

SIMATIC Machine Vision - как средство контроля и повышения качества

Приводятся общие сведения о системах машинного зрения и решаемых им задачах. Рассматривается группа изделий фирмы Сименс, предназначенная для решения задач анализа видеоизображений - SIMATIC Machine Vision. Приводятся структура, особенности и технические характеристики видеодатчиков.

Введение в системы машинного зрения

Вы когда-нибудь видели непрерывное конвейерное производство? Или фасовочную и упаковочную линии? Или другие технологические линии с непрерывными потоками сырья и готовой продукции?

Скорости движения объектов на таких производствах могут достигать нескольких десятков элементов в минуту, и больше. И очень часто не существует датчика, который может дистанционно считать информацию с объекта, например, его форму, цвет, правильность положения или текст, т.е. те параметры, которые говорят о качестве объекта или соответствии его требованиям производства. Очень часто для таких целей используют человека, но постоянное повышение интенсивности производства делает непрерывный человеческий визуальный контроль, который характеризуется монотонностью и утомительностью, практически невозможным. Контроль качества на таких производствах может стать серьезной проблемой. Именно для таких целей используются системы машинного зрения.

За счет применения автоматизированных систем визуального контроля и анализа видео изображений могут быть успешно решены задачи:

- построения систем визуального контроля качества продукции, обеспечивающих быстрое и точное выполнение измерений, проверку правильности сборки и полноты комплектации изделий. При этом, визуальному контролю могут подвергаться изделия даже минимальных размеров, например, кристаллы полупроводниковых микросхем;

- построения систем автоматической идентификации составных частей изделия, позволяющих производить выбор деталей по их форме, размерам, соответствия заданному образцу, цвету, коду, символам и т.д.

Визуальный контроль и идентификация изделий в процессе производства повышают качество продукции и сокращают время ее изготовления. Использование для этих целей систем машинного зрения позволяет: снизить число бракованных изделий; осуществлять поставки только полностью проверенной продукции.

Нормы контроля могут быть производными от DIN ISO 9000 или определяться специальными требованиями к продукции.

Наибольший экономический эффект и точность работы системы машинного зрения позволяют получить в тех случаях, когда:

- возможно однозначное определение формы и габаритов изделия;
- возможно использовать ограниченный набор характеристик для описания изделия;
- визуальный контроль выполняется в ограниченном объеме;
- размеры изделия допускают использование визуального контроля;
- существует четкий контраст между изделием и фоном.

Как правило, системы машинного зрения состоят из видео-сенсора или камеры, интеллектуального блока для обработки изображения и средства передачи результатов обработки. Системы могут быть как модульные, так и содержать все эти составляющие в одном корпусе. Системы могут работать как автономно, так и в составе сложных систем автоматизации, как системы качества и отбраковки.

Следует отметить, что система машинного зрения, как часть системы автоматизации, очень редко передает по каналам связи непосредственно само изображение, как это делают охранные системы наблюдения. Основная задача системы машинного зрения - это обработка видеокadra и получение соответствующей информации с него, точнее с объекта в нем. Таким образом, от системы машинного зрения мы получаем результаты обработки такие, как ответы да/нет, подходит/не подходит, геометрические размеры, положение в пространстве, цвет, расшифровку штриховых и других кодов, распознанный текст или другие отличительные факторы, по которым можно контролировать объект.

Еще один немаловажный момент для систем машинного зрения – внешние условия. Так как съем информации происходит бесконтактно видеоспособом, то такие факторы, как окружающее освещение, расстояние до объекта, размеры объекта, степень загрязнения объекта, даже его температура, могут влиять на качество получаемого видеокadra, а, следовательно, и достоверность результата. И, в принципе, каждый случай применения систем машинного зрения - уникальный в своем роде прецедент, хотя конечно есть и типовые решения. Для полного удовлетворения всех требований фирма-поставщик должна предлагать к системам полный спектр дополнительного оборудования такого, как объективы с различным фокусным расстоянием, приборы освещения различной формы и на различные типы освещения, мощные программные средства и др.

