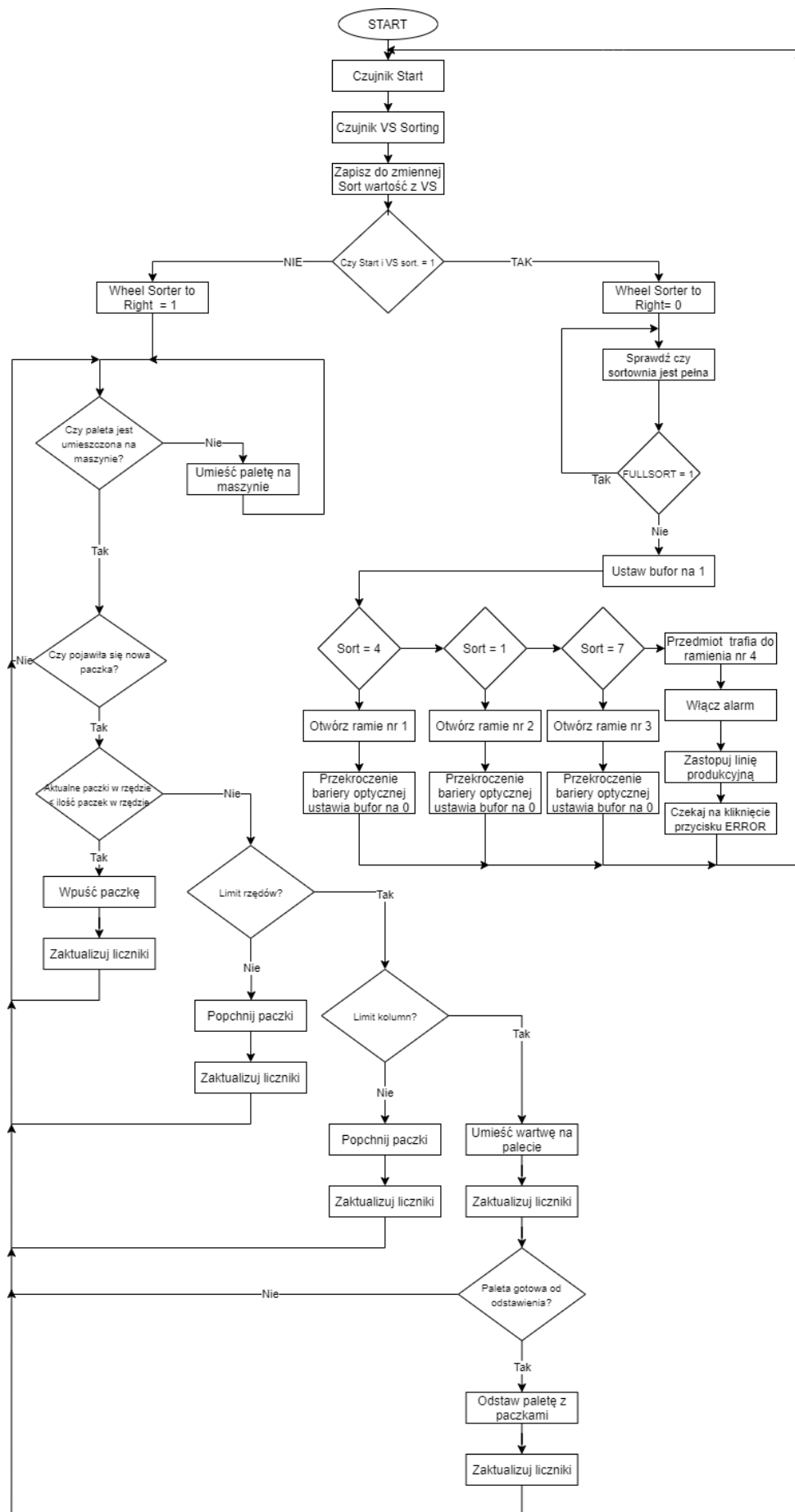
	0	1
00	1	1
01	1	1
11	1	0
10	1	0

Z tabeli jasno wynika, że warunek przyjmuje postać:

$$Y = \overline{\text{Czujka na końcu taśmy}} + \overline{\text{Bufor sortowni}}$$

Dlatego zrezygnowaliśmy z czujki na początku taśmy, bo była nadmiarowa.

Algorytm działania programu.



