

В рамках данного описания рассматривается обмен данными системы управления соревновательным полем с платформой ThingWorx.

ID – необходимо получить у преподавателя ведущего дисциплину.

Состав производственного модуля (гибкой производственной ячейки):

Учебный робот-манипулятор с установленным вакуумным захватом.....	2
Светосигнальная лампа (светофор).....	3
Считыватель штрих-кодов (смарт-камера в режиме считывателя штрих-кодов).....	3
Смарт-камера (смарт-камера в режиме распознавания расположения деталей).....	4
Пульт управления производственной линией (удаленный терминал)	4
Световой барьер (система безопасности)	5
Промышленный робот-манипулятор.....	6
Мобильный логистический робот	6

Настройка подключения:

Для обеспечения обмена данными с системой управления соревновательным полем (гибкой производственной линией) необходимо создать на платформе ThingWorx виртуальные вещи (Thing), сервисы (Services), а также сгенерировать ключ приложения (Application Key). Эти параметры должны быть внесены в систему управления соревновательным полем.

Порядок взаимодействия с оборудованием

Получение информации от оборудования и управлением им осуществляется через виртуальные объекты (вещи), создаваемые участниками на платформе ThingWorx. Параметры объектов и порядок их работы с реальным оборудованием приведен ниже. Все параметры передаются в числовой форме, наименования ключа идентифицирует параметр на оборудовании (регистр важен).

Параметры между оборудованием и платформой ThingWorx передаются через HTTPS-запросы в формате JSON. Стандартная частота следования запросов – 2 секунды.

В процессе выполнения обмена данными сервер ThingWorx может возвращать коды ошибок в соответствии со стандартами HTML. Наиболее типичные ошибки:

401 – Unauthorized – попытка неавторизованного доступа со стороны вещи

404 – Not Found – не найден обработчик запроса

500 – Internal Server Error – при выполнении кода обработчике запроса произошла ошибка

Как правило вещи отправляют все параметры при каждом обмене данными. Также в ответ они ожидают поступление всех параметров, однако в случае поступления неполных данных, вещи интерпретируют запрос, подставляя значения, полученные ранее. Единоновременно вещь выполняет и обрабатывает лишь один запрос. В процессе обмена данными вещи не контролируют последовательность запросов. Участникам необходимо самостоятельно обеспечивать последовательность передачи данных и команд.

ВАЖНО! Необходимо понимать, что не во всех запросах от оборудования приходят все данные и не всегда в корректном формате, а технические сбои в работе связи или оборудования могут исказить данные, делая невозможной их корректную интерпретацию. Например, при указанном целочисленном типе параметра придет строковое значение, не интерпретируемое как число.

Учебный робот-манипулятор с установленным вакуумным захватом

Учебные роботы-манипуляторы предназначены для выполнения разнообразных производственных операций путем перемещения изделий с использованием вакуумного захвата (присоски). В рамках конкурсного задания роботы настроены на перемещение в цилиндрической системе координат.

В рамках производственной ячейки роботы настроены на перемещение инструмента (схвата или установленного дополнительного оборудования) с сохранением его вертикальной ориентации. Программное обеспечение робота самостоятельно контролирует согласованность работы моторов для обеспечения правильного движения инструмента, предоставляя для программирования производные параметры, определяющие ориентацию инструмента в цилиндрической системе координат относительно установочной позиции робота. Дополнительно обеспечивается вращение инструмента вокруг вертикальной оси для изменения его ориентации.

Данные роботы транслируют значительное количество параметров, которые нужно собирать на платформе с целью мониторинга.

Наименование вещи		ID_RobotN, где N – номер робота на схеме поля			
Наименование сервиса		InOut			
Параметры для мониторинга * (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
n	Номер предыдущей обработанной команды / пакета данных	Целое	N	Номер команды / пакета данных	Целое
s	Статус системы управления: 1 – выполняет команду, 0 – ожидание	Целое	X	Координата X проекции положения рабочего инструмента робота на поверхность рабочей зоны***	Целое
c	Внутренний счетчик** робота выполненных действий	Целое	Y	Координата Y проекции положения рабочего инструмента робота на поверхность рабочей зоны***	Целое
m1 ... m6	«Сырое» значение абсолютного энкодера мотора	Целое (ые)	T	Угол поворота инструмента в градусах	Целое
t1 ... t6	Температура сервомоторов	Целое (ые)	G	Уровень положения схвата (0 – нижнее, 1 – промежуточное, 2 – верхнее)	Целое
l1 ... l6	Нагрузка сервомоторов	Целое (ые)	V	Режим вакуумного захвата (1 – включить, 0 – выключить)	Целое

* Правила пересчета значений и конструктив роботов содержится в дополнительных технических материалах. Не все мониторинговые параметры могут быть интерпретированы. Например, параметры, соответствующие неподключенным сервомоторам, могут содержать случайные значения.

