

ВАЖНОСТЬ НАДЕЖНЫХ КАБЕЛЕЙ И РАЗЪЕМОВ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

ДЭН МАККАРТИ (DAN MCCARTHY)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

В системе машинного зрения кабели играют ключевую роль. Они не только отправляют данные и управляющие сигналы, но и отвечают за подачу питания. Кабели передачи данных используются, прежде всего, для пересылки изображения без потери качества, в то время как кабели ввода/вывода предназначены для точного управления камерой.

С тех пор как сенсоры и программное обеспечение, предусмотренные в системах машинного зрения, стали более сложными, а само применение — более разнообразным, увеличился спрос на кабели, которые теперь должны передавать множество данных на большие расстояния, что, соответственно, создает новые проблемы для их производителей.

Еще десять лет назад, когда датчики систем машинного зрения для индустриального применения были проще, генерировали меньше данных и реже устанавливались на конце движущихся элементов оборудования, таких как роботизированные манипуляторы и захваты, подобрать подходящие кабели для систем машинного зрения было значительно легче.

Однако эволюция систем машинного зрения не только привела к повышению спроса на кабели, она потребовала новые решения, с помощью которых можно отправлять большие объемы информации на дальние расстояния, что ставит

перед их изготовителями весьма непростые задачи, предполагающие быструю и эффективную реализацию.

«Серьезная проблема, ставшая вызовом для нас, — это скорость (пропускная способность) передачи данных и дальность расстояния, — сказал Рэй Берст (Ray Berst), президент компании Components Express Inc. (CEI). — Наши клиенты хотят, чтобы кабели были длиннее, быстрее и дешевле. Но это очень сложная комбинация, и нелегко решить все и сразу. Можно решить «дальше и быстрее», а вот сделать «дальше, быстрее и дешевле» — это уже не так просто».

Даже выполнение требования «дальше и быстрее» уже создает проблемы, поскольку увеличение длины кабеля может отрицательно повлиять на уровень сигнала и из-за проблем затухания и целостности сигнала привести к потере данных. Однако непрерывное стремление промышленности повысить пропускную способность по-прежнему делает полосу пропускания приоритетом для интеграторов машинного зрения и производителей кабелей. Об этом приоритете свидетельствуют новые стандарты, такие как принятый недавний стандарт высокоскоростной передачи данных CoaXPress (или кратко CXP) в версии 2.0, который удвоил скорость передачи данных предыдущей версии до 12,5 Гбит/с на кабельную жилу. Это открывает возможность съемки с еще более высоким разрешением

и частотой кадров по сравнению с другими действующими стандартами. В отличие от предыдущей версии, согласно новому стандарту требуется в два раза меньше кабелей для передачи того же объема данных (битрейт). В типичной системе с четырьмя жилами (интерфейс CXP-12) он обеспечивает необработанный битрейт до 50 Гбит/с или устойчивую скорость передачи изображений на уровне около 4,8 Гбайт/с.

Между тем, по словам еще одного специалиста в этой области Томаса Детжена (Thomas Detjen), руководителя отдела развития бизнеса и продуктов, а также маркетинга брендов в компании Alysium, общие стандарты, в частности Camera Link HS¹, перешли от обычных медных кабелей на оптоволоконную технологию, обеспечивающую большую пропускную способность, высокую стабильность и гибкость для кабелей с внешним диаметром начиная примерно с 3 мм.

В настоящее время Camera Link HS (или сокращенно — CLHS) поддерживает на каждой из своих семи жил скорость передачи данных до 10,3 Гбит/с и обеспечивает наивысшую плотность данных среди всех стандартов машинного зрения. При этом ожидается, что CLHS версии 1.2 обеспечит скорость передачи данных по каждой жиле до 15,9 Гбит/с. Такая полоса пропускания позволяет Томасу Детжену сделать уверенный прогноз, что применение оптоволоконка будет в конечном итоге распростра-



Источник: компания Alysium

¹ Camera Link представляет собой чрезвычайно надежный и высокопроизводительный интерфейс, разработанный для промышленных камер всех категорий быстродействия. Camera Link HS, или кратко CLHS, — стандарт высокоскоростной передачи данных в сфере промышленной обработки изображений, в котором описывается передача электрических и оптических сигналов. — Прим. пер.

няться на все кабельные приложения машинного зрения и технологии интерфейса, включая Ethernet, USB и даже заменит коаксиальные кабели в системах передачи данных.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УЛОВКИ

Интеграторам, связанным с внедрением систем машинного зрения, часто хочется, чтобы все работало быстрее, на большие расстояния и при этом было наиболее экономичным при реализации. (То, что мы подразумеваем под словом «дешевле», слишком широкий термин для практического применения.) Интерфейс потребительского уровня, например USB 3.0, обеспечивает теоретическую скорость передачи данных до 20 Гбит/с, что делает его достаточно быстрым. Разработанный для потребительского рынка, он также квалифицируется как наиболее дешевый по стандартам промышленной кабельной системы, что дает нам два условия из трех необходимых для выигрыша при такой ставке на кабель. Ее можно сравнить со ставкой на столь редкое событие, когда три первых места займут указанные лошади в указанном порядке.

