

кретную функцию потерь при наложенном ограничении совместимости (в случае связанных временных рядов) [5]. Примером такой связи могут служить КГР и ЧСС, традиционно используемые в парных измерениях (например, при оценке уровня стресса).

Следует отметить, что обычно используемые методы интерполяции также не в полной мере задействуют всю доступную информацию о выборке.

Кроме того, сложность параллельного использования нескольких временных рядов биометрических параметров заключается в том, что если они дают противоречивые сигналы, не существует согласованного способа агрегации данных для получения однозначной оценки.

В итоге, при наличии большого количества временных рядов возникает рост неопределенности, который может приводить к снижению точности оценки. Одним из способов преодоления этой проблемы является сжатие всех доступных временных рядов в меньшее число переменных [6], с формированием композитных индикаторов, используемых для получения наглядной численной оценки состояния оператора при работе с конкретным программным продуктом или сравнительной оценки для нескольких конкурирующих продуктов.

Список цитированных источников

1. Костюк, Д.А. Подход к биометрической оценке эргономики графического интерфейса пользователя / Д.А. Костюк, О.О. Латий, А.А. Маркина // Вестник БрГТУ. – 2016. – No 5 (101): физика, математика, информатика. – С. 46-49.

2. Латий, О.О. Средства измерения нагрузки, воздействующей на пользователей программного продукта, с помощью платформы Arduino / О.О. Латий, А.В. Шитиков, Д.А. Костюк // Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях (СИТОНИ-2013): материалы IV Международной НТК студентов и молодых ученых. Сб-к научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей. – Донецк: ДонНТУ, 2013. – С. 56–63.

3. Martini, F. Essentials of Anatomy & Physiology / F. Martini, E. Bartholomew. – San Francisco: Benjamin Cummings, 2003. – P. 267.

4. Braithwaite, J. J. A Guide for Analysing Electrodermal Activity & Skin Conductance Responses for Psychological Experiments / Jason J. Braithwaite, Derrick G Watson, Robert Jones, Mickey Rowe. - Selective Attention & Awareness Laboratory Behavioural Brain Sciences Centre, University of Birmingham, UK: Tech. Rep., 2013. - p. 42.

5. Mitchell, J. An indicator of monthly GDP and an early estimate of quarterly GDP growth / J. Mitchell [et al.] // The Economic Journal, iss. 115(501), 2005 & - P. 108–129.

6. Kostiuk, D.A. Using biometric measurements to compare graphical user interfaces / D.A. Kostiuk, O.O. Latiy, A.A. Markina, V.P. Shamonin // PRIP'2019. Pattern Recognition and Information Processing (Распознавание образов и обработка информации): материалы 14-й Международной конференции. – 21–23 мая 2019, Минск, Беларусь. – С. 216–218.

УДК 621.865+681.51

Яловой П. С.

Научный руководитель: ст. преподаватель Касьяник В. В.

**ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РОБОТА СО СТАНКОМ CNC
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ ROBLAB И MACH3**

Робототехника – это сфера, которая стабильно впитывает все самые передовые технологические достижения и разработки целого ряда дисциплин, таких как: электроника, электромеханика, радиотехника, телемеханика, информатика. Именно технологии робототехники во многом обеспечили процветание роботизированных механизмов и привели к тому, что сегодня наша жизнь без них не представляется возможной, особенно в промышленности, где применяются станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Уровень автоматизации станка – основной критерий, позволяющий использовать станок в составе робото-технологического комплекса. Такой станок должен быстро перенастраиваться, обеспечивать контроль деталей, вывод стружки, обработку всех деталей, включенных в группу. Кроме того, автоматически зажимать и освобождать деталь, точно и надежно ее базировать на станке, автоматически менять инструмент при обработке, поджимать заготовку к торцу токарного патрона или к плоскости приспособления для ее установки. Станки с ЧПУ – это станки с компьютерным управлением. До ЧПУ станки управлялись вручную механиками. С помощью ЧПУ компьютер управляет сервоприводами, которые приводят машину в действие. Таким образом, постоянного человеческого внимания не требуется, хотя для запуска станков все же необходимы операторы.

Применение ЧПУ станка с роботом позволит повысить степень автоматизации и освободить оператора от функции загрузки обрабатываемой заготовки и съема готовой детали или производить установку заготовки на многоцелевых станках во время обработки предыдущей заготовки. Это, в свою очередь, сократит простои станка, повысит его производительность и уменьшит потери рабочего времени.

Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время неправильное восприятие профессии оператора станка с ЧПУ является роковым для молодежи, стремящейся найти работу в этой отрасли. Найти мотивированного, грамотного, способного к самостоятельной работе человека почти невыполнимая задача. При этом для опытного оператора интересной задачей также является настройка станка, но, когда все это позади и начинается производство, весь интерес пропадает, поскольку после этого начинаются операции по загрузке и выгрузке изделий из станка. Роботы же могут применяться везде, где требуется точность, скорость, где надо выполнять монотонные или опасные для человека операции или работать в агрессивной среде. А интеграция робота со станком ЧПУ – это то, что повысит производительность труда и конкурентоспособность фирмы [1].

