

Полное руководство по проектированию измерительных систем

- w Как выбрать правильный датчик
- w Как выбрать правильные устройства сбора данных
- w Как выбрать интерфейсную шину
- w Как выбрать компьютер
- w Как выбирать программный драйвер
- w Как выбрать средства проектирования прикладного программного обеспечения
- w Как выбрать необходимые средства обработки данных
- w Как выбрать подходящие методы визуализации
- w Как выбрать правильный формат для хранения данных
- w Как выбрать правильные средства генерации отчетов

Как выбрать правильный датчик для вашей измерительной системы

Общие соображения

В настоящее время вы можете выбрать на рынке самые разнообразные датчики для измерения всевозможных физических величин. Чтобы облегчить выбор наиболее подходящего варианта для вашего приложения, в данном техническом руководстве приведена классификация и сравнительный анализ наиболее распространенных датчиков, предназначенных для измерения семи физических величин:

[w Температуры](#)

[w Деформации](#)

[w Уровня звука](#)

[w Вибрации](#)

[w Положения и перемещения](#)

[w Давления](#)

[w Силы](#)

Температура

Среди датчиков для измерения температуры наиболее распространены термопары, терморезисторы и термисторы. Все более популярными становятся узкоспециализированные волоконно-оптические датчики.

Тип датчика	Требуемое согласование	Точность	Чувствительность	Сравнительные характеристики
Термопара	<ul style="list-style-type: none"> •• Усиление •• Фильтрация •• Компенсация холодного спая 	Хорошая	Хорошая	<ul style="list-style-type: none"> •• не требует внешнего питания •• невысокая цена •• износостойчивые •• широкий диапазон температур
Терморезистор	<ul style="list-style-type: none"> •• Усиление •• Фильтрация •• Возбуждение током 	Самая высокая	Лучше	<ul style="list-style-type: none"> •• высокая точность •• высокая стабильность
Термистор	<ul style="list-style-type: none"> •• Усиление •• Фильтрация •• Возбуждение напряжением 	Лучше	Самая высокая	<ul style="list-style-type: none"> •• большое сопротивление •• малая тепловая постоянная времени («тепловая масса»)
Волоконно-оптический датчик	<ul style="list-style-type: none"> •• Небольшое усиление или без усиления •• Фильтрация 	Самая высокая	Самая высокая	<ul style="list-style-type: none"> •• пригодность для опасных сред •• пригодность для передачи данных на большие расстояния •• устойчивость к электромагнитным наводкам •• небольшие размеры и масса

Таблица 1. Сравнение наиболее распространенных датчиков температуры

Термопары

Термопары, наиболее популярные датчики температуры, эффективны в приложениях, где требуется измерять температуру в широком диапазоне. Для них характерна невысокая цена (от \$1 до \$50 USD) и постоянная времени доли секунды. С учетом свойств материала и других факторов температурную погрешность ниже 1 °C достичь затруднительно.

Терморезисторы

Терморезисторы близки по популярности к термопарам, и они могут поддерживать стабильность измерения температуры в течение нескольких лет. В отличие от термопар у терморезисторов более узкий диапазон измерений (от -200 до 500 °C), им требуется возбуждение током, а также у них большая постоянная времени (от 2.5 до 10 с). Терморезисторы в первую очередь используются для точных измерений температуры (с погрешностью $\pm 1.9\%$) в приложениях, не требовательных к быстродействию. Терморезистор может стоить от \$25 до \$1,000 USD.

Термисторы

Термисторы имеют более узкий температурный диапазон (от -90 до 130 °C), чем рассмотренные выше датчики. Они обладают наилучшей точностью (погрешность ± 0.05 °C), но в то же время – более хрупкие, чем термопары или терморезисторы. Также, как и терморезисторы, термисторы требуют внешнего возбуждения, однако для термисторов более предпочтительно возбуждение напряжением, а не током. Обычно термистор стоит от \$2 до \$10 USD.

Волоконно-оптические датчики

Еще одним вариантом - применение для измерения температуры волоконно-оптических датчиков, которые эффективно работают в опасных средах и в средах, где могут быть регулярные электромагнитные наводки. Эти электрически пассивные датчики не проводят электрический ток, обладают устойчивостью к электромагнитным наводкам и способны передавать данные на большие расстояния почти без потерь целостности сигнала.

Деформация

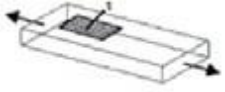








Тип деформации	Схема монтажа датчиков	Тип моста	Чувствительность мВ/В при 100 μ Е	Пояснения к каждому варианту
Аксиальная		$\frac{1}{4}$	0.5	Хороший: самый простой в реализации, но требует фиктивного датчика для компенсации температуры. Точно подходит для измерения аксиальной деформации
		$\frac{1}{2}$	0.65	Лучше: с температурной компенсацией, но чувствителен к деформации изгиба
		$\frac{1}{2}$	1.0	Лучше: устойчив к деформации изгиба, но чувствителен к температуре. Для температурной компенсации требуются фиктивные датчики.
		Полный	1.3	Наилучший: высокая чувствительность, компенсация и температурная, и деформации изгиба
Изгиба		$\frac{1}{4}$	0.5	Хороший: самый простой в реализации, но требует фиктивного датчика для компенсации температуры. Точно подходит для измерения аксиальной деформации
		$\frac{1}{2}$	1.0	Лучше: устойчив к аксиальной деформации, обеспечивает температурную компенсацию
		Полный	2.0	Наилучший: устойчив к аксиальной деформации, обеспечивает температурную компенсацию. Наиболее чувствителен к деформации изгиба
Кручения и сдвига		$\frac{1}{2}$	1.0	Хороший: датчики должны быть смонтированы под углом 45° относительно осевой линии
		Полный	2.0	Наилучший: полномостовая схема более чувствительна, чем схемы рассмотренные ранее. Схема устойчива и к продольным деформациям, и к деформациям изгиба

Таблица 2. Сравнение наиболее распространенных конфигураций тензодатчиков

Деформацию обычно измеряют с помощью резистивных тензодатчиков. Как правило, они представляют собой плоские резисторы, которые монтируются на поверхность, которая, как ожидается, будет подвергнута деформации изгиба. Одними из примеров применения резистивных датчиков деформации являются испытания конструкции крыльев самолета. С помощью тензодатчиков можно измерять малые поверхностные деформации кручения, изгиба и растяжения. Из нескольких соединенных вместе резистивных тензодатчиков создается мост.

Применение дополнительных тензодатчиков позволяет повысить чувствительность измерений. Чтобы построить схему моста Уитстона, можно использовать до четырех активных датчиков. Такая конфигурация называется полным мостом или полномостовой схемой. Также бывают схемы полумостовые (с двумя активными датчиками) и четвертьмостовые (с одним активным датчиком). Чем больше вы используете активных датчиков, тем выше у вас будет точность измерений.

Тензодатчики требуют возбуждения током или напряжением. Их чувствительность к изменению температуры, деформации изгиба и аксиальной деформации могут стать причиной неверных результатов измерений, если не использовать дополнительные резистивные тензодатчики.

- Мосты для измерения аксиальной деформации измеряют деформации растяжения или разрушения материала.
- Мосты для измерения деформаций изгиба измеряют деформации растяжения на одной стороне материала, и деформации сжатия – на другой стороне.
- Мосты для измерения деформаций кручения и сдвига измеряют деформации скручивания материала.

Деформацию измеряют в безразмерных единицах (обозначаемых ϵ или E). Одна такая единица равна отношению малого изменения длины к полной длине исследуемого объекта.

Как и в системах для измерения температуры, для измерения деформации в опасных средах, где результат регулярного электрического измерения может быть искажен электромагнитными помехами, возможно применение волоконно-оптических датчиков. Эти электрически пассивные датчики не проводят электрический ток, обладают устойчивостью к электромагнитным наводкам и способны передавать данные на большие расстояния почти без потерь целостности сигнала.

Уровень звука

Типы микрофонов	Цена	Среда	Импеданс	Чувствительность	Сравнение
Конденсаторный преполяризованный	Средняя	Жесткая	Средний	Наилучшая	-- Наиболее распространены -- Наиболее подходят для влажных сред
Конденсаторный с внешней поляризацией	Высокая	Жесткая	Выше среднего	Хорошая	-- Наиболее распространены -- Наиболее подходят для высокотемпературных сред
Угольный	Низкая	Нормальная	Высокий	Хорошая	-- Низкое качество -- Применялся в ранних моделях телефонных трубок
Электретный	Низкая	Нормальная	Низкий	Лучше	-- Лучше работает на высоких частотах
Пьезоэлектрический	Средняя	Жесткая	Высокий	Хорошая	-- Подходит для измерения давления удара или взрывной волны
Динамический/электромагнитный	Высокая	Жесткая	Средний	Лучше	-- Устойчив к сырости -- Плохо работает в сильных магнитных полях

Таблица 3. Сравнение наиболее распространенных датчиков уровня звука

Уровень звука измеряют с помощью множества различных типов микрофонов, среди которых вы можете выбрать подходящий для вашего приложения.

Конденсаторные микрофоны

Наиболее распространенный тип микрофонов. Могут поставляться как преполяризованные микрофоны (источник питания находится внутри микрофона), так и микрофоны с внешней поляризацией. Для микрофонов с внешней поляризацией дополнительно требуется источник питания, вследствие чего увеличивается стоимость проектов. Преполяризованные микрофоны предпочтительны во влажных средах, где детали источника питания могут выйти из строя, а микрофоны с внешней поляризацией хороши для высокотемпературных сред.

Пьезоэлектрические микрофоны

Надежные пьезоэлектрические микрофоны применяются в приложениях для измерения давления ударной или взрывной волны. Такие прочные датчики могут измерять давление в широких пределах (дБ). Их недостатком является высокий уровень наводимых шумов.

Динамические/электромагнитные микрофоны

Помимо пьезоэлектрических микрофонов в жестких средах работоспособны динамические или электромагнитные микрофоны. Их принцип действия основан на индуцировании электрического заряда за счет эффекта электромагнитной индукции, что делает такие микрофоны влагозащищенными. Однако очевидно, от динамических/электромагнитных микрофонов не очень много пользы в средах с сильными магнитными полями.

Электретные микрофоны

Электретные микрофоны имеют малые размеры, и они эффективны для измерения уровня высокочастотного звукового сигнала. Эти микрофоны используются в миллионах компьютерах и других электронных устройствах по всему миру. Для них характерна относительно невысокая цена, и их единственным недостатком является отсутствие «басов» в воспроизводимом звуке. Кроме того, в приложениях, где качество звука не имеет значения, допустимо использовать угольные микрофоны, которые в настоящее время встречаются все реже.

Вибрация

Типы датчиков вибрации	Собственная частота	Количество осей	Коэффициент демпфирования	Масштабный коэффициент	Сравнение
Керамический пьезоэлектрический (акселерометр)	>5 кГц	до 3	Малый	Требует большого выходного сигнала	•• Применяется при измерении вибрации и удара
Дифференциальный трансформатор для измерения линейных перемещений (LVDT-датчик)	<80 Гц	до 3	Средний	Переменный	•• Применение ограничено измерением установившегося значения ускорения или низкочастотной вибрации
Бесконтактный датчик приближения	<30 Гц	до 3	Средний	Переменный	•• Применение ограничено измерением установившегося значения ускорения или низкочастотной вибрации •• Упругая масса, прикрепленная к движку потенциометра
Индукционный	<100 Гц	до 3	Средний	Переменный	•• Наличие выходного сигнала только когда тело в движении •• Применяется в исследованиях ударных воздействий и нефтеразведке

Таблица 4. Сравнение наиболее распространенных датчиков вибрации

Керамический пьезоэлектрический датчик или акселерометр

Чаще всего вибрацию или ускорение измеряют с помощью керамического пьезоэлектрического датчика или акселерометра.

Датчики вибрации имеют три основных отличительных характеристики: собственная частота, коэффициент демпфирования и масштабный коэффициент. Масштабный коэффициент представляет собой отношение уровня выходного сигнала к ускорению на входе, и он связан с чувствительностью. Вместе с тем, от собственной частоты и коэффициента демпфирования зависит погрешность датчика. Рассмотрим систему, состоящую из пружины и прикрепленного к ней тела некоторой массы. Если вы оттянете тело назад из положения равновесия и отпустите его, тело начнет совершать колебания относительно положения равновесия до тех пор, пока не вернется в исходное состояние. Трение, которое приводит тело к состоянию покоя, определяется коэффициентом демпфирования, а частота, с которой тело колеблется вперед-назад, называют собственной частотой.

Керамические пьезоэлектрические датчики наиболее широко распространены из-за высокой универсальности. Их можно применять для измерения ударных воздействий (при взрывах и испытаниях до разрушения), в высокочастотных измерениях, а также для измерения более низкочастотных вибраций. Это объясняется тем, что их собственная частота выше, чем у других датчиков вибраций. Однако уровень выходных сигналов датчиков подобного типа составляет нескольких милливольт, и для него требуется малошумящий детектор с высоким входным импедансом для преобразования напряжений, снимаемых с пьезоэлектрического кристалла.

Бесконтактные датчики приближения и дифференциальные трансформаторы для измерения линейных перемещений (LVDT-датчики)

Бесконтактные датчики приближения и LVDT-датчики похожи друг на друга. Их область применения ограничена измерением установившегося ускорения или низкочастотных вибраций, однако LVDT датчик имеет несколько более высокую собственную частоту, из чего следует, что он может работать при более сильных вибрациях и измерять их. Бесконтактный датчик приближения представляет собой тело, прикрепленное с помощью пружины к движку потенциометра.

Индуктивный датчик вибрации

Индуктивный датчик вибрации для измерения перемещения и вибрации использует движение постоянного магнита в катушке индуктивности. Особенность данного датчика заключается в том, что его выходной сигнал регистрируется только тогда, исследуемый объект (тело) находится в движении. Благодаря этому он особенно полезен для исследования сейсмических толчков и нефтеразведки путем улавливания волн, отраженных от подземных пластов горных пород.

Положение и смещение

Тип датчика положения	Цена	Среда	Точность	Чувствительность	Сравнение
Датчик Холла	Низкая	Стандартная	2 состояния	2 состояния	Определяет только близость объекта, когда он нажимает на датчик
Оптические энкодеры: линейные и вращающиеся	Разная	Стандартная	Разная	Высокая	- Точно измеряет по количеству делений на оборот
Потенциометры	Низкая	Стандартная	Высокая	Высокая	- Должен быть физически прикреплен к движущемуся объекту
Дифференциальные трансформаторы для измерения линейных (LVDT) и угловых (RVDT) перемещений	Высокая	Сохраняет точность в грязных промышленных условиях	Высокая	Высокая	- Требуется большая мощность - Требуется согласования сигнала - Обычно RVDT работает в любых диапазонах угловых перемещений при температурах ± 30 to 70 °C
Вихретоковый датчик	Средняя	- Бесконтактный - Устойчив к загрязненным средам - Нечувствителен к материалу между датчиком и объектом	Средняя	Разная	- Не подходит для высоких разрешений - Не подходит при больших зазорах между датчиком и объектом (предпочтительнее оптические и лазерные датчики) - Подходит, если смонтирован на почти неподвижной механической конструкции для измерения положения движущихся вблизи частей машин и механизмов
Оптический датчик приближения	Разная	Стандартная	Разная	Высокая	- Для измерения требуется прямая видимость объекта - Подходит при больших зазорах между датчиком и объектом - Точность определяется качеством датчика

Таблица 5. Сравнение наиболее распространенных датчиков местоположения

У вас есть выбор из многих типов датчиков положения. Решающими факторами при выборе датчика положения являются тип возбуждения, необходимость фильтрации сигналов, условия рабочей среды, а также требуется ли прямая видимость объекта или непосредственный физический контакт для измерения расстояния. Универсального датчика положения на все случаи жизни не существует также, как и при измерении силы или давления. Поскольку положение измеряется с помощью датчиков в течение долгого времени, при принятии решения о выборе датчика важны назначение приложения и преимущества тех или иных датчиков.

Датчики Холла

С помощью датчиков Холла определяют наличие объекта, определяемое нажатием объекта на кнопку. Кнопка нажата, когда объект контактирует с ней, и отжата, когда он находится где-нибудь на удалении. Датчики Холла использовались в клавиатурах и даже в боксерских соревнованиях роботов для фиксации ударов. Такие датчики не дают никакого количественного представления, насколько далеко объект находится от датчика, когда кнопка отжата, но они полезны для приложений, где не требуется очень подробная информация о положении.

Потенциометры

Потенциометрами называют датчики, в которых с помощью скользящего контакта создается регулируемый делитель напряжения. Регулируемое напряжение на делителе соответствует измеряемому положению. Потенциометры обеспечивают малую задержку системы, к которой они физически подключены. Потенциометры стоят дешево по сравнению с другими датчиками местоположения, и они могут обеспечить высокую точность.

Оптические энкодеры

Еще одним часто используемым датчиком положения является оптический энкодер, который может быть как линейным, так и угловым. С помощью этих устройств можно измерять скорость, направление и положение с высоким быстродействием и высокой точностью. Как следует из названия, оптические энкодеры определяют положение с помощью света. Расстояние измеряется в делениях шкалы. Чем больше делений на шкале, тем выше точность. Некоторые угловые оптические энкодеры могут иметь до 30000 делений и обеспечивать этим потрясающую точность. Кроме того, за счет малой постоянной времени они идеально подходят для многих систем управления движением.

Датчики вроде потенциометра с деталями, которые крепятся к системе, немного увеличивают сопротивление перемещению частей, из которых сделана система. Однако энкодеры при движении едва ли создают трение, и они очень мало весят, но они обязательно должны иметь корпуса для работы в жестких условиях и при наличии пыли, из-за этого увеличивается их стоимость. Дополнительные расходы, как правило, имеют место в приложениях, связанных с высокоточными измерениями, поскольку оптические энкодеры требуют собственных средств, чтобы избежать несоосности при встраивании в систему.

