



**РАЗВИТИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА И
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ЭЛЕКТРОНИКИ**

РАЗВИТИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ

Для достижения высокой производительности производители электронного оборудования, OLED (органических светодиодов) и LCD (ЖК-дисплеев) требуют высочайшей точности от средств автоматизации на своих сборочных линиях. В мире миниатюрной электроники процент продукции, соответствующей спецификациям, сильно зависит от точного размещения компонентов. Только машинное зрение может находить, позиционировать и направлять эти компоненты с требуемой точностью и скоростью, чтобы помочь производителям электроники достичь своих производственных целей.

С 1986 года производители оригинального оборудования, машиностроители и конечные пользователи обращаются к Cognex за лучшими в своем классе решениями машинного зрения, включая наиболее точную обработку изображений и алгоритмы определения положения объектов, для своих сложных прикладных задач (рис.1.).

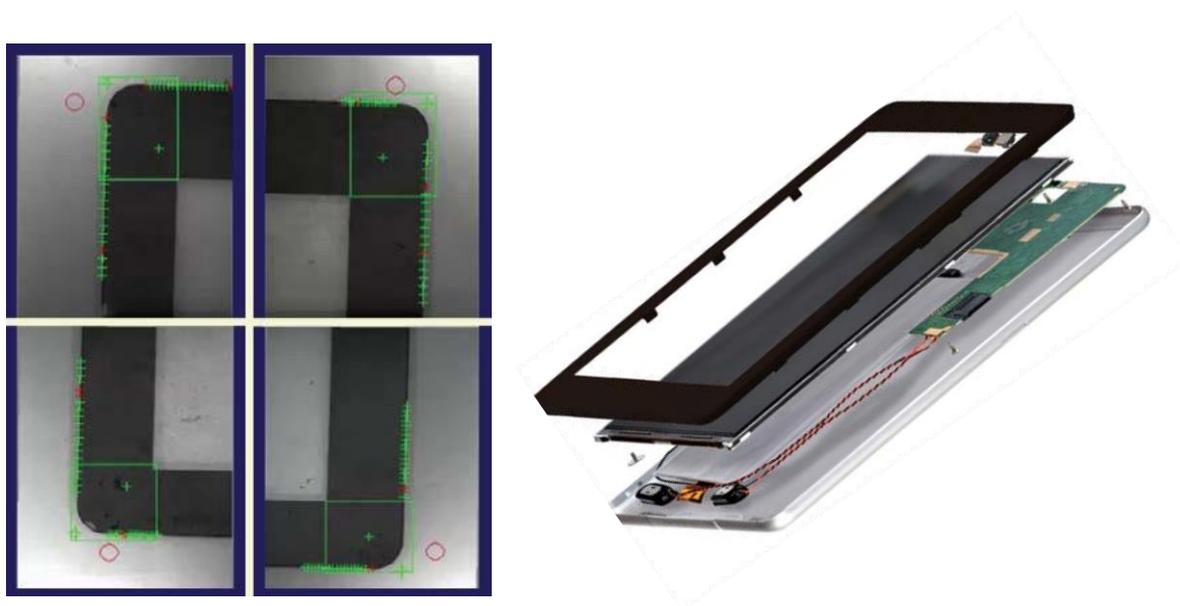


Рис. 1.

Передовые технологии машинного зрения Cognex управляют комплексным расположением элементов, позиционированием компонентов и калибровкой в производстве электронного оборудования и дисплеев

ЭВОЛЮЦИЯ НАХОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

От простого наведения камеры на корпус до высокоточного выравнивания слоя пиксельной маски на OLED-панели, первым и наиболее важным шагом в производстве электроники является определение местоположения объекта в поле зрения камеры. Определение положения объектов может быть чрезвычайно сложным для производителей OLED- и ЖК-дисплеев, имеющих дело с критическими размерами на несколько порядков меньше, чем общие размеры производимого устройства. Контрольные признаки, кромки и другие стандартные характеристики OLED-и ЖК-панелей очень малы по сравнению с общей площадью поверхности. Многочисленные микроскопические слои требуют точного выравнивания, еще более сложного из-за многообразия компонентов, неопределенности положения и ограничений окружающей среды.