В качестве образовательного робота выступает робот RobTRAIN2 (рисунок 1).

Робот RobTRAIN2 построен как функциональная модель промышленного робота-манипулятора PUMA (Programmable Universal Machinefor Assembly – программируемый универсальный манипулятор для сборки). Он имеет кинематическую цепную структуру пятиосевого робота-манипулятора PUMA. Благодаря используемым материалам и конструкции, несмотря на их небольшие размеры, их элементы жесткие и долговечные, что обеспечивает многолетнюю бесперебойную работу. В то же время применяемые приводы означают, что RobTRAIN2 соответствует техническим предположениям для «взаимодействующих роботов», т. е. во время работы ему не требуется корпус с защитными клетками, поскольку столкновения с телом человека или другими элементами в его рабочем пространстве не могут нанести травмы человеку, как

прямо, так и косвенно. Однако следует помнить, что при работе с любым оборудованием, содержащим движущиеся части, рекомендуется соблюдать особую осторожность и использовать защитные очки.

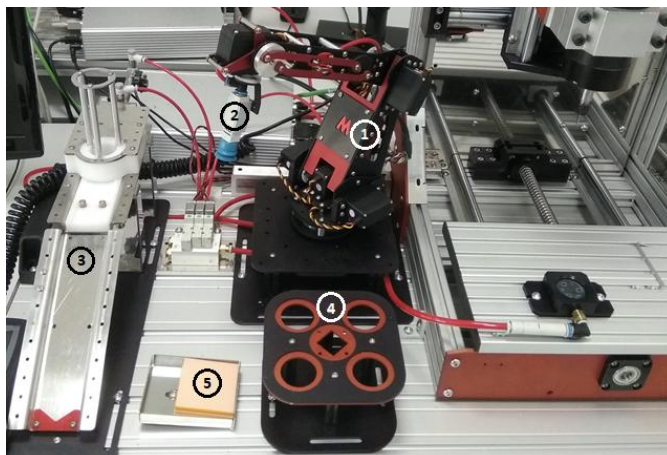


Рисунок 1 – Образовательный робот RobTRAIN2: 1) пятиосевой манипулятор робота; 2) вакуумный захват; 3) рампа; 4) поддон; 5) контейнер

Робот RobTRAIN2 состоит из трех основных модулей:

- 1) пятиосевой манипулятор робота;
- 2) контроллер робота;
- 3) захват, соответствующий конкретной задаче робота.

Контроллер робота-манипулятора RobTRAIN2 является неотъемлемой частью робота, и без него манипулятор не работает (рисунок 2).



Рисунок 2 – Контроллер робота-манипулятора RobTRAIN2

Задача контроллера – интерпретировать команды из специального приложения управления RobLAB, управлять движением робота, а также дополнительными элементами, такими как управляющие клапаны захвата, или в случае более сложных комплектов, таких как MiniFMS2, – склады подачи, конвейеры, бинарные манипуляторы и т. д.

Контроллер робота может работать без подключения к манипулятору робота RobTRAIN2 – его можно использовать в качестве интерфейса для двоичного управления другими приводами – доступно 8 двоичных входов и 8 выходов, работающих в промышленном стандарте сигнала 24 В постоянного тока.

Робот-манипулятор изготовлен из легкой ажурной алюминиевой конструкции, обеспечивающей жесткость элементов двигателя, управляемых передо-

выми цифровыми серводвигателями RC.

В качестве CNC станка выступает фрезерный станок MiniMILL.

MiniMILL – это полноценный мини-фрезерный станок, разработанный и предназначенный для обучения (рисунок 3).

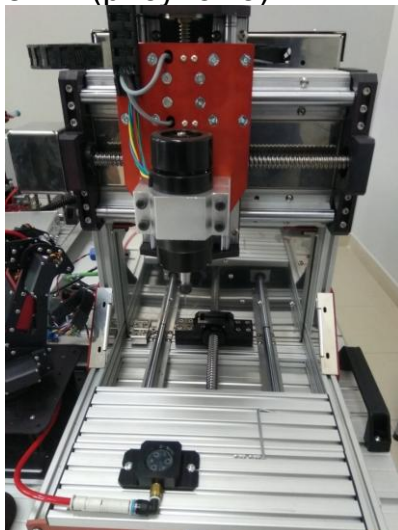


Рисунок 3 – Трёхосевой фрезерный станок CNC MiniMILL

Его можно использовать как для обучения программированию на языке RS274 (G-код), так и для выполнения точных фрезерных работ, таких как гравировка надписей, изготовление небольших прототипов пластин для электроники, изготовление мелких прецизионных деталей из пластика или алюминия.

