Современные системы визуального контроля для технологии «Индустрия 4.0»

А. А. Фролов,
ООО «Остек-АртТул»
frolov.a@ostec-group.ru info@arttool.ru

УДК 54.084, 543.421/.424
Статья получена 10.09.2019
Принята к публикации 05.11.2019

Термин «Индустрия 4.0» означает наступление четвертой промышленной революции, которую связывают с такими понятиями, как промышленный Интернет вещей, цифровое предприятие, искусственный интеллект, аддитивные технологии и др. Основные принципы «Индустрии 4.0» – это интеграция всех этапов производственного цикла в единое информационное пространство и взаимодействие машин без участия человека. Эффект от реализации технологии возможен только при условии хорошо налаженных процессов получения, анализа данных и их обмена. Важнейший элемент «Индустрии 4.0» – системы визуального контроля. Описаны различные варианты: современная система технического зрения (EVO Cam-II, Vision Engineering), цифровой исследовательский видеомикроскоп высокого разрешения (Hirox RH8800), 3D-система визуального контроля, объединяющая преимущества оптической стереомикроскопии и цифровых технологий в единую уникальную систему (DRV-Z1, Vision Engineering).

Четвертая промышленная революция предполагает массовое внедрение киберфизических систем в производство для облегчения труда человека благодаря применению новейших технологий [1, 2]. В области визуального контроля качества, а также линейно-габаритного контроля активно развивается технология «Больших данных», или «Массивов цифровой информации», суть которой в отражении различных событий в реальном времени. Работник способен выявить дефект, например, на электронной плате, но если таких плат сотни в день, то рационально использовать автоматическую оптическую инспекцию (АОИ), такая же ситуация складывается с любой рутинной работой, в том числе и в испытательной лаборатории.

Рассмотрим этапы развития технологии микроскопии для «Индустрии 4.0».

Оптический микроскоп не очень вписывается в тенденции развития промышленной революции. А если его оснастить камерой, то это уже будет оптико-цифровой тракт или система технического зрения.

Микроскопы с выводом изображения на экран монитора – это обычные системы технического зрения, они не позволяют полностью уйти от ручного труда, но существенно

облегчают работу оператора с помощью новейших оптико-цифровых технологий. Системы технического зрения (рис. 1) активно применяются на предприятиях благодаря относительно небольшой стоимости, многомодульности и широкому спектру решаемых задач по контролю качества; линейно-габаритному контролю; монтажным и другим работам, требующим четкой зрительной координации; а также возможности совместного наблюдения несколькими специалистами за манипуляциями под микроскопом и т. д.

Рис. 1. Система технического зрения EVO Cam-II

* Статья публикуется с разрешения компании «Остек-АртТул». [Впервые опубликована в другой редакции в научно-практическом журнале «Вектор высоких технологий», 2019, № 4(44), с. 36–41. – Прим. ред.]

Такие системы по сравнению с оптическими приборами имеют как заметные плюсы – большие поле обзора и рабочее расстояние, цветовую коррекцию изображения, так и некоторые минусы – потерю качества изображения из-за оцифровки картинки, отсутствие стереозффекта из-за вывода изображения на монитор, в результате картинка получается плоская, без объема.

Поэтому все же эффективнее использовать для визуального контроля систему технического зрения, а для измерений – измерительный микроскоп.

Развитие современных технологий отображения цифровой информации создает возможности для использования виртуальной или дополненной реальности при визуальном контроле, а также для конструирования виртуальных объектов. Часть действий оператора может быть перенесена на цифровой уровень. Так, виртуальные объекты не требуют затрат на производство и техническое обслуживание, быстро передаются на любые расстояния, копируются, практически бесследно уничтожаются. Так как природа виртуального объекта исключительно цифровая, к 3D-модели может быть легко добавлено любое свойство. Например, в виртуальной модели любой детали, применяя возможности программных модулей моделирования и визуализации, можно выполнить разрез в любой плоскости, посмотреть срез в сечении, быстро собрать и разобрать узел детали, применить различные варианты масштабирования и цветовые режимы отображения и т. д.