Компания Cognex стала первопроходцем в целом ряде разработок, которые изменили подход производителей оригинального электронного оборудования (OEM) и производителей дисплеев к определению положения объектов. Cognex помог оставить в прошлом анализ больших двоичных объектов и сопоставление двоичных шаблонов, внедрив первую коммерчески жизнеспособную технологию "поиска", основанную на нормализованной корреляции. Эта инновация заложила основу для последующих прорывов в области поиска геометрических шаблонов и алгоритмов поиска линий и кромок, а также для запатентованных технологий калибровки, которые изменили способ сборки производителями своей продукции.

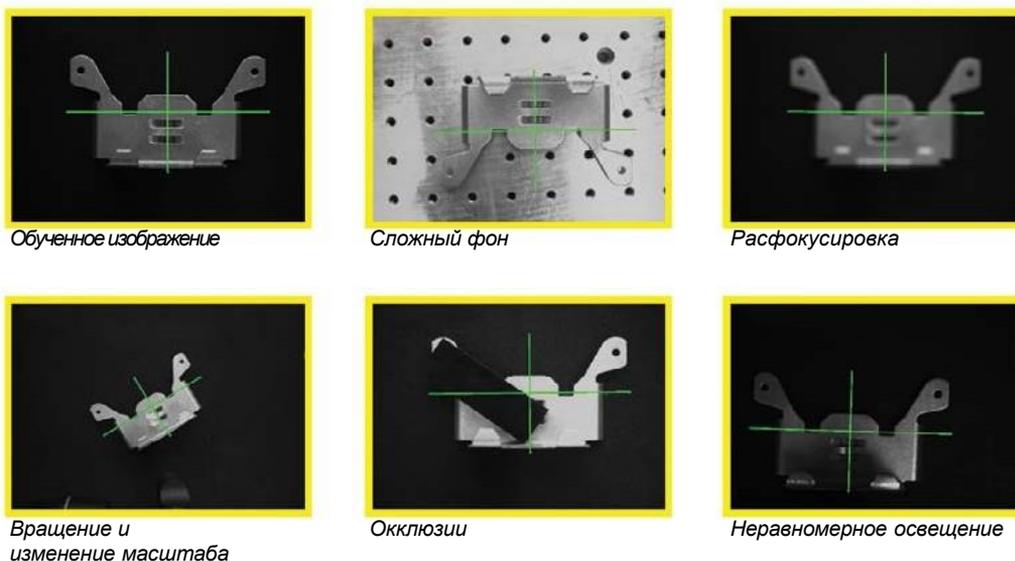


Рис.2.

PatMax использует сопоставление геометрических шаблонов для запоминания геометрии объекта и поиска похожих фигур в целевом изображении. PatMax способен находить объекты, независимо от поворота, угла, размера и освещенности

УЛУЧШЕННЫЙ ПОИСК: ОТ СОПОСТАВЛЕНИЯ ДВОИЧНЫХ ШАБЛОНОВ И НОРМАЛИЗОВАННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ДО СОПОСТАВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ

Самый ранний метод определения местоположения объекта основывался на степени соответствия между полученным изображением и его бинарной шаблонной моделью. Сопоставители бинарных шаблонов, приспособившись к компьютерному оборудованию своего времени, использовали порог яркости, чтобы уменьшить пиксели шаблона и изображения до двух состояний, яркого и темного. Такой скачок порогового значения сделал субпиксельную точность непрактичной, требовал от операторов выбирать пороговые значения и делал результаты очень чувствительными к изменениям освещенности, разнообразию и отражательной способности объектов. Чтобы устранить эти недостатки, в 1987 Cognex разработал первый практический, коммерчески реализуемый алгоритм определения положения объектов под названием "Search". Этот подход был основан на анализе матрицы пикселей в оттенках серого, обычно известном как нормализованная корреляция. Этот новаторский метод искал статистическое сходство между полученным изображением в оттенках серого и эталонным изображением для определения положения объекта по осям X-Y.