Тем не менее в промышленной сфере интеграторы и особенно пользователи систем машинного зрения, которые опробовали потребительские продукты с интерфейсом USB 3.0 в своих приложениях, быстро поняли, что недорогие готовые кабели ненадежны с точки зрения используемых в них материалов, экранирования, гибкости, пропускной способности и, в частности, дальности передачи высокоскоростных потоков данных. Разработанные для зарядных устройств или обмена данными применительно к персональной электронике, потребительские кабели USB 3.0, как правило, слишком короткие для приложений машинного зрения промышленного уровня, которые должны работать в крайне жестких условиях внешней среды и гарантировать высокую надежность при передаче данных.

«Если вам нужно смонтировать промышленную камеру с кабелем длиной 5–8 м или более на роботизированную руку с высоким уровнем электромагнитных помех в системе, потребительские кабели USB 3.0 не будут работать», — сказал Детжен.

Скорость технологии USB 3.0 и практически универсальная совместимость с любым условным персональным

компьютером (ПК) склоняют пользователей систем машинного зрения к использованию именно этого интерфейса и не отказываться от соответствующего ему кабеля. Исходя из этого производители кабелей, такие как компания Alysium, сохранили данный интерфейс, но для борьбы с падением напряжения на более длинных отрезках применили хитрость — использовали для подключения видеокамер жилы большего диаметра. По иронии судьбы такие решения больше не соответствуют потребительским стандартам.

«Наши кабели не обязательно проходят тестирование USB-IF², что может показаться странным, но только благодаря этому мы можем получить кабели длиной до 8 или даже 10 м без использования репитеров, которые в свою очередь создают нагрузку на линию передачи и подвержены влиянию помех», — отметил Детжен. — Для отрезков кабеля длиной свыше 10 м или для особо важных применений мы предлагаем активные оптические сборки, которые благодаря очень гибкой 4-мм толщине кабеля сочетают лучшее из того, что требуется для индустриального приложения, а именно режим plug-and-play («подключи и используй») и передачу питания на расстояние до 50 м».

Кроме того, для активных кабелей с репитерами существует проблема и собственных шумов, которая является типичной и возникает от усилителей и другой электроники, встроенной в их конструкцию. Уловки для управления этим шумом предполагают манипулирование только начальной частью сигнальных битов (внесение цифровых предсказаний), что позволяет сделать их более узнаваемыми для цифрового приемника. К тому же дополнительно поддерживать характеристики кабеля на более длинных отрезках могут такие методы, как коррекция цифровых предсказаний и выравнивание (эквализация), применяемые уже на стороне приемника.

Такие технические уловки помогли компании CEI разработать 20-м активный кабель USB 3.0 для своего заказчика компании Applied Vision, который без потери кадров может передавать 100 млн изображений при температуре +70 °С. Конструкция оказалась достаточно надежной, и теперь такие кабели стали неотъем-

лемой частью автоматизированных систем технического контроля Orion G6 и Volcano компании Applied Vision, предназначенных для пищевой промышленности и производства напитков. Обе системы разработаны с целью минимизировать дорогостоящий ложный брак, который часто является именно результатом пропущенных кадров.

ТЕСТИРОВАНИЕ КАБЕЛЯ НА СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Важную роль в успехе конструкции кабеля USB 3.0 от компании CEI для ее заказчика компании Applied Vision сыграло тщательное валидационное тестирование (то есть испытание на гарантированное соответствие техническим характеристикам), подтвердившее все ожидания его разработчика и изготовителя. Именно такой подход важен и необходим, поскольку кабели для систем машинного зрения становятся все длиннее, а скорость передачи данных увеличивается. Но проверка высокоскоростных кабелей является не только весьма непростым делом с технической стороны, но ко всему еще и весьма затратным мероприятием.

«Сегодня при гораздо более высоких скоростях, чем это было еще вчера, особую роль при разработке и изготовлении кабелей играют процесс и мастерство», — сказал Берст. — Если бы я узнал, что наш потенциальный клиент планирует купить кабель 75 Ом и несколько байонетных разъемов типа BNC, чтобы изготовить кабель под интерфейс CXP-6, я был бы рад, если бы он справился с этой задачей без особых проблем. Что же касается кабеля под интерфейс CXP-12, здесь я со знанием дела и полной уверенностью могу сказать, что вам потребуется осциллограф за \$60 000 и стриппер за \$70 000, а также опыт, позволяющий использовать оба устройства. И это всего лишь для валидации кабеля».

Отчасти проблема при тестировании заключается в том, что недостаточно просто отсеять неисправные кабели (они, кстати, не из дешевых уже по своей природе). Тестирование на частоту появления ошибочных

² USB-IF (USB Implementers Forum, Форум по внедрению USB) — некоммерческая организация, продвигающая и поддерживающая USB (Universal Serial Bus, универсальная последовательная шина). Основными видами деятельности являются продвижение USB, а также разработка и поддержка спецификаций стандарта USB и контроль за соответствием этим стандартам выпускаемых продуктов. При их участии был разработан стандарт USB 3.0. — Прим. пер.

