

Трехмерная технология. Часть 1

АЛЕКСАНДР СМЕЯН



Трехмерная система визуализированного контроля установки колес автомобиля, авторство которой принадлежит американской фирме John BEAN, — самый сложный комплекс высокоточных средств видеонаблюдения и скоростных методов математической обработки данных. Тем не менее в ее основе лежат простые и понятные базовые принципы.

Предприятие, которое основал американский предприниматель John Veap (Джон Бин) в 1904 году, начинало свою деятельность с производства водяных насосов. В стремительно развивавшуюся автомобильную индустрию фирма пришла по воле случая. В 1925 году ее инженеры разработали механическое устройство, которое позволяло выявлять отклонения углов установки колес грузовиков, вызывавшие ускоренный износ шин. Представленное на рынок в 1932 году под торговой маркой John BEAN, это устройство имело небывалый успех. Два года спустя был разработан первый в мире станок для динамической балансировки автомобильных колес. С тех пор фирма концентрировала усилия в довольно узком сегменте

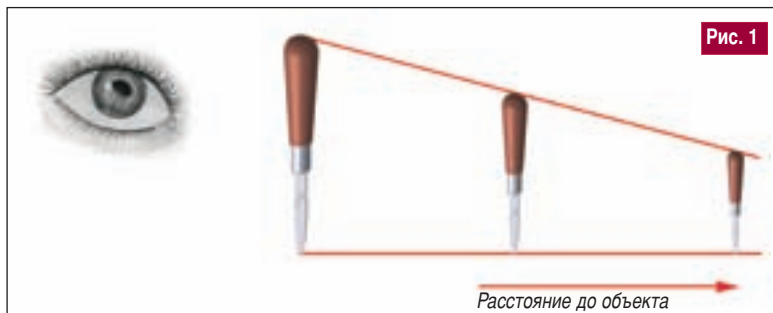
гаражной техники — производстве оборудования для «колесного сервиса».

Разработки фирмы John BEAN всегда выделялись среди продукции конкурентов новизной применяемых технологий. Например, благодаря ее инновационной деятельности в составе станков контроля УУК впервые появились: компьютер, бескордовая система датчиков, система автоматической калибровки, монитор, CD-ROM,

анимационное видео и 32-битная система обработки данных. Фирма John BEAN никогда не копировала существующие приборы и технологии, а всегда разрабатывала собственные, что позволило ей стать признанным лидером в области оборудования для колесного сервиса.

В 1996 году в истории фирмы произошло значимое событие — она вошла в состав корпорации SNAP-ON, имеющей давние традиции в продвижении передовых технологий. В результате семи лет интенсивных научных исследований при финансовой и технологической поддержке концерна было создано уникальное оборудование — **трехмерная система визуализированного контроля установки колес** с использованием цифровых видеокамер и высокоскоростных вычислений, которая революционизировала технологию регулировки «развала-схождения». Скорость, простота и точность измерения углов установки колес позволили значительно повысить рентабельность данного вида бизнеса для владельцев автосервисов. Защищенная 45 патентами оригинальная 3D-технология измерения геометрии подвески автомобилей недоступна другим производителям оборудования, в силу чего они вынуждены использовать ее усеченные аналоги.

Так что же это за чудо, 3D-технология? Как и все гениальное, она оказалась простой (по крайней мере, с точки зрения понимания базовых принципов измерения). Методика измерений основывается на свойствах предметов при их наблюдении в перспективе и ракурсе. Известно, что видимый размер любого предмета, к примеру, отвертки при удалении от глаза наблюдателя уменьшается (рис.1). Причем уменьшение пропорционально расстоянию от точки наблюдения.



В перспективе отвертка выглядит меньше. Насколько меньше — зависит от расстояния.

Этот эффект называется «перспектива». Из школьной программы известно, что закономерности перспективы и тригонометрии позволяют определить расстояние до удаленного предмета. Для этого нужно знать его реальный и видимый размеры. Использование современных ПК и соответствующего программного обеспечения дает возможность вычислять расстоя-

ние до предмета, удаленного от «электронного глаза» на расстояние 8–10 м, с погрешностью менее 1 мм. В качестве электронного глаза в 3D-системе используются CCD видеокамеры с высоким разрешением.

Видимый размер предмета меняется не только при его удалении от точки наблюдения, но и при изменении ориентации относительно направления визирования, то есть при наблюдении в ракурсе (рис. 2).

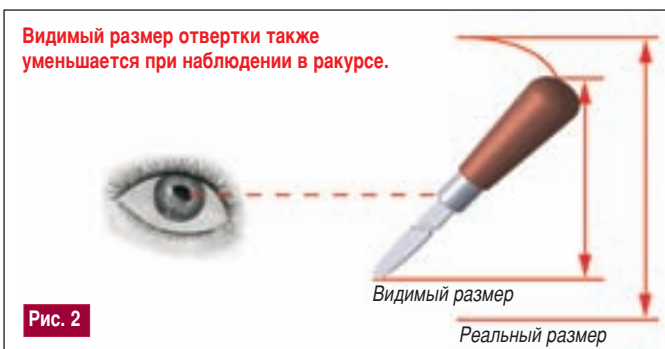


Рис. 2

Знание истинного и видимого размеров предмета в этом случае позволяет рассчитать угол, на который он повернут. В 3D-стендах John BEAN роль отвертки играют закрепленные на колесах автомобиля мишени с 33 светоотражающими визирными метками круглой формы. Почему круглой формы? Причина в особых геометрических свойствах круга. При его произвольном повороте относительно направления визирования круг отображается в виде эллипса, большая ось которого неизменно равна диаметру круга, а длина малой зависит от угла поворота (рис. 3).