Развитие технологии 3D-моделирования было впервые реализовано японской оптической компанией Hirox (hirox.com) – примером может служить цифровой исследовательский видеомикроскоп высокого разрешения Hirox RH8800, имеющий высокий измерительный и аналитический функционал. Это оптимальный прибор для использования в микроэлектронике, исследования фотошаблонов и др. благодаря модульности конфигурации и широкому спектру решаемых задач (совмещает порядка 10 различных оптических приборов). В нем реализованы самые последние отраслевые технологии, система является продуктом HiEnd в своем классе: имеет полную моторизацию и оптический предел – увеличение до 10 000 $\times$. Латеральное разрешение оптики порядка 0,4 мкм, дискретность по оси Z – 0,25 мкм (шаг двигателя 0,05 мкм). Обладает современным программно-аппаратным комплексом с метрологическим программным обеспечением для 3D-реконструкции микрорельефа в системе точных координат, для выполнения плоскостных измерений, плоской и объемной сшивки изображений, видео- и фотоархивирования данных. Комплекс оснащен всеми современными функциями процессинга изображений и автоматизацией ключевых параметров (рис. 2). Используемое программное обеспечение позволяет соединять оборудование в единую сеть. ПО собирает и систематизирует данные, а также сигнализирует о различных событиях. Также создается цифровая копия продукта,

которая наделена всеми характеристиками физического объекта, что позволяет точнее проводить анализ конструкции. Вся информация хранится как на жестком диске, так и в едином цифровом пространстве (облаке) промышленного предприятия.

Один из важных элементов четвертой промышленной революции – беспроводная передача данных через сеть Интернет для удаленного контроля и оперативного доступа к информации из любой точки мира.

Поступательное развитие технологий микроскопии привело к следующему этапу, на котором объединены возможности оптического и цифрового микроскопов. Специалисты компании Vision Engineering (Великобритания) (visioneng.com) создали новейший микроскоп, сочетающий в себе безокулярную оптическую технологию и цифровой 3D-микроскоп для реализации технологии «Индустрия 4.0».

Новейшая оптико-электронная разработка – передовая цифровая система презентации стереоизображений и визуального контроля – разработана для полностью интерактивной, естественной 3D-визуализации в реальном времени и с объемным изображением. DRV-Z – это аббревиатура от Digital stereo 3D Remote Viewing Zoom system, что в переводе означает: 3D-цифровой стереомикроскоп с функцией удаленного просмотра (контроля) и цифровым зуммированием (увеличением) (рис. 3).

DRV-Z1 – цифровая 3D-система визуального контроля, объединяющая преимущества оптической стереомикроскопии и цифровых технологий в единую уникальную систему. Она позволяет достичь следующих оптико-цифровых характеристик:

- увеличения от 6 $\times$ до 186 $\times$ без потери качества изображения и каких-либо aberrаций;

Рис. 2. Цифровой 3D-видеомикроскоп высокого разрешения Hirox RH8800

Рис. 3. Работа на DRV-Z1

- визуализации трехмерных стереоизображений с интуитивным восприятием объема;
- дистанционного просмотра трехмерных стереоизображений в режиме реального времени.

3D-микроскоп визуального контроля DRV-Z1 обеспечивает естественное трехмерное изображение с высоким разрешением и хорошей четкостью наблюдаемого объекта, что позволяет усовершенствовать процесс контроля качества (рис. 4).

DRV – это уникальная система отображения, разрешение которой нельзя классифицировать так же, как в стандартных

мониторах. Изображение DRV формируется с помощью двух каналов Full HD (1920×1080) и оптического, комбинированных на проекционном зеркале, которое позволяет улучшить пространственное разрешение (Full Stereo HD) объекта, наблюдаемого пользователем.

Поле обзора зависит от используемого увеличения и линз объектива: самое широкое поле обзора соответствует минимальному увеличению изображения, уменьшаясь по мере роста кратности увеличения.