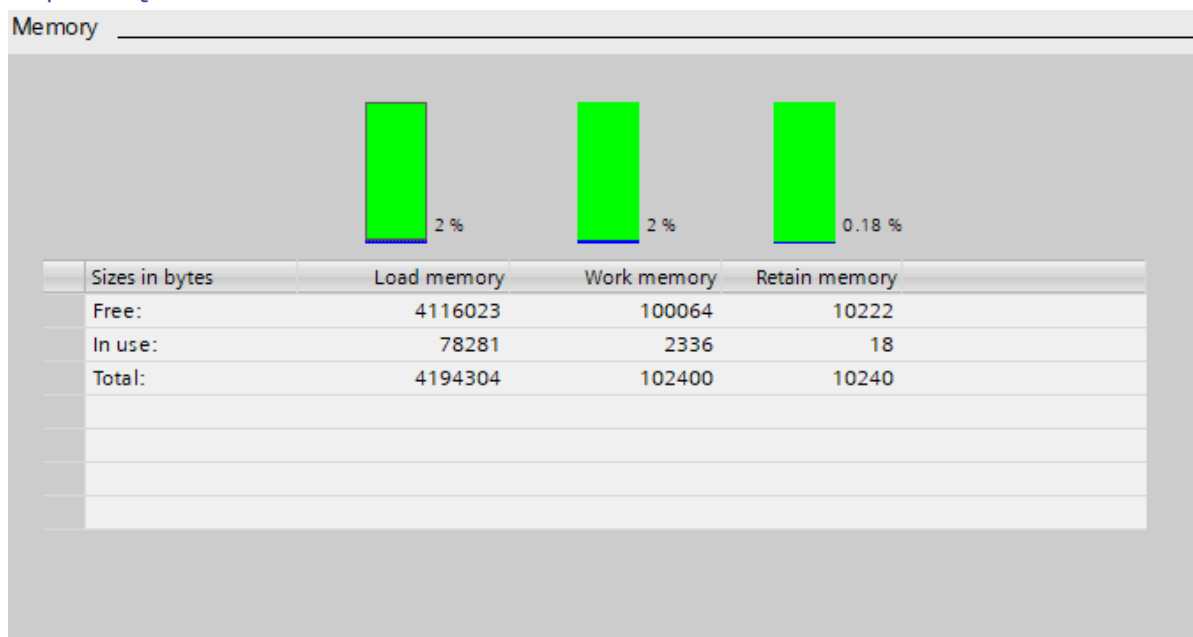
Spis tagów użytych w programie.

Name	Data Type	Logical Address
Tag_2	Bool	%I0.0
Tag_3	Bool	%I0.1
Start btn	Bool	%I0.2
Emergency	Bool	%I0.4
Stop btn	Bool	%I0.3
Sstart	Bool	%I0.5
VS sorting 1	DWord	%ID38
VS sorting2	DWord	%ID34
ColorStopS	Bool	%I0.6
Threshold1	Bool	%I0.7
ResetBufor	Bool	%I1.0
ErrorSensor	Bool	%I1.1
SolveError	Bool	%I1.2
PallPalletAtEntry	Bool	%I2.0
PallPalletAtExit	Bool	%I2.1
PallPalletLoaded	Bool	%I2.2
PallBoxAtEntry	Bool	%I2.3
PallPusherLimit	Bool	%I2.4
PallPlateLimit	Bool	%I2.5
PallClamped	Bool	%I2.6
PallElevatorMoving	Bool	%I2.7
PallReset	Bool	%I1.3
Tag_1	Bool	%Q0.0
Start LED	Bool	%Q0.2
Stop LED	Bool	%Q0.3
ALARM	Bool	%Q0.4
1st Belt	Bool	%Q2.2
Sorter	Bool	%Q2.3
SorterToRight	Bool	%Q2.1
Arm4th	Bool	%Q0.7
Arm2nd	Bool	%Q1.0
2nd Belt	Bool	%Q2.4
3rd Arm	Bool	%Q1.1
PallPalletFeeder	Bool	%Q3.0
PallLoadPallet	Bool	%Q3.1
PallExitConveyor	Bool	%Q3.2
PallMoveToLimit	Bool	%Q3.3
PallElevatorUp	Bool	%Q3.4
PallElevatorDown	Bool	%Q3.5
PallBoxFeeder	Bool	%Q3.6
PallTurn	Bool	%Q3.7
PallPush	Bool	%Q4.0
PallLoadBelt	Bool	%Q4.1
PallClamp	Bool	%Q4.2
PallOpenPlate	Bool	%Q4.3

Priv ST	Bool	%M0.0
START	Bool	%M0.1
Tag_4	Bool	%M0.2
Tag_5	Bool	%M0.3
Tag_6	Bool	%M0.4
Change direction	Bool	%M0.5
Green Mark	Bool	%M1.0
BlueMark	Bool	%M1.1
BuforSort	Bool	%M8.0
FULLSORT	Bool	%M1.2
MetalMark	Bool	%M1.3
ERROR	Bool	%M8.2
ErrorMark	Bool	%M1.4
PallOpenPlateRising	Bool	%M3.0
PallPalletAtExitRising	Bool	%M3.1
PallElevatorPosition	Bool	%M3.2
PallBoxAtEntryRising	Bool	%M3.3
PallPusherLimitRising	Bool	%M3.4
PallPlateLimitRising	Bool	%M3.5
PallElevatorDownRising	Bool	%M3.6
PallBoxesRows	Int	%MW10
PallNumberBoxRows	Int	%MW14
PallAlturningFlag	Bool	%M3.7
PallPushRising	Bool	%M4.0
PallElevatorMovingFalling	Bool	%M4.1
PallPushBoxRising	Bool	%M4.2
PallPusherLimitFalling	Bool	%M4.3
PallElevatorDownRising2	Bool	%M4.4
SORTERisFULL	Bool	%M8.3
4th belt	Bool	%Q2.5
Arm 4th	Bool	%Q1.2
1st pivot	Bool	%Q1.3
2nd pivot	Bool	%Q1.4
3rd pivot	Bool	%Q1.5
4th pivot	Bool	%Q1.6
GreenTakeOFF	Bool	%Q0.5
BlueTakeOFF	Bool	%Q0.6
MetalTakeOFF	Bool	%Q1.7
ErrorTakeOFF	Bool	%Q2.0

Tag 1, Tag 2, Tag 3 są używane przez szablon komunikacyjny pomiędzy TIA portal a Factory IO.

Zużycie pamięci sterownika



Spis połączeń w Factory IO.

	%I0.0	%Q0.0	
	%I0.1	%Q0.1	
Start Button 1	%I0.2	%Q0.2	Light start (Green) 1
Stop Button 1	%I0.3	%Q0.3	Light stop (Red) 2
Emergency Stop 1	%I0.4	%Q0.4	ALARM
S_start	%I0.5	%Q0.5	GreenTakeOFF
ColorStop Sensor	%I0.6	%Q0.6	BlueTakeOFF
Threshold 1	%I0.7	%Q0.7	Arm 1st
ResetBufor	%I1.0	%Q1.0	Arm2nd
ERRORSen	%I1.1	%Q1.1	Arm3rd
ERROR	%I1.2	%Q1.2	Arm4th
Palletizer-Reset	%I1.3	%Q1.3	Pivot Arm Sorter 1 Belt (+)
	%I1.4	%Q1.4	Pivot Arm Sorter 2 Belt (+)
	%I1.5	%Q1.5	Pivot Arm Sorter 3 Belt (+)
	%I1.6	%Q1.6	Pivot Arm Sorter 4 Belt (+)
	%I1.7	%Q1.7	MetalTakeOFF
Palletizer-Pallet-At-Entry	%I2.0	%Q2.0	ErrorTakeOFF
Palletizer-Pallet-At-Exit	%I2.1	%Q2.1	SorterToRight (Right)
Palletizer-Pallet-Loaded	%I2.2	%Q2.2	1st phase Belt
Palletizer-Box-At-Entry	%I2.3	%Q2.3	SorterForward (+)
Palletizer-Pusher-Limit	%I2.4	%Q2.4	2nd phase Belt
Palletizer-Plate-Limit	%I2.5	%Q2.5	4th phase Belt
Palletizer-Clamped	%I2.6	%Q2.6	
Palletizer-Elevator-Moving	%I2.7	%Q2.7	
	%I3.0	%Q3.0	Palletizer-Pallet-Feeder
	%I3.1	%Q3.1	Palletizer-Load-Pallet
	%I3.2	%Q3.2	Palletizer-Exit-Conveyor
	%I3.3	%Q3.3	Palletizer-Move-To-Limit
	%I3.4	%Q3.4	Palletizer-Elevator-Up
	%I3.5	%Q3.5	Palletizer-Elevator-Down
	%ID30	%Q3.6	Palletizer-Box-Feeder
VS sorting2 (Value)	%ID34 (DINT)	%Q3.7	Palletizer-Turn
VS sorting1 (Value)	%ID38 (DINT)	%Q4.0	Palletizer-Push
		%Q4.1	Palletizer-Load-Belt
		%Q4.2	Palletizer-Clamp
		%Q4.3	Palletizer-Open-Plate

Weryfikacja działania programu.

Program wraz z dokumentacją znajduje się na portalu GitHub:

<https://github.com/xxBeWolfxx/Factory-IO/releases>

Symulacja linii sortowni znajduje się na portalu YouTube:

- I. Etap: <https://www.youtube.com/watch?v=4FlKk7kklLs>
- II. Etap: <https://www.youtube.com/watch?v=yXeAZVB6a0Q>

Zostało to w taki sposób zrobione, żeby w łatwy sposób zaprezentować działanie paletyzera, ponieważ przy sortowaniu wszystkich kolorowych materiałów proces paletyzacji może trwać bardzo długo.

Literatura.

1. <https://docs.factoryio.com/> - dokumentacja Factory IO
2. <https://www.youtube.com/user/RealGamesLDA> - kanał YouTube twórców Factory IO