Определяя положение объектов на основе их затенения или шаблона яркости, нормализованная корреляция позволила значительно расширить спектр применений. В течение нескольких лет она стала доминирующим промышленным методом сопоставления шаблонов, используемым, в частности, в производстве полупроводников и при сборке электроники. Тем не менее, даже в задачах, где нормализованная корреляция использовалась со значительным успехом, она была ограничена эффектами матрицы пикселей и изменением затенения из-за изменения значений яркости, на которых она была основана. Затенение является одним из наименее надежных свойств объекта, изменяющимся, даже при постоянной форме объекта, а матрица подвержена искажениям при обработке нецелых преобразований. В 1997, после четырех лет интенсивных разработок, Cognex представил PatMax[®], первый набор алгоритмов поиска геометрических шаблонов для задач машинного зрения. Сопоставление геометрических шаблонов превзошло ограничения нормализованной корреляции, представив объект в виде геометрической формы, независимой от затенения и дискретной матрицы. (Рис. 2.)

Сопоставление геометрических шаблонов PatMax ввело ряд новых инновационных возможностей для определения положения объектов:

- Способность измерять изменения в ориентации и размерах;
- Сохранение скорости, надежности, легкости обучения и доступности нормализованной корреляции, которые обычно отсутствуют в специализированных искателях шаблонов;
- Способность справляться с сильными изменениями затенения;
- Обеспечение существенно более высокой точности (до 1/40 пикселя), особенно когда ориентация и размер меняются или когда сложный задний фон препятствует или исключает использование нормализованных методов корреляции;
- Предоставление подробные данные о дефектах для проверки, независимых от ориентации, размера и изменений затенения.

Техника поиска геометрических шаблонов представляет собой наилучший метод поиска ключевых элементов, шаблонов и контрольных признаков для дисплеев, сборок и других электронных компонентов (Рис. 3.).

Рост рынка OLED стимулирует внедрение автоматизации на основе машинного зрения

В то время как смартфоны являются крупнейшим рынком для OLED-дисплеев, на который приходится 83,5% спроса, усиление спроса на OLED-дисплеи в телевизионной, автомобильной и смежных отраслях привело к тому, что аналитики прогнозируют среднегодовой рост 15,2% в период до 2023. Совокупный анализ рынка оценивает продажи OLED-дисплеев в \$48,81 миллиарда к 2023 году. Добавьте к этому продолжающуюся тенденцию к миниатюризации компонентов, и разумно будет ожидать, что производство электроники и, в частности, OLED будет продолжать требовать лучших высокоточных средств автоматизации в области машинного зрения и робототехники, которые может предложить рынок.

Рыночный спрос на OLED

Телевидение, автомобилестроение и смежные отрасли прочее

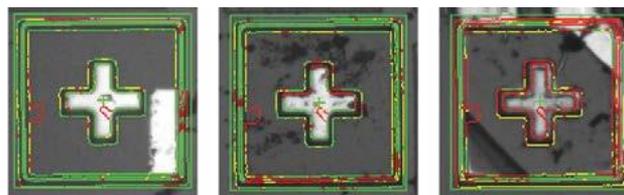


Рис. 3. PatMax находит сложные контрольные шаблоны, сопоставляя эталонную модель с производственными целями, независимо от ассортимента

Системы машинного зрения, основанные на поиске геометрических шаблонов, в настоящее время используются во всем процессе производства электроники, начиная от выравнивания электродов и органического слоя OLED-экрана и заканчивая точным размещением электронных компонентов и клея во время сборки модуля. Хотя на рынке машинного зрения существуют и другие алгоритмы поиска геометрических шаблонов, PatMax от Cognex остается предпочтительным инструментом для задач позиционирования компонентов, благодаря своей превосходной надежности и точности.

Прорыв в поиске кромок и линейных объектов

ОЕМ-производители требуют надежных инструментов для надежного и воспроизводимого обнаружения не только шаблонов но также линий, и кромок. Для решения этих проблем Cognex разработал новый мощный алгоритм определения положения линейных объектов, основанный на технологии PatMax, под названием LineMax.

