

ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ О КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТАХ

Тина Халл (Tina Hull)
Перевод: Владимир Рентюк

Коллаборативные, то есть используемые совместно с человеком-оператором, роботизированные приложения дают существенные преимущества для производителя, поскольку способны гибко выполнять широкий спектр задач. Но при этом остаются и определенные риски.

В первые десятилетия применения робототехники эта технология функционировала без непосредственного присутствия человека, находясь рядом с работающими роботизированными механизмами. Имелось два основных фактора, сдерживающих более тесную кооперацию этих механических помощников и рабочих. Во-первых, гибкость роботов была ограничена, а потому у людей было мало причин взаимодействовать с ними, а во-вторых, высокоскоростные движения роботизированного манипулятора представляли значительную опасность для тех, кто рискнул бы подойти к нему слишком близко. Несмотря на отсутствие гибкости, внедрение робототехники все же помогло снизить эксплуатационные расходы, уменьшить капитальные затраты, сократить текучесть кадров и потери, одновременно улучшив качество продукции, подняв производительность труда и обеспечив безопасность рабочих в местах и на операциях с высоким риском травматизма. Хорошим примером здесь служит автомобильная промышленность, в которой роботы уже давно и широко используются для сварки и покраски.

Сейчас технологии в этом направлении достигли такой степени развития, что люди и роботы уже могут взаимодействовать в едином рабочем пространстве, решая общие задачи. Это новое партнерство повышает гибкость для производителей и создает более комфортные условия для производственного персонала. Современные тенденции в бизнесе и технологические факторы, такие как сервисы, управляемые данными, сокращение времени жизни продуктов, внедрение машинного обучения и необходимость дифференциации отдельных продуктов и брендов, требуют именно таких гибких приложений робототехники, где люди и роботы, работая совместно, становятся более эффективными производителями.

ОСОБЕННОСТИ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТОВ

Для роботов, которые сегодня используются в приложениях для совместной работы с оператором, потенциальное нанесение ущерба здоровью человека удастся минимизировать за счет ограничения их мощности и силовых возможностей до уровней, подходящих для контакта с человеком. Кроме того, они часто применяют обратную связь по усилию, малоинерционные серводвигатели, упругие исполнительные механизмы и технологию обнаружения и исключения потенциальных столкновений (рис. 1).



Рис. 1.

Коллаборативные роботы используют датчики обратной связи по силе и несколько осей движения для выполнения операций по обслуживанию оборудования, таких как закрытие дверцы станка с ЧПУ с помощью захвата. Все изображения предоставлены Omron Automation Americas



Совместные, или, как их принято называть, коллаборативные, роботы более компактны, чем обычные роботы, и часто имеют легкие рамы с мягкими закругленными краями и минимизированными точками возможного защемления (рис. 2). Они оснащены датчиками, определяющими момент, когда человек входит в общее для совместной работы пространство, а также когда с ним установлен прямой контакт. Но при



Рис. 2.

Легкие и разработанные с закругленными краями коллаборативные роботы специально предназначены для работы рядом с человеком-оператором



Рис. 3.

Гибкая рука многих совместных коллаборативных роботов может быть оснащена широким набором рабочих органов и легко обучена новым задачам с помощью обучения с ручным управлением



этом если четко определены границы пространства для совместной работы, то в случае, когда в опасной зоне нет людей, это позволяет роботу функционировать на более высоких скоростях, повышая производительность при выполнении тех или иных заданных ему операций.

Ключевым компонентом направляющих механизмов с манипуляторами, приспособленными для обучения новым задачам, являются сенсоры силомоментного очувствления робота¹. Обучение таких роботов проводится вручную (то есть просто взяв их «за руку» и показывая необходимые действия) — это одно из наиболее значительных преимуществ современных приложений для совместной работы роботов, поскольку оно позволяет оператору подготовить робота к новым приложениям, не требуя углубленных знаний в области программирования (рис. 3).