Ключевые особенности:

- цифровое увеличение стереоизображения с трехмерным восприятием глубины;
- отличная зрительно-моторная координация;
- удаленный просмотр и обмен реальными трехмерными изображениями;
- запатентованная 3D-технология;
- коэффициент масштабирования 10:1;
- большое рабочее расстояние и возможность работы при низкой освещенности;
- большое поле обзора, увеличивающее эффективность и удобство работы;
- возможность работать в очках для коррекции зрения или безопасности;
- отсутствие необходимости в специальных 3D-очках;
- оптимизированная эргономика.

Цифровое трехмерное стереоизображение (рис. 5), создаваемое DRV-Z1, дает удобный и естественный обзор объекта с четкими деталями, яркими цветами и контрастом. Благодаря большому рабочему расстоянию, широкому полю обзора и диапазону увеличения, сфера применения DRV-Z1 очень широка. Прибор обеспечивает

Четыре промышленные революции (www.dfki.de)

Первый ткацкий станок, 1784 год

Индустрия 1.0

Появление механических производств с использованием энергии воды и пара

Конец 18 века

Первые конвейеры, бойни Цинциннати, 1870 год

Индустрия 2.0

Разделение труда сделало возможным массовое производство с использованием электричества

Начало 20 века

Первое производство с программным управлением, 1969 год

Индустрия 3.0

Электроника и информационные технологии ведут к дальнейшей автоматизации промышленного производства

Начало 1970-х годов 20 века

Индустрия 4.0

Применение киберфизических систем, Интернет вещей, искусственный интеллект, аддитивные технологии, 3D-печать

Сегодняшний день

Рис. 4.
3D-изображение
на DRV-Z1

точную зрительно-моторную координацию, предельно прост в управлении, снижает утомляемость. В результате растет производительность, качество работы и комфорт пользователя.

DRV-Z1 – это первая стереоцифровая 3D-система, которая позволяет удаленно просматривать, захватывать и передавать изображение для общего использования (рис. 6). Возможность обмена 3D-изображениями в реальном времени по сетям открывает новые горизонты сотрудничества между клиентами, поставщиками и сотрудниками предприятия.

Компоненты, детали и объекты можно просматривать в режиме реального времени непосредственно на производственном месте или из любой точки планеты. Оперативное и точное представление информации способствует быстрому принятию решений. Можно удаленно, находясь, например, в Калининграде, контролировать в 3D технологический процесс и наблюдать за работой оператора, которая

Рис. 5. Технология проецирования изображения в DRV-Z1

Рис. 6. Сферы применения DRV-Z1

происходит на фабрике во Владивостоке, то есть видеть то же самое стереоизображение. Для этого достаточно подключиться через сеть Интернет DRV-Z (из Калининграда) к другому DRV-Z (из Владивостока).

Такой уровень взаимодействия позволяет полностью забыть о препятствиях и сложностях географического характера, удобные методы работы повышают эффективность и действенность основных рабочих процессов.

Описанные модели для стереовизуализации вносят заметный вклад в развитие технологии «Индустрия 4.0». В дополнение к цифровизации, электронным информационно-коммуникационным технологиям и 3D-печати можно привести ряд новых научных и технических разработок, включая фотонику, биотехнологии, нанотехнологии, микро-технологии, усовершенствованные материалы, радикальные изменения в энергетических и экологических технологиях и многое другое.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Щетинина Н. Ю.** Индустрия 4.0: практические аспекты реализации в российских условиях // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. № 1 (21). С. 75–84.
Shchetinina N. Yu. Industry 4.0: practical aspects of introduction in the Russian conditions // Models, systems, networks in economics, engineering, nature and society. 2017. № 1 (21). P. 75–84.
2. **Тарасов И. В.** Технологии индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 2 (107). С. 62–69.
<https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-2-62-69>.
Tarasov I. V. Technologies of 4.0 industry: impact on the performance improvement of industrial companies // Strategic decisions and risk-management. 2018. № 2 (107). P. 62–69.