Дифференциальные трансформаторы для измерения линейных перемещений (LVDT – датчики)

В дифференциальных трансформаторах для измерения линейных перемещений (LVDT-датчиках) и дифференциальных трансформаторах для измерения угловых перемещений (RVDT-датчиках) положение определяется посредством магнитной индукции. Оба типа датчиков эффективны в промышленных и аэрокосмических приложениях, что обусловлено их надежностью. И тот, и другой требуют согласования сигналов, из-за которого может возрасти их стоимость. Кроме того, эти датчики должны быть тщательно выровнены внутри тяжелых дорогостоящих корпусов, а в их состав входят дорогие в производстве катушки. Помимо высокой цены, следует отметить высокую точность LVDT и RVDT датчиков.

Вихретоковые датчики

Вихретоковые датчики для определения положения используют магнитные поля, цена этих датчиков умеренная. Они не так часто применяются в приложениях, в которых требуется очень детальная информация о положении, а также если между датчиком и объектом большие зазоры. Эти датчики предпочтительнее использовать на сборочных линиях, где их монтируют на практически неподвижных механических конструкциях для измерений движущихся вблизи механизмов или изделий. Для получения более точной информации о положении рекомендуется использовать датчики приближения.

Датчики приближения на отражении света

В оптических датчиках на отражении расстояние определяется по времени прохождения луча до объекта и отражения от него. Они обладают малым временем отклика и отлично ведут себя в приложениях, где имеют место большие зазоры между

датчиком и объектом. Применение этого датчика требует прямой видимости, а точность и качество непосредственно связаны с ценой.

Давление

Высокое или низкое давление – суждение относительное, так же, как и тепло. В помещении может быть жарко, но температура в этом помещении несравнима с температурой на поверхности Солнца. Измерение давления основано на сравнении.

Существует пять наиболее распространенных методов измерения давления: абсолютный, манометрический, вакуумметрический, дифференциальный и испытание на герметичность. Рассмотрим эти методы на примере измерения давления в автомобильной шине. Обратите внимание на то, что в каждом из упомянутых методов измерения выполняются относительно разных опорных значений давления.

Метод измерения давления	Пример	Сравнение
Абсолютный	Абсолютное давление = нормальное атмосферное давление + показания манометра	Опорная величина – давление в вакууме 0 Па
Манометрический	Считываются показания с манометра	Опорная величина – местное атмосферное давление
Вакуумметрический	Обычно отрицательное значение, если давление измеряют относительно местного атмосферного. Для спущенной шины вакуумметрический датчик показывает 0 кПа	Опорные величины: абсолютный вакуум (0 Па) или местное атмосферное давление
Дифференциальный	Дифференциальное давление = разность давлений в двух разных шинах	Опорная величина – другой резервуар под давлением
Испытание на герметичность	Испытательное давление на герметичность = показания манометра + разность между локальным атмосферным давлением и давлением на уровне моря	Опорная величина – давление на уровне моря

Таблица 6. Сравнение методов измерения относительного давления

- Абсолютное давление складывается из нормального давления, обусловленного весом атмосферы (101.325 кПа), и дополнительного давления в шине. Типичное давление в автомобильной шине составляет 234 кПа (34 PSI), которое в сумме с 101.325 кПа дает абсолютное давление 331.325 кПа.
- Показания манометра отсчитываются относительно местного атмосферного давления и равны 234 кПа.
- Показания вакуумметра отсчитываются относительно абсолютного вакуума или местного атмосферного давления. Давление в спущенной шине может равняться местному атмосферному давлению или 0 кПа (относительно атмосферного давления). В нашем примере показания вакуумметра были бы равны 234 кПа (относительно абсолютного вакуума).
- Дифференциальное давление – это всего лишь разность между некоторыми двумя значениями давления. В примере с шиной это разность между давлениями в двух шинах. Также оно может иметь смысл разности между атмосферным давлением и давлением в одной из шин.

- Испытания на герметичность представляют собой измерение разности давлений, когда одно из давлений известно в качестве опорного. Обычно в качестве опорного берется давление на уровне моря, но вместо него может использоваться любое другое давление в зависимости от приложения.

Поскольку все рассмотренные методы могут давать разные результаты измерения давления, вам необходимо знать, какому методу измерения соответствуют ваши датчики.

Наиболее распространенными являются мостовые датчики (на основе тензодатчиков) или пьезорезистивные датчики из-за их простой конструкции и долговечности. Благодаря этим достоинствам они имеют низкую цену и идеально подходят для систем с большим числом каналов.

Упомянутые выше наиболее распространенные датчики могут включать в себя устройства согласования или изготавливаться без них. Как правило, датчики с согласованием стоят дороже, поскольку они содержат фильтры и усилители, а также выводы для источников питания и стандартные измерительные схемы. Если вы работаете с мостовыми датчиками без устройств согласования, в вашей аппаратуре потребуются еще и устройства согласования. Проверьте документацию на датчики и выясните, требуются ли вам дополнительные усилители и фильтры.

Сила

Типы динамометров	Цена	Диапазон веса	Точность	Чувствительность	Сравнение
Штанговые (Beam Style)	Низкая	10000 – 5000 фунтов	Высокая	Средняя	<ul style="list-style-type: none"> -- Для резервуаров, платформенных весов -- Оголенные тензодатчики требуют защиты
S-образные (S Beam)	Низкая	10000 – 5000 фунтов	Высокая	Средняя	<ul style="list-style-type: none"> -- Для резервуаров, платформенных весов -- Лучше герметизация и защита, чем у штангового
Колесообразные (Canister)	Средняя	до 500000 фунтов	Средняя	Высокая	<ul style="list-style-type: none"> -- Для автомобильных весов, весов для взвешивания резервуаров, весовых дозаторов -- Воспринимает перемещения нагрузки -- Нет защиты горизонтальной нагрузки
Плоские (Pancake)	Низкая	5 – 500000 фунтов	Средняя	Средняя	<ul style="list-style-type: none"> -- Полностью из нержавеющей стали -- Для резервуаров, мешков и весов -- Нагрузка должна быть неподвижной
Типа кнопки и шайбы (Button and Washer)	Низкая	Обычно 0 – 50000 фунтов или 0 – 200 фунтов	Низкая	Средняя	<ul style="list-style-type: none"> -- Нагрузки должны быть центрированы -- Нагрузки должны быть неподвижными

Таблица 7. Сравнение наиболее распространенных динамометров

Когда-то сила чаще всего измерялась с помощью рычажных весов. В настоящее время наиболее распространены тензометрические динамометры, поскольку им не требуется калибровка и техобслуживание, как для рычажных весов.

Динамометры могут быть как с согласующими устройствами, так и без таковых. Обычно датчики с устройствами согласования стоят дороже, поскольку в них имеются фильтры, усилители, а также контакты для питания и обычные измерительные схемы. Если вы работаете с мостовыми датчиками без устройств согласования, то вам требуются аппаратные средства для согласования сигналов. Уточните по документации на датчик, требуются ли вам дополнительные усилители или фильтры.

Штанговые динамометры (Beam style) полезны для измерения линейной силы. Как правило, они применяются в приложениях для взвешивания как легких, так и тяжелых предметов (от 10 до 5000 фунтов). Такие динамометры обладают средней чувствительностью, но зато высокой точностью. Штанговый динамометр конструктивно прост, стоимость его невысока.

S-образный динамометр (S beam) похож на штанговый динамометр за исключением конструкции, которая имеет S-образную форму. Из-за этой отличительной особенности конструкции датчик полезен для устранения влияния большой боковой нагрузки и измерения веса нецентрированной нагрузки. Также следует отметить простоту конструкции и низкую стоимость данного датчика.

Колесообразный динамометр (Canister) может справляться с более высокими нагрузками, чем штанговые и S-образные динамометры. Также он может работать при движении нагрузки и обладает высокой чувствительностью, однако требует защиты от горизонтальной перегрузки.

Плоские динамометры (Pancake) имеют такую конструкцию, которая требует абсолютной неподвижности для обеспечения точности измерений. Если у вашего приложения есть ограничения по времени или требуются быстрые измерения, то в качестве альтернативы вы можете рассмотреть колесообразный динамометр сжатия.

Динамометры типа кнопки и шайбы (Button and washer), как правило, применяются для взвешивания небольших объектов (до 200 фунтов). Как и в случае плоских динамометров, для обеспечения точности измерения объект должен быть неподвижен. Преимуществом таких датчиков является их невысокая цена.

[w Узнайте больше о специальных типах датчиков](#)

Как выбрать правильные устройства сбора данных для вашей измерительной системы

Общие соображения

Из-за многообразия устройств сбора данных (DAQ-устройств) может оказаться затруднительным выбор подходящего устройства для вашего приложения. В настоящем техническом руководстве в общих чертах рассмотрены 5 вопросов, которыми вам следует задаться при выборе аппаратных средств.

- w Какие типы сигналов мне нужно измерять или генерировать?
- w Нужно ли согласование сигналов?
- w Насколько быстро нужно считывать или генерировать отсчеты сигналов?
- w Какое наименьшее изменение сигнала я должен фиксировать?
- w Какова предельно допустимая погрешность измерений в моем приложении?

Какие типы сигналов мне нужно измерять или генерировать?

Различные типы сигналов необходимо тем или иным способом измерять или генерировать. Для преобразования физической величины в измеряемый электрический сигнал, например, напряжения или тока, служит устройство, называемое *датчиком*. Вы можете также подать электрический сигнал на ваш датчик, чтобы воспроизвести физическую величину. Для измерения или генерирования сигнала необходимо разбираться в различных типах сигналов и их соответствующих атрибутах. Исходя из того, какие сигналы будут в вашем приложении, вы можете приступить к выбору DAQ-устройства.

Функции DAQ-устройств

- Измерение аналоговых сигналов на линиях аналогового ввода
- Генерация аналоговых сигналов на линиях аналогового вывода
- Ввод и вывод цифровых сигналов через линии цифрового ввода-вывода
- Счет дискретных событий или генерация цифровых импульсов/сигналов с помощью счетчиков-таймеров

Бывают устройства, предназначенные для выполнения только одной из перечисленных выше функций, но бывают многофункциональные устройства, которые поддерживают все эти функции. Вы можете найти DAQ-устройства с фиксированным количеством каналов, для одной функции, например, аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода-вывода или счета. Однако вам следует подумать о приобретении устройства с количеством каналов, большим, чем требуется в настоящий момент, чтобы при необходимости можно было увеличить количество каналов. Если вы купите устройство, возможности которого рассчитаны на ваше приложение только по состоянию на текущий момент, то в будущем вам будет трудно адаптировать аппаратуру для новых приложений.

Многофункциональные DAQ-устройства имеют фиксированное количество каналов, но предоставляют комбинацию каналов аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода-вывода и счетчиков. Многофункциональные устройства поддерживают различные типы ввода-вывода, которые дают вам возможность решать много различных задач, которые не могут быть решены DAQ-устройством, способным выполнять одну функцию.

Еще одной разновидностью измерительных устройств является модульная платформа, которую можно адаптировать под ваши конкретные требования. Модульная измерительная система состоит из шасси, которое управляет тактированием и синхронизацией, и различных модулей ввода-вывода. Преимущество модульных систем заключается в том, что вы можете выбирать различные модули, каждый из которых имеет уникальное назначение, но зато возможно больше конфигураций системы. В таком варианте вы можете найти модули, которые выполняют одну функцию более точно, чем многофункциональное устройство. Еще одним преимуществом модульной системы является возможность выбирать шасси с нужным количеством слотов. Хотя шасси имеет фиксированное количество слотов, вы можете купить шасси с большим количеством слотов, чем требуется, чтобы в будущем у вас была возможность расширять систему.

Нужно ли согласование сигналов?

Типичное DAQ-устройство общего назначения способно измерять или генерировать напряжения +/-5 В или +/-10 В. Некоторые датчики формируют сигналы, которые опасно или трудно измерять с помощью DAQ-устройств данного типа. Чтобы DAQ-устройство могло эффективно и точно измерять сигнал, большинство датчиков требуют согласования сигналов, например, усиление или фильтрацию.

Например, выходной сигнал термопары лежит в милливольтовом диапазоне. Такие сигналы необходимо усиливать, чтобы они оптимально соответствовали пределам входных сигналов аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Кроме того, эффективные измерения с помощью термопары возможны при использовании низкочастотной фильтрации, которая устраняет высокочастотные помехи. Согласование сигналов дает ощутимое преимущество над отдельными DAQ-устройствами без устройств согласования, поскольку согласование улучшает и производительность, и точность систем сбора данных.

В таблице 1 обобщены типовые варианты согласования сигналов для различных типов датчиков и измерений

	Усиление	Ослабление	Изоляция	Фильтрация	Возбуждение	Линеаризация	С/С	Компенсация моста
Термопара	X			X		X	X	
Термистор	X			X	X	X		
Терморезистор	X			X	X	X		
Тензодатчик	X			X	X	X		X
Нагрузка, Давление, Момент (мВ/В, 4-20 мА)	X			X	X	X		
Акселерометр	X			X	X	X		
Микрофон	X			X	X	X		
Датчик приближения	X			X	X	X		
LVDТ/RVDT	X			X	X	X		
Датчики высоких напряжений		X	X					

Таблица 1. Согласование сигналов для различных типов датчиков и разных методов измерений

Если ваш датчик есть в таблице 1, то вам следует рассмотреть вопрос согласования сигналов. Вы можете добавить внешнее устройство согласования или выбрать DAQ-устройство со встроенным согласованием сигналов. У многих устройств также есть встроенные возможности подключения конкретных датчиков, чтобы их удобно было интегрировать в систему. Для большего погружения в правила согласования сигналов перейдите по ссылке [Согласование сигналов. Руководство для инженеров](#).

Насколько быстро нужно считывать или генерировать отсчеты сигналов?

Одной из важнейших характеристик DAQ-устройства является частота дискретизации, которая представляет собой скорость, с которой АЦП берет отсчеты сигнала.

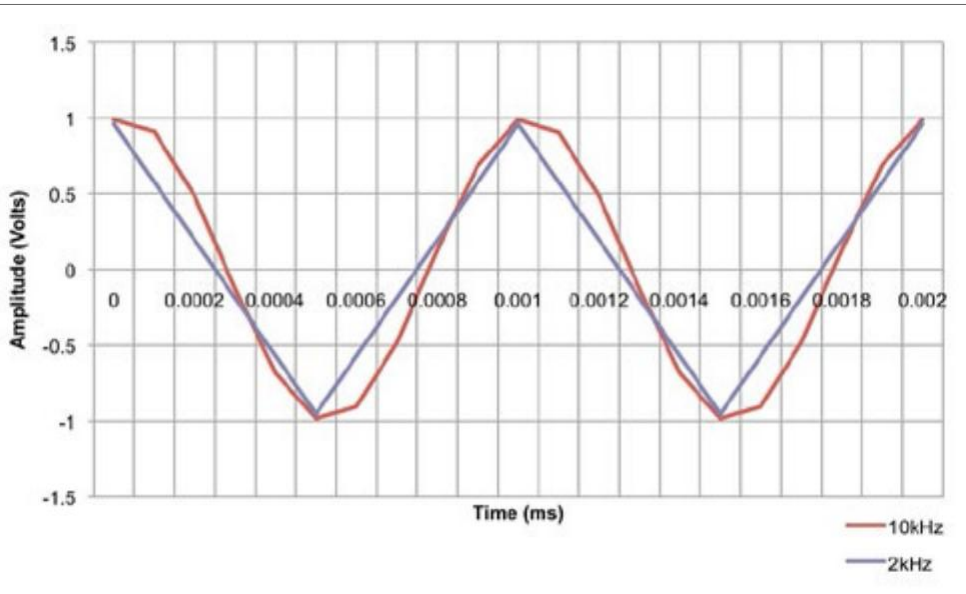


Рисунок 1. Представление синусоиды 1 кГц для частот дискретизации 2 кГц и 10 кГц

Обычно частота дискретизации тактируется аппаратно или программно и достигает значений 2 миллионов отсчетов/с. Частота дискретизации для вашего приложения зависит от частоты наивысшей гармоники сигнала, который вы пытаетесь измерить или сгенерировать.

Как утверждает теорема Найквиста, вы можете точно восстановить сигнал при частоте дискретизации, которая в два раза выше частоты наивысшей интересующей вас гармоники. Однако на практике вам следует брать частоту дискретизации как минимум в 10 раз большую, чем верхняя частота сигнала, чтобы корректно представить форму сигнала. Выбор DAQ-устройства с частотой дискретизации по меньшей мере в 10 раз большей частоты вашего сигнала гарантирует, что при измерении или генерации получится более точное представление вашего сигнала.

Предположим, например, что в своем приложении вы хотите измерять синусоидальный сигнал частотой 1 кГц. Согласно теореме Найквиста, частота дискретизации должна быть как минимум 2 кГц, однако очень рекомендуется дискретизировать сигнал с частотой 10 кГц, чтобы обеспечить более точное представление генерируемого или измеряемого сигнала. На рисунке 1 сравнивается синусоидальный сигнал частотой 1 кГц при частотах дискретизации 2 кГц и 10 кГц.

Когда вы знаете верхнюю частоту измеряемого или генерируемого сигнала, вы можете выбрать DAQ-устройство с частотой дискретизации, подходящей для вашего приложения.

Какое наименьшее изменение сигнала должен я фиксировать?

Наименьшее обнаруживаемое изменение сигнала называют *разрешением*, которое требуется от вашего DAQ-устройства. Разрешение имеет отношение к количеству двоичных уровней АЦП, которое можно использовать для представления сигнала. Чтобы проиллюстрировать этот факт, представим себе, как будет выглядеть синусоидальный сигнал после прохождения через АЦП с разными разрешениями. На рисунке 2 сравниваются 3-битовый и 16-битовый АЦП. 3-битовый АЦП может представлять 8 (2^3) дискретных уровней напряжения, а 16-битовый АЦП – 65536 (2^{16}) уровней. Представление синусоиды с 3-битовым разрешением больше похоже на ступенчатую, чем на синусоидальную функцию, в то время как 16-битовый АЦП дает гладко выглядящую синусоиду.