** Счетчик является внутренним для робота и наращивается при выполнении (завершении) команд перемещения робота. Счетчик сбрасывается при рестарте внутренней программы робота.

*** Следует различать рабочую зону робота, связанную с конструктивными особенностями самого робота и установленного инструмента, и зону, которую выделяет технолог как доступную (разрешенную) для перемещений робота, при проектировании производственного процесса. Доступная для перемещений рабочая зона, как правило, определяется размещением ограждений, прочего оборудования, каких-то препятствий, требованиями безопасности персонала, в том числе и соображениями целесообразности в использовании рабочего пространства. Следует, по возможности, всегда реализовывать контроль выхода робота из зоны, доступной для перемещений.

Контроль движения робота:

Робот реагирует на получение новой команды только находясь в режиме ожидания.

По умолчанию, активирован режим, при котором пришедшая команда обрабатывается только в том случае, если её номер выше, чем у предыдущей, а также хотя бы один из параметров отличается от предыдущих.

ВАЖНО! Количество параметров, поступающих от робота связано с конкретной конфигурацией (конструкцией) робота. Конфигурацию робота необходимо уточнить перед реализацией задания.

ВАЖНО! Ряд параметров, поступающих от робота, требует преобразования в реальные физические величины и калибровки (пересчета со сдвигом нуля и масштабированием). Принципы преобразования и пересчета необходимо уточнить перед реализацией задания, а калибровку произвести во время тестового периода выполнения задания.

Светосигнальная лампа (светофор)

Светофор (светосигнальная лампа) является визуальным индикаторным устройством гибкой производственной ячейки, однако разработчик имеет полный контроль над его сигналами.

Наименование вещи	ID_TrafficLights_N , где N – номер светофора на схеме поля				
Наименование сервиса	InOut				
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
			L1	Состояние синей лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
			L2	Состояние красной лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
			L3	Состояние желтой лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
			L4	Состояние зеленой лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое

Типовая кодировка цветов: красный (аварийная ситуация), синий (выполнение команды), зелёный (ожидание команды), желтый (парковка, безопасное положение для обслуживания).

Также для индикации некоторых состояний производственного оборудования часто используется мигание сигнальных ламп, например, мигающая желтая лампа – как указатель на режим паузы выполнения производственного цикла. Для реализации подобной сигнализации периодическое включение и отключение сигнальных ламп необходимо реализовать на платформе «Интернета вещей».

Считыватель штрих-кодов (смарт-камера в режиме считывателя штрих-кодов)

Устройство ввода (смарт-камера), настроенная на считывание и передачу на платформу ThingWorx кодов изделий для выполнения сборочных операций. Считыватель штрих-кодов работает непрерывно и с заданной периодичностью отправляет последний считанный код.

Наименование вещи	ID_BarcodeReader,				
Наименование сервиса	InOut				
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
c	Считанный код	Целое*			

* В общем случае код изделия является строковым значением, то есть могут приходить и наборы символов, не преобразуемых к числовому значению.

Смарт-камера (смарт-камера в режиме распознавания расположения деталей)

Интеллектуальная камера работает в режиме детектора размещения элементов на координатной пластине и отправляет на платформу ThingWorx пакет параметров, хранящий данные по построению размещения элементов на координатной пластине.

Система распознавания расположения элементов активируется при получении управляющего кода и при каждом успешном считывании увеличивает счетчик. Счетчик может быть обнулен командой с платформы ThingWorx

Наименование вещи		ID_SmartCamera			
Наименование сервиса		InOut			
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
n	Счетчик распознанных кадров	Целое	G	Режим считывания: 0 – не считывать 1 – сбросить счетчик 2 – считать изображение	Целое
10 ... 15	«Строки»* выраженные в виде чисел, выровненных по правому краю	Целые			

* Строка координатной пластины содержит несколько ячеек. Каждая ячейка образует одну позицию в числе, причем самая права считается младшим разрядом числа. Распознанный в ячейке элемент становится кодом (цифрой) в соответствующей позиции числа. Пустые ячейки получают код 0.

Таким образом если в строке заполнены две правые ячейки элементами с кодами 1 и 2, то «строка» будет равна 12.

Пульт управления производственной линией (удаленный терминал)

Пульт представлен тремя кнопками без фиксации, одной кнопкой-переключателем с фиксацией, двухкоординатным рычагом управления, четырьмя цветными индикаторами, текстовым дисплеем. Пульт передает состояние этой кнопки на платформу ThingWorx.

Наименование вещи		ID_RemoteTerminal			
Наименование сервиса		InOut			
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
p	Считанный код (режим переключателя)	Целое	L1	Состояние синей лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
b1	Считанный код (количество нажатий кнопки)	Целое	L2	Состояние красной лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
b2	Считанный код	Целое	L3	Состояние желтой лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
b3	Считанный код	Целое	L4	Состояние зеленой лампы 1 – включена, 0 - отключена	Целое
jx	Ось X джойстика	Целое	D1	Номер строки текстового дисплея	
ju	Ось Y джойстика	Целое	DT	Нех-кодированная текстовая строка (нижний регистр)	Строка

Положение (наклон) стика аналогового джойстика кодируется двумя целочисленными значениями.

Встроенный в пульт дисплей имеет несколько строк для вывода текста. Для вывода текста на дисплей необходимо передать номер строки и отображаемый текст. Если необходимо вывести несколько строк текста, тогда нужно пересылать текст в несколько запросов, сначала для одной строки, затем для другой. Для очистки строки нужно переслать номер строки и пустую строку.

//24.10.2022 дисплей отображает не более 10 символов, из 20 возможных

Световой барьер (система безопасности)

Световой барьер объединяет в себе 9 лазерных инфракрасных датчиков, за счет которых можно обеспечить детекцию наличия посторонних в зоне работы оборудования. Световой барьер передает измеренные расстояния до объектов на платформу ThingWorx.

Наименование вещи			ID_LightBarrier			
Наименование сервиса			InOut			
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)			
d1	Дистанция (см)	Целое*				
d2	Дистанция (см)	Целое*				
d3	Дистанция (см)	Целое*				

* В общем случае пересылаемое значение является строковым, то есть могут приходить и наборы символов, не преобразуемых к числовому значению.

далее для участников финала чемпионата

Промышленный робот-манипулятор

Промышленный робот-манипулятор предназначен для выполнения производственных операций путём перемещения и активации инструмента, установленного в инструментальном креплении робота. Для данных роботов применяется микропрограммная система управления, настроенная на выполнение роботом отдельных программ (движений), код которых передается одним целевым значением. При смене целевого значения робот переходит к выполнению другого движения.

Наименование вещи		ID_Robot_N, где N – номер робота на схеме поля			
Наименование сервиса		InOut			
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
D2	Фаза (код) выполняемого действия (микропрограммы)	Целое	N	Номер команды / пакета данных	Целое
			D1	Целевая позиция (код микропрограммы)	Целое

ВАЖНО! Номера фаз не совпадают с кодами целевых позиций роботов. Изменения номера фазы показывает завершение очередного шага микропрограммы робота.

Мобильный логистический робот

Логистический робот выполняет роль подающего конвейера и предназначен для перемещения координатной пластины, на которой производится сборка изделий. Для данного робота применяется микропрограммная система управления, настроенная на выполнение роботом отдельных программ (движений), код которых передается одним целевым значением. При смене целевого значения робот переходит к выполнению другого движения.

Наименование вещи		ID_Robot_N, где N – номер робота на схеме поля			
Наименование сервиса		InOut			
Параметры для мониторинга (от оборудования)			Параметры для управления (на оборудование)		
s	Статус выполнения команды	Целое	T	Целевая позиция	Целое
t	Текущая целевая позиция	Целое			

Робот реагирует на получение новой команды только находясь в режиме ожидания.