В то время как PatMax предназначен для того, чтобы помочь производителям электроники найти ключевые контрольные признаки и шаблоны для последующих операций, OLED-панели и модули часто требуют другого типа данных: поиска правильной линии или кромки в множестве кромок и линий. OLED-дисплеи представляют собой прозрачные ламинаты, которые включают в себя несколько слоев, каждый из которых имеет свой собственный внешний край. Чтобы выровнять слои с требуемой точностью 10 микрон, системы машинного зрения регулярно должны выбирать один видимый край или линию из нескольких кандидатов, часто на изображениях с низким контрастом или помехами.

Ряд упрощенных алгоритмов поиска кромок и линий от других производителей хорошо работает в идеальных условиях с четко определенными линейными характеристиками. Однако эти подходы часто терпят неудачу при производстве ЖК-и OLED-дисплеев из-за низкой контрастности и сложных изображений. Технология Cognex Line Max - прорыв в поиске линий в подобных условиях.

Технология LineMax использует итерационный алгоритм консенсуса случайной выборки (RANSAC) для выборки изображения, поиска кромок внутри изображения, а затем поиска статистически наилучшего соответствия целевой линии (Рис.4). Это уменьшает влияние внешних точек и случайного шума на программу обучения. При уточнении угла или ожидаемой длины линии надежность и скорость LineMax повышаются.

Цена пропущенных дефектов

Последствия неоптимальной работы машинного зрения при производстве электроники могут быть критическими. Например, неправильное расположение и выравнивание электрически активных слоев во время производства одной OLED-панели может повлиять на более чем сотню дисплеев смартфонов. Некорректные электронные компоненты и сборки могут привести к дорогостоящей машинной обработке и снижению производительности, одновременно связывая производственные мощности.

Проблемы, характерные для производителей OLED, хорошо иллюстрируются запуском Apple @ iPhone @ 8 в 2017 году.

Выпуск OLED-дисплеев для iPhone 8 начался с 60% годных устройств летом 2017 года. К концу года качество выросло до 80%. При 100% качестве 105,000 OLED-панелей в месяц разрезаются на 130 миллионов 5,8-дюймовых OLED-экранов для смартфонов в год. Это цифра падает до 104 миллионов дисплеев смартфонов при 80% качества, снижение на каждые 10% приводит к задержке продаж смартфонов примерно на \$10 миллиардов, при средней цене продажи телефона в 800 долларов. Сегодня качество OLED для iPhone X приближается к 90%.

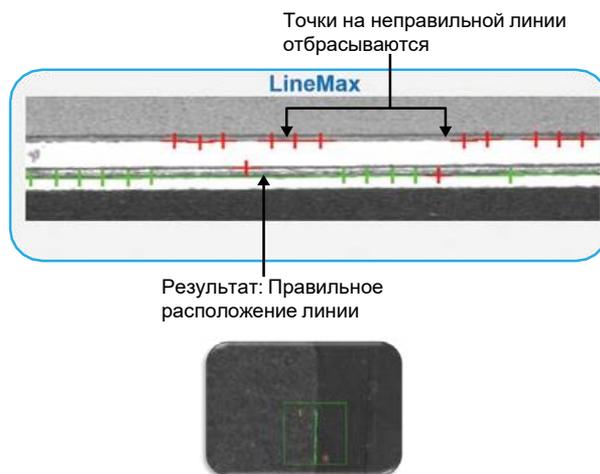


Рис. 4. Line Max находит правильные кромки в сложных (вверху) и низкоконтрастных (внизу) ситуациях.

Дальнейшее развитие PatMax: автонастройка и многомодельность

Алгоритмы поиска геометрических шаблонов используют геометрические соотношения между ключевыми характеристиками изображения контрольного признака, объекта или шаблона. Эти соотношения могут быть определены либо описанием CAD, либо фактической моделью изображения объекта.