битов (Bit Error Rate Testing, BERT) может дать лишь простой результат годен/негоден, но не раскрыть саму причину неисправности кабеля. А здесь важен не только результат, а именно причина. То есть была ли это проблема с затуханием, вносимой потерей или импедансом? Необходимость для поставщиков кабелей выявить и принять меры по устранению проблем, связанных с конструкцией, материалами и производством своих изделий, помогает объяснить, почему «дешевле» является проблематичным дополнением к «дальше» и «быстрее».

СОЗДАНИЕ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

Разъемы для кабелей для систем машинного зрения, как и сами кабели, — важный, но часто упускаемый из виду компонент этой системы. Как терминальная связь между кабелем и камерой, разъемы должны поддерживать надежную электрическую и физическую связь? Как и в случае с кабелями, все происходило еще два десятка лет назад, когда камеры обычно оставались в фиксированном положении рядом с производственной линией. Теперь многие приложения могут получить к ним доступ благодаря стандартам пользователь-

ского интерфейса, таким как USB, или через обжимные фиксирующие разъемы RJ-45, используемые с кабелями Ethernet.

Поскольку технология машинного зрения все активнее работает в более мобильной промышленной среде, полистирольные разъемы RJ-45, в частности, выглядят просто неуместно. Следовательно, и это бывает довольно часто, конечные пользователи переходят на более соответствующие индустриальной области доступные альтернативные варианты, например, такие как интерфейс M12. Эти разъемы имеют блокирующие механизмы, отличающиеся большей механической прочностью, чем их аналоги RJ-45, и обеспечивают уровень защиты IP67 от пыли и временного погружения в воду. Они в большей степени совместимы с кабельной инфраструктурой, уже имеющейся на заводских площадках.

«Мы видим компании, стремящиеся расширить свою инфраструктуру кабельной разводки на производственных линиях, — сказал Берст. — Итак, теперь у нас есть линейка промышленных корпусов для камер, в которых мы преобразовали интерфейс RJ-45 на камеру в разъем с кодом M12X, потому что в производственной сфере нужен более устойчивый и надежный разъем».

По словам Детжена, кабели с интерфейсами M8 и M12 широко используются на европейских производственных объектах, где в течение нескольких лет они были определены стандартом МЭК. «Производители камер переключаются, — отметил он. — M12 обладает повышенной прочностью и для стандартных применений, где вам не требуется пыле- или водостойкость. Но для промышленного применения, где есть пыль, влага или сильные вибрации, нет ничего лучше».

Однако хорошо иметь под рукой разные варианты. Для того чтобы повысить устойчивость к механическим перемещениям многих своих кабелей, компания Alysium использует нестандартные разъемы с более жесткой внутренней конструкцией и особым образом формирует контакты в своих разъемах. «Кроме того, для RJ-45, USB 3.0 и CLHS мы предлагаем еще и корпус из литого алюминиевого сплава вокруг разъема, обеспечивающий улучшенное экранирование, потому что он металлический и име-

ет механические допуски, которые намного проще обеспечить и гарантировать», — пояснил Детжен.

ТОНКАЯ ГРАНЬ

Инженеры, работающие в области систем машинного зрения, всегда чувствуют тонкую грань, которая лежит между производительностью и стоимостью. Их задача заключается в том, что конечные системы должны обеспечивать надежную и долговременную гарантированную точность, которая не была бы при этом чрезмерной, а это приводит к удорожанию. Параметры многих приложений четко определяют базовые пороговые значения характеристик для камеры, ее оптики и освещения, что может вызвать искушение предположить наличие некоторого пространства для маневра в части выбора технических характеристик кабелей и разъемов. Но кабели и разъемы должны не только поддерживать рабочие характеристики системы машинного зрения, но и выдерживать физические нагрузки в индустриальной среде. Кроме того, когда кабели и разъемы выходят из строя, бывает трудно определить проблему, принять меры и, главное, убедиться в том, что она больше не повторится.

Перечисленные в этой статье факторы не направлены на то, чтобы представить кабели еще одной головной болью для разработчиков систем машинного зрения. Сказанное в статье лишь подчеркивает то, что кабели и разъемы заслуживают внимания и не должны быть самым слабым звеном в таких системах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ввиду различных характеристик интерфейсов передачи данных, выбор камеры непосредственно определяет максимально допустимую длину кабеля и скорость передачи данных, которые совместимы с камерами, имеющими интерфейсы GigE, USB 3.0, CoaXPress и Camera Link. Благодаря сотрудничеству с производителями кабелей компания стимулирует технические разработки, направленные на увеличение производительности с одновременным ростом максимально допустимой длины кабеля. Предлагаемые кабели гарантируют соответствие международным стандартам, устойчивы к электромагнитным помехам, механическим и климатическим воздействиям. ●