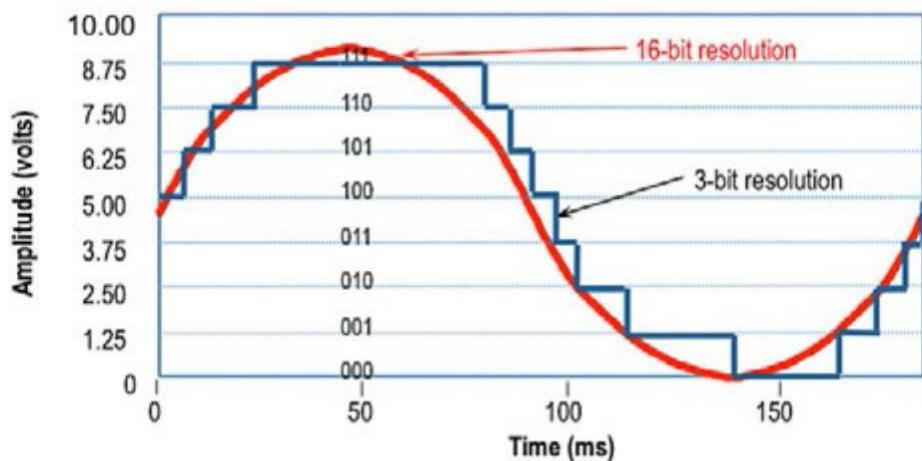


Рисунок 2. Синусоидальный сигнал 16-разрядным и 3-разрядным разрешением

Типичные DAQ-устройства имеют диапазоны напряжений +/- 5 В или +/- 10 В. Чтобы получить преимущество от полного разрешения, все возможные уровни напряжения равномерно распределены по выбранному диапазону. Например, DAQ-устройство с диапазоном +/- 10 В и разрешением 12 бит (2^{12} или 4096 равномерно распределенных уровней) может зафиксировать изменение напряжения 5 мВ, в то время как устройство с разрешением 16 бит (2^{16} или 65536 равномерно распределенных уровней) – изменение напряжения 300 мкВ.

Требования многих приложений удовлетворяют устройства с разрешением 12, 16 и 18 бит. Однако если вы работаете с датчиками и с малыми, и большими диапазонами напряжений, вам, скорее всего, лучше использовать 24-битовые устройства с широким динамическим диапазоном. Таким образом, диапазон напряжений и разрешение являются главными факторами при выборе подходящего DAQ-устройства.

Какова предельно допустимая погрешность в моем приложении?

Погрешность определяется мерой способности измерительного прибора отображать значение измеряемого сигнала. Данный термин не имеет отношения к разрешению, хотя погрешность не может быть меньше разрешения прибора. Каким образом вычислять погрешность измерений – зависит от типа измерительного устройства. Идеальный прибор всегда измеряет истинное значение измеряемой величины со 100% достоверностью, однако в реальности приборы выдают показания с неопределенностью, указанной производителем. Эта неопределенность может зависеть от многих факторов, включая собственный шум системы, погрешность коэффициента усиления, погрешность смещения, а также нелинейность. Суммарная неопределенность измерений, заложенная производителем измерительной аппаратуры, обычно характеризуется абсолютной погрешностью. Эта техническая характеристика показывает максимальную погрешность DAQ-устройства (наихудший случай) в определенном диапазоне измерений. Ниже приведен пример расчета абсолютной погрешности многофункционального устройства производства компании National Instruments

$$\text{Absolute Accuracy} = ([\text{Reading} * \text{Gain Error}] + [\text{Voltage Range} * \text{Offset Error}] + \text{Noise Uncertainty})$$

$$\text{Absolute Accuracy} = 2.2 \text{ мВ}$$

где Absolute Accuracy – абсолютная погрешность, Reading – результат измерения, Gain Error – погрешность коэффициента усиления, Voltage Range – диапазон напряжений, Offset Error – погрешность смещения, Noise Uncertainty – неопределенность из-за шумов

Важно обратить внимание на то, что погрешность измерительного прибора зависит не только от самого прибора, но также и от типа измеряемого сигнала. Если сигнал зашумлен, то это неблагоприятно скажется на погрешности измерений. Существует множество DAQ-устройств с различными характеристиками погрешности и цены. Некоторые устройства позволяют выполнять самокалибровку, обеспечивают гальваническую развязку и другие схемотехнические решения для повышения точности. Если у базовой модели DAQ-устройства абсолютная погрешность может быть около 100 мВ, то устройство с лучшими техническими характеристиками может иметь абсолютную погрешность около 1 мВ. Однажды осознав требования к точности измерений, вы сможете выбрать DAQ-устройство с такой абсолютной погрешностью, которая удовлетворит требованиям вашего приложения.

[w Сравнение различных DAQ-устройства, выпускаемых для вашего приложения](#)

Как выбрать интерфейсную шину для вашей измерительной системы

Общие соображения

Когда вам надо делать выбор среди сотен различных устройств сбора данных (DAQ-устройств) с самыми разными интерфейсными шинами, то могут возникнуть затруднения при выборе подходящей шины для вашего приложения. У каждой шины свои преимущества и каждая шина оптимизирована по пропускной способности, задержке, размеру или расстоянию от управляющего компьютера. В настоящем руководстве анализируются самые популярные компьютерные интерфейсные шины и подчеркиваются технические факторы, о которых следует помнить при выборе подходящей интерфейсной шины для вашего измерительного приложения.

- w [Какие объемы данных я буду передавать по шине?](#)
- w [Каковы требования к поточечному вводу-выводу?](#)
- w [Требуется ли синхронизация нескольких устройств?](#)
- w [Насколько компактной должна быть система?](#)
- w [Насколько далеко от компьютера будут выполняться измерения?](#)

Другие темы

- w [Руководство по выбору наиболее распространенных интерфейсных шин](#)
- w [Обзор интерфейсных шин DAQ устройств](#)

Какие объемы данных я буду передавать по шине?

Для всех компьютерных интерфейсов есть предельный объем данных, который можно передать в течение определенного интервала времени. Как известно, этот объем называют пропускной способностью интерфейсной шины и часто выражают в мегабайтах в секунду (Мбайт/с). Если для вашего приложения важны измерения динамических сигналов, то, конечно же, вам следует рассматривать шину с достаточной пропускной способностью.

В зависимости от выбранного вами интерфейса, полная пропускная способность может быть разделена между несколькими устройствами или целиком выделена определенным устройствам. Например, шина PCI имеет теоретическую пропускную способность 132 Мбайт/с, которая разделяется между всеми PCI платами в компьютере. Шина Gigabit Ethernet предоставляет пропускную способность 125 Мбайт/с, разделяемую устройствами подсети или всей сети. Шины типа PCI Express и PXI Express, которые предоставляют пропускную способность целиком каждому устройству, обеспечивают максимальную скорость передачи данных для этого устройства.

Измерение сигнала должно выполняться с определенной частотой дискретизации и разрешением, которые должны быть реализованы с учетом того, насколько быстро изменяется сигнал. Чтобы вычислить минимальную требуемую пропускную способность, вы можете умножить количество байт, приходящееся на один отсчет (округленное до целого в большую сторону), на частоту дискретизации, а затем на количество каналов.

Например, минимальная пропускная способность для 4-канального 16-битового устройства (2 байта) при частоте дискретизации 4 миллиона отсчетов в секунду будет

$$\frac{2 \text{ байта}}{\text{отсчет}} \times \frac{4 \cdot 10^6 \text{ отсчетов}}{\text{с}} \times 4 \text{ канала} = 32 \text{ Мбайт/с}$$

Пропускная способность вашей интерфейсной шины должна быть способна поддерживать скорость, с которой поступают результаты измерений, и важно принять во внимание, что действительная пропускная способность системы будет ниже теоретических пределов. Фактическая пропускная способность зависит от количества устройств в системе и любого дополнительного трафика по шине. Если вам требуется передавать большие объемы данных по большому количеству каналов, то, возможно, наиважнейшим фактором при выборе интерфейсной шины DAQ-системы будет пропускная способность.

Каковы требования к поточечному вводу-выводу?

В приложениях, где требуется операции поточечного чтения и записи, данные, передаваемые по линиям ввода-вывода, должны немедленно и согласовано обновляться. С учетом архитектурных особенностей шины, как аппаратных, так и программных, требования к поточечному вводу-выводу могут быть определяющим фактором для выбора интерфейса.

Задержка интерфейсной шины влияет на скорость обновления данных на линиях ввода-вывода. Она представляет собой интервал времени между моментом вызова программной функции драйвера и моментом, когда данные на линиях на самом деле обновились. В зависимости от выбранной вами шины эта задержка может составлять от долей микросекунды, до нескольких миллисекунд.

Например, в системе управления с пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) регулированием эта задержка может непосредственно повлиять на максимальное быстродействие контура управления.

Еще одной важной чертой приложений с поточечным вводом-выводом является детерминизм, который является мерой того, насколько согласовано во времени может выполняться ввод-вывод. Шины, у которых при взаимодействии с линиями ввода-вывода задержка всегда постоянна, более детерминированы, чем шины, у которых скорость реакции может изменяться. Детерминизм важен для систем автоматического управления, поскольку он непосредственно влияет на устойчивость контура управления, и многие алгоритмы регулирования разрабатываются при допущении, что контур управления всегда работает с постоянной частотой. Любые флуктуации от ожидаемой скорости снижают эффективность и устойчивость всей системы управления. Таким образом, при реализации систем управления с обратной связью следует избегать беспроводных интерфейсов, а также Ethernet или USB, которые из-за плохого детерминизма вносят большую задержку.

Программная часть реализации интерфейсной шины сильно влияет на задержку и детерминизм шины. Шины и программные драйверы, которые поддерживают операционные системы (ОС) реального времени, обеспечивают наилучший детерминизм, следовательно, дают вам самую высокую производительность. Вообще, внутренние шины типа PCI Express и PXI Express лучше подходят для приложений поточечного ввода-вывода с малой задержкой, чем внешние шины типа USB или беспроводные интерфейсы.

Требуется ли синхронизация нескольких устройств?

Во многих измерительных системах требуется сложная синхронизация сотен каналов ввода или множества приборов разных типов. Например, в системе типа «стимул-реакция» может потребоваться, чтобы каналы вывода работали от тех же тактовых сигналов и сигналов запуска, что и каналы ввода и тем самым обеспечивалась возможность коррелированного ввода-вывода и более качественного анализа результатов. У DAQ-устройств на основе различных интерфейсных шин эта возможность реализована по-разному. Самым простым способом синхронизации измерений несколькими приборами является совместное использование тактового сигнала и сигнала запуска. Многие DAQ устройства предоставляют программируемые цифровые линии для импорта и экспорта сигналов обоих типов. Некоторые устройства даже обеспечивают доступ к специализированным линиям запуска с BNC разъемами. Эти внешние линии запуска обычно бывают у USB and Ethernet устройств, т.к. в этом случае измерительная аппаратура находится вне корпуса компьютера. Однако некоторые интерфейсные шины имеют дополнительные встроенные линии тактирования и запуска, чтобы упростить синхронизацию нескольких устройств. У плат PCI и PCI Express есть RTSI-шина интеграции в системы реального времени, с помощью которой несколько плат настольной системы могут быть соединены кабелем непосредственно внутри корпуса. Благодаря этому отпадает необходимость в дополнительных проводных соединениях через внешний разъем и упрощается возможность подключения к линиям ввода-вывода.

Самой подходящей для синхронизации многих устройств является PXI платформа, в том числе PXI и PXI Express. Этот открытый стандарт был специально разработан для высокоскоростной синхронизации и запуска. Он предусматривает ряд различных режимов синхронизации модулей ввода-вывода внутри одного шасси, а также синхронизации нескольких шасси.

Насколько компактной должна быть система?

Чрезвычайно быстрое распространение портативных компьютеров, которое не подлежит сомнению, открыло новые пути развития инноваций в области компьютерных измерительных систем. Портативность является важным фактором для многих приложений, что может стать главной причиной выбора той или иной интерфейсной шины. Например, в мобильных измерительных системах главными преимуществами аппаратуры является компактность и простота транспортировки. Внешние шины типа USB и Ethernet особенно хорошо подходят для портативных DAQ-систем из-за возможности быстро установить аппаратуру и совместимости с портативными компьютерами. USB-устройства с питанием от шины обеспечивают дополнительное удобство, поскольку они не требуют наличия отдельного источника питания, т.к. питаются от USB порта. Кроме того, мобильность повышается при использовании беспроводных интерфейсов передачи данных, поскольку сама измерительная аппаратура в данном случае становится портативной, а компьютер может оставаться стационарным.

Насколько далеко от компьютера будут выполняться измерения?

Расстояние между местом, где выполняются необходимые измерения, и местом, где находится компьютер, может очень сильно различаться от приложения к приложению. Чтобы достичь максимальной целостности сигнала и наивысшей точности, вам следует размещать вашу измерительную аппаратуру как можно ближе к источнику сигнала. Это может оказаться проблематичным для больших распределенных систем, например, применяемых для контроля состояния конструкций или мониторинга окружающей среды. Протягивание длинных кабелей по мосту или в заводском помещении стоит недешево и может привести к зашумлению сигналов. Одним из решений этой проблемы является применение портативной вычислительной платформы, при этом вся система переносится ближе к источнику сигнала. Благодаря беспроводной технологии связи полностью исчезает физическое соединение между компьютером и измерительной аппаратурой, и в этом случае вы можете выполнять распределенные измерения и пересылать данные на центральный компьютер.

Руководство по выбору наиболее распространенных интерфейсных шин

Воспользовавшись пятью рассмотренными выше вопросами, приведем руководство по выбору для наиболее распространенных измерительных интерфейсов (таблица 1).

Интерфейсная шина	Пропускная способность при потоковой передаче сигналов*	Поточечный ввод-вывод	Совместная работа многих устройств	Мобильность	Распределенные измерения	Пример
PCI	132 Мбайт/с (общая)	Наилучший	Эффективно	Хорошая	Эффективно	М серия
PCI Express	250 Мбайт/с (на линию)	Наилучший	Эффективно	Хорошая	Эффективно	Х серия
PXI	132 Мбайт/с (общая)	Наилучший	Наиболее эффективно	Лучше	Эффективно	М серия
PXI Express	250 Мбайт/с (на линию)	Наилучший	Наиболее эффективно	Лучше	Эффективнее	Х серия
USB	60 Мбайт/с	Лучше	Эффективно	Наилучшая	Эффективнее	NI CompactDAQ
Ethernet	125 Мбайт/с (общая)	Хороший	Эффективно	Наилучшая	Наиболее эффективно	NI CompactDAQ
Wireless (беспроводной)	6.75 Мбайт/с (на канал 802.11g)	Хороший	Эффективно	Наилучшая	Наиболее эффективно	Wi-Fi DAQ

*Максимальные теоретические скорости передачи данных основаны на спецификациях: PCI, PCI Express 1.0, PXI, PXI Express 1.0, USB 2.0, Gigabit Ethernet, и Wi-Fi 802.11g

Таблица 1. В этой таблице приведено руководство по выбору интерфейсной шины на основе требований приложений и с примерами устройств производства NI

Обзор интерфейсных шин DAQ устройств

Несмотря на большой выбор различных интерфейсных шин и форм-факторов, настоящий раздел сконцентрирован на семи наиболее распространенных шинных интерфейсах:

- PCI
- PCI Express
- USB
- PXI
- PXI Express
- Ethernet
- Wireless (беспроводной)

На рисунке 1 представлена иерархия компьютерных шин DAQ-устройств производства National Instruments, начиная с внутренних шин, и заканчивая внешними шинами с горячей заменой модулей.

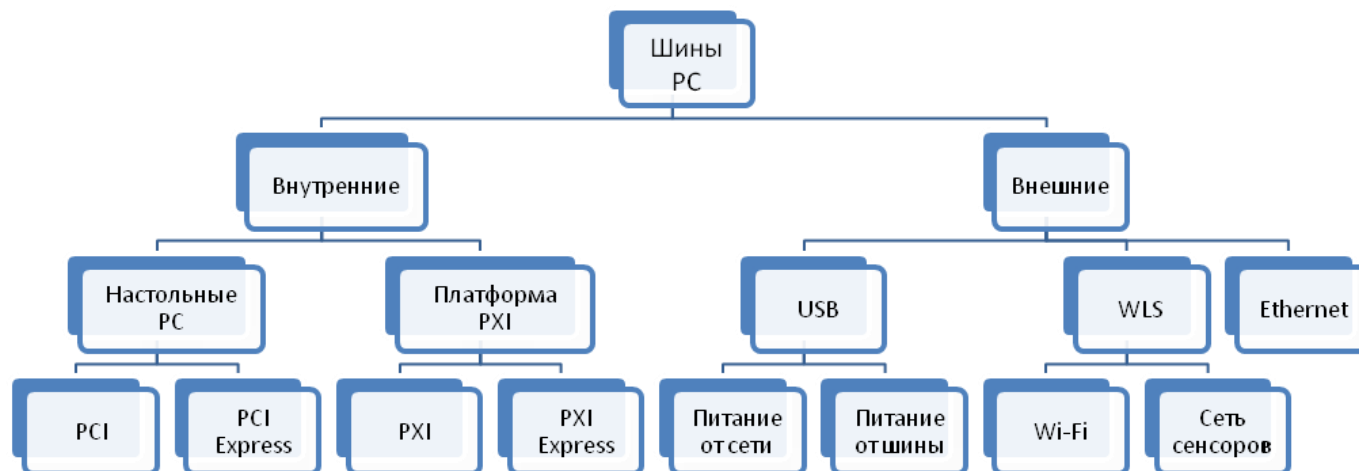


Рисунок 1. У вас есть большой выбор интерфейсных шин для удовлетворения требований к вашей измерительной системе



Рисунок 2. Многофункциональное PCI DAQ-устройство серии M

PCI

В настоящее время шина PCI (Peripheral Component Interconnect) – это один из наиболее часто используемых компьютерных интерфейсов. Благодаря разделяемой пропускной способности 132 Мбайт/с, PCI обеспечивает высокоскоростную потоковую передачу данных, а также детерминированную передачу данных для поточечных систем управления. Существует много различной измерительной аппаратуры, поддерживающей PCI, включая многофункциональные платы ввода-вывода с частотой дискретизации до 10^6 Отсчетов/с и разрешением до 18 бит.

[w Подробнее о PCI DAQ-устройствах](#)



Рисунок 3. Многофункциональное PCI Express DAQ-устройство серии X

PCI Express

Интерфейс PCI Express, результат эволюции PCI, представляет новый уровень инноваций в компьютерной индустрии. Единственным самым большим преимуществом архитектуры PCI Express является выделенная пропускная способность шины, предоставляемая на линиях независимой передачи данных. В отличие от PCI, где пропускная способность 132 Мбайт/с делится между всеми устройствами, PCI Express использует независимые линии, по каждой из которых данные могут передаваться со скоростями до 250 Мбайт/с.

Кроме того, шина PCI Express масштабируема с 1 до 16 линий данных для достижения максимальной скорости 4 Гбайт/с, которой достаточно для заполнения жесткого диска объемом 200 Гбайт менее, чем за минуту. Для измерительных приложений это означает более стабильные частоты дискретизации и скорости передачи данных, и тогда нескольким устройствам не нужно будет «бороться» за доступ к шине.

[w Подробнее о PCI Express DAQ-устройствах](#)



Рисунок 4. Серия YUSB X добавляет функции измерений к любому компьютеру с USB портом

USB

Универсальная последовательная шина USB (Universal Serial Bus) первоначально проектировалась для подключения к компьютеру таких периферийных устройств, как клавиатура и мышь. Однако он доказал свою полезность для многих других приложений, включая измерения и автоматизацию. USB обеспечивает недорогое и простое в использовании соединение между DAQ-устройствами и компьютерами. USB 2.0 имеет максимальную теоретическую пропускную способность 60 Мбайт/с, которая разделяется всеми устройствами, подключенными к одному USB контроллеру. По своей природе USB устройства вносят задержку, и им не присущ детерминизм. Это означает, что поточечная передача данных однократных измерений не может выполняться точно в заданное время, и поэтому USB не рекомендуется применять для замкнутых систем автоматического управления, например, систем ПИД регулирования.

С другой стороны, USB шина обладает некоторыми характеристиками, за счет которых она проще в применении, чем некоторые традиционные внутренние компьютерные шины.

Можно подключать и отключать USB устройства не выключая компьютер. В USB также предусмотрено автоматическое обнаружение устройств, благодаря этому пользователям не требуется вручную конфигурировать эти устройства после их подключения. Если программные драйверы уже установлены, то ОС должна самостоятельно обнаруживать и устанавливать устройство.

[w См. USB-устройства сбора данных производства NI](#)

Платформа PXI

Платформа PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) была разработана для заполнения пробела между настольными компьютерными системами и профессиональными системами VXI и GPIB. Организация PXI Systems Alliance, которая насчитывает более 200 членов, поддерживает этот открытый стандарт, и в 2006 г. одобрила спецификацию PXI Express для переноса технологии передачи данных PCI Express на PXI платформу.

Основанный на стандарте CompactPCI, интерфейс PXI расширен измерительными средствами и более жесткими требованиями к системным характеристиками, чтобы обеспечить открытую, но высокопроизводительную спецификацию для измерений и автоматизации. Преимущества PXI измерительных систем заключаются в прочном корпусе, который способен вынести суровые условия эксплуатации, которые часто имеют место в промышленных приложениях. PXI системы также реализуются по модульной архитектуре, что позволяет размещать несколько устройств в одном объеме, так же, как выглядит один автономный измерительный прибор. Кроме того, у вас есть возможность расширить систему намного больше, чем позволяет настольный компьютер с PCI шиной. Одним из важнейших преимуществ PXI являются интегрированные средства тактирования и запуска. С помощью внутренних шин, расположенных на объединительной плате PXI шасси, несколько устройств могут быть синхронизированы без всяких внешних соединений.



Рисунок 5. PXI платформа состоит из шасси, контроллеров и модулей ввода-вывода

[w Сравнение NI PXI устройств сбора данных](#)

Ethernet

Ethernet – основа почти каждой корпоративной сети в мире и поэтому является широко доступной шиной. Ethernet идеально подходит в качестве шины DAQ устройств для мобильных и распределенных измерений на расстояниях превышающих 1кbyte 5-метрового USB кабеля. Длина одного Ethernet кабеля может достигать 100 м, при этом не требуется концентратор, коммутатор или репитер. Такое расстояние в сочетании с большими размерами лабораторий, офисов и производственных помещений, в которых прокладываются сети, делает Ethernet идеальным вариантом для распределенных измерений в удаленных точках. Несмотря на то, что доступная пропускная способность сети зависит от количества подключенных к ней устройств, модуль 100BASE-T (100 Мбит/с) Ethernet способен поддерживать несколько Ethernet DAQ-устройств, работающих на полной скорости. Кроме того, модуль Gigabit Ethernet (1000BASE-T) может собирать данные со многих сетей, работающих под управлением 100BASE-T или более высокоскоростных устройств, предназначенных для больших систем.

[w См. Ethernet устройства сбора данных производства NI](#)

Wireless (Беспроводная технология)

Беспроводная технология передачи данных придает больше гибкости и мобильности компьютерным измерительным приложениям, где пользоваться кабелями неудобно и непрактично, например, ветровым электростанциям или инженерным сооружениям.

За счет устранения кабелей и экономии времени инсталляции существенно снижается стоимость приложения с беспроводным интерфейсом. Однако беспроводный канал передачи данных обладает самой большой задержкой среди всех остальных шин DAQ устройств, поэтому не рекомендуется применять его в приложениях, требующих высокоскоростного управления или детерминизма.

Доступно множество различных технологий беспроводной связи, среди которых наиболее популярной является IEEE 802.11 (Wi-Fi). Wi-Fi является одной из самых простых для настройки технологий. Подключение к точке доступа Wi-Fi знакомо большинству точно так же, как подключение USB кабеля. После 10 лет использования в сфере информационных технологий технология Wi-Fi стала защищенной. В настоящее время наиболее доступным на рынке стандартом безопасности беспроводной связи является IEEE 802.11i (WPA2) с шифрованием 128-bit AES и аутентификацией IEEE 802.1x.

Для потоковой передачи динамических сигналов Wi-Fi обеспечивает большую пропускную способность, чем другие беспроводные технологии, поэтому эта технология идеально подходит для контроля состояния производственного оборудования и других высокоскоростных приложений.

[w Подробнее о беспроводных измерительных устройствах NI](#)

[w Сравнение различных DAQ-устройств для вашего приложения](#)



Рисунок 6. Благодаря поддержке длины сегмента 100 м и возможности использования существующей сетевой инфраструктуры, сбор данных с помощью Ethernet может расширить радиус действия вашей измерительной системы



Рисунок 7. Для сбора данных через Wi-Fi применяются сети стандарта 802.11, чтобы отпала нужда в соединительных проводах между измерительной аппаратурой и управляющим компьютером

Как выбрать компьютер для вашей измерительной системы

Общие соображения

После того как вы выбрали устройство сбора данных, вы можете легко и без сомнений перейти к выбору компьютера, подходящего для вашего приложения. Компьютер может оказаться наиболее критической частью вашей измерительной системы. Компьютер придает системе большую гибкость по сравнению с традиционными системами в корпусном исполнении, за счет устройства сбора данных, выполнения программ управления устройством, обработки и сохранения результатов измерений. В настоящем техническом руководстве анализируется информация, которая необходима, чтобы выбрать для вашего приложения подходящий компьютер.

- w [Какая мне требуется вычислительная мощность?](#)
- w [Должен ли мой компьютер быть портативным?](#)
- w [Сколько должен стоить компьютер?](#)
- w [Насколько устойчивым к условиям эксплуатации должен быть компьютер?](#)
- w [Должен ли мой компьютер быть модульным?](#)
- w [Нужна ли операционная система реального времени?](#)

Дополнительная информация по компьютерам

- w [Руководство по выбору компьютера](#)
- w [Обзор по типам компьютеров](#)

Какая мне требуется вычислительная мощность?

Почти в каждом компьютере есть три основных компонента, которые влияют на возможности управления данными: процессор, оперативная память (RAM) и жесткий диск. Процессор можно представить как мозг компьютера, который интерпретирует и исполняет команды. В большинстве новых компьютеров процессоры 2-х или 4-ядерные. Это означает, что для считывания и исполнения программных команд процессор использует два или более настоящих самостоятельных процессоров, называемых «ядрами». Вычислительная мощность компьютера также определяется оперативной памятью, объемом жесткого диска и тактовой частотой процессора. Чем больше объем оперативной памяти, тем выше производительность и тем больше приложений можно запускать одновременно. Большой объем жесткого диска дает возможность хранить большие объемы данных. Наконец, более быстрые процессоры позволяют ускорить работу вашего приложения. В общем случае, чем быстрее процессор, тем лучше, однако тактовые частоты процессоров от разных производителей (брендов) могут не совпадать. Если вам требуется обрабатывать или сохранять данные, собранные вашим приложением, то вычислительная мощность является ключевым свойством, которое следует учитывать при выборе компьютера.

Должен ли мой компьютер быть портативным?

Мобильность или портативность – это ключевое свойство, которое следует учитывать при выборе компьютера, если вы часто перемещаетесь между приложениями, распределенными в пространстве. Например, портативный компьютер особенно необходим для выполнения измерений в полевых условиях, чтобы затем, вернувшись в лабораторию, анализировать данные. Мобильность также важна, если вам требуется контролировать приложения, расположенные в разных местах. Ключевыми критериями мобильности являются размер и цена. Скорее всего, вам не захочется таскать за собой повсюду тяжелый компьютер, который сложно держать.

Сколько должен стоить компьютер?

Поскольку финансовая смета есть практически у любого проекта, более чем вероятно, что компьютер съест львиную долю полной стоимости системы. Стоимость компьютера в первую очередь определяется техническими характеристиками и конструктивным исполнением. Выбор компьютера для вашего приложения сводится к компромиссу между ценой и качеством, поскольку компьютер с лучшими характеристиками стоит дороже. Например, компьютер с более быстродействующим процессором потребует больших затрат. Кроме того, на разницу в цене влияет и конструктивное исполнение. Если рассматривать портативный и настольный компьютеры с одинаковыми характеристиками, то портативный компьютер, скорее всего, будет стоить дороже за счет большей мобильности. Наконец, увеличение стоимости системы может быть связано с более жесткими промышленными требованиями к характеристикам или оптимизацией для задач измерений вследствие необходимости применения устойчивой к жестким условиям эксплуатации испытательной платформы.

Насколько устойчивым к условиям эксплуатации должен быть компьютер?

Устойчивость вашего компьютера к жестким условиям эксплуатации может оказаться определяющим критерием, если ваше приложение работает в экстремальной среде. Характеристики компьютера, которые показывают его устойчивость к среде, в которой она работает, называют условиями эксплуатации. Стандартные серийные компьютеры не предназначены для работы в промышленных условиях эксплуатации. К условиям эксплуатации компьютеров относятся, например, рабочая температура и температура хранения, относительная влажность, а также предельно допустимые высоты над уровнем моря, на которых можно эксплуатировать и хранить компьютеры. Типовые характеристики условий эксплуатации компьютеров: от 50 °F до 95 °F (температура в процессе эксплуатации), от -13 °F до 113 °F (температура при хранении), 10,000 футов (высота во время эксплуатации), и 15,000 футов (высота при хранении). Поэтому любые компьютеры с характеристиками, лучше приведенных, могут считаться надежными. Вы должны обратить внимание на эту особенность, только если это важно для вашего приложения.

Должен ли мой компьютер быть модульным?

Требование к модульности компьютера может быть критичным, если вы рассматриваете перспективные приложения или работаете с несколькими приложениями. Модульность показывает, в какой мере система разделима на компоненты и насколько она реконфигурируема. Модульную систему важно иметь в том случае, когда вы хотите легко изменять состав модулей в системе или вносить изменения в ваше приложение. Гибкость, которую можно достичь при использовании модульного компьютера, не имеет себе равных. Она дает вам возможность удовлетворять отдельные требования, расширять функциональность на перспективу, а также обновлять отдельные компоненты без необходимости приобретать совершенно новую систему. В случае модульной системы, вы можете установить новый жесткий диск, если требуется больший объем памяти, или применить устройство сбора данных с более быстросействующим АЦП, если вам нужна более высокая частота дискретизации. Не забывайте, что портативные и планшетные компьютеры обеспечивают мобильность, но в тоже время, они более интегрированы, из-за чего их сложнее модернизировать. Модульность может оказаться важным свойством, если вам требуется адаптировать ваше сегодняшнее приложение для будущих целей.

Нужна ли операционная система реального времени?

Операционная система (ОС) является важным фактором при выборе компьютера для измерительных задач. Несмотря на общепризнанный факт, что наибольшее распространение получила ОС общего назначения Windows, в приложениях для измерений и управления порой требуется более специализированная ОС. ОС реального времени дает вам возможность выполнять задачи детерминировано, это означает, что приложения могут работать в соответствии с точными требованиями к тактированию. ОС реального времени является детерминированной, поскольку не она, а пользователь определяет порядок выполнения процессов и их тактирование. Это дает вам возможность лучше управлять своим приложением, а также исполнять его на более высоких скоростях, чем позволяет недетерминированная ОС. Если вам требуется компьютер с детерминированной ОС, то вы можете поискать компьютеры, которые соответствуют этим требованиям.

[w Подробнее об ОС реального времени](#)

Руководство по выбору компьютера

В таблице 1 приведено руководство по выбору из наиболее распространенных типов компьютеров (PC), составленное на основе рассмотренных выше 6 вопросов.

	РХI система	Настольный PC	Индустриальный PC	Портативный PC	Планшетный PC
Вычислительная мощность	Наилучшая	Наилучшая	Лучше	Лучше	Хорошая
Совместимость ОС	Наилучшая	Наилучшая	Хорошая	Лучше	Хорошая
Модульность	Наилучшая	Лучше	Лучше	Хорошая	Хорошая
Устойчивость к среде	Лучше	Лучше	Наилучшая	Хорошая	Хорошая
Портативность	Лучше	Хорошая	Хорошая	Наилучшая	Наилучшая
Стоимость	Хорошая	Лучше	Хорошая	Лучше	Наилучшая

Таблица 1. В настоящей таблице приведено руководство по выбору компьютера на основе шести самых важных характеристик.

Обзор по типам компьютеров

Обычно при сборе данных применяются пять различных типов компьютеров. Поскольку компьютер обменивается данными с измерительным оборудованием, выбор компьютера зависит от требований к обработке данных, окружающей среды и требуемого в вашей системе количества каналов. В настоящем разделе внимание сосредоточено на следующих пяти типах компьютеров:

- РХI система
- Настольный (стационарный) компьютер
- Инструментальный (промышленный) компьютер
- Портативный компьютер (ноутбук)
- Планшетный компьютер



Рисунок 1. PXI система состоит из контроллера, шасси и до 17 модульных измерительных приборов

PXI система

PXI – это модульная, прочная платформа на основе PC для систем измерения и управления. PXI система состоит из контроллера, шасси и измерительных модулей. Контроллер PXI системы запускает ОС и служит в качестве «компьютера» системы. В составе контроллера есть процессор, оперативная память, жесткий диск и т.д. Контроллер находится в шасси, в котором имеется от 4 до 18 слотов, которые вы можете использовать для объединения компьютера и измерительного оборудования в едином компактном корпусе. Если ваше приложение объединяет множество измерительных приборов и требует жесткой синхронизации между ними или если ваше приложение потребует адаптировать для решения задач в будущем, лучшим решением для вас будет PXI. PXI является мощной и гибкой измерительной платформой. Однако модульность PXI системы изначально может стать причиной более высокой стоимости, чем настольный или портативный компьютер в комплекте с USB приборами. Но в будущем по мере необходимости изменений вашего оборудования PXI система поможет вам сэкономить время и деньги.

w Подробнее о PXI системах

Настольный компьютер

Настольный компьютер предназначен для регулярного использования в одном месте. Обычно такие компьютеры применяются в офисах, лабораториях и любых других помещениях, где среда является не слишком жесткой. Такие компьютеры состоят из немногих узлов: монитор, клавиатура, мышь и сам компьютер. Поскольку к компьютеру могут быть подключены и другие устройства, его нежелательно многократно перемещать с места на место. Однако из-за того, что у настольных компьютеров больше габариты, они могут рассеивать больше тепла, что позволяет размещать в них более мощные процессоры. Таким образом, самой важной характеристикой настольного компьютера является вычислительная мощность. Если вам необходимо обрабатывать или регистрировать данные на больших скоростях, но при этом не требуется мобильность, настольный компьютер может оказаться точно соответствующим вашему приложению.



Рисунок 2. Настольные компьютеры часто построены по новейшим технологиям и продаются по разумной цене

Промышленный компьютер

Как следует из названия, промышленные компьютеры являются специальными устройствами, оптимизированными для использования в промышленных или жестких условиях эксплуатации. Промышленные компьютеры механически прочнее и рассчитаны на экстремальные вибрации, удары, температуру и влажность. Однако из-за высокой надежности конструкции такие компьютеры дороже остальных типов компьютеров. Прочность и надежность важны для многих приложений. Таким образом, если вы вам требуется эксплуатировать приложения в жестких условиях, промышленный компьютер является отличным выбором.



Рисунок 3. Промышленные компьютеры имеют все узлы стандартного компьютера и прочную механическую конструкцию.

Портативный компьютер (ноутбук)

Портативный компьютер или ноутбук – это компьютер, предназначенный для мобильного использования. Из-за небольших размеров ноутбуки обычно применяют в мобильных измерительных системах. Все узлы ноутбука компактно размещены в одном корпусе, поэтому его можно легко переносить с места на место. Ноутбук дает вам свободу легко управлять разными приложениями, находящимися в различных местах. Но поскольку у него все узлы собраны в одном корпусе, вам нужно быть уверенными, что среда, в которую вы поместите ноутбук, не выведет его из строя. Например, большинство ноутбуков не приспособлено к работе в пыльной среде и при повышенной влажности. Если вы ищете портативный компьютер общего назначения с функциями обработки и хранения данных, ноутбук сможет удовлетворить ваши требования.



Рисунок 4. Вы можете использовать легкие портативные компьютеры (ноутбуки) для измерений в полевых условиях



Рисунок 5. За счет снижения вычислительной мощности планшетные компьютеры предлагаются по более низкой цене и с меньшими габаритами

Планшетный компьютер

Планшетные компьютеры становятся все более популярной вычислительной платформой, оптимизированной для работы в мобильных и сенсорных приложениях. В настоящее время на рынке имеется множество аппаратных и программных конфигураций планшетных компьютеров, которые следует проанализировать при выборе планшетного компьютера для измерительного приложения. Для задач измерения в первую очередь убедитесь, что аппаратные и программные средства сбора данных будут совместимы с аппаратурой и ОС вашего планшетного компьютера. Планшетные компьютеры с ОС Android или iOS могут быть полезны для некоторых производственных задач, но если ваше измерительное оборудование не поддерживает эти ОС, то более приемлемым вариантом будет планшетный компьютер под Windows. Вообще планшетные компьютеры очень удобны и мобильны, но чтобы убедиться в их соответствии вашей задаче, нужно дважды проверить их производительность и совместимость с устройствами сбора данных, перед тем, как принять решение в пользу этой вычислительной платформы.

Как выбирать программный драйвер

Общие соображения

Когда выбирают DAQ-устройство, о его драйвере, как правило, не задумываются. Драйвер управляет коммуникациями между аппаратными средствами и прикладным программным обеспечением. Характеристики технических средств очень важны, но плохой программный драйвер может сильно повлиять на время разработки и производительность всей вашей системы. В настоящем руководстве рассматриваются вопросы, которые следует иметь в виду при оценивании драйвера устройств сбора данных:

- w Совместим ли драйвер с моей ОС?
- w Насколько хорошо драйвер интегрируется в мою прикладное программное обеспечение?
- w Какая документация поставляется вместе с драйвером?
- w Имеются ли в составе драйвера какие-нибудь установочные или диагностические утилиты?
- w Масштабируется драйвер на другие устройства?

Совместим ли драйвер с моей ОС?

У вас есть большой выбор среди таких операционных систем, как Windows, Mac OS, Linux, которые предоставляют различные преимущества для разных задач, процессов и развертывания. Каждая из этих ОС может иметь разные версии, сборки или варианты исполнения для конкретных процессоров. Например, существует ряд релизов Windows от Windows Vista до Windows 10, у которых есть различные версии для 32-разрядных и 64-разрядных процессоров. Благодаря тому, что Linux – это ОС с открытым исходным кодом, у вас есть выбор из сотен вариантов. Каждый тип, релиз или версия ОС функционирует по-разному, и они могут быть взаимно совместимыми или несовместимыми.

Таким образом, драйверы DAQ-устройств в общем случае не поддерживают каждый конкретный тип и версию операционной системы. Большинство DAQ-драйверов работают с релизами ОС Windows, поскольку она наиболее распространена. Однако, если вы хотите использовать другую ОС, то прежде чем выбирать DAQ-устройство, вам всегда следует убедиться в том, что его драйвер поддерживает эту ОС. Как правило, вы можете найти информацию о поддержке ОС и ее версий в поставляемых с драйвером файлах “readme”.

Насколько хорошо драйвер интегрируется в мое прикладное программное обеспечение?

Различают множество уровней интеграции драйвера в прикладное программное обеспечение (ПО). Ядром любого драйвера является библиотека (часто DLL), которая управляет коммуникациями прикладного ПО с измерительной аппаратурой. Эта библиотека обычно поставляется вместе с документацией и упаковщиками для различных языков программирования. Эти упаковщики являются компактными утилитами, которые транслируют библиотечные функции в совместимый программный интерфейс для конкретного языка программирования. В некоторых случаях упаковщик может не поддерживать предпочтительный для вас язык программирования, или такой язык может вообще отсутствовать. В этом случае вам придется вручную самим писать свой собственный упаковщик для взаимодействия с вашим прикладным ПО.

Лучше всего, когда поставляемый драйвер естественно интегрируется с вашим прикладным ПО. В данном случае драйвер переписан на базовом языке, за счет чего обеспечивается лучшая производительность и цельность ПО, поскольку функции и документация непосредственно встроены в прикладное ПО.

Какая документация подставляется вместе с драйвером?

Для драйверов характерны многие формы документации, в том числе руководства пользователей, справочники по функциям, заметки к версиям, известные проблемы и примеры программного кода. Необходимость «путешествия» по путанной и неполной документации может привести к огромным потерям времени. Если программный интерфейс драйвера плохо задокументирован, то вы можете попусту потратить лишнее время на запуск контрольных и диагностических тестов функциональности. Несмотря на то, что метод проб и ошибок может оказаться удачным способом изучения функций и синтаксиса, у вас должна быть возможность при необходимости обратиться к руководству. Таким образом, крайне важно иметь хорошо структурированную полную документацию.

Самая лучшая документация на драйвер – полная, проста в навигации и восприятии. В идеале вместе с ней поставляются примеры программного кода на предпочтительных для вас языках программирования, а также детальное и полезное описание сообщений об ошибках. Предварительно изучив документацию на драйвер, вы можете избавить себя от лишних забот в будущем.

Имеются ли в составе драйвера какие-нибудь установочные или диагностические утилиты?

Восстановить приложение, заставить его работать быстрее и диагностировать проблемы наряду с документацией вам помогут установочные и диагностические утилиты. Прежде чем проектировать конечное приложение, с помощью тестовых панелей вы можете протестировать функциональность аппаратуры на самом нижнем уровне. Они дают вам возможность генерировать и измерять исходные сигналы, а также диагностировать измерительную аппаратуру независимо от остального ПО и без учета особенностей программирования, которые могли бы внести дополнительную путаницу. Чтобы гарантировать точность измерений, калибровочные утилиты помогают вам выполнить по шагам самокалибровку устройства. Мастера масштабирования датчиков помогут вам легко перевести значения напряжения в единицы измерения исходных измеряемых величин, избавляя вас от необходимости самостоятельно программировать математические формулы. Некоторые драйверы даже содержат полноценные мастера конфигурирования, которые охватывают все эти утилиты, проводят вас через настройку вашей измерительной задачи, а также помогают выполнить первое измерение в вашей прикладной программе. В целом, установочные и диагностические утилиты очень полезны при запуске вашего DAQ-устройства или диагностировании проблем. Не во всех DAQ-драйверах есть эти утилиты, поэтому вам следует отнестись внимательно к этому вопросу при выборе DAQ-устройства.

Масштабируется драйвер на другие устройства?

В настоящий момент вам, по-видимому, будет затруднительно определить, какие изменения и расширения вашей измерительной системы потребуются в будущем. Вам, может быть, придется модернизировать устройство, чтобы улучшить его характеристики или реализовать дополнительные измерительные функции. Одни DAQ-драйверы спроектированы для одного конкретного устройства, а другие предназначены для работы с широкой номенклатурой устройств.

Драйверы, предназначенные для одного конкретного устройства, обычно занимают меньший объем памяти, чем, драйверы, работающие с широким кругом устройств. Несмотря на то, что начальная загрузка таких драйверов может пройти успешно, добавление нового устройства или замена существующего может потребовать значительных усилий по программированию, чтобы интегрировать в ваше приложение соответствующий новый драйвер. Программные интерфейсы различных драйверов могут быть устроены по-разному, вследствие чего потребуется вносить большие изменения в ваш программный код.

С другой стороны, драйверы, которые поддерживают широкий диапазон устройств, проще масштабируются под дополнительную функциональность и новые устройства. Программный интерфейс совместим со всеми устройствами, и добавление нового устройства выполняется очень просто и не требует почти никаких изменений программного кода. Эти драйверы могут также поддерживать другие свойства, которые позволяют проще синхронизировать и объединять результаты измерения от нескольких устройств.

[w Подробнее о программных драйверах NI для сбора данных](#)

Как выбрать средства проектирования прикладного программного обеспечения для вашей измерительной системы

Общие соображения

В основе современных измерительных систем лежит прикладное программное обеспечение, и вам неизбежно придется выбирать инструментальные средства для его разработки, которые в настоящий момент удовлетворяют требованиям вашего приложения и легко масштабируются по мере развития системы. Самое последнее, чем вам хочется заниматься – переписывать весь программный код с помощью нового средства разработки из-за того, что ваш старый программный код стал слишком громоздким, чтобы его расширять. Поиск компромиссов при выборе наилучшего инструментальных средств для вашей измерительной системы зависит от требований, которые необходимо удовлетворить. В настоящем руководстве рассмотрены пять вопросов, на которые следует дать ответы при выборе средства разработки прикладного ПО:

- w Достаточно ли инструментальные средства для разработки ПО гибкие, чтобы удовлетворять будущим требованиям?
- w Как долго мне придется изучать средства разработки ПО?
- w Совместимо ли ПО с выбранным драйвером и другими средствами (анализа, визуализации, хранения данных)?
- w Есть ли сообщество разработчиков с ресурсами на случай, если у меня возникнут затруднения?
- w Есть ли у данного ПО подтвержденная история стабильной и успешной работы?

Достаточно ли инструментальные средства для разработки ПО гибкие, чтобы удовлетворять будущим требованиям?

К инструментальным средствам разработки ПО относятся как готовые к применению утилиты (не требующие программирования), так и полностью настраиваемые среды разработки приложений. Хотя несложно принять решение о прикладном ПО, исходя из текущих требований системы проектирования, важно учесть, как эта система проектирования сможет масштабироваться и решать проблемы по мере развития системы.

Зачастую готовые к применению программные утилиты имеют определенный набор функций и предназначены для создания специфических измерительных или тестовых программ, которые обычно используют ограниченное подмножество аппаратных функций. Этот тип утилит является хорошим выбором для вашей измерительной системы, если он удовлетворяет потребностям текущей разработки, и вы не планируете модифицировать или расширять функциональность вашей системы. Главный компромисс заключается в том, что готовая к работе утилита не всегда легко масштабируема для добавления новых функциональных возможностей в существующую измерительную систему.

Чтобы воспользоваться преимуществами инструментальных средств разработки ПО, которые удовлетворяют требованиям имеющейся у вас системы и возможностям масштабирования с течением времени, вам следует выбрать такую среду разработки приложений, в которой вы сможете создавать пользовательские приложения. Среда разработки приложений обладает большой гибкостью в том смысле, что вы можете интегрировать драйверы в общую программу и разрабатывать свой пользовательский интерфейс и программный код для выполнения нужных вам измерений и тестов. Единственным недостатком здесь является то, что вам предварительно нужно потратить время на изучение языка программирования и разрабатывать приложения самостоятельно. Однако, несмотря на кажущиеся большие затраты времени, современные среды разработки предоставляют множество средств, которые помогают быстро приступить к разработке ПО. К таким средствам относятся очные и дистанционные курсы обучения, примеры для начального этапа освоения, помощники для автоматической генерации программного кода, форумы для обмена программами и обсуждения проблем, а также индивидуальная помощь от специалистов по применению или групп поддержки.

Как долго мне придется изучать средства разработки ПО?

Время, необходимое для изучения новых средств разработки ПО, отличается для каждого человека и зависит от типа выбранного инструментального средства и/или языка, на котором вы программируете ваши измерительные приложения.

Проще и быстрее всего научиться работать с готовыми к применению программными средствами, поскольку они позволяют пользователю абстрагироваться от деталей программирования и обычно требуют от него всего лишь некоторых настроек. Когда вы делаете выбор среди готовых к применению инструментальных средств для вашей измерительной системы, вам следует убедиться в том, что они обладают необходимыми возможностями для решения ваших измерительных задач, а также проверить, доступны ли соответствующие ресурсы, которые помогут вам быстро освоить эти средства. Некоторые из этих ресурсов включают в себя руководства пользователя, встроенную справку, интернет-сообщества и форумы технической поддержки.

Зачастую среды разработки приложений требуют длительного изучения, причем большая часть времени уходит на изучение языка программирования, на котором в данной среде программируются приложения. Если вам удастся найти среду, где используется уже знакомый вам язык, вы однозначно сможете сэкономить время на то, чтобы стать продвинутым программистом в новой для вас среде. Многие среды программирования могут быть совместимыми даже на уровне компиляции с несколькими языками программирования внутри одной общей оболочки.

Когда вы рассматриваете среды разработки приложений, которые требуют от вас изучения нового языка программирования, вам следует остановиться на тех, что дают вам возможность больше сосредоточиться на решении инженерных задач, а не на низкоуровневых деталях языка программирования. Обычно труднее изучать текстовые языки типа ANSI C/C++ из-за необходимости соблюдать сложные правила грамматики и синтаксиса для успешной компиляции и исполнения программы.

Как правило, языки графического программирования, такие, как в LabVIEW, легче изучать, поскольку их реализация более понятна на интуитивном уровне и по наглядности близка к образу мысли инженера.

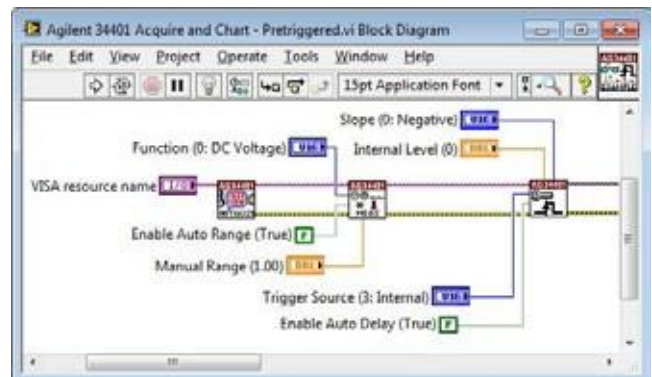
```
int32 CreateDAQTaskInProject(TaskHandle *taskOut1)
{
    int32 DAQmxError = DAQmxSuccess;
    TaskHandle taskOut;

    DAQmxErrChk(DAQmxCreateTask("DAQTaskInProject", &taskOut));
    DAQmxErrChk(DAQmxCreateAIVoltageChan(taskOut, "Dev1/ai2",
    "Voltage", DAQmx_Val_Diff, -10, 10, DAQmx_Val_Volts, ""));
    DAQmxErrChk(DAQmxCfgSampClkTiming(taskOut, "",
    1000, DAQmx_Val_Rising,
    DAQmx_Val_FiniteSamps, 100));

    *taskOut1 = taskOut;

Error:
    return DAQmxError;
}
```

Код ANSI C



Код LabVIEW

Также вам следует ознакомиться с ресурсами для начинающего пользователя, которые поставляются вместе со средствами разработки приложений. Эти ресурсы могут помочь вам целенаправленно освоить новый программный инструмент и приступить к работе за более короткий период времени. Далее перечислены некоторые полезные ресурсы для начинающего пользователя, имеющие отношение к любому программному инструменту:

- Evaluation – бесплатная версия ПО, которая дает вам возможность самостоятельно его протестировать и определить, соответствует ли данный программный инструмент потребностям вашего приложения.
- Online Curriculum – выложенные в интернете учебные пособия, видео и технические руководства, которые важны при получении базовых понятий об инструментальных средствах разработки приложений.
- Classroom Instruction – аудиторные занятия по средствам разработки прикладного ПО, которые являются безупречным способом как можно быстрее начать разрабатывать свою измерительную систему. Стоимость курса и уровень детализации, на котором ведется обучение, зависит от типа учебного плана. Как правило, вы можете найти разные варианты, начиная от бесплатных семинаров, вплоть до обычных аудиторных и дистанционных занятий с преподавателем.

- Shipping Examples – хорошие библиотеки примеров, поставляемые вместе с ПО, содержат достаточное количество примеров программ для всех наиболее распространенных типов измерительных приложений. При наличии этих примеров вам никогда не придется начинать с нуля. Вы сможете экономить время за счет простой модификации этих примеров в соответствии с требованиями, предъявляемыми к разрабатываемой вами системе.

Совместимо ли ПО с выбранным драйвером и другими средствами (анализа, визуализации, хранения данных)?

Очень часто разработчики считают наличие драйвера измерительного устройства достаточным условием для встраивания устройства в измерительную систему. Такие разработчики не всегда обдумывают, каким образом этот драйвер сочетается с прикладным ПО, которое они используют для разработки измерительной системы. Для успешного объединения всех элементов в систему очень важно, чтобы выбранный вами драйвер и программный инструмент разработчика были совместимы друг с другом.

Чтобы решить задачи постобработки, анализа и хранения данных, измерительные системы часто требуется объединять с системным ПО и ПО управления данными. Вам надо быть уверенными в том, что выбранное прикладное ПО даст вам самый простой способ управления данными после того, как они будут получены.

Как правило, измерительной системе присущи возможности анализа, и большая часть средств разработки прикладного ПО для задач измерений, предоставляют функции анализа данных в виде подпрограмм или API обработки сигналов. Вам следует убедиться в том, что функции анализа, необходимые для вашей системы, поставляются вместе с ПО разработчика, иначе вы столкнетесь с дополнительными трудностями изучения двух сред проектирования – одной среды для измерительных задач, а другой – для анализа данных. Кроме того, большим местом станет перетасовки данных между этими средами.

В измерительной системе задачи визуализации и хранения данных зачастую неотрывны друг от друга. В выбранном вами прикладном ПО должен быть простой способ визуализации данных измерений: или через предопределенный интерфейс пользователя (UI), или с помощью настраиваемых пользователем элементов управления и индикаторов. Кроме того, в упомянутом ПО должен быть предусмотрен простой способ объединения с системным ПО и ПО управления данными, чтобы обеспечить возможность хранения больших объемов измерительных данных. Инженерам часто требуется хранить данные, чтобы поработать с ними когда-нибудь позже, и ваше прикладное ПО должно иметь разнообразные средства для управления большими объемами памяти и совместным доступом к ним. Это обеспечивает дополнительную гибкость постобработки данных и генерации стандартизированных профессиональных отчетов, необходимых при коллективной работе.

Есть ли сообщество разработчиков и ресурсы на случай, если у меня возникнут затруднения?

Экосистема, которая окружает ПО разработчика, также важна, как и собственно программные средства. Здоровая экосистема предоставляет изобилие ресурсов, которые облегчают изучение новых программных инструментов, и используя обратную связь, ведут вас по мере разработки ваших собственных приложений. Вам следует потратить время на то, чтобы побродить по форумам или сообществам, определить степень их активности и качество выкладываемой информации (программных кодов, обсуждений, советов и шуток). Вам подходит сообщество, где очень заметна активность, и где имеется открытая информация, имеющая близкое отношение к решаемым вами задачам.

