

народного радиоастрономического центра, проводившим экспериментальные работы и обработку данных.

Работа поддержана грантами РФФИ № 13-02-00586 и 13-02-97080.

Список литературы:

- [1] Нечаева М.Б., Антипенко А.А., Дементьев А.Ф., Дугин Н.А., Снегирев С.Д., Тихомиров Ю.В. РСДБ-исследования в Научно-исследовательском радиофизическом институте // Изв. ВУЗов «Радиофизика». 2007. Т. 50, № 7. С. 577–592.
- [2] Дугин Н.А., Антипенко А.А., Дементьев А.Ф., Нечаева М.Б., Тихомиров Ю.В. Особенности радиointерферометра с независимым приемом по сигналам навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и НАВСТАР. XVII международная научно-техническая конференция «Радиолокация, навигация, связь» RLNC-2011. – Воронеж, НПФ «Саквояж» ООО, 12–14 апреля 2011 г., Труды. Т. 3. С. 1858–1869.
- [3] Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. М.: «Сов.радио». 1973. 496 с.
- [4] Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: «Высшая школа». 2000 г. 462 с.

А.А. Емельянов, В.Ю. Климашов
ООО «Сорта»

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЭТАПОВ ПРОЦЕССА ПРОМЫШЛЕННОЙ СБОРКИ

В настоящее время широко развиваются системы видеонаблюдения, начиная от элементарных охранных систем с записью и до интеллектуальных систем измерения скорости потока автомобилей с определением номеров, систем контроля лесных пожаров и многих других. Современные технологические средства при малых габаритах и сравнительно невысокой цене обладают высокой чёткостью изображения, скоростью работы и т.д. А современные методы обработки изображений, как распространёнными программными пакетами, так и оригинальными средствами, равно как и доступные аппаратные средства, позволяют проводить эффективную обработку изображений для решения поставленных задач.

В то же время, всё больше и больше технологических процессов производители стараются отдать под контроль каких-либо электронных систем с целью максимальной защиты от «человеческого фактора». Современные обрабатывающие станки, целые сборочные цеха действуют по предустановленной программе в автоматическом режиме, многократно повторяя одни и те же запрограммированные действия. Точность процессов в подобного рода промышленных агрегатах очень высока, возможные допуски минимальны, что непременно контролируется на каждом этапе.

Трудоёмкость сборочных работ, например, в машиностроении составляет примерно 20–50% от общей трудоёмкости изготовления машин. В массовом производстве трудоёмкость сборочных работ занимает 20% от всей трудоёмкости изготовления, в единичном и серийном производстве – 40–60% от всей трудоёмкости машины. На машиностроительных заводах из всего объема сборочных работ механизировано только 15–20%, а остальная часть сборочных операций выполняется вручную. Весьма незначительное применение в машиностроении имеет автоматическая сборка, примерно 6–7% от всех видов сборки. Поэтому необходимо сокращать трудоёмкость сборочных работ путем ее механизации и автоматизации. У авторов проекта нет цели решить комплексную задачу автоматизации сборки, но фокус направлен одну из важнейших проблем и задач автоматизации сборочных процессов. В предлагаемом про-

екте основной акцент делается именно на контроле этапов промышленной сборки, поэтому более подробно остановимся на них.

В настоящее время зачастую на производстве контроль заключается в визуальном наблюдении специалиста за ходом сборки. При невозможности лично контролировать процесс (например, из-за болезни) производство может существенно замедлиться, а в ином случае и вовсе остановиться. Кроме того, «человеческий фактор» в данном случае всё равно не исключён и обуславливается исключительно внимательностью и ответственностью контролёра. И если говорить в целом, очевидно, что существует достаточно много технологических задач, для которых просто нет универсального автоматизированного решения, что только подтверждает проведённый обзор рынка. Существуют работы (зачастую только на уровне теоретических исследований), реализующие одно конкретное применение. В качестве примера можно привести диссертационную работу «Автоматизация технологического процесса селективной сборки электромагнитов на основе контроля магнитных свойств деталей». Достаточно активно в этом направлении работает Самарский государственный технический университет, но применительно также только к своим задачам. В частности это работы типа: «Автоматизированная линия сборки гидроцилиндров транспортных машин», «Автоматизированный модуль сборки гидроцилиндра управления крана шарового» и др. Однако и в них процесс автоматизации затрагивает, в большей части, именно сборку, а контроль её исполнения всё равно практически целиком ложится на оператора. Ряд коммерческих организаций предлагает некоторые решения по автоматизации сборочных процессов, где, в некотором роде, решается также и вопрос контроля. К таким компаниям можно отнести компанию «АСК плюс». Однако можно сказать, что по большому счёту рынок до сих пор открыт, потенциальные потребители есть, что может говорить о существовании возможности создать и занять достаточно крупную нишу.

