

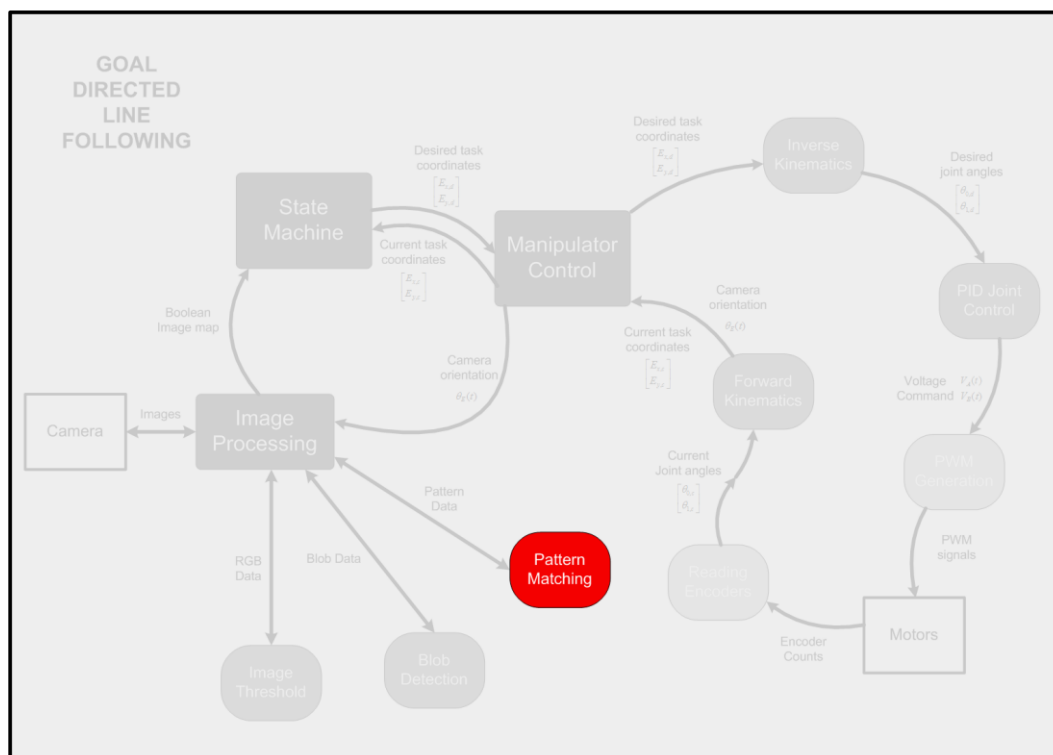
# Сопоставление с шаблоном

## Рассматриваемые темы

- Сопоставление с шаблоном (Pattern Matching) в LabVIEW™
- Использование сопоставления с шаблоном для извлечения информации о дороге

## Предварительные условия

- QNET Mechatronic Systems настроены в соответствии с кратким руководством по началу работы.
- Выполнены упражнения по пороговой обработке изображений (Image Threshold).
- Выполнены упражнения по обнаружению пятен (Blob Detection)



# 1 Сведения из теории

## 1.1 Сопоставление с шаблоном

Сопоставление шаблонов - это направление в распознавании образов, методы которого используют образец или шаблон. Когда компьютер ищет объект в изображении со сложными элементами или ключевыми признаками, которые не могут быть однозначно идентифицированы одним только методом обнаружения пятен, можно использовать сопоставление с шаблоном. Например, если для различения закрашенных пятиугольника и круга используется обнаружение пятен, результатами могут оказаться похожие области и типы очертаний. Сопоставление с использованием шаблона может однозначно идентифицировать это различие. Совпадениям могут быть назначены баллы, которые зависят от уровня точности сравнения с шаблоном. Это может быть представлено следующей функцией

$$(X, Y, \psi, \eta, \Gamma, N) = P(f(x, y), h(x, y)), \quad (1.1)$$

где  $f(x; y)$  - 2D изображение, в котором может находиться шаблон (исходное изображение),  $h(x; y)$  - 2D изображение с искомым шаблоном (изображение шаблона),  $x$  и  $y$  индексы строки и столбца пикселя,  $P$  - алгоритм/операция сопоставления с шаблоном,  $X$  и  $Y$  - координаты пикселя в центре совпадений,  $\psi$  - угол поворота совпавшего элемента относительно шаблона,  $\eta$  - коэффициент масштабирования совпавшего элемента и шаблона,  $\Gamma$  - оценки степени совпадения, а  $N$  - количество найденных совпадений в  $f(x,y)$ . На эти свойства могут быть наложены ограничения, если у пользователя есть дополнительная информация относительно требуемого соответствия, например, могут быть выбраны только совпавшие элементы, угол поворота которых относительно шаблона находится в диапазоне до  $\pm 10^\circ$ . Для реализации операции  $P$  могут использоваться различные алгоритмы сопоставления образов, например, Low Discrepancy Sampling (выборка с низким расхождением), Gradient Pyramids (пирамидального градиента), Gray-scale Value Pyramids (пирамиды полутоновых значений) и т. д.

## 1.2 Выборка с низким расхождением (Low Discrepancy Sampling)

Чаще всего шаблон может иметь большое количество похожих избыточных данных. Например, рассмотрим шаблон на рис. 1.1а. Этот шаблон имеет большие фрагменты серых блоков, которые похожи и не обязательно полезны при сопоставлении дорожного рисунка. Изображения b и c на рисунке 1.1 представляют собой версии меньшего масштаба, которые содержат одну и ту же основную информацию, но с гораздо меньшим разрешением.