Кроме того, экосистема пользователей ПО разработки приложений часто способствует будущему развитию. Вам следует убедиться в том, соответствует ли организация-производитель ПО разработки приложений нуждам сообщества и могут ли пользователи внести свой вклад в появление новых возможностей ПО в будущем.

Есть ли у данного ПО подтвержденная история стабильной и успешной работы?

Последний вопрос, на который следует ответить при выборе ПО разработки приложения для вашей измерительной системы, возникает не в виде формальной документации или технических спецификаций, он больше имеет отношение к сложившемуся мнению. Пройдитесь по учебным примерам, с которым отдельные люди успешно справились с помощью рассматриваемого ПО, или пообщайтесь с теми, кто применил это ПО в своих проектах. Непредвзятый взгляд из-за пределов компании, где было разработано ПО, поможет вам увидеть истинную картину истории стабильности и успеха. Выбор ПО с проверенной стабильностью и долговечностью поможет убедиться в возможности повторного использования и масштабируемости вашей системы, чтобы выбранная среда проектирования не устарела за короткое время использования.

[w Почитайте о LabVIEW, чтобы оценить, насколько эта среда подходит для разработки ПО вашего измерительного приложения](#)

Как выбрать необходимые средства обработки данных для вашей измерительной системы

Общие сведения

Первичные результаты измерений не всегда наилучшим образом подходят для извлечения полезной информации. Преобразования данных, такие, как устранение помех из сигнала, компенсация воздействий окружающей среды – температуры и влажности, калибровка для устранения инструментальной погрешности, требуются, чтобы с их помощью необработанные данные превращать в полезные. Получение полезных данных является основным результатом работы инженерных приложений, поэтому комплексная обработка сигналов, применяемая в измерительной технике, является основным назначением любых средств анализа данных. В настоящем техническом руководстве рассматриваются пять вопросов, возникающих при выборе средств анализа данных для вашей измерительной системы:

- w Нужно ли мне будет обрабатывать данные в реальном времени, не в реальном времени, или и то, и другое?
- w Смогут ли средства обработки управлять моими данными (объемом, скоростью)?
- w Предоставят ли средства анализа необходимые мне функции?
- w Смогу ли я расширить функции обработки моего приложения с помощью дополнительных средств?
- w Смогу ли я свои встроить в приложение собственные или ранее разработанные программы обработки?

Нужно ли мне будет обрабатывать данные в реальном времени, не в реальном времени, или и то, и другое?

В большинстве приложений требуется в той или иной форме обработка сигналов, но вам необходимо принять ключевое решение о том, как будет происходить обработка данных: в реальном времени, не в реальном времени, или и то, и другое.

Анализ данных в реальном времени

Анализ данных в реальном времени требует, чтобы он выполнялся в том же приложении, в котором выполняются измерения. Если ваше приложение включает в себя наблюдение сигнала и изменение параметров тестирования на основе характеристик измеряемых данных, то вам требуется выполнять анализ в реальном времени. Измеряя и анализируя некоторые характеристики сигналов, вы можете адаптировать приложение к определенным условиям и задавать соответствующие параметры его исполнения, например, сохранение данных на диск в случае аварийной ситуации или увеличение частоты дискретизации, если поступающие отсчеты измеряемых величин превышают порог. Для анализа данных в реальном времени ваше ПО разработки приложения должно иметь встроенные функции анализа сигналов или возможность легко интегрировать IP сторонних разработчиков.

Ограничением обработки сигналов в реальном времени является время, необходимое для выполнения соответствующих вычислений. Если в вашем приложении есть строгие временные ограничения, то вам следует убедиться в том, что ваш алгоритм обработки сигналов не требует слишком много времени, поскольку вы можете потерять некоторые данные в процессе его выполнения. Когда вы разрабатываете приложение, вы можете оценить, сколько времени оно тратит на измерения и анализ данных, и убедиться, что вы не теряете отсчетов данных. Еще одним полезным приемом является распараллеливание вашего программного кода таким образом, чтобы одна часть программы собирала измеренные данные, а другая выполняла обработку сигналов. Это достигается за счет использования нескольких ядер, доступных в большинстве компьютеров, однако оценка этого типа приложения (например, «производитель/потребитель») также подтверждает соответствие требованиям к тактированию и сбору данных.

Поточечная обработка является разновидностью обработки в реальном времени, когда результаты обрабатываются после взятия каждого отдельного отсчета, а не группы отсчетов. Такой анализ имеет важное значение для процессов управления, при реализации которых выполняются высокоскоростные детерминированные поточечные измерения. Поточечная обработка упрощает процессы проектирования, реализации и тестирования, поскольку ход исполнения приложения полностью соответствует естественному ходу процессов в реальном мире, за которыми приложение наблюдает и которыми управляет.

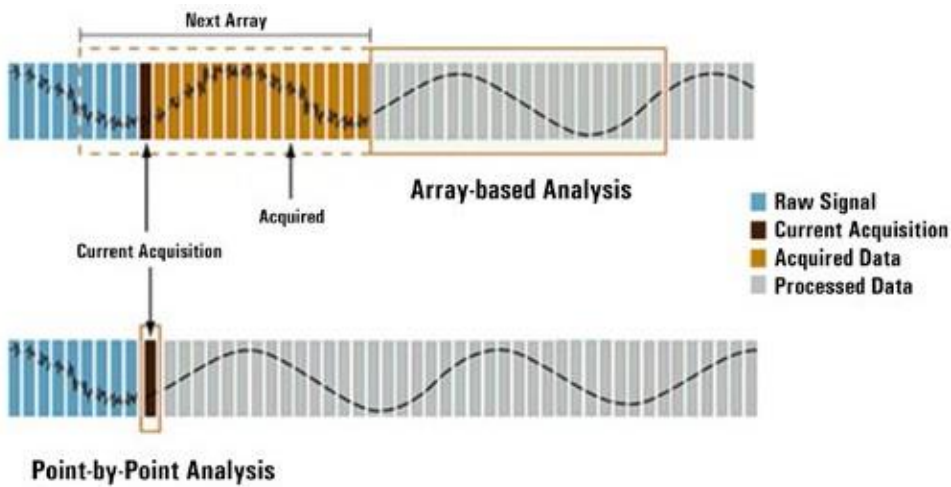


Рисунок 1. Сравнение анализа массива отсчетов и анализа по точкам

Current Acquisition – текущее измерение, Acquired Data – измеренные значения, Next Array – следующий массив, Array-based Analysis – обработка массива, Point-by-Point Analysis – поточечная обработка, Raw Signal – необработанный сигнал, Processed Data – обработанные данные

Если поточечный анализ отлажен, процессы измерения и обработки можно приблизить к точке управления, благодаря чему задержка между измерением и принятием решения будет минимизирована. Далее вы можете уменьшить эту задержку путем переноса обработки в программируемую пользователем вентильную матрицу (FPGA), микросхемы цифровых сигнальных процессоров (DSP), встраиваемые контроллеры, специализированные процессоры (CPU) и заказные интегральные схемы (ASIC)

Когда вы добавляете в приложения мощные алгоритмы и программы, то вы отказываетесь от каких-либо неопределенностей и создаете интеллектуальные процессы, которые могут обрабатывать результаты в реальном времени, повышая производительность анализа и итеративно увязывая входные переменные с экспериментом или с динамикой процесса.

Анализ данных не в реальном времени

При реализации компьютерных программ применение методологии анализа данных в реальном времени не всегда оправдано. Вы можете выбрать анализ не в реальном времени, когда вам не требуется принимать решения сразу по мере поступления результатов измерений. Это влечет за собой сохранение полученных данных на диск, чтобы в дальнейшем с ними можно было работать без ограничений во времени. Обычно приложении обработки уже сохраненных данных предназначено для установления причинно-следственных связей между переменными путем сопоставления нескольких множеств данных. Поскольку упомянутый тип обработки выполняется после сохранения данных измерений, у вас нет ограничений по времени и объему памяти. Такая обработка требует только достаточной вычислительной мощности компьютера, что дает некоторые преимущества. Во-первых, обработка уже сохраненных данных дает большую степень интерактивности, которая означает возможность по-настоящему исследовать и необработанные данные, и результаты обработки. К традиционным задачам обработки данных, выполняемой после получения результатов измерений, относятся построение гистограмм, выявление трендов, а также аппроксимация кривых. Более того, с учетом количества времени, затрачиваемого интенсивными алгоритмами на обработку больших объемов данных, анализ больше не является узким местом измерений в реальном времени.

Бывают приложения, где требуется сочетание обоих видов обработки: в реальном времени и не в реальном времени. Нет ничего удивительного в том, что программы обработки данных в реальном времени в некоторых случаях менее сложные, а обработка после сохранения результатов измерений берет на себя большую часть трудоемких вычислительных алгоритмов и процедур сопоставления множеств данных. В качестве примера менее сложной обработки данных в реальном времени можно привести алгоритм записи данных в файл или простое преобразование результатов измерения температуры. Если в вашем приложении требуется сочетание обработки данных и в реальном времени, и после сохранения результатов измерений, убедитесь в том, что ваши средства обработки могут адекватно удовлетворять вашим требованиям.

Смогут ли средства обработки управлять моими данными (объемом, скоростью)?

При выборе средств обработки данных все большее внимание привлекают размер и скорость, с которой данные могут быть обработаны. Измерительные компьютеры становятся все быстрее, а датчики – все дешевле. Это означает, что инженеры собирают данные из большего количества источников быстрее, чем раньше. Если средства обработки данных, которыми ежедневно пользуются инженеры, не могут справиться с упомянутыми новыми трендами, то у инженеров появляется больше данных, чем обычно, но при этом нет никаких средств для их эффективного анализа.

Инженеры и ученые начинают обнаруживать, что устаревшие средства обработки данных уже не справляются с их нуждами. Средствам, которые были созданы для финансового анализа, а не для измерительных задач, свойственны эти ограничения. Если вы пытаетесь манипулировать большими объемами данных или анализировать их взаимосвязи, то в этом случае окажутся полезными средства обработки, которые созданы именно для работы с большими объемами данных. При отсутствии подходящих инструментов анализа данных вы увидите, что выполнение любой обработки окажется затратным по времени, или вы вообще не сможете ничего анализировать из-за огромного объема данных.

Обсуждение с поставщиком программного обеспечения ваших требований к объемам данных, скорости обработки и типу анализа поможет определить, подходит те или иные средства обработки для вас или нет. Всегда лучше найти такие средства, которые ориентированы на работу с большими наборами данных, поскольку это является трендом развития измерительных технологий.

Предоставит ли средства анализа необходимые мне функции?

Если вам требуется обработка данных в реальном времени, проверьте, имеются ли для этого в среде разработки приложений встроенные функции или возможности расширения. Если в вашем приложении требуется обработка после сохранения результатов измерений, то среда разработки должна уметь сохранять данные в формате, доступном для вашего пакета постобработки данных.

У большинства производителей средства обработки данных есть хорошо документированный перечень функций, входящих в состав этих средств. Если вам известны ваши особые требования к обработке сигналов, то поиск по списку функций будет весьма полезен. Если вы точно не знаете, что вам нужно, поищите средства обработки, в которых есть много функций, имеющих отношения в вашей области деятельности или типу приложения. Соответствующие средства обработки данных включают в себя свыше 600 встроенных функций. Хотя неплохо иметь набор простых и сложных математических операций, следует убедиться, что в средства обработки входят также и функциями, специфические для интересующей вас области. Если ваше приложение имеет дело с управлением, то вам стоит искать функции ПИД регулирования, а если в приложении нужно оптическое распознавание символов, ищите соответствующие функции. При наличии специальных функций (встроенных или в составе расширений) разработка вашего приложения стане более эффективной, поскольку вы не должны будете тратить время на создание этих функций самостоятельно.

Важно также не забывать о том, что ваши требования к обработке данных зачастую со временем растут. Вам следует учитывать не только сегодняшние требования, но и проверять, есть ли в вашем ПО свободное место для неминуемого расширения ваших будущих требований.

Смогу ли я расширить функции анализа моего приложения с помощью дополнительных средств?

Необходимым шагом является изучение вопроса, есть ли для средств обработки данных экосистема из дополнительных модулей. На ранних этапах развития ПО люди брали какой-нибудь инструментарий и довольствовались только тем, что заложил в нее производитель. Это означало, что возможность добавления любых желаемых функциональных возможностей или свойств находилась во власти производителя. По мере развития технологий программирования производители начали создавать дополнительные модули, которые можно купить, чтобы расширить функциональность своего программного продукта. До поры до времени это нравилось пользователям, поскольку они могли покупать именно ту функциональность, которая требуется. Однако и в этом случае выбор был ограничен только модулями, который предлагал производитель.

В настоящее время потребители желают получать дополнительные модули расширения не только от самого производителя, но и от сторонних поставщиков и других пользователей. Эта тенденция оправдана появлением «магазинов приложений», которые помогают расширять функциональность программных продуктов. При решении вопроса о средствах обработки данных, ищите такие, для которых существует развитая экосистема дополнительных модулей, которые при необходимости помогут вам расширить функциональность вашего программного продукта. Кроме того, старайтесь найти активные сообщества пользователей, которые выкладывают дополнительные библиотеки или IP для этого продукта, поскольку эти сообщества нередко предлагают дополнительные функциональные возможности за небольшую плату или бесплатно.

Смогу ли я свои встроить в приложение собственные или ранее разработанные программы обработки?

У некоторых инженеров есть запатентованные алгоритмы обработки данных, которые нельзя купить как дополнительное ПО. Кроме того, поскольку требования к приложению со временем меняются, большинство инженеров часто вкладывают время и деньги в создание программ обработки данных или специализированных IP для старых или альтернативных инструментов. Вам нужно определить, открыт ли пакет анализа данных для встраивания в него подобных внешних средств обработки. Нет никакой необходимости заново изобретать такую же функциональность для более нового инструментария, если проверено, что ваши существующие алгоритмы работают корректно.

Если вы создали программу анализа на другом языке программирования, применили скрипт из более старой утилиты финансового анализа или унаследовали какой-то файл конфигурации, для надежности обсудите с поставщиком, сможете ли вы внедрить устаревшую программу анализа в пакет обработки данных, разработанный этим поставщиком. Если сделать это внедрение окажется не простым, то вы потратите уйму времени на восстановление функциональности уже в новый пакет. Для повышения эффективности работы пользователей современные средства обработки данных должны быть открытыми для использования IP, созданными в других средах проектирования.

[w Узнайте больше о встроенных в LabVIEW средствах обработки сигналов и анализа](#)

Как выбрать подходящие средства визуализации для вашей измерительной системы

Общие соображения

Визуализация данных – это общий аспект почти для всех измерительных систем. Средства визуализации в измерительных системах очень разнообразны, начиная от простых графиков измеренных сигналов, и заканчивая представлением результатов измерений в сочетании с воспроизведением видео, звука и проецированием 3D моделей. Выбор подходящих средств визуализации может означать компромисс между возможностью корректно извлекать из первичных данных существенную информацию и потерей важного содержимого. Настоящее техническое описание охватывает пять вопросов, которые рассматриваются при выборе средств визуализации.

- w Нужно ли мне визуализировать данные в реальном времени, не в реальном времени, или оба вида обработки?
- w Могут ли средства визуализации работать с моими данными?
- w Обладают ли средства визуализации необходимыми мне свойствами?
- w Могу ли я адаптировать средства визуализации к нуждам моего приложения?
- w Требуется ли визуализировать данные, синхронизированные с данными из других источников?

Нужно ли мне визуализировать данные в реальном времени, не в реальном времени, или оба вида обработки?

В большинстве приложений требуется некоторые формы визуализации, однако принимаемое ключевое решение определяется тем, как выполняется обработка данных: в реальном времени, не в реальном времени или оба вида обработки.

Визуализация в реальном времени

Визуализация в реальном времени подразумевает, что данные отображаются в том же самом приложении, в котором производятся измерения. Например, результаты измерений могут выводиться на экран компьютера, чтобы специалист мог наглядно увидеть измеряемый сигнал и убедиться в том, что все соединения выполнены правильно. Если обработка данных в реальном времени выполняется вместе с визуализацией, то на экран монитора также может выводиться тот же сигнал после фильтрации. Архитектура этого типа обеспечивает «мгновенную» визуализацию измеренных данных почти в реальном времени, однако требует, чтобы выбранное вами прикладное ПО содержало все необходимые средства визуализации.

Как и при обработке в реальном времени, ограничением для визуализации данных в реальном времени является дополнительная вычислительная мощность, затрачиваемая на выполнение требуемых вычислений и вывода данных. Обновление пользовательского интерфейса является одной из наиболее ресурсоемких для процессора операций, из чего следует, что если измерительное приложение имеет жесткие временные ограничения, вам следует убедиться в том, что ваша визуализация не станет узким местом и не приводит к потере некоторых данных. При разработке приложения вы можете оценить время, необходимое для измерения, обработки и визуализации данных, чтобы убедиться в отсутствии потерь данных. Альтернативным вариантом является распараллеливание вашего программного кода так, чтобы один процесс выполнял измерения, а другой процесс с более низким приоритетом управлял всеми операциями обработки сигналов и визуализации только при появлении свободных ресурсов процессора. Это позволяет воспользоваться преимуществом нескольких процессорных ядер в большинстве компьютеров.

Визуализация не в реальном времени

Несмотря на широкое распространение, визуализация в реальном времени не всегда оказывается корректной методологией при реализации системы. На самом деле в некоторых приложениях в этом даже нет необходимости. Вы можете выбрать визуализацию не в реальном времени, когда вам уже не требуется наблюдать данные сразу после измерений или когда вы хотите убедиться в том, что процессор вашего компьютера способен сосредоточиться только на измерении и сохранении данных на диск. Визуализация не в реальном времени включает в себя сохранение данных для просмотра в более позднее время и требует соответствующего формата хранения и выбора специального средства визуализации после сохранения. Однако возможность просмотра данных после сохранения дает вам неограниченную гибкость при работе с данными, поскольку у вас есть доступ к первичным данным, как будто бы они были измерены только что. Кроме того, вы свободны от ограничений по времени и объему памяти, и для вас визуализация больше не является узким местом, поскольку процессор больше не должен выполнять трудоемкие операции обновления графики.