Используя законы перспективы и ракурса 3D-система, наделенная оптическим «зрением» и математическим аппаратом, точно определяет положение в пространстве каждой из 33 визирных меток и, соответственно, мишеней. Как же измеряются углы установки колес? Мишени устанавливаются на колеса автомобиля, что обеспечивает их связь с положением элементов подвески и рулевого управления. Вообще, термин wheel alignment — регулировка колес — требует пояснения. Изменение положения колес достигается регулировкой элементов подвески и рулевого управления, воздействующей на положение оси вращения колеса.

Процедура определения пространственной ориентации осей вращения колес автомобиля называется позиционированием. Позиционирование — обязательная промежуточная стадия расчета УУК в стендах любого типа. В традиционных системах с колесными датчиками оси вращения колес позиционируются относительно уровня горизонта после выполнения компенсации биения дисков. В 3D-стендах положение осей вращения определяется особым способом, обеспечивающим высокую точность и скорость. При позиционировании система «колесо-мишень» поворачивается путем перемещения автомобиля назад. При этом каждая метка мишени движется по окружности, центр которой лежит на оси вращения колеса. Измерительная система стенда определяет траектории перемещения всех 33 визирных меток мишени и рассчитывает координаты стольких же точек оси вращения, что позволяет с высокой точностью определить ее пространственное положение. Причем для построения траектории движения

меток достаточно повернуть мишени на угол порядка 30°, что соответствует перемещению автомобиля всего на 20 см. После этого автомобиль возвращается в исходное положение. Важно, что при перемещении вперед также происходит вычисление 3D-координат осей вращения всех колес. Результаты обоих измерений (вычислений) сравниваются, и если система обнаруживает отличия, прибор предлагает повторить процедуру. Так полностью исключается возможность ошибки.

В 3D-системе John BEAN используются две видеокамеры, каждая из которых контролирует две мишени, расположенные с одной из сторон

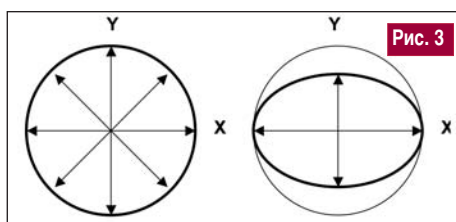


Рис. 3

При повороте круга относительно наблюдателя он отображается в виде эллипса. Магическое свойство круга состоит в том, что большая ось эллипса всегда равна диаметру.

автомобиля. Чтобы связать воедино координаты осей вращения колес, расположенных с разных сторон, достаточно знать положение самих камер относительно друг друга. Для этого проводится процедура калибровки стенда Relative Camera Positioning (RCP), во время которой камеры «смотрят» на один и тот же предмет (специальный кронштейн с установленными на нем 2 мишенями), и система запоминает «точку отсчета». Кронштейн может быть установлен на полу, столе, в конце концов, на стульях. Никакой привязки к горизонтальной плоскости, гравитационной вертикали или плоскости подъемника не требуется.



Математический анализ отображений визирных меток позволяет определить пространственную ориентацию оси вращения колеса.

После позиционирования осей вращения всех четырех колес строится трехмерная компьютерная модель плоскости автомобиля. Углы установки колес и прочие параметры подвески вычисляются относительно этой плоскости. Данная особенность 3D-систем важна в случае использования подъемников, не обеспечивающих идеальную горизонтальность платформы на разной высоте подъема или же для местностей, где наблюдаются подвижки грунтов. В случае применения стендов с колесными датчиками гравитационного типа даже незначительное отклонение измерительной площадки от горизонтальности приведет к ошибкам в измерении и регулировке. Так, при наклоне площадки всего на 3 мм фиксируемое значение угла развала колеса изменится примерно на 0,1°. Для стендов John BEAN 3D-наклоны не играют никакой роли.

Помимо информации об ориентации колес, 3D-система позволяет получить исчерпывающие данные о геометрии подвески и кузова — определить диагональные размеры, колесную базу слева и справа, вылет задних колес относительно передних и т.д. Это особенно актуально при восстановительном ремонте аварийных автомобилей. При позиционировании измеряется еще один интересный параметр — длина окружности колеса (для всех 4 колес). Если разница длин между колесами превышает 1,5%, стенд предлагает проверить давление во всех колесах. Если давление в норме, программа делает заключение о разности диаметров колес (разная степень износа протектора, разный размер шин и т.д.). Полный список дополнительных программ для проверки, регулировки и диагностики подвески автомобиля занимает несколько страниц и может быть темой отдельной статьи.

Думается, в самой идее заложены преимущества стендов 3D от John BEAN перед традиционными стендами с колесными датчиками, а также продукцией других производителей, применяющих усеченные варианты 3D-технологии. В связи с постепенным возвратом инвестиций, вложенных в разработку стендов на базе 3D-моделирования, стоимость такого оборудования постепенно снижается. Как следствие, они начинают составлять все большую конкуренцию традиционным приборам. Смеем сделать прогноз, что спустя 3–4 года на рынке будут востребованы только 3D-стенды. Это значит, что предприятия, оборудующие сегодня свои станции стендами John BEAN 3D, и через 5 лет будут продолжать идти в ногу со временем, у них не будет необходимости делать новые инвестиции в оснащение постов по измерению и регулировке геометрии подвески автомобиля.



См. рекламу на стр. 33.