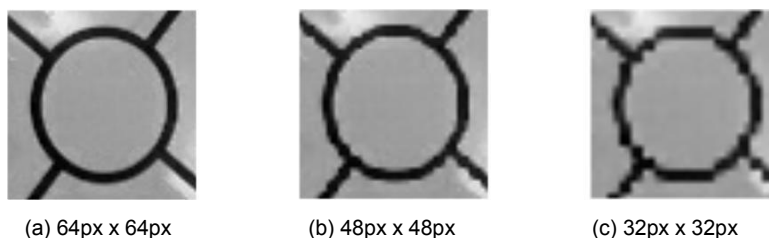


Рисунок 1.1. Шаблоны с меньшим разрешением

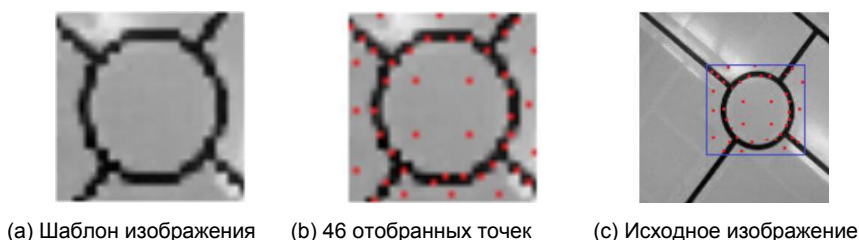


Рисунок 1.2. Обнаружено изображение шаблона

Аналогичным образом, выборка с низким расхождением (Low discrepancy sampling) отбирает небольшое подмножество пикселей из шаблона, предоставляющее ключевую информацию, а затем ищет аналогичные компоновки этих пикселей в исходном изображении, как показано на рисунке 1.2. Компоновку из 46 пикселей, выбранных в шаблоне на рис. 1.2а, можно увидеть на рисунке 1.2b. Компоновка пикселей обнаружена при масштабе 1,9 на рисунке 1.2с без поворота и с результатом 869 (из 1000), который зависит от количества совпавших пикселей (40 из 46).

Пиксели, выбранные в шаблоне, могут быть случайным образом выбраны из группы большего размера или с помощью таких методов, как пороговая обработка изображения, обнаружение границ и анализ пятен, которые основаны на различиях в значениях цвета между соседними пикселями. Основные преимущества использования выборки с низким расхождением - высокая скорость сопоставления шаблонов.

## 2 Упражнения в лаборатории

В этом упражнении сопоставление с шаблоном выполняется в полутоновых 8-битовых изображениях  $f(x,y)$ , полученных с помощью камеры QNET Mechatronic Systems. Изображения шаблона - это снимки, также сделанные камерой QNET Mechatronic Systems, и содержащие изображения звезды (Star), плюса (Plus), X, обозначения N севера (North), светофора и ветвей к перекресткам (Branch), расположенными в QNET Mechatronic Systems.

1. Откройте проект Mechatronic Systems.lvproj и из раздела Quanser ELVIS RIO | Subsystems откройте Pattern Matching.vi. Запустите VI на исполнение. Как только линейка калибровки заполнится, переместите манипулятор вручную и убедитесь, что камера захватывает изображения. Выберите алгоритм Low Discrepancy Sampling и задайте необходимое количество совпадений Number of Matches Requested равным 1. Задайте минимальное значение оценки степени совпадения Minimum Match Score равным 400 (точность 40%), и установите углы Start и End равными соответственно 0 и 10. Выберите шаблон Star. Перемещайте манипулятор над шаблоном Star в QNET Mechatronic Systems. Влияет ли это на информацию о совпадении и на оценку степени совпадения?
2. Учитывая, что алгоритм неправильно идентифицирует шаблон Star и выдает несколько разных результатов совпадения, ответьте, как можно решить эту проблему? Внесите соответствующие изменения в настройки и покажите свой результат.
3. Выберите шаблон Plus и повторите поиск с минимальным значением оценки степени совпадения Minimum Match Score равным 400. Что вы наблюдаете? Исходя из ответа на предыдущий вопрос, увеличьте точность, задав другое значение оценки степени совпадения.
4. Выберите шаблон Branch и сохраните минимальное значение оценки степени совпадения Minimum Match Score на уровне 900. Находит ли алгоритм какие-либо неправильные совпадения? Почему находит или почему не находит?
5. Повторите алгоритм поиска с шаблоном Bigger Branch (большое ответвление от дороги) и прокомментируйте результаты.
6. Рассмотрим приведенный ниже случай, где используется шаблон прямой участка дороги с минимальным значением оценки степени совпадения Minimum Match Score равным 900. Предполагая, что оконечное звено манипулятора находится в центре изображения (точка O [64 px, 64 px]T на рисунке 2.1), как вы можете использовать результаты совпадения для перемещения вектора по направлению к краю дороги (точка Q на рисунке 2.1)? Обратите внимание, что информация о совпадении с шаблоном содержит центр P шаблона [30 px, 77 px]T, угол поворота  $127^\circ$ , длину дороги для шаблона Bigger Branch 72 пикселя и коэффициент преобразования длины в сантиметрах в пиксели, равный 0,0275 см/px. Рассчитайте перемещение  $\uparrow OQ$ . Соответствует ли вектор перемещения с координатами кадра QNET Mechatronic Systems?

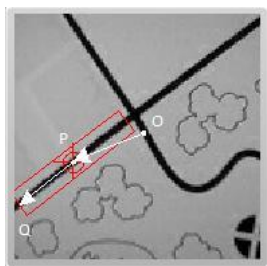


Рисунок 2.1. Определение перемещение вектора из информации о совпадении

7. Основываясь на вашем понимании содержания лабораторной работы, ответьте, как информация из изображения шаблона влияет на точность сопоставления с шаблоном? Есть ли недостатки в использовании сопоставления с шаблоном для локализации и картографирования?

© 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.