Для того чтобы сделать приложение робота подходящим для оператора, принципы безопасной работы должны быть применены не только непосредственно к исполнительному механизму-манипулятору, но и к остальной части системы, включая его рабочий орган и приспособления. Опасные рабочие органы включают любые части робота, которые имеют острые края или высокую температуру — как те, что используются, например, в сварочных операциях.

ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТОВ

Многие компании внедряют на своих производственных объектах роботов, созданных для коллаборативных приложений, чтобы они выполняли подъемно-транспортные задачи типа «взял-поднял-перенес-положил» (рис. 4), но универсальность этих роботов выходит за рамки таких, нередко примитивных задач. Поскольку подразумевается, что человек осуществляет тщательный контроль не только роботов, но и остального оборудования, роботы могут выполнять множество более сложных повторяющихся и рутинных производственных задач.

Упаковка продуктов и укладка их на поддоны — это этапы производственной линии, которые могут быть повторяющимися и, следовательно, утомительными для работников. Они притупляют внимание, а это прямой путь

1. Сенсор силомоментного очувствления робота (англ. Force-torque sensor), согласно определению РАН, это датчик внешней информации, преобразующий измеряемые компоненты векторов сил и моментов в сигналы, пригодные для обработки в системе силомоментного очувствления робота. — Прим. пер.

**Рис. 4.**

Коллаборативные манипуляторы могут устанавливаться на мобильной базе для выполнения задач «забирай и неси»

**Рис. 5.**

Интегрированные камеры видеонаблюдения являются ключевыми компонентами для ввода информации при выполнении совместных задач, таких как, например, выполняет этот робот с визуальным контролем, проверяющий информацию на мониторе станка с ЧПУ



к ошибкам и травматизму. Коллаборативные робототехнические приложения, которые оснащены гибкими захватами и системами визуализации (рис. 5) и обучены распознавать различные типы продуктов, могут позаботиться о более эффективном решении таких задач и принять на себя подъем тяжелых грузов, в то время как люди-операторы смогут работать над задачами, требующими интеллектуального участия человека.

Коллаборативные роботизированные приложения могут также выполнять задачи по обработке, где требуется взаимодействие работа и станков для изготовления деталей или конечного продукта. В ходе решения подобных задач необходима смена инструментов для обработки детали. В зависимости от того, как часто это нужно сделать и насколько сложен сам процесс обработки, может быть трудно или экономически нецелесообразно обучить таким операциям



рабочих, тогда как обучение роботов с помощью программирования или ручного управления дает быстрые, точные и, что немаловажно, полностью повторяемые результаты даже при круглосуточной работе.

Обслуживание станка — еще одно весьма полезное приложение для коллаборативных роботов. Здесь речь идет не о техническом обслуживании, это прерогатива человека, а о текущей загрузке в ходе выполнения определенных операций. Проблема заключается в том, что, хотя процесс загрузки деталей и материалов в то или иное оборудование часто является опасным, повторяющимся и, соответственно, утомляющим и снижающим внимание процессом, в настоящее время этим в большинстве случаев занимаются именно люди. Поскольку квалифицированных работников для такой малоинтересной работы найти трудно, особенно среди молодого поколения, предприятия внедряют гибкие роботизированные решения для повышения производительности при минимизации рисков для работников. Роботы могут загружать заготовки во фрезерные станки с ЧПУ, а материалы в литьевые машины для формования пластмассовых деталей, вставлять печатные платы в испытательное оборудование и многое другое (рис. 6).