MiniMILL – это фрезерный станок с типичной кинематической цепью XYZ со шпинделем, перемещающимся по осям X и Z (портальная система с фиксированными километрами). Машина приводится в движение шаговыми двигателями, а шпиндель представляет собой электродвигатель постоянного тока мощностью 500 Вт. Фрезерный контроллер встроен в конструкцию станка. Это решение обеспечивает жесткость и точность машины (намного выше, по сравнению с азиатским решением), экономит пространство на поверхности стола и сокращает время, необходимое для подготовки машины к обучению (размещение элементов машины на столе, проводка и т. д.) [2,3]. Описание структуры системы представлено на рисунке 4.

Узлу «Контроллер» будет отводиться работа по контролированию работы робота-манипулятора и станка CNC. Задача контроллера – интерпретировать команды из специального приложения управления RobLAB и управлять движением робота, а также станком CNC.

«Датчик» – узел, обеспечивающий корректную работу и взаимодействие робота-манипулятора и станка CNC. Как только робот-манипулятор кладет элемент (желтый диск) в лоток для обработки, станку подается сигнал для начала работы.

Узел «Станок CNC» отвечает за работу останавливающего и выталкивающего элемента для корректного пропускания и точного позиционирования продукта.

«Взаимодействие с RobLAB» – узел, отправляющий информацию о текущем состоянии робота: положение, сигналы.

Узел «Робот-манипулятор» будет работать согласно следующему набору инструкций:

1) взаимодействие с узлом «Рампа»: робот-манипулятор берет элемент с ramпы и кладем в «Поддон 1»;

2) работа с узлом «Контейнер»: робот-манипулятор переносит элемент

(желтый диск) от стола для обработки в «Контейнер»;

3) взаимодействие с узлом «Поддон 1»: робот-манипулятор переносит элемент (желтый диск) из «Поддон 1» на стол для обработки «Станка CNC»;

4) взаимодействие с узлом «Рампа»: робот-манипулятор берет элемент с рампы и кладет в «Поддон 2»;

5) работа с узлом «Контейнер»: робот-манипулятор переносит элемент (желтый диск) от стола для обработки «Станка CNC» в «Контейнер»;

6) взаимодействие с узлом «Поддон 2»: робот-манипулятор переносит элемент (желтый диск) из «Поддон 2» на стол для обработки «Станка CNC».

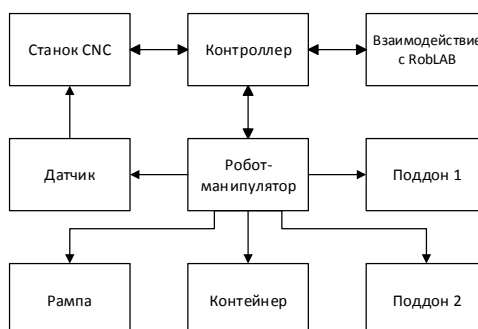


Рисунок 4 – Структура системы

В результате выполненных исследований построена компьютерная модель образовательного робота-манипулятора RobTRAIN2 со всеми элементами, необходимыми для интеграции со станком CNC, в программной среде RobLAB. Образовательный робот-манипулятор RobTRAIN2 был подключен к периферийному оборудованию, и была реализована программа работы робота в компьютерной модели. Далее на основании построенной компьютерной модели спроектирована архитектура программного средства и выделены основные узлы системы. Описаны возможные сценарии работы системы, включая всевозможные варианты ошибок и исключений. Написаны коды работы робота-манипулятора (образовательного робота) и фрезерного станка CNC (ЧПУ), позволяющие осуществить их интеграцию.

Применение интеграции робота-манипулятора со станком CNC позволит повысить степень автоматизации и освободить оператора от функции загрузки обрабатываемой заготовки и съема готовой детали или производить установку заготовки на многоцелевых станках во время обработки предыдущей заготовки. Это, в свою очередь, сократит простои станка, повысит его производительность и уменьшит потери рабочего времени.

Поэтому использование роботов на производстве конкурентоспособно и рентабельно – оно повышает не только производительность, но и качество выпускаемой продукции, а также существенно улучшает условия труда работников.

Список цитированных источников

1. Характеристика и описание программы для управления ЧПУ станком Mach3 [Электронный ресурс]. – <https://vseochpu.ru/mach3-programma-dlya-upravlenie-chpu-stankom/>, 2019.

2. Что такое станок с ЧПУ [Электронный ресурс]. – <https://trace-magic.ru/statii/stanki-s-chpu/chto-takoe-stanok-s-chpu>, 2019.

3. Робот становится станком с ЧПУ [Электронный ресурс]. – <http://www.mirprom.ru/public/robot-stanovitsya-stankom-s-chpu.html>, 2019.