Во многих приложениях сочетается визуализация и в реальном времени, и не в реальном времени. Обычно визуализации в реальном времени ограничена минимальной обработкой, требуемой для подтверждения корректной работы системы (например, это проявляется в снижении скорости обновления графики). Вы можете совместно использовать оба упомянутых вида визуализации, чтобы детально анализировать и сопоставлять данные, уже не оказывая влияния на сам процесс измерений.

Могут ли средства визуализации работать с моими данными?

При выборе средств визуализации вам следует учитывать объем данных, которые вы желаете представить, а также формат поступающих данных. Если ваши данные визуализируются в реальном времени с помощью прикладного ПО, которое вы выбрали для измерений, форматирование не должно быть проблемой. Однако, не забывайте, что частоты дискретизации влияют на объем данных, которые нужно представить, и все это сильно влияет на мощность графического процессора, необходимую для визуализации.

Если вы пользуетесь средствами визуализации вне реального времени, то имеет значение формат представления данных. Вам следует убедиться в том, что выбранные вами средства визуализации способны воспринимать формат файла или базы данных, который вы планируете использовать для хранения данных.

Кроме того, даже средства обработки данных не в реальном времени ограничены объемом памяти, резервируемым ОС, и, следовательно, способны загружать только некоторое подмножество больших объемов данных. В связи с этим многие средства визуализации сталкиваются с ограничением по объему данных, и инженерам следует избегать одновременной загрузки и отображения объема данных большего, чем было выделено предварительно. Например, многие финансовые утилиты сталкиваются с лимитом загрузки памяти 1,048,576 (220) отсчетов данных на столбец и лимитом загрузки графической памяти 32,000 точек на 1 график. Выбор средства визуализации, предназначенного для работы с техническими данными, помогает вам получить доступ к вашим данным и визуализировать их, а также применять методы сжатия данных, которые упрощают работу с очень большими объемами данных.

Обладают ли средства визуализации необходимыми мне свойствами?

Для визуализации данных большинству инженеров требуются, как минимум, базовые возможности отображения графиков типа Chart и Graph. К счастью, почти все средства визуализации данных, представленные на рынке, могут строить простые графики, а специализированные средства визуализации предоставляют надежный набор дополнительных возможностей, которые вы можете использовать, чтобы извлечь больше полезной информации из ваших данных.

Если вас не устраивает необходимость отображения на одном графике нескольких кривых с сильно различающимися масштабами, то вам следует убедиться в том, что ваши графические средства имеют функцию переключения между этими масштабами. У многих графических средств есть такая возможность, однако имеются ограничения на количество осей Y.

Кроме того, вам следует учитывать ваши потребности в визуализации, которые выходят за рамки простой 2D графики. Например, вам требуется представлять данные на графиках в полярных координатах, или ваши данные наилучшим образом представляются в виде 3D графика. Следовательно, в этом случае ваши средства визуализации должны поддерживать эти возможности.

Могу ли я адаптировать средства визуализации к нуждам моего приложения?

Важно учитывать масштабируемость и адаптируемость средств визуализации. Поскольку любое инженерное измерительное приложение имеет свои особенности: от различных типов измерений до различных целей измерений, средства визуализации должны быть достаточно гибкими, чтобы их можно было адаптировать для нужд вашего приложения. Автономные приборы, которые объединяют измерения и визуализацию в одном корпусе, часто налагают жесткие ограничения на предоставляемый тип визуализации. Несмотря на то, что это изначально может показаться удобным, вам следует более широко взглянуть на измеряемые данные, чтобы принять осознанные решения. Вам может потребоваться, чтобы больше данных отображалось на одной кривой, больше кривых строилось на одном графике, и большее количество графиков. Или может потребоваться простое масштабирование, прокрутка, а также средства масштабирования, к которым многие пакеты визуализации ограничивают доступ. Если вы предполагаете увеличение требований к визуализации по мере расширения приложения, убедитесь в том, что вы выбрали средства визуализации, у которых есть упомянутые средства масштабирования.

Требуется ли визуализировать данные, синхронизированные с данными из других источников?

Для продвинутых прикладных средств постобработки данных характерна синхронизированная визуализация, которая выходит за рамки простых электронных таблиц и статических графиков. Помимо масштабирования и прокрутки осей графиков может быть доступна синхронизация курсоров между разными графиками, выполненных, как правило, в одном временном масштабе для сопоставления информации, наблюдаемой на одном и на другом графике. Например, курсоры на графике могут позволить инженеру задать начало и конец фрагмента кривой по оси x , для которого динамически вычисляется и отображается в области вывода результатов БПФ спектр. Выделенный интервал можно панорамировать вместе с надмножеством данных, расширять или сужать, чтобы выделить интересующую область.

Кроме синхронизации одних графиков измерительных данных с другими графиками данных или результатов вычислений, продвинутые средства визуализации могут синхронизировать результаты измерений на графиках с данными из других источников, например, видео, звуком, 3D моделями или GPS. Сопоставляя данные измерений с информацией из упомянутых источников, которые часто дают даже больше полезной информации, чем простые кривые на графиках, вы получите возможность извлечь больше пользы из ваших затрат на измерения. Например, эти средства синхронизации дают доступ к продвинутым функциям визуализации, которые воспроизводят данные измерений, привязанные к видео, которое позволяет вам видеть, что происходило во время измерений, к звуку, который позволяет слышать, что тогда происходило, или к GPS сигналу, который позволяет определить, где имели место события.

[w Узнайте больше о визуализации данных в LabVIEW](#)



Как выбрать правильный формат для хранения данных в вашей измерительной системе

Общие соображения

Для многих вновь разрабатываемых измерительных систем выбор способа хранения данных осуществляется с запозданием. Часто инженеры останавливают свой выбор на стратегии хранения, которая наиболее соответствует нуждам приложения в его текущем состоянии, не задумываясь о будущих требованиях. Однако, выбор форматов хранения со временем может сильно повлиять на общую производительность измерительной системы, а также производительность постобработки первичных данных.

Современная сложная измерительная аппаратура требует, чтобы выполнялся полный цикл проектирования и разработки. Компании вкладывают значительные инвестиции в хранение полученных данных. Увеличение тактовой частоты микропроцессора и объема памяти вместе с уменьшением цен на аппаратные средства и программное обеспечение привело к взрывному росту объемов данных, которые хранятся в файлах и базах данных. В связи с тем, что технология позволяет сохранять все больше данных за все более короткое время, управление и эффективное использование этих данных становится настоящей проблемой. В настоящем руководстве рассматривается пять вопросов, связанных с выбором формата хранения данных.

- w Соответствует ли формат хранения данных моим объемам и скоростям передачи данных?
- w Требуется ли обмениваться данными с коллегами?
- w Может ли ПО для обработки и визуализации данных использовать формат хранимых данных?
- w Достаточно ли гибок формат для будущих требований?
- w Как я буду в дальнейшем извлекать сохраненные данные?

Соответствует ли формат хранения данных моим объемам и скоростям передачи данных?

Чтобы прийти к цельному решению в области управления данными, в первую очередь следует убедиться в том, что данные хранятся в наиболее компактной, организованной и масштабируемой форме. Очень часто они хранятся без описательной информации, в несовместимых форматах, или разбросаны по множеству компьютеров, из-за чего образуется какое-то захоронение информации, в котором крайне трудно найти конкретный набор данных или принять на его основе какое-либо решение.

В зависимости от приложения вы можете устанавливать приоритеты одних характеристик над другими. Такие общепринятые форматы хранения данных как ASCII, двоичный или XML имеют сильные и слабые стороны в различных областях.

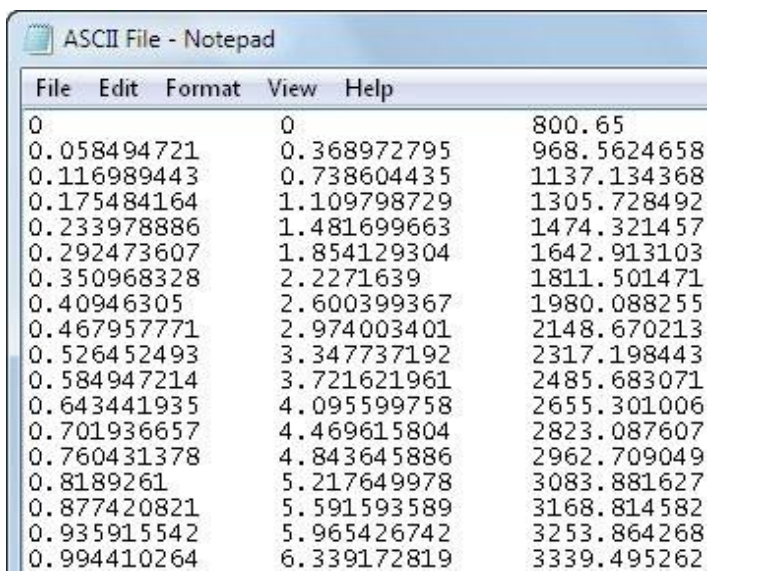


Рисунок 1. ASCII файлами легко обмениваться, однако для многих приложений это может оказаться слишком медленно и громоздко

ASCII файлы

Многие инженеры предпочитают хранить данные в виде ASCII файлов, поскольку в этом формате данными легко обмениваться и их легко воспринимать. Однако ASCII файлы имеют некоторые недостатки, включая большой объем занимаемый на диске, который может стать проблемой, если объем хранилища ограничен (например, при хранении данных в распределенной системе). Чтение и запись ASCII файла могут быть значительно медленнее в сравнении с другими форматами. Во многих случаях скорость записи ASCII файла не совместима со скоростями передачи данных в измерительных системах, что может привести к потере данных.

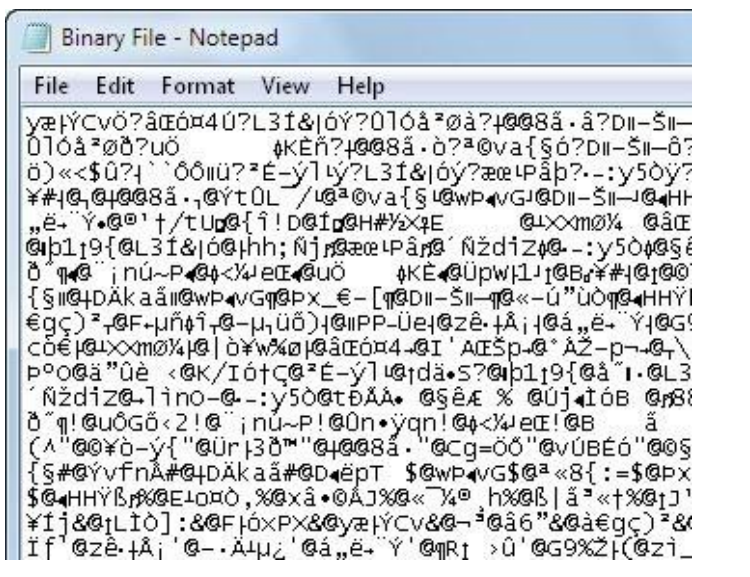


Рисунок 2. Двоичные файлы предпочтительны в высокоскоростных приложениях с ограниченным объемом памяти, однако могут вызвать проблемы при обмене с другими пользователями

Двоичные файлы

Другой типичный подход к хранению данных, который в чем-то является полной противоположностью ASCII – это двоичные файлы. В отличие от ASCII файлов, для двоичных файлов характерен меньший занимаемый объем памяти, и их можно записывать на диск на очень высоких скоростях, благодаря чему они идеально подходят для многоканальных приложений и приложений реального времени. Недостатком двоичного формата является то, что человеку его невозможно читать, что затрудняет обмен данными между пользователями.

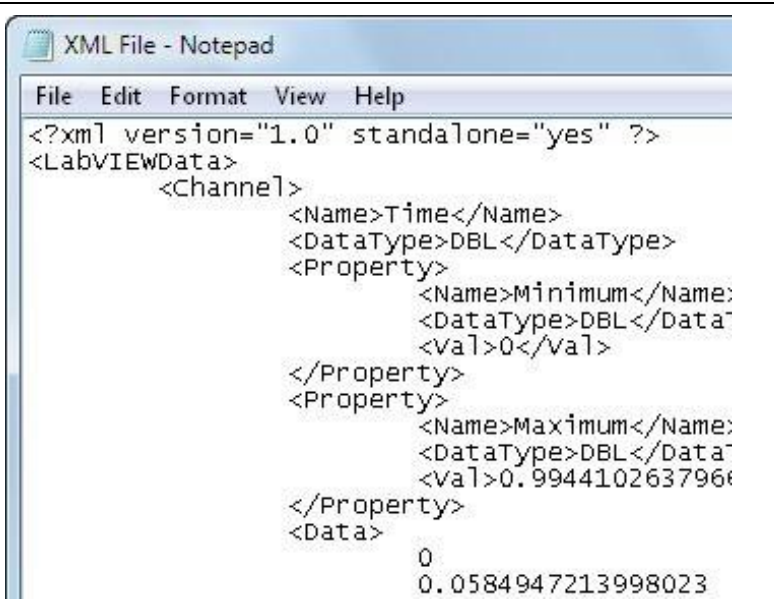


Рисунок 3. XML файлы помогут вам задать сложные структуры, но они значительно более громоздки и медленно обрабатываемые, чем другие форматы.

XML файлы

На протяжении последних нескольких лет популярность формата XML выросла благодаря возможности хранить сложные структуры данных. В XML файлах вы можете хранить данные и параметры форматирования вместе с первичными результатами измерений. Благодаря гибкости XML формата вы можете хранить дополнительную информацию вместе с данными в структурированном виде. Кроме того, XML формат относительно простой для восприятия и обмена. Аналогично ASCII, XML файлы можно открывать в любых распространенных текстовых редакторах, а также XML-совместимых интернет браузерах типа Microsoft Internet Explorer.

Файлы баз данных

Файлы баз данных формируются из последовательности таблиц, состоящих из строк и столбцов. Между содержанием таблиц могут существовать или отсутствовать связи. Несмотря на достоинства баз данных, которые позволяют искать информацию, файлы баз данных практически не подходят для синхронизируемых измерительных приложений, которые получают массивы измерительных данных, и для работы с ними надо покупать некое стандартное решение или строить его с нуля самому.

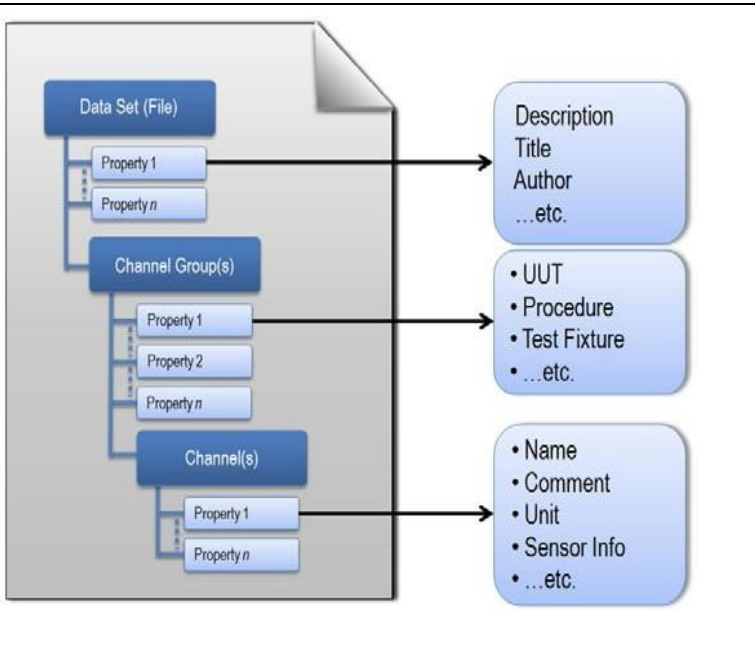


Рисунок 4. Иерархический формат TDMS файла разработан для удовлетворения потребностей инженеров, собирающих данные измерений

TDMS файлы

TDMS – это файловый формат на основе двоичного, который обеспечивает малый объем памяти для хранения файла на диске и высокую скорость потоковой записи данных на диск. В то же время, TDMS файлы могут вместе с данными хранить заголовок, в котором находится дескриптивная информация или атрибуты, например, имя файла, дата и путь к файлу – сохраняются автоматически. Однако, вы можете легко добавить также и свои пользовательские атрибуты. Еще одним преимуществом TDMS формата является встроенная древовидная иерархия, состоящая из файлового, группового и канального уровней. TDMS файл может содержать неограниченное количество групп, а каждая группа может содержать неограниченное количество каналов. Для большей ясности вы можете добавлять атрибуты на каждом из уровней с описаниями и комментариями к вашим данным измерений. Иерархия придает данным свойственную ей упорядоченность.

Требуется ли обмениваться данными с коллегами?

Часто системы для моделирования и испытаний развиваются по несколько лет, как правило, независимо друг от друга с применением оборудования от разных поставщиков. Как следствие, данные хранятся в разных форматах, со скудной или несодержательной информацией, да еще и в разных местах. Все эти факторы чинят препятствия, которые мешают оптимальному обмену информацией и сильно затрудняют поиск отдельных групп данных и получение по ним решений. С учетом этого многие компании ощущают потерю эффективности и увеличение расходов на разработку в связи с ростом объемов хранимых данных.

ASCII файлы

Многие инженеры предпочитают хранить данные с помощью ASCII файлов из-за простоты восприятия человеком и обмена данными в этом формате. ASCII файлы с записями измерений не представляет труда открыть, немедленно просмотреть данные и поделиться ими с коллегами, поскольку эти файлы можно открыть в общепринятых программных приложениях типа Notepad, WordPad, Microsoft Excel, которые установлены на большинстве современных компьютеров.

Двоичные файлы

Недостатком хранения данных в файле пользовательского двоичного формата является невозможность восприятия его человеком и, как следствие, затруднения при обмене такими файлами между пользователями. Двоичные файлы нельзя тут же открыть в обычной программе. Их надо интерпретировать с помощью специализированного приложения или программы. Различные приложения могут по-разному интерпретировать двоичные данные, что может вызвать путаницу. Чтобы поделиться такими файлами с коллегами, вам следует также снабдить их приложением, которое корректно интерпретирует ваш особый двоичный файл. Кроме того, если вы изменили алгоритм записи данных в файл в вашем измерительном приложении, то соответствующие изменения должны быть внесены в приложение для чтения данных из файла. Потенциально это может стать причиной головной боли из-за проблем, связанных с необходимостью контроля версий приложения и опасений возможных потерь данных.