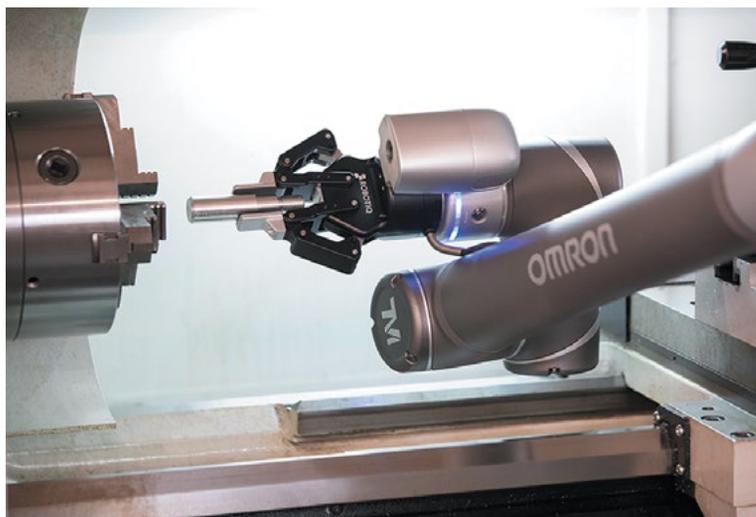
СНИЖЕНИЕ РИСКА

Хотя роботы, созданные для совместной работы, могут быть легче по весу и двигаться медленнее, чем обычные промышленные роботы, при этом по-прежнему важны меры безопасности. Такие функции, как технология обнаружения столкновений и малоинерционные серводвигатели, конечно, помогают минимизировать риски, но не устраняют их полностью. Опасности должны быть выявлены посредством оценки рисков, исходя из конкретных применений, и, соответственно, должны быть приняты те или иные меры по обучению персонала и обеспечению безопасности самого роботизированного оборудования.

Потенциальные риски включают условия работы оператора, в частности усталость или стресс, освобождение путей перемещения от препятствий, а также строительные конструкции. Должен учитываться не только возможный контакт оператора с роботом и последствия такого контакта, но и другие опасности, связанные с рабочей зоной. Кроме того, необходимо учитывать неправильное использование роботизированного оборудования или отсутствие должной подготовки оператора. Операторы также должны знать о путях перемещения робота и выполняемых им рабочих процессах.



Рис. 6.
Коллаборативные роботы оптимально подходят для автоматизации задач по обслуживанию оборудования, таких как удаление готовых деталей из станков с ЧПУ



Ниже приведены основные вопросы, которые помогают оценить безопасность робота при выполнении определенной задачи в сотрудничестве с человеком-оператором в различных приложениях. Они включают следующие моменты, которым при внедрении коллаборативных роботов требуется уделить самое пристальное внимание:

- Как долго и насколько часто оператор будет находиться в рабочем пространстве для совместной работы с роботом?
- Какова потенциальная частота и продолжительность контакта между оператором и роботом?
- Имеется ли высокая вероятность для опасного контакта головы или шеи рабочего (если так, совместное приложение должно быть пересмотрено или переработано)?
- Что происходит во время перехода в рабочее пространство для совместной работы или из него?
- Может ли робот неожиданно активизироваться так, чтобы нанести травму оператору?
- Как скажется на безопасности вариант, если несколько операторов будут совместно работать с роботом или могут получить доступ к рабочей области для совместной работы (если это так, здесь может потребоваться оценка устройств восприятия для наблюдения за другими лицами)?
- Каковы потенциальные точки защемления и травматизма из-за наличия дополнительных конструкций на рабочем месте и вокруг него?
- Какие необычные действия потребуют ручного перезапуска или переобучения робота?

- Если имеются различные уровни мощности привода, то какие уровни опасности они представляют для оператора и в чем их различие?
- Если оператор может носить средства индивидуальной защиты, то могут ли они попасть в зажимные приспособления робота?
- Может ли возникнуть какая-либо опасность для привода и системы питания, даже в случае если робот не выполняет какие-либо действия?

Несмотря на то, что коллаборативные роботы разрабатываются с учетом взаимодействия с человеком, для оценки риска могут потребоваться дополнительные меры по его минимизации. Эти оценки риска должны учитывать все варианты того, как робот будет взаимодействовать с оператором, какие аспекты окружающей среды могут вызвать зажим или захват и какие характеристики наконечника хвата (рабочего органа) манипулятора робота могут представлять опасность из-за высокой температуры, иметь острые края или представлять иные опасности, которые при неправильном обращении с коллаборативным роботом могут нанести ущерб здоровью работающего в паре с ним оператора.