Хотя многие пользователи преуспевают в обучении PatMax на основе одного изображения, новое усовершенствование, каковым является автоматическая настройка PatMax, использует большой набор обучающих изображений (как синтетических, так и реальных) для еще более надежной единой модели. Автоматическая настройка PatMax:

- Автоматически определяет ключевые геометрические объекты
- Создает единую цель на основе статистического анализа всех обучающих изображений
- Проверяет, что конечная составная цель наилучшим образом соответствует всем предоставленным обучающим изображениям и наборам данных

Автоматическая настройка PatMax позволяет операторам добавлять новые варианты цели в свои системы одним щелчком мыши, устраняя необходимость в определении оптимальной области поиска и усреднении вариантов модели для максимальной надежности (Рис.5).

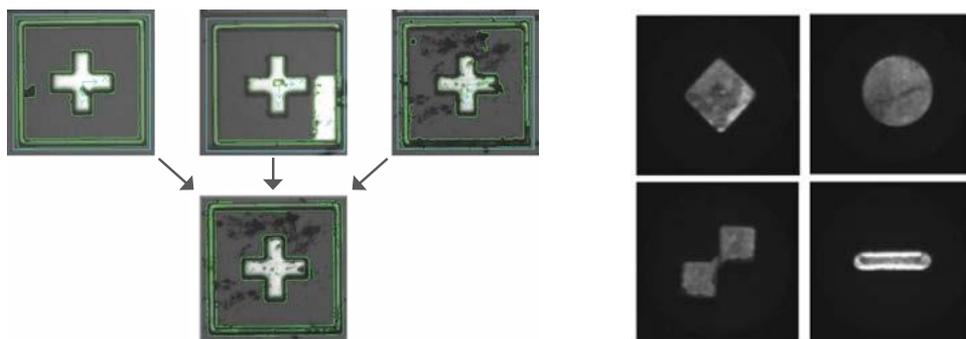


Рис. 5.

Автоматическая настройка PatMax (слева) использует несколько изображений для создания эталонной модели. Мультимодель PatMax (справа) адаптируется к изменениям процесса и различным типам объектов.

Но что, если цель или тестируемые компоненты поступают от разных поставщиков, в результате чего ключевые характеристики демонстрируют высокую изменчивость - распространенная проблема в современной глобальной цепочке поставок? Или что, если производственное оборудование изношено до такой степени, что временные показатели значительно отличаются от запрограммированных целевых?

Мультимодель PatMax справляется с такими вариациями, добавляя, среди прочего, возможность обучения и хранения альтернативных схожих моделей для учета изменений эластичности, полярности, чрезмерного наклона, искажения или окклюзии. Мультимодель может даже хранить несколько целевых объектов для случаев, когда компоненты поставляются с разными ключевыми характеристиками от разных поставщиков.

Мультидельный алгоритм был дополнительно усовершенствован для работы в одном или нескольких потоках, а также с несколькими последовательными и длительными поисками, в зависимости от задачи. Например, без мультимодельного последовательного поиска геометрических шаблонов в одном потоке потребуется примерно 4,8 миллисекунды (мс) против 3,7 мс с мультимоделью, благодаря способности последней автоматически обмениваться вычислениями между моделями. Используемые в паре, автонастройка и мультимодельность PatMax предлагают производителям электроники наиболее надежную обучающую программу для поиска ключевых характеристик с использованием алгоритмов поиска геометрических шаблонов.

ЗАПАТЕНТОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К РУЧНОЙ И ГЛАЗНОЙ КАЛИБРОВКЕ: АВТОМАТИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА И УЛЬТРАКАЛИБРОВКА

Во время производства OLED-и ЖК-дисплеев существует несколько технологических этапов, требующих высокоточного выравнивания. Например, машина для ламинирования может использовать несколько камер для получения изображения панелей и несколько камер для изображений различных слоев, которые ламинируются на панели. Для достижения высокой точности выравнивания крайне важно установить пространственные отношения между всеми камерами и соответствие между системой координат камеры и системами координат системы движения. Также важно учитывать системные ошибки, присущие механическим системам позиционирования, такие как перекосы, масштабирование, изгибы и гистерезис, которые приводят к неточному позиционированию (Рис. 6). Обычные методы требуют экспертов и значительного времени для точной настройки и достижения желаемой точности. Это особенно сложно во время крупномасштабного производства.

