

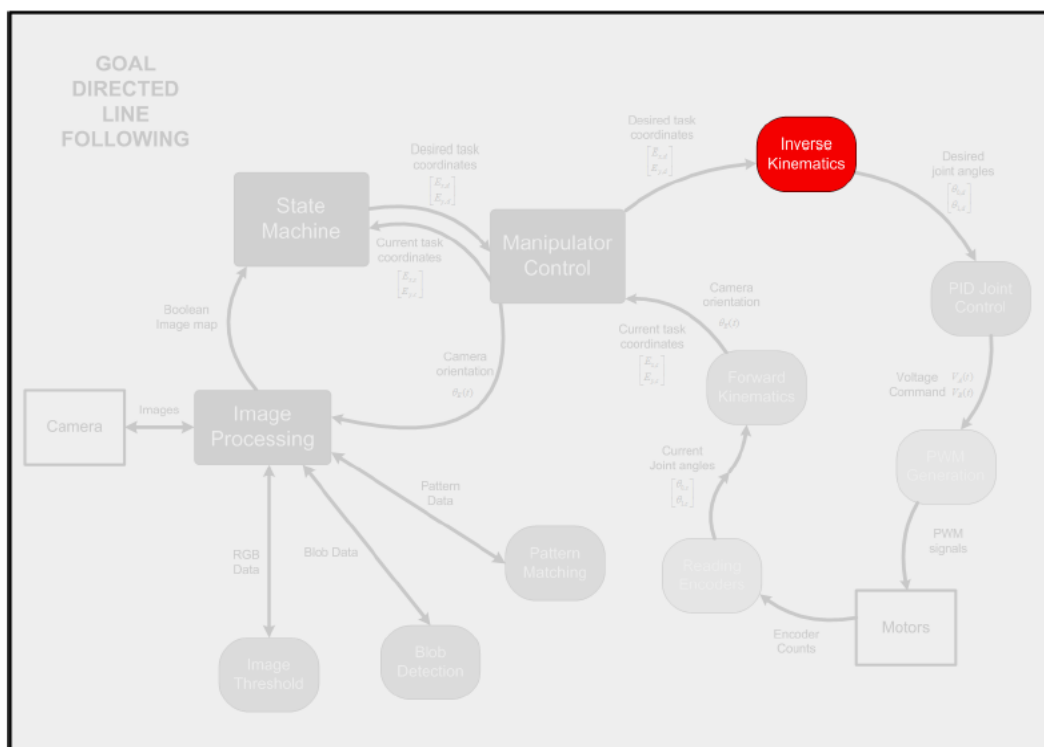
Инверсная кинематика

Рассматриваемые темы

- Использование геометрического подхода для получения уравнений инверсной кинематики (Inverse Kinematics)
- Использование LabVIEW™ для разработки VI инверсной кинематики.
- Проверка модели с помощью данных энкодера.

Предварительные условия

- QNET Mechatronic Systems настроены в соответствии с кратким руководством по началу работы.



1 Сведения из теории

Для любой роботизированной системы задачей инверсной кинематики является определение состояния $\vec{\theta}$ манипулятора, исходя из положения рабочего органа \vec{E} . Для манипулятора QNET Mechatronic Systems, показанного на рис. 1.1, это соответствует

нахождению

$$\vec{\theta} = \begin{bmatrix} \theta_0 \\ \theta_1 \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

для заданных

$$\vec{E} = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

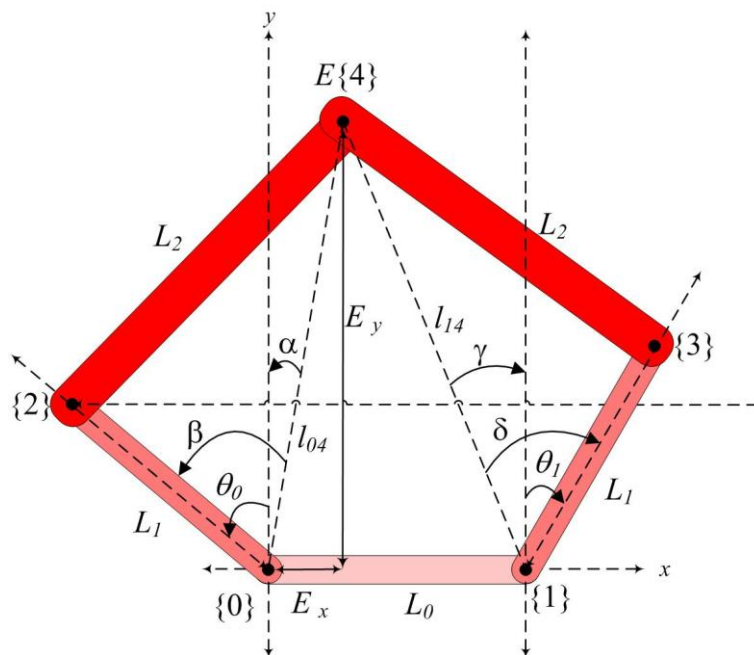


Рисунок 1.1. Кинематическая схема QNET Mechatronic Systems

Уравнения инверсной кинематики могут быть получены с использованием геометрического подхода, как показано ниже:

$$\begin{aligned} l_{04} &= \sqrt{(E_x)^2 + (E_y)^2} \\ \alpha &= 90 - \tan^{-1} \left(\frac{E_y}{E_x} \right) \\ \beta &= \cos^{-1} \left(\frac{-L_2^2 + L_1^2 + l_{04}^2}{2L_1 l_{04}} \right) \\ \theta_0 &= \beta - \alpha \end{aligned} \quad (1.3)$$

и

$$\begin{aligned}l_{14} &= \sqrt{(L_0 - E_x)^2 + (E_y)^2} \\ \gamma &= 90 - \tan^{-1} \left(\frac{E_y}{L_0 - E_x} \right) \\ \delta &= \cos^{-1} \left(\frac{-L_2^2 + L_1^2 + l_{14}^2}{2L_1 l_{14}} \right) \\ \theta_1 &= \delta - \gamma\end{aligned}\tag{1.4}$$

Обратите внимание, что в этой ситуации используется инверсный косинус, поскольку β и δ принадлежат открытому интервалу $(0, \pi)$. Параметры звеньев QNET Mechatronic Systems приведены в Таблице 1.1.

Символ	Описание	Значение
L_0	Фиксированная длина между двумя моторами	7,6 см
L_1	Длина звеньев {0} - {2} и {1} - {3}	8,4 см
L_2	Длина звеньев {2} - {4} и {3} - {4}	12,6 см

Таблица 1.1. Параметры звеньев QNET Mechatronic Systems

2 Упражнения в лаборатории

1. Откройте проект `Mechatronic Systems.lvproj` и из `Quanser ELVIS RIO | Subsystems` откройте `Inverse Kinematics.vi`. Откройте `Inv Kin.vi`. Завершите построение модели в соответствии с рисунком 2.1. Этот код соответствует уравнениям 1.3 и 1.4. Протестируйте VI следующими значениями и прокомментируйте полученные результаты.

$$\vec{E} = \begin{bmatrix} 3.8 \\ 20.4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -4.4 \\ 11.9 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 12.1 \\ 11.9 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

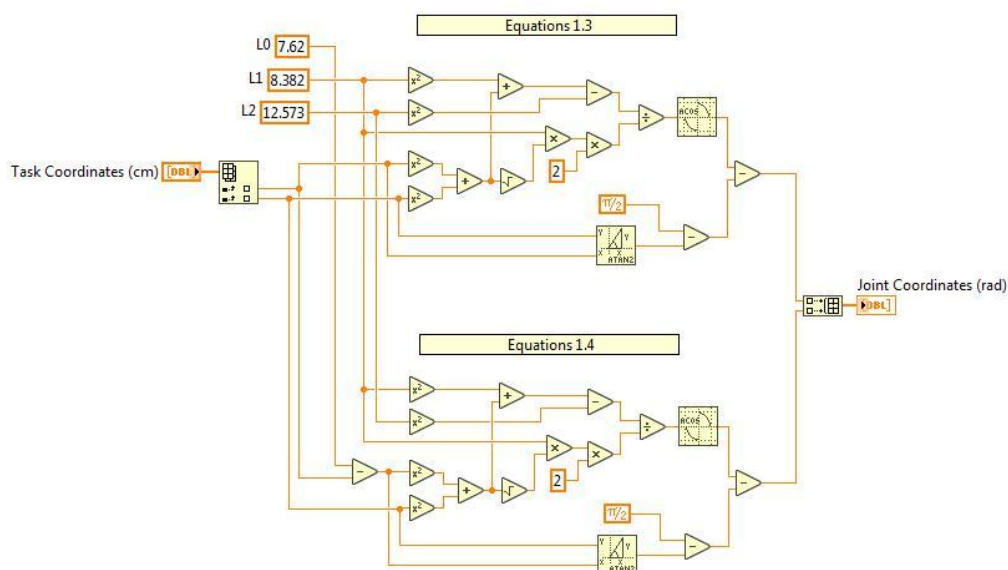


Рисунок 2.1. Формула инверсной кинематики

2. Закройте `Inv Kin.vi` и запустите `Inverse Kinematics.vi`. Как только линейка калибровки заполнится перемещайте манипулятор вручную к символам по таблице 2.1. Введите координаты соответствующего символа в поле управления положением и сравните фактические углы двигателя со значениями из `Inv Kin.vi`. Прокомментируйте результаты.

Примечание: Если какой-либо VI запускается в первый раз, калибровка может выполняться до 10 с.

Символ	E_x	E_y
Star	6,3 см	12,3 см
Plus	-1,3 см	11,4 см
X	1,7 см	18,5 см

Таблица 2.1: Положение символов QNET Mechatronic Systems

© 2016 Quanser Inc., Все права защищены.

Quanser Inc.
119 Spy Court
Markham, Ontario
L3R 5H6
Canada
info@quanser.com
Телефон: 1-905-940-3575
Факс: 1-905-940-3576

Отпечатано в Маркхем, Онтарио.

Для получения дополнительной информации о продукции, предлагаемой Quanser Inc., посетите, пожалуйста, веб-сайт:
<http://www.quanser.com>

Этот документ и программное обеспечение, описанное в нем, предоставляются в соответствии с лицензионным соглашением. Ни программное обеспечение, ни этот документ не могут использоваться или копироваться способом, отличным от указанных в соответствии с условиями этого лицензионного соглашения. Quanser Inc. предоставляет следующие права: а) право воспроизводить работу, включать работу в один или несколько наборов и воспроизводить работу, включенную в наборы, б) создавать и воспроизводить усовершенствования при условии принятия разумных мер четко определить изменения, внесенные в оригинальную работу, с) распространять и публиковать работу, в том числе включенную в наборы и d) распространять и открыто выполнять усовершенствования. Вышеупомянутые права могут быть реализованы на всех носителях и в форматах, которые теперь известны или будут разработаны в будущем. Эти права предоставляются и ограничены следующим : а) вы не можете использовать какие-либо права, предоставленные вам в вышеуказанном виде, любым способом, который в первую очередь предназначен или ориентирован для коммерческой выгоды или частной денежной компенсации и б) вы должны сохранять в целостности все уведомления об авторских правах для Работы и ссылаться на Quanser Inc. Эти ограничения не могут быть изменены без предварительного письменного разрешения Quanser Inc.