Системы машинного зрения SIEMENS

SIMATIC Machine Vision – группа изделий фирмы SIEMENS для решения задач анализа видеоизображений, объединяющая в своем составе интеллектуальные видео датчики двух семейств:

- SIMATIC VS100 - видеодатчики для выполнения операций визуального контроля деталей, считывания матричных или буквенно-цифровых кодов;
- SIMATIC VS720 - интеллектуальные видеодатчики, отличающиеся наиболее широкими функциональными и коммуникационными возможностями.

Все системы SIMATIC Machine Vision отвечают требованиям стратегии Totally Integrated Automation и легко сопрягаются со всеми изделиями и системами SIMATIC.

Семейство **SIMATIC VS100** состоит из четырех интеллектуальных видеодатчиков, ориентированных на выполнение специализированных задач.

Интеллектуальный видео датчик SIMATIC VS 110 предназначен для визуального контроля деталей, их идентификации, проверки на отсутствие дефектов, проверки ориентации в пространстве и т.д. С его помощью могут контролироваться небольшие металлические детали, формованные детали, конфеты и т. д. размерами вплоть до 59x45x20 мм. Настройка датчиков выполняется с помощью встроенного дисплея и клавиатуры.

SIMATIC VS 110 оснащен дискретными выходами для непосредственного управления реле или пневматическими клапанами.

Визуальный контроль выполняется путем анализа теневого изображения объекта, поступающего на головку датчика. Это позволяет устанавливать SIMATIC VS 110 на конвейеры различных типов, карусельные станки и т. д.

Рассмотрим компоненты, которые входят в комплект поставки SIMATIC VS 110.

Головка датчика (рис. 2) оснащена:

- микросхемой CCD с матрицей 640x480 квадратных точек;
- встроенной системой линз. Головка выпускается в двух вариантах, отличающихся типом установленных линз для “маленьких” и “больших” объектов;
- интерфейсом для цифровой передачи изображения в блок обработки изображений;
- корпусом со степенью защиты IP 65.

Блок обработки изображений (рис. 1) содержит интерфейсы для подключения: цепей питания =24 В; излучателя; головки датчика; цепей ввода/вывода дискретных сигналов; цепей последовательного интерфейса RS-232.

Блок оснащен четырехстрочным дисплеем, шестью кнопками для программирования и настройки параметров, а также светодиодными индикаторами. Анализ видеоизображений выполняется мощным видео процессором. Пластмассовый корпус со степенью защиты IP 40 позволяет устанавливать блок вне шкафов управления.

Излучатель включает инфракрасный светодиод, работающий в импульсном режиме. Координацию работы излучателя и головки датчика осуществляет блок анализа изображений. Излучатель выпускается в металлическом корпусе со степенью защиты IP 40 и может монтироваться в различных положениях непосредственно на технологическом оборудовании.

Программирование SIMATIC VS 110 выполняется в режиме обучения и включает выполнение трех или четырех шагов. В процессе обучения в память блока обработки изображений с головки датчика вводятся данные о контурах эталонного объекта, его возможных положениях, цвете фона. В общей сложности допускается вводить данные о 15 эталонных объектах, каждый из которых может занимать одно из двух привилегированных приложений.

Анализ видеоизображений происходит следующим образом (рис. 3). В момент вспышки излучателя на головку датчика поступает теневое изображение объекта, находящегося между излучателем и головкой датчика. При анализе видеоизображений контуры реального объекта сравниваются с контурами аналогичного эталонного объекта, параметры которого сохранены в памяти VS 110. Решение об отбраковке анализируемого в текущий момент объекта формируется на основе определения степени отклонения его контура от контура эталонного объекта. Пороговое значение допустимой степени отклонения контура может настраиваться.