XML файлы

В исходной форме XML файл содержит тэги, которые описывают структуры. Эти тэги также видны при открытии XML файлов в таких приложениях, где каким-то образом ограничивается читаемость, потому что вам следует уметь интерпретировать эти тэги. Это может быть проблематично для коллег, которые менее вовлечены в разработку файловой архитектуры. Кроме того, недостаток таких сложных структур заключается в том, что может потребоваться тщательное планирование при разработке разметки или схемы XML структур.

Файлы баз данных

Файлами баз данных можно делиться с членами команды, и они обычно открываются с помощью обычных приложений. Что касается файлов с измерительными данными, то у них те же ограничения, что и у ASCII и XML файлов: большие объемы памяти, риск потери данных и ограниченная скорость записи на диск.

TDMS файлы

Несмотря на то, что TDMS файлы являются двоичными, вы можете делиться ими с коллегами, открывая их во многих общеизвестных приложениях типа Microsoft Excel и OpenOffice Calc. Преимущество TDMS файлов в том, что ими легко обмениваться и включать в них атрибуты без ухудшения таких свойств, как скорость и размер.

Может ли ПО для обработки и визуализации данных использовать формат хранимых данных?

При выборе формата файла вам необходимо узнать, какие форматы может поддерживать ваше ПО для обработки и визуализации данных.

ASCII файлы

ASCII файлы можно открыть с помощью почти любого современного пакета обработки и визуализации данных из предлагаемых на рынке. Однако для этого формата характерно ограничение скоростей чтения данных с диска. Обработка и визуализация ASCII файлов происходит намного медленнее, чем их двоичных аналогов.

Двоичные файлы

Поскольку пользовательские двоичные файлы требуется изменять и обновлять с течением времени, ПО для обработки и визуализации данных должно быть приспособлено для таких изменений версий. Когда прикладное ПО обновляется с целью интерпретации двоичных файлов, скорости обработки и визуализации радикально возрастают за счет этого, поскольку больше не требуется иметь дело с издержками ASCII формата.

XML файлы

XML формат построен на основе древовидной модели. Следовательно, требуется установление связей между этими древовидными структурами и API функциями обработки и визуализации. Такое связывание может оказаться сложным и трудоемким, что, скорее всего, приведет к задержкам и появлению ошибок в вашем проекте. Кроме того, ошибки, которые вы обнаружите при обработке XML файла, могут испортить вам постобработку и замедлить выполнение проекта.

Файлы баз данных

С файлами баз данных, структурированных аналогично XML файлам, возникают те же проблемы связей с содержимым, сложность которых нарастает по мере того, как объем данных становится все больше, а сами данные – более разнообразными. Прикладное ПО должно уметь взаимодействовать с базой данных, чтобы считывать и, возможно, конвертировать группы записей до их обработки и визуализации.

TDMS файлы

Поскольку формат TDMS относится к двоичным форматам, обработка и визуализация данных из TDMS файла предельно эффективны. TDMS – это открытый стандарт, допускающий использование плагинов или бесплатных DLL для загрузки данных в TDMS формате во множество разных программных пакетов.

Достаточно ли гибок формат для будущих требований?

Для хранения данных измерений вы можете выбрать один из множества разных форматов. К сожалению, тщательный анализ форматов хранения данных в начале проектирования приложения не является традицией. Нередко выбор формата файла рассматривается неглубоко, а основное внимание уделяется вопросам, лежащим на поверхности: схеме аппаратных средств или архитектуре ПО. Иногда решения по формату хранения данных принимаются произвольно или по мере необходимости, без задней мысли о повторном использовании и масштабировании. Это приводит к сложному и дорогостоящему переделыванию архитектуры. Вам следует внимательно рассмотреть масштабируемость выбранного формата хранения данных, чтобы быть уверенным в возможности его повторного использования после изменений требований в будущем.

Как я буду в дальнейшем извлекать сохраненные данные?

В современной коммерческой среде с ее жестокой конкуренцией компаниям требуется быстро превращать данные измерений и моделирования в полезную информацию, чтобы эффективно продвигать разработку изделия и уменьшать время его выхода на рынок. Во многих измерительных системах программное приложение предназначено для быстрого сбора первичных данных измерений и сохранения их на диск, возможно, с некоторой обработкой в реальном времени для принятия решений. Однако, чтобы на самом деле перейти от первичных данных к полезным результатам, вам потребуются средства для быстрого нахождения трендов и выбросов в данных, анализа этих трендов, а также формирования отчетов в формате, доступном для остальных.

Только в файлах баз данных и TDMS файлах можно искать информацию без необходимости открытия каждого файла и ручного поиска нужных данных. В зависимости от структуры файла базы данных, процесс поиска может быть медленным. Кроме того, файлы баз данных, в которых вы хотите выполнять поиск, должны находиться в одном месте и у них должна быть строго одинаковая структура. Из-за различий команд разработчиков во всем мире, реализация жесткой структуры файла базы данных практически невозможна, поскольку любой инженер, отдел или компания уже имеют свою политику управления данными, которая, скорее всего, везде разная.

В отличие от других форматов, в TDMS файлах можно осуществлять поиск, и при этом не требуется хранить данные в едином формате и хранить их в одном месте. Фактически, чем больше пользовательских свойств вы используете для документирования ваших результатов измерений, тем проще вам будет их найти когда-нибудь позже. Deskriptivная информация, размещенная в файле, является ключевым достоинством TDMS и предоставляет простой способ для документирования данных без необходимости разработки своей собственной структуры заголовка. Вам не потребуется переделывать ваше приложение из-за увеличения требований к документации. Вам просто будет необходимо расширить модель, чтобы выполнить ваши особые требования.

Выводы

	ASCII	Двоичный	XML	База данных	TDMS
Возможность обмена	✓		✓		✓
Малый размер дискового пространства		✓			✓
Возможность поиска				✓	✓
Обязательные атрибуты			✓		✓
Высокая скорость записи		✓			✓
Поддержка платформы NI	✓	✓	✓	✓	✓

* Может потребовать комплект инструментальных средств или дополнительный модуль

Таблица 1. Формат файла TDMS сочетает достоинства нескольких форматов хранения данных в одном файловом формате

Оптимальному обмену технической информацией могут препятствовать некоторые барьеры. Наиболее известный из них – неправильное сохранение информации во время измерений или моделирования. Вам всегда следует убеждаться в том, что данные сохраняются вместе с дескриптивной информацией, в совместимых форматах и легко локализуемы. В таблице 1 обобщены достоинства и недостатки некоторых наиболее часто выбираемых форматов хранения данных измерений.

w Почитайте про управление и анализ данных с помощью DIAdem

Как выбрать правильные средства генерации отчетов для вашей измерительной системы

Общие соображения

Сбор данных выполняется с целью принятия решений на основе информации, извлеченной из необработанных результатов измерений. В то время как технологии позволяют все быстрее и эффективнее регистрировать данные, их хранение, управления и совместный доступ к данным остается реальной проблемой. Назначение большинства измерительных систем – собрать данные для анализа, результаты которого, в конечном счете, представляются в виде пригодного для открытой публикации отчета. У вас есть богатый выбор среди функций генерации отчета, однако вам следует внимательно проанализировать возможности выбранных средств генерации отчета, чтобы они не оказались узким местом в вашей системе. В настоящем документе рассматриваются пять факторов, которые надо учитывать при выборе средств генерации отчета для вашего приложения.

- w Смогут ли средства генерации отчетов обрабатывать мои данные?
- w Предоставляют ли средства генерации отчетов необходимую визуализацию данных?
- w Смогу ли я использовать шаблоны, чтобы упростить повторное создание отчетов?
- w Можно ли автоматизировать генерацию отчетов, чтобы сэкономить время?
- w Отчеты экспортируются в нужном формате?

Смогут ли средства генерации отчетов обрабатывать мои данные?

Как только вы точно определились с форматом хранения данных, вам следует убедиться в том, что выбранные средства генерации отчетов совместимы с форматом данных. Для этого необходимо рассмотреть два ключевых фактора: формат файла и объем данных. Средства генерации отчетов должны не только уметь загружать данные из файла в выбранном формате, но и обрабатывать нужный объем сохраненных данных.

Формат файла.

Традиционные типы файлов редко удовлетворяют всем вашим требованиям к формату. Например, ASCII файл удобен для обмена, однако он слишком большой по объему и медленно считывается и записывается. Высокие скорости чтения и записи двоичных файлов могут поддерживаться быстродействующим оборудованием, однако этими файлами трудно делиться с другими пользователями.

TDMS формат удовлетворяет и конкретным нуждам, и высоким требованиям ученых и инженеров. Основой TDMS файлов является TDM модель данных, предназначенная для хранения хорошо организованных и документированных результатов измерений и испытаний.

Применение TDMS файлов позволяет вам избежать необходимости переделывать приложение при возрастании требований к его измерительной части. Для удовлетворения новых требований вам просто придется расширить модель данных. Поскольку TDMS формат разрабатывался специально для инженеров, для него характерны простота использования, высокоскоростная передача данных и возможность обмена данными.

В традиционных утилитах финансового анализа, часто используемых для генерации технических отчетов, в качестве базового блока принята ячейка. Из ячеек формируются строки и столбцы, которые образуют электронную таблицу. Такая архитектура идеально подходит для бухгалтерских смет и балансов. Простые поточечные измерительные приложения, которые, например, получают под одному отсчету измеряемых величин в час в течение дня, часто легко вписываются в эту архитектуру, поскольку каждая отдельная точка имеет тем большее значение, чем меньше собрано данных. Каждая точка данных находится в своей ячейке электронной таблицы и должна обрабатываться в соответствии с парадигмой ячейки.

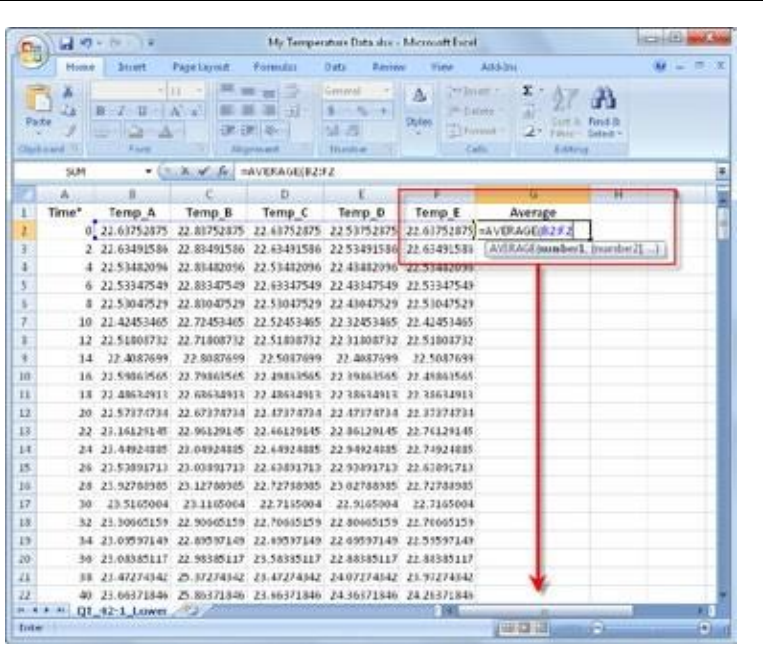


Рисунок 1. Ячейка в Microsoft Excel является базовым блоком. Даже простой анализ данных должен быть применен сначала к одной ячейке, а затем он повторяется для всех ячеек столбца (канала).

Многоканальные измерительные приложения, работающие на частотах дискретизации порядка нескольких мегагерц, также широко распространены. В этих приложениях обработка данных и взаимодействие с ними реализуются на уровне сигнала или на уровне канала, или на обоих уровнях. При работе со столбцами отдельных ячеек может быть нарушена целостность сигнала.

Несмотря на возможность работы целиком со столбцами, это может оказаться слишком громоздким. Кроме первичных числовых данных столбцы часто содержат дескриптивную информацию, в том числе, имя или единицу измерений. В этом случае вам следует выделить фрагмент столбца (например, диапазон A3:A999), что потребует дополнительных ресурсов и может явиться причиной появления неточностей или ошибок.

На рисунке 1 Microsoft Excel применяется для выполнения простой, но часто встречающейся инженерной задачи: усреднение температуры по пяти каналам, хранящимся в столбцах, чтобы получить канал результирующих средних температур. Вычисление среднего по одной строке должно быть сначала реализовано в соответствующей ячейке, а затем скопировано (или заполнено) в остальные ячейки столбца результатов.

Объем данных

В настоящее время скорости передачи данных во многих приложениях часто достигают или превышают миллионы отсчетов в секунду. В приложении с единственным каналом измерений, работающим на частоте дискретизации 1 МГц, все 1000000 отсчетов снимаются в течение 1 секунды. Таким образом, за несколько минут миллиарды отсчетов могут быть сохранены на жестком диске, занимая гигабайты дискового пространства.

Когда традиционные средства генерации отчетов пытаются загрузить файл, содержащий большой объем данных, они пытаются загрузить в память каждый отдельный отсчет. Загрузка большого объема данных целиком с помощью таких средств, скорее всего, из-за необходимости получения всего массива данных может потребовать несколько минут. Подход, ориентированный на ячейки, идеально подходит для финансовых документов, где главное – видеть данные на уровне ячеек, но при этом появляются накладные расходы на обработку миллионов элементов. Во избежание возможных проблем с памятью, в традиционных средствах генерации отчетов устанавливается ограничение на максимальное количество элементов данных, которые можно загрузить в заданный столбец. Как правило, это заставляет инженеров пересмотреть стратегию хранения данных и выбрать новый формат файла (возможно, это потребует запоздалого переделывания архитектуры приложения) или разделения данных на более мелкие файлы, чтобы средства генерации отчетов могли открыть их.

При разработке измерительной системы вы должны быть уверенными в том, что выбранные средства генерации отчетов смогут работать с выбранным вами форматом файла, а также с объемами данных, которые вы планируете собирать (оставляя возможность приспособиться к изменению требований, из-за которых в будущем может увеличиться объем собираемых данных).

Предоставляет ли средства генерации отчетов необходимую визуализацию данных?

Когда дело доходит до составления отчета, большинству инженеров, как минимум, требуются базовые функции построения графиков. К счастью, почти любые предлагаемые на рынке средства генерации отчетов, могут строить простые графики и диаграммы. Однако вы должны быть уверены, что эти графики способны принимать планируемый вами объем данных, т.к. у них также есть ограничения на количество точек.

Если вам нужно видеть на график различные кривые, у которых намного отличаются у-шкалы при выводе на один график, то вам следует проверить, есть ли у ваших средств генерации отчетов возможность переключения между этими шкалами. Многие средства имеют такую возможность, но у них также есть ограничения на количество осей у.

Кроме того, вам следует учитывать ваши требования к отчетам, которые выходят за пределы простой 2D графики. Например, если вы хотите представить данные в полярных координатах, или ваши данные должны быть представлены в виде 3D графика, то в этом случае ваши средства генерации отчетов должны поддерживать эти возможности.

Смогу ли я использовать шаблоны для упрощения работы с повторяющимися отчетами?

Очень часто приходится создавать однотипные отчеты для серий файлов первичных данных. Например, когда вы выполняете однотипные испытания каждую неделю и должны представлять их результаты в стандартизированном виде, вас раздражает необходимость использовать один и тот же макет отчета для множества наборов данных. В традиционных средствах генерации отчетов, отображаемый отчет сохраняется вместе со всеми исходными данными в обычной электронной таблице, из-за чего значительно труднее использовать отдельный отображаемый отчет для нескольких наборов данных. Каждый набор данных содержит свой макет отчета и форматирование. В этом случае, если вам требуется внести даже простое изменение в макет или форматирование, например, изменить цвет кривой, вам потребуется редактировать каждый файл, чтобы их содержимое осталось стандартизированным.

Создание шаблонов поможет вам проще создавать отчеты в пользовательском формате, которые будут обновляться вместе с данными и результатами. Если вам не хочется многократно создавать один и тот же отчет для нескольких наборов данных, вас следует поискать такие средства генерации отчетов, которые можно использовать для создания шаблонов отчета и применить их к различным файлам исходных данных.

Можно ли автоматизировать генерацию отчетов, чтобы сэкономить время?

Как правило, в измерительном приложении используется один из двух типов сценариев создания отчетов: генерация редких отчетов и генерация повторяющихся отчетов. Редкая генерация отчетов происходит в случайный момент времени, обычно в интерактивном режиме и в форме, адаптированной для нужд текущего момента. Напротив, повторяющаяся генерация отчетов выполняется часто и обычно в стандартизированной форме, как правило, на основе шаблонов.

Если вас интересуют повторяющиеся отчеты, вам следует найти средства, которые поддерживают возможность автоматической генерации отчетов. Подавляющее большинство традиционных средств генерации отчетов поддерживает разработку макросов или скриптов, чтобы облегчить этот процесс. У многих таких средств есть режимы записи, которые позволяют записывать скрипты в интерактивном режиме, чтобы автоматизировать длительные вычисления.

Отчеты экспортируются в нужном формате?

Конечным продуктом средств генерации отчетов обычно является файл в формате, удобном для обмена с другими людьми. Такой файл можно отправить по электронной почте, распечатать или показать в виде презентации независимо от исходного формата файлов с первичными данными. Большинство средств генерации отчетов поддерживают экспорт отчетов в нескольких форматах, однако вам следует убедиться в том, что поддерживаются наиболее часто используемые вами форматы отчетов, например, PDF файлы, слайды презентации в PowerPoint, фотографии или HTML файлы.

Кроме того, если ваши отчеты громоздкие, например, занимают много страниц, вам следует проверить, поддерживает ли выбранные вами средства экспортируют отчет необходимого размера и формата. Меньше всего вам хочется восстанавливать всю проделанную работу в самом конце проектирования вашей системы просто из-за того, что средства генерации отчетов не могут создавать отчеты требуемого размера.

w Узнайте, чем может помочь DIAdem при управлении результатами измерений и создании отчетов