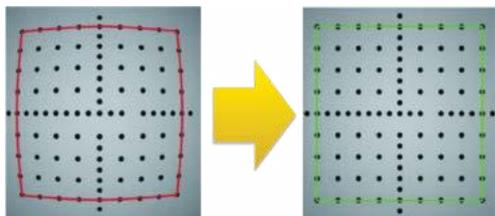


Рис. 6.
Технология точной калибровки Cognex корректирует искажения объектива и перспективу, компенсирует ошибку этапа и имеет точность более 5 мкм

Технологии автоматической калибровки Automated Hand-Eye (Auto-Calibration) и ультракалибровки Cognex были разработаны специально для решения таких задач. Автокалибровка может быть выполнена одним нажатием кнопки с минимальным контролем оператора. Этот процесс включает в себя размещение запатентованной калибровочной мишени на оборудовании, перемещение этой мишени по точкам заранее определенной траектории и вычисление соответствия между системой движения и всеми камерами. Уникальная калибровочная мишень с кодированными маркерами расстояния обеспечивает измерение относительно земли для компенсации ошибок системы движения. Автоматизируя процесс, автокалибровка значительно экономит время техников и обеспечивает согласованный механизм точной работы широкого спектра оборудования. Технология ультракалибровки Cognex дополнительно корректирует нелинейности системы движения, обеспечивает высочайшую точность и позволяет во многих случаях выполнять одношаговое выравнивание, тем самым увеличивая производительность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Cognex продолжает расширять границы алгоритмов машинного зрения, разрабатывая новые оптимизированные инструменты, которые идут в ногу с растущей сложностью архитектуры электронной продукции и требованиями к точности на микроуровне. Влияние производительности машинного зрения на производительность оборудования сложно переоценить. Производители понимают это и считают производительность критическим фактором для выбора системы машинного зрения. Чтобы максимизировать окупаемость своих инвестиций, производители электроники тщательно оценивают уникальные и запатентованные технологические предложения своих поставщиков машинного зрения. Сегодня производители электроники от OLED- и ЖК-модулей до сборщиков смартфонов повышают производительность, используя лучшие в своем классе передовые методы поиска и позиционирования от Cognex, будучи уверенными в том, что их производственные линии используют лучшие технологии от первопроходца машинного зрения. Используя оптимизированные алгоритмы поиска PatMax и LineMax в сочетании с технологиями автоматической и ультракалибровки для нескольких камер, производители электроники могут быть уверены, что их операции выполняются с максимальным качеством.

СОЗДАЙТЕ СВОЕ МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

СИСТЕМЫ 2D-ЗРЕНИЯ

Системы машинного зрения Cognex не имеют равных в своей способности проверять, идентифицировать и позиционировать компоненты. Они просты в установке и обеспечивают постоянную надежную производительность для самых сложных прикладных задач.

- Промышленное исполнение с библиотекой передовых инструментов машинного зрения
- Высокая скорость захвата и обработки изображений
- Исключительная гибкость применения и интеграции

https://sensotek.ru/catalog/cognex/section_1906/



3D ЛАЗЕРНЫЕ ПРОФИЛИРОВЩИКИ

Лазерные профилировщики Cognex In-Sight и системы 3D-зрения обеспечивают максимальную простоту эксплуатации, мощность и гибкость для достижения надежных и точных результатов измерений в самых сложных 3D-задачах

- Предкалиброванные датчики обеспечивают высокую скорость сканирования
- Лучшее в отрасли ПО с мощными наборами 2D и 3D инструментов
- Компактная конструкция с защитой IP65 для тяжелых условий производства

https://sensotek.ru/catalog/cognex/section_6382/



СЧИТЫВАТЕЛИ ШТРИХ-КОДОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Промышленные считыватели штрих-кодов Cognex и мобильные терминалы с запатентованными алгоритмами обеспечивают самую высокую скорость считывания кодов 1D, 2D и DPM независимо от типа кода, размера, качества, способа печати или поверхности.

- Снижение затрат
- Увеличение производительности
- Прослеживаемость

https://sensotek.ru/catalog/cognex/section_1827/