Рис. 1



Рис. 2

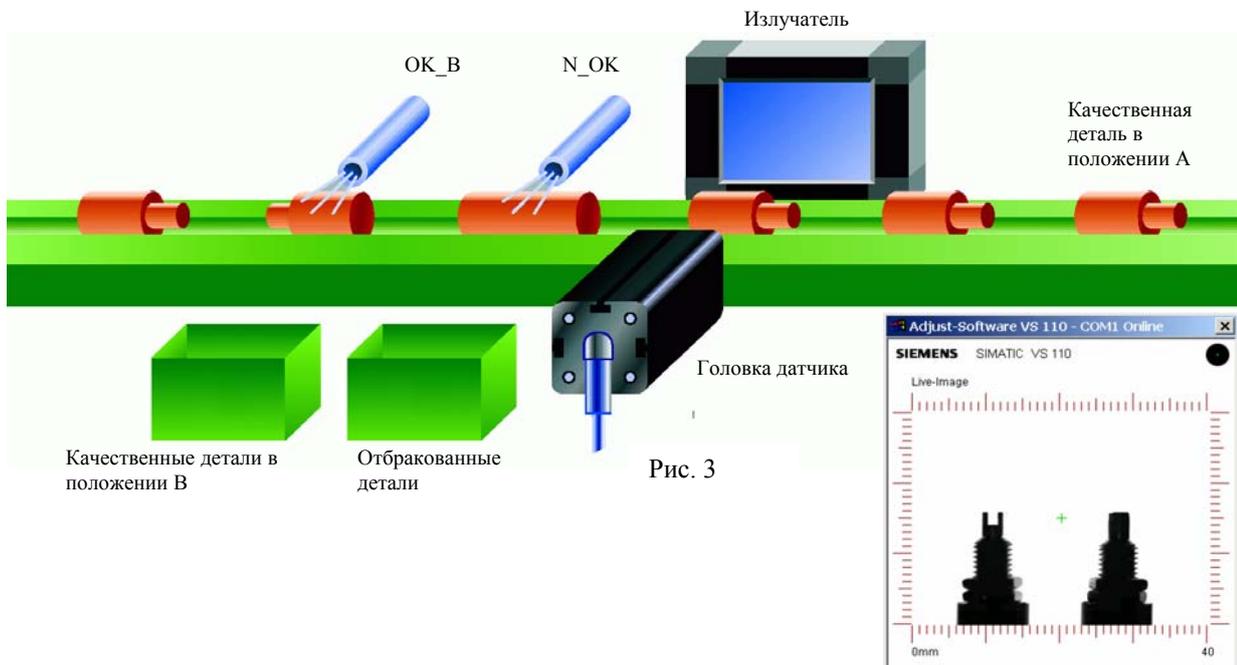


Рис. 3

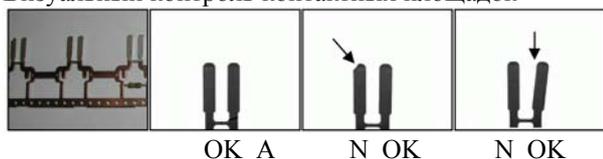
В случае совпадения анализируемого контура с эталонным VS 110 активирует дискретный выход ОК_А. В противном случае в активное состояние переводится дискретный выход N_OK.

Если для анализа объекта были заданы его привилегированные положения, то на основе анализа изображения объекта VS 110 способен активировать дискретный выход ОК_А для одного или ОК_В для другого привилегированного положения объекта.

SIMATIC VS 110 способен выполнять следующие функции:

- непрерывный анализ видеоизображений или запуск операций анализа по внешнему дискретному сигналу;
- автоматическое включение вспышки излучателя;
- поддержка режима обучения с видеоанализом эталонного объекта и записью параметров в память блока обработки изображений;
- анализ совпадения контуров объекта и эталона с учетом допустимых отклонений;
- формирование одного из трех выходных дискретных сигналов: ОК_А (доброкачественная деталь в привилегированном положении А), ОК_В (доброкачественная деталь в привилегированном положении В) или N_OK (дефектная деталь);
- установка допустимых отклонений

Визуальный контроль контактных площадок



Визуальный контроль положения болтов



Визуальный контроль качества резиновых мембран

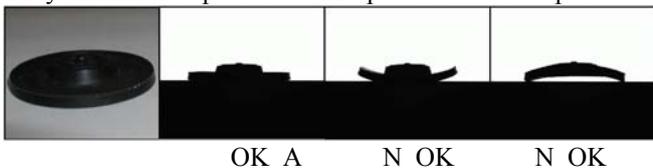


Рис. 4

контура реального объекта от эталонного контура;

- установка параметров, учитывающих параметры движения анализируемых объектов (например, для учета вибрационных воздействий);
- передача изображения с головки датчика на компьютер для выполнения наладочных работ.

Примеры применения интеллектуального видеодатчика SIMATIC VS 110 представлены на рис. 4.

Интеллектуальный видеодатчик SIMATIC VS 120 (рис. 5) по своему назначению, большинству технических характеристик и функциональных возможностей аналогичен датчику SIMATIC VS 110. Отличительными чертами датчика SIMATIC VS 120 являются:

- использование отраженного изображения объекта вместо теневого.
- использование кольцевого излучателя со степенью защиты IP 65. Излучатель устанавливается на головку датчика или монтируется



Рис. 5

отдельно от нее;

- наличие встроенного интерфейса PROFIBUS, позволяющего использовать VS 120 в качестве ведомого DP-устройства;
- наличие дополнительных функций оценки координат позиционирования контролируемого объекта;
- наличие двух дискретных выходов: ОК (качественная деталь) и N_OK (брак).

Встроенный интерфейс PROFIBUS позволяет осуществлять дистанционное управление работой датчика, а также передачу ведущему DP-устройству результатов анализа видеоизображения (рис. 6).

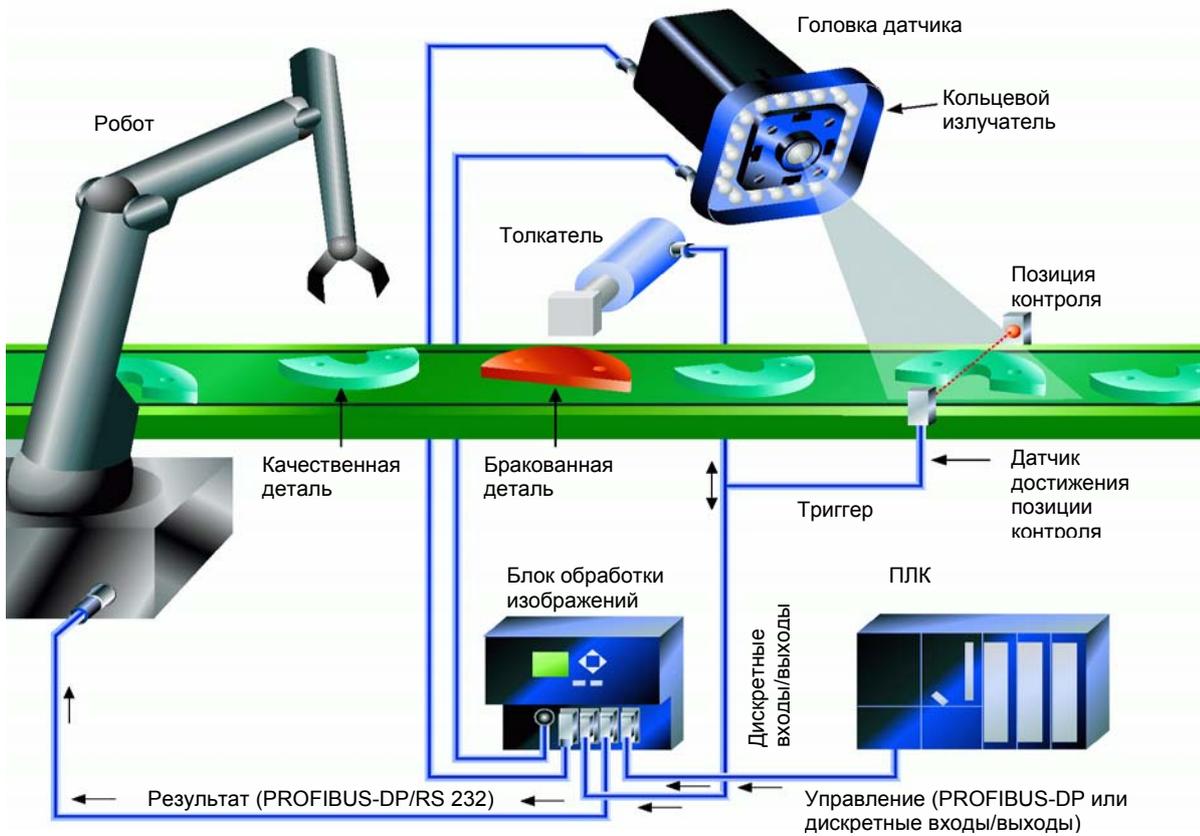


Рис. 6

Интеллектуальный видеодатчик SIMATIC VS 130 предназначен для считывания матричных кодов DMC (Data Matrix Code), отвечающих требованиям стандарта ECC200, в отраженном свете.

Он способен распознавать: коды, нанесенные на бумажные, пластиковые и круглые ярлыки; пластиковые и металлические детали. Прибор способен производить комплексное или фильтрованное считывание DMC кодов, повернутых на любой угол в анализируемой плоскости; сравнение распознанных DMC кодов с заранее определенными символами.

Датчик оснащен набором встроенных входов/выходов и интерфейсом ведомого устройства PROFIBUS-DP, что позволяет использовать его как в качестве локального узла управления, так и в составе комплексных систем автоматизации.

Распознанные коды передаются через сеть PROFIBUS ведущему DP-устройству. Датчик позволяет считывать коды, нанесенные на плоские поверхности методом лазерной гравировки, распечаткой или перфорацией. Это позволяет считывать информацию о типе изделия, его серийном номере, номере партии и т.д.

По конструктивному исполнению SIMATIC VS 130 аналогичен датчику SIMATIC VS 120.

Примеры анализируемых матричных кодов представлены на рис. 7.

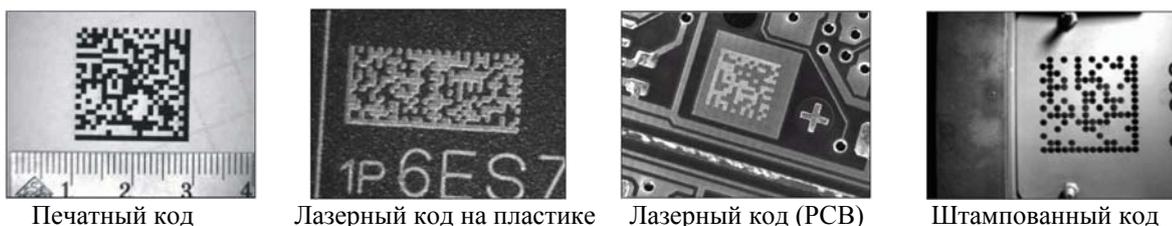


Рис. 7

Интеллектуальный видеодатчик SIMATIC VS 140 предназначен для считывания и декодирования буквенно-цифровой информации в отраженном свете. Коды распознанных символов могут передаваться через PROFIBUS-DP или последовательный интерфейс. Датчик позволяет считывать текстовую информацию,

нанесенную на плоские поверхности различными шрифтами методом лазерной гравировки, распечаткой и т.д. Это позволяет считывать информацию о типе изделия, его серийном номере, номере партии и т.д., а также представлять текстовую информацию для просмотра оператором.

По конструктивному исполнению SIMATIC VS 140 аналогичен датчику SIMATIC VS 120.

SIMATIC VS 720 – семейство универсальных видеодатчиков, предназначенных для решения широкого круга задач анализа видеоизображений. Семейство включает пять типов датчиков, отличающихся производительностью, разрешающей способностью, способностью обрабатывать цветные или черно-белые изображения и т.д. В целом семейство SIMATIC VS720 характеризуется следующими показателями:

- полный спектр продуктов для решения задач анализа видеоизображений различной степени сложности;
- мощная аппаратура и широкий спектр программируемых функций;
- гибкие возможности организации промышленной связи с возможностью передачи не только результатов анализа, но и самих видеоизображений;
- построение мощных интегрированных решений на базе совместного использования ПЛК SIMATIC S7-300/S7-400 и видео датчиков семейства SIMATIC VS720.

Типовыми областями применения датчиков SIMATIC VS720 являются системы машинного зрения промышленных роботов; контроля позиционирования объектов; измерения размеров различных объектов; сборки; цветовой идентификации; контроля формы объектов; идентификации кодов 1D и 2D; распознавания буквенно-цифровой информации.

Видеодатчики SIMATIC VS720 (рис. 8) выпускаются в компактных интегрированных корпусах. В корпус датчика ввинчивается объектив типа CS или C. При этом, для объектива типа C используется специальный адаптер.



Рис. 8

В нижней части корпуса расположены интерфейсы датчика - гнезда RJ45 для подключения к сети Ethernet TCP/IP, 10/100 Мбит/с, цепей питания и входных/выходных дискретных сигналов.

Датчик оснащен восемью дискретными каналами ввода/вывода. Назначение всех каналов определяется на этапе конфигурирования датчика. Например, дискретные входы могут использоваться для управления работой датчика, а дискретные выходы – для управления работой осветительных приборов или исполнительных механизмов.

Встроенный интерфейс Ethernet используется: для загрузки программ обработки и передачи результатов анализа и передачи видеоизображений; диагностики датчика.

Видеодатчики семейства SIMATIC VS 720 выпускается в нескольких модификациях.

SIMATIC VS 721 CMOS включает чувствительный элемент в виде микросхемы CMOS 5x3.7мм (1/3") с разрешением 640x480 точек/дюйм; используется для решение относительно простых задач: видеоанализа изображений статических объектов; контроля наличия объектов; анализа формы объектов, 1D и 2D кодов, буквенно-цифровой информации.

SIMATIC VS 722 Basic включает чувствительный элемент в виде микросхемы CMOS 4.8x3.6мм (1/3") с разрешением 640x480 точек/дюйм; используется для решения задач: прецизионного видео контроля; проверки полноты комплектации; анализа формы объектов, позиционирования и пространственной ориентации комплектующих изделий; измерения размеров различных объектов; анализа 1D/2D кодов, буквенно-цифровой информации.

SIMATIC VS 723 Performance - видеодатчик повышенной производительности, включающий чувствительный элемент в виде микросхемы CMOS 4.8x3.6мм (1/3") с разрешением 640x480 точек. Прибор обеспечивает анализ до 9000 черно-белых изображений в минуту и решение всего спектра задач, поддерживаемых моделью SIMATIC VS 722 Basic.

SIMATIC VS 724 High Resolution - видеодатчик, обеспечивающий высокоточный анализ видеоизображений, включающий чувствительный элемент в виде микросхемы CCD 6.4x4.8мм (1/2") с разрешением 1280x1024 точки/дюйм. Возможно решение задач визуального анализа подложек, потоков, пластмасс, стекла, магнитных лент, межсоединений, гальванизированных покрытий, а также анализ больших изображений, прецизионные измерения, весь спектр задач, решаемых моделью SIMATIC VS 722 Basic.

SIMATIC VS 725 Color - видеодатчик, обеспечивающий анализ цветных видеоизображений с чувствительным элементом в виде микросхемы CCD 3,2x2,4 мм (1/4") разрешением 640x480 точек/дюйм. Выполняется решение всего спектра задач, поддерживаемых моделью SIMATIC VS 722 Basic, а также задач: визуального анализа цветных кодировок; контроля качества окраски поверхностей; обнаружения дефектов в продукции пищевой и обрабатывающей промышленности; анализа цветовых последовательностей; контроля отклонений в печати и т.д.

Сравнительные характеристики видеокамер датчиков семейства SIMATIC VS 720 приведены в таблице.

Таблица.

SIMATIC	VS 721 CMOS	VS 722 Basic	VS 723 Performance	VS 724 High Resolution	VS 725 Color
Видеокамера					
Чувствительный элемент	CMOS, 1/3"		CCD, 1/2"	CCD, 1/4"	
Разрешающая способность, точки	640x480		1280x1024	640x480	
Время экспозиции, мс	10 ... 1000				
Режим обработки	Полноформатное изображение или масштабируемая часть общего изображения				
Установка объективов	Непосредственная – CS или на кольцевой адаптер – C				
Дополнительные функции	Управление вспышкой до четырех осветительных приборов				
Видеопроцессор					
Тип	Motorola, 50 МГц, 60 кадров/с		Hitachi SP4, 200 МГц, 360 кадров/с		
Память программ, Мбайт, Flash	4		8	16	8
Видеопамять, Мбайт, RAM	16		32	64	32

Помимо камер в состав семейства SIMATIC VS720 входит два коммуникационных модуля (рис. 9). Через встроенный интерфейс Ethernet модуль VS Link обеспечивает возможность подключения до 16 видеодатчиков SIMATIC VS720 и отображение анализируемых этими датчиками изображений на экране монитора без использования компьютера. VS Link оснащен:

- встроенным интерфейсом Ethernet TCP/IP, 10/100 Мбит/с, гнездо RJ45;
- встроенным интерфейсом RS-232, гнездом RJ45, для

обновления версий микропрограмм;

- встроенным интерфейсом VGA с 15-полюсным гнездом соединителя D-типа;
- 2-полюсным соединителем для подключения цепей питания =24 В.

Модуль VS Link PROFIBUS дополнительно оснащен встроенным интерфейсом ведомого устройства PROFIBUS-DP (9-полюсное гнездо соединителя D-типа). Применение этого модуля позволяет подключать видеодатчики SIMATIC VS720 к ПЛК SIMATIC S7, выполняющим функции ведущего DP-устройства.

Применение модулей VS Link и VS Link PROFIBUS позволяет создавать сложные системы комплексной обработки видеоизображений, в которых для получения окончательных результатов анализа используются данные, поступающие от нескольких видеодатчиков.

Для программирования видеодатчиков SIMATIC VS720 и выполнения пуско-наладочных работ используется два пакета программ:

- Spectation для программирования и наладки всех датчиков семейства SIMATIC VS720;
- VS Link для конфигурирования систем связи с использованием компонентов семейства VS Link.



Рис. 9

семейства VS Link.

ПО позволяет: выполнять управление всеми данными проекта; разрабатывать программы обработки видеоизображений; отображать изображения, поступающие с видеодатчиков; представлять результаты обработки изображений в табличной форме; использовать для визуализации пиксельную графику и гистограммы; эмулировать работу всех видеодатчиков; конфигурировать системы связи; использовать скрипты для разработки специальных алгоритмов обработки изображений и определения специфических критериев оценки данных; использовать ActiveX элементы управления.

Михайлин Сергей Александрович - руководитель технической группы отдела A&D AS
ООО "Сименс"

Контактный телефон (095)737-24-31.

E-mail: sergej.michajlin@siemens.com

www.simatic.ru

www.siemens.ru/ad/as

www.ad.siemens.de/machine-vision