Предлагаемый проект направлен на создание программно-аппаратного комплекса, осуществляющего контроль правильности сборки какого-либо изделия по контрольным точкам на основе фото- и видеонаблюдения. Комплекс на каждом этапе промышленной сборки в автоматизированном режиме будет делать необходимое количество наблюдений с необходимых ракурсов, сравнивать их с ранее созданным эталоном и выносить экспертное решение о корректности этапа.

В ходе работ по проекту предполагается решить несколько задач, в том числе:

1. Разработка оригинальных методов создания эталонов этапов промышленной сборки, позволяющие максимально упростить сам процесс создания, получив при этом необходимую точность контроля.
2. Разработка и реализация оптимальных классификаторов на основе эталонов этапов промышленной сборки и методов обработки входных изображений
3. Проработка стенда с точки зрения его технической реализации: количество и взаимное расположение камер, размеры стенда, контрольные метки и т.д.
4. Проработка опциональных возможностей создания не просто контролёра сборки, а ещё и «ассистента», в интерактивном режиме подсказывающего, какую деталь и куда требуется поставить на следующем этапе сборки.

Предлагаемая система контроля этапов промышленной сборки в первую очередь будет востребована на любом производстве, где используется ручной труд и труд контролёров. Уже сейчас есть два потенциальных потребителя в Нижегородской области, заинтересованные в подобной системе и ожидающие опытных демонстрационных образцов.

Система предполагает модульную архитектуру, гибко и эффективно перестраиваемую или расширяемую под нужды каждого конкретного заказчика. Например, визуальный контроль этапа сборки можно совместить с технологическим оборудованием, выполняющим инструментальный контроль (прозвон электрических цепей, измерение зазоров, контроль габаритных и прочих размеров, диаметров отверстий и т.д.).

Такой комплекс выведет проверки производственных процессов на совершенно иной уровень, покрыв львиную часть ручного труда, максимально исключая возможные ошибки, при этом существенно выигрывая по общей скорости работы.

Предполагается, что габариты стенда, форма, количество камер в каждом случае будут подбираться индивидуально под конкретную задачу. Это позволит, не создавая универсального решения и в то же время не перерабатывая программное ядро системы, эффективно решать широчайший класс задач каждого конкретного потребителя.

Отдельным направлением применения предлагаемой системы могут являться какие-то площадки, где сборка (и разборка) используется как вспомогательный и необходимый процесс. К примеру, это автосервисы, шиномонтажи и другие заведения подобного рода. При наличии достаточного количества созданных эталонов можно существенно упростить сам процесс сборки, снизить требования к персоналу. Особенно это будет актуально при использовании «ассистента» сборщика.

Б.И. Резников
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»
А.В. Щенников
ФГБНУ «НИРФИ»

МЕТОДИКА СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

С точки зрения электродинамики море представляет собой проводящую среду, в которой развиты динамические процессы различных временных и пространственных масштабов, приводящие в присутствии геомагнитного поля к возникновению в морской воде электрических полей и токов [1]. В докладе в основном приведены сведения лишь по электрической компоненте поля, поскольку напряженность электрического поля имеет локальную связь с порождаемым ее полем скорости, т.е. более информативна в отличие от магнитной компоненты, которая всегда определяется интегральным эффектом от индуцируемых токов по всему пространству.

Решение задачи об индукции электромагнитных полей полем скорости $V(x,y,z,t)$ произвольного вида получается из системы уравнений Максвелла с соответствующими граничными условиями. Учет баланса сил, действующих на заряд, движущийся в магнитном поле Земли F , со скоростью V , приводит к закону Ома для неоднородного участка цепи в дифференциальной форме:

$$\nabla\varphi = -E = V \times F - J\sigma \quad (1)$$

где
 φ – электростатический потенциал,
 E – напряженность электрического поля,
 J – плотность тока,
 $V \times F$ – поле сторонней фарадеевской эдс.

Необходимо заметить, что при наличии прибора, обеспечивающего одновременные и независимые измерения напряженности электрического поля и плотности электрического тока, можно было бы вычислять поле V непосредственно по уравнению (1). Пока это технически не удается сделать, хотя принципиальных запретов не существует.

Точное решение задачи для одномерных течений имеет вид: