

Различные технологии передачи данных по интерфейсу USB 3.0

Интерфейс USB 3.0 (также известный как USB 3.1 Gen 1¹) появился всего четыре года назад, но уже прочно зарекомендовал себя на рынке машинного зрения. Немалую роль в этом успехе сыграл стандарт USB3 Vision.

В случае интерфейса USB 3.0 стандарт USB3 Vision определяет требования к механическим характеристикам разъемов. Кроме того, с момента появления USB 3.0 ходят слухи, что максимальная длина кабеля при использовании этого интерфейса не может превышать 3 метра. Однако это ограничение относится только к пассивным кабелям, которые изготавливаются исключительно в соответствии с общим стандартом USB. Опыт показывает, что требования стандарта USB являются слишком строгими для сферы машинного зрения. Интерфейс USB 3.0 допускает использование пассивных кабелей длиной не более 8 м. Помимо этого существуют активная и оптическая технологии передачи данных по интерфейсу USB 3.0 на более дальние расстояния.

В этом техническом документе рассказывается о существующих технологиях передачи данных по интерфейсу USB 3.0 и предлагаются рекомендации для систем различного назначения.

Оглавление

1. Пассивная технология передачи данных.....	1
2. Активная технология передачи данных	2
3. Оптическая технология передачи данных	2
4. Рекомендации по использованию	2
5. USB 3.0, Gigabit Ethernet и Camera Link.....	3
6. Резюме	3

1. Пассивная технология передачи данных

Пассивные кабели USB 3.0 содержат особым образом экранированные медные жилы, по которым передаются данные и подается питание. Активные электронные компоненты, такие как усилители, отсутствуют.

Пассивные кабели передачи данных промышленного назначения предлагаются в двух возможных вариантах исполнения — «биаксиальные» и «витая пара». Они различаются с точки зрения качества и архитектуры линий передачи данных. Хотя кабели типа «витая пара» менее подвержены ошибкам, биаксиальные кабели подходят для передачи данных на более дальние расстояния. Вследствие своих более высоких технологических свойств биаксиальные кабели также являются более дорогостоящими, а значит, реже используются.

Пригодность кабелей USB 3.0 для промышленного применения должна гарантироваться наличием определенных характеристик, которые влияют на качество передачи данных. Среди прочего, надежность передачи сигнала от камеры к хосту обеспечивается минимальным значением затухания сигнала и маленькой разницей в проводимости отдельных жил. При опрессовке свободных кабелей и установке на них разъемов важно обеспечить ничтожно малые разрывы полного сопротивления в области перехода. Кроме того, проводник должен иметь надлежащее сечение. От источника питания должен

подаваться постоянный ток напряжением 5 В при 900 мА. Сечение кабеля должно по крайней мере соответствовать калибру AWG24, а желательно AWG22 или выше, которые обеспечивают оптимальное соотношение цены и качества для медных жил, предназначенных для передачи данных по интерфейсу USB 3.0. Наконец, важно убедиться в том, что жила выполнена из чистого материала.

Все эти факторы имеют существенное значение, поскольку сильно влияют на заявленную производительность интерфейса USB 3.0, что особенно важно в сфере обработки изображений. Слишком низкие допустимые пределы могут стать причиной нестабильности системы, вплоть до потери изображения.

Проводник с большим сечением усиливает затухание сигнала при передаче данных.

Относительно пассивных кабелей существует заблуждение, что чем больше сечение жил, тем меньше затухание сигнала при передаче данных. Это верно только в определенной степени. При передаче сигнала на более высоких частотах возникает так называемый поверхностный эффект. Его суть состоит в том, что поведение токов в проводнике зависит от их частоты — токи более высоких частот протекают по поверхностным слоям проводника. В результате, начиная с определенной частоты, ток главным образом протекает у поверхности проводника. Из-за поверхностного эффекта внутренние слои проводника с большим сечением больше не играют роли в его проводимости.

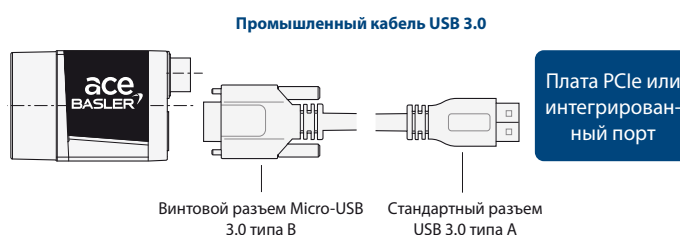


Рис. 1. Типичная архитектура системы с камерой

¹ Требования к USB 3.0 и USB 3.1 Gen 1 описаны в одном и том же стандарте. Для простоты в этом документе используется термин USB 3.0.

2. Активная технология передачи данных

Активные кабели передачи данных — еще один вариант для интерфейса USB 3.0. Активные кабели изготавливаются из такого же материала, как и пассивные, однако включают в себя компоненты, которые дополнительно влияют на сигнал.

В высококачественных активных кабелях передачи данных таким компонентом является редрайвер. Он преобразует сигнал в три этапа: поступающий сигнал компенсируется эквалайзером, предварительно искажается с усилением, а на третьем этапе устанавливается новый уровень выходного сигнала. По завершении этого процесса выходной сигнал приближается по характеристикам к исходному и может быть передан далее. Преимуществом редрайвера является то, что он работает не на уровне протокола. Воздействие на сигнал осуществляется исключительно на физическом уровне. Редрайвер не обнаруживается компьютером как посредник между камерой и хостом. Предварительное преобразование сигнала не воспринимается как дополнительный этап интерпретации. Помимо редрайверов могут быть установлены повышающие преобразователи, которые искусственно увеличивают напряжение электрического сигнала. Повышающие преобразователи потребляют дополнительную электроэнергию, но также могут служить дополнительным источником питания 5 В.

Тем не менее, прототипы активных кабелей, ранее доступные на рынке, пока далеки от совершенства. Использовать редрайверы рекомендуется только в том случае, если, например, кабель проходит через корпус, и разрыва кабеля не избежать.

3. Оптическая технология передачи данных

Оптические кабели включают в себя волоконный световод для передачи данных и, при необходимости, дополнительную линию подачи напряжения.

Преобразователь преобразует электрический сигнал в оптический сигнал, который затем передается по волоконному световоду. На другом конце кабеля оптический сигнал снова преобразуется в электрический. Управление дополнительной линией напряжения также осуществляется с помощью двух преобразователей, которые повышают напряжение в случае передачи сигнала на более дальние расстояния. При высоком напряжении и использовании более тонкого пассивного проводника можно реализовать передачу сигнала на существенные расстояния без крупных потерь даже для линии напряжения. Кроме того, напряжение также может подаваться на принимающем конце отдельно, чтобы можно было использовать максимальную длину передачи волоконно-оптического кабеля. Так называемые гибридные кабели объединяют в себе волоконные световоды для передачи данных и пассивный проводник для подачи напряжения.

Преимущество оптических кабелей заключается почти в полном отсутствии ограничений относительно длины кабеля и пропускной способности, ввиду того, что такие кабели характе-

ризуются чрезвычайно низкими потерями и не зависят частоты.

Волоконно-оптические кабели гораздо более надежны, чем принято считать

Вопреки множеству мнений, волоконно-оптические кабели оптимально защищены, допускают минимальные радиусы изгиба и устойчивы к электромагнитным помехам. Таким образом, в стационарных системах они удовлетворяют тем же стандартам, что и пассивные медные кабели. При применении особых конструктивных решений их также можно использовать в портативных системах.



Рис. 2. Гибридный удлинительный кабель USB 3.0²

4. Рекомендации по использованию

Ввиду различий между технологиями передачи данных при использовании стационарных систем с кабелями данных USB 3.0 рекомендуется выбирать кабели следующей длины:

Кабели данных USB 3.0				
Длина	0,1–5 м	> 5–8 м	> 10–20 м	> 20 м
Технология	Пассивная: витая пара	Пассивная: биаксиальный	Оптическая: гибридная	Оптическая: чистое оптоволокно
Основные характеристики	<ul style="list-style-type: none"> ■ Подходящее качество для промышленного применения ■ Достаточно компактная система с камерой ■ Достаточно компактный источник питания (5 В / 900 мА) 			

Опыт показывает, что активные компоненты в USB-кабелях пока не являются технически совершенными, чтобы гарантировать надежную передачу данных в системах машинного зрения и просто обеспечивают возможность безопасного подключения в общей сложности двух 4-метровых пассивных кабелей передачи данных.

Соответственно, кабели USB 3.0 можно рекомендовать только в том случае, если невозможно избежать разрыва кабеля, есть высококачественный редрайвер и нельзя использовать пассивный биаксиальный кабель.

Basler проводит испытания и сертификацию всех кабелей, предлагаемых в каталоге аксессуаров под собственной маркой, начиная с пассивных кабелей длиной 8 м и заканчивая 20-метровыми гибридными кабелями с винтовыми разъемами.

² Гибридный удлинительный кабель USB 3.0. Для его использования необходим пассивный кабель и дополнительная подача напряжения на второй USB-порт на стороне хоста.

5. USB 3.0, Gigabit Ethernet и Camera Link

С появлением стандарта USB3 Vision интерфейс USB 3.0 занял прочную позицию в одном ряду с Gigabit Ethernet и Camera Link. Если говорить о выборе подходящего кабеля передачи данных, интерфейс USB 3.0 занимает выгодное промежуточное положение между Gigabit Ethernet и Camera Link. Среди преимуществ USB 3.0 можно назвать пропускную способность до 380 МБ/сек, невысокие затраты на интеграцию благодаря Plug-and-Play и возможность использовать кабели длиной более 8 метров в зависимости от технологии передачи данных.

	Gigabit Ethernet	USB 3.0		Camera Link
Макс. длина кабеля	100 м	Пассивная: 8 м	Оптическая: ~100 м	10 м
Макс. пропускная способность	100 МБ/с	380 МБ/с		850 МБ/с
Затраты на интеграцию	Низкие: без Plug-and-Play	Низкие: Plug-and-Play		Высокие: настройка и дорогие дополнительные компоненты
Стоимость кабеля	5 м: 50 € 25 м: 150 €	5 м: 30 € (витая пара) 8 м: 80 € (биаксиальный)	20 м: 150 € (гибрид)	10 м: 300 € Плата захвата изображения: 2000 €

На рынке обработки изображений интерфейс Camera Link выделяется своей высокой пропускной способностью (до 850 МБ/с), однако высокая стоимость услуг по настройке системы и дорогие дополнительные компоненты, такие как кабели и платы захвата изображения, обуславливают более высокие затраты на интеграцию. Технология Gigabit Ethernet, напротив, предлагает преимущества быстрого построения многокамерных систем и возможность выбора кабелей длиной до 100 метров, однако при низкой пропускной способности — не выше 100 МБ/с.

Использование кабелей USB 3.0 низкого качества может привести к появлению сообщений об ошибках, таких как «потеря изображения», или полной потере соединения между камерой и хостом. В результате создается впечатление, что система USB 3.0 ненадежна или нестабильна. Именно поэтому для гарантии безупречной работы системы с камерой необходимы высококачественные, совместимые дополнительные компоненты.

6. Резюме

Интерфейс USB 3.0 предлагает возможность выбора различных технологий передачи данных, включая пассивную, активную и оптическую. Рекомендация по выбору той или иной технологии зависит от требуемой длины кабеля передачи данных. При использовании качественного кабеля и дополнительных компонентов USB 3.0 можно выбрать пассивную технологию для передачи данных на расстояние до 8 метров. Для передачи данных по интерфейсу USB 3.0 на расстояния намного больше 8 метров также можно использовать оптические или гибридные кабели. В настоящее время на рынке машинного зрения эта оптическая технология передачи данных уже зарекомендовала себя как незаменимая. Благодаря простоте интеграции, высокой пропускной способности и выгодной стоимости системы в целом, интерфейс USB 3.0 занял прочное положение между Gigabit Ethernet и Camera Link.



Авторы

Ксения Нойфельд

Ксения Нойфельд отвечает за объективы, кабели и другие аксессуары, предлагаемые Basler. В ее обязанности входит анализ рыночных потребностей и поддержка продукции на протяжении всего жизненного цикла, с момента первоначальной разработки и вывода на рынок и вплоть до снятия с производства.

Ксения обучалась в Гамбургском университете с 2011 по 2016 год, где получила степени бакалавра наук и магистра наук по специальности «Организация промышленного производства».

Контактные данные

Ксения Нойфельд - менеджер по продукции

Тел. +49 4102 463 640
Факс +49 4102 463 46640
Эл. почта: Xenia.Neufeld@baslerweb.com

Basler AG
An der Strusbek 60-62
D-22926 Ahrensburg
Германия



Авторы

Иммануил Фукс

Иммануил Фукс работает в должности инженера по качеству в подразделении Basler, ответственном за испытания на совместимость электронного оборудования. По образованию инженер-механик, Иммануил пришел в Basler в 2015 г. и сейчас, помимо прочих обязанностей, отвечает за проведение измерений, испытаний и проверок на соответствие техническим условиям различных компонентов, в том числе кабелей, плат, концентраторов и коммутаторов.

Подразделение по проведению испытаний проводит углубленные испытания всех аксессуаров Basler, которые позволяют гарантировать заявленное качество камер Basler. Все дополнительные компоненты предлагаемые в ассортименте Basler, проходят строгие испытания и сертификацию.

Контактные данные

Иммануил Фукс - инженер по качеству

Тел. +49 4102 4630
Факс +49 4102 463 109
Эл. почта: Immanuel.Fuchs@baslerweb.com

Basler AG
An der Strusbek 60-62
D-22926 Ahrensburg
Германия

О компании Basler

Компания Basler является ведущим производителем высококачественных цифровых камер и аксессуаров для различных областей, в том числе промышленности, медицины и контроля дорожного движения. В ассортименте Basler представлены линейные и матричные камеры в компактном корпусе, модули на базе камер в бескорпусном исполнении для встраиваемых систем и 3D-камеры. Широкий выбор камер дополняется простым в использовании rylon SDK и множеством аксессуаров, в том числе специально разработанных для Basler и поэтому идеально совместимых с камерами Basler.

Опыт Basler в сфере технологий компьютерного зрения составляет 30 лет. Штат компании насчитывает около 500 сотрудников, занятых в главном офисе в Аренсбурге (Германия) и торговых филиалах, расположенных в Европе, Азии и Северной Америке.