



Робот-строитель «in situ fabricator-1» как новейшая разработка в робототехнике в строительстве

М.Ю.Аляева, К.Г.Погосов, Н.В.Пак
Донской государственной технической университет

Аннотация. Рассматриваются актуальные проблемы в робототехнике в строительстве в аспекте разработки новейших роботов-строителей. Предлагается внедрение новых разработок роботов-строителей в жилищное и гражданское строительство.

Ключевые слова: робот-строитель, робототехника в строительстве

Строительный сектор является крупнейшим в Европе и России промышленным работодателем, существенным источником дохода от экспорта и очевидным вкладом в качество жизни для всех граждан [1]. Радикальные инновации на всех этапах создания и использования зданий необходимы для решения будущих проблем устойчивости, энергосбережения и конкурентоспособность промышленности в России [2-4]

В 1970 году роботы произвели революцию в автомобильной индустрии, выполняя задачи точнее и быстрее людей, однако машины стали проникать и в другие отрасли промышленности, в том числе и в строительство. Новое поколение более точных роботов неожиданно появились на поточных линиях и в других отраслях. Эти машины способны к более тонким и трудным задачам, таким как упаковка салата. Новейшие роботы представляют собой трудовые ресурсы, которые собираются коренным образом изменить производственный процесс в строительстве.

Строительная площадка является непростой средой, которая постоянно изменяется. Любой робот должен быть достаточно мощным, чтобы работать с тяжелыми строительными материалами, но одновременно легким и небольшим, чтобы проникать внутрь типовых зданий; достаточно юрким, чтобы перемещаться по стройплощадке.

Роботы-строители дают возможность развития новых типов сложных конструкций, которые можно создавать непосредственно на месте строительства,



не транспортируя их из далеко расположенных заводов-изготовителей. Это позволяет вносить коррективы в процесс строительства здания в режиме реального времени, находясь на строительной площадке[5].

На каком же этапе в настоящее время находится разработка роботостроителей? Ответ получен благодаря работе Маркуса Гифтхалера и его коллег в Швейцарской высшей технической школе Цюриха, которые разработали новый класс робота, способного создавать новые конструкции на стройплощадке. Они называют свой новый проект In Situ Fabricator1 и показывают на что он способен. In Situ Fabricator1 изначально разрабатывался, чтобы быть практичным. Робот, названный In Situ Fabricator1, способен создавать элементы зданий при помощи различных инструментов с точностью менее 5 мм; может действовать полуавтономно в меняющихся условиях: работать на высоте стандартных стен и проходить сквозь дверные проемы. Он водо- и пыленепроницаемый, питается от электросети и аккумулятора. Инженер может вносить изменения в план работ в реальном времени, подключившись к роботу через интернет. Изначально для работы робота устанавливаются базовые точки, с помощью которых он ориентируется в пространстве, но зачастую бывает так, что роботу-строителю In Situ Fabricator1 приходится самому анализировать реальную ситуацию. Для наблюдений и перемещений робот-строитель оснащен камерами и мощным процессором для навигации и планирования задач. У него есть гибкий манипулятор для выполнения различных задач. Например, для строительства двойной волнообразной кирпичной стены длиной 6,5 м и высотой 2 м, сложенной из 1600 кирпичей, что и проделал In Situ Fabricator-1 в качестве демонстрации своих возможностей на экспериментальной площадке в Швейцарии под названием NEST (Next Evolution is Sustainable building Technologies), в результате чего получилась кладка, в которой все кирпичи были выложены на расстоянии не более 7 мм друг от друга. Робот выполняет эту работу, сравнивая технологические карты, полученные от архитектора и карту стройплощадки, образ которой он составляет

благодаря многочисленным датчикам на его корпусе. Но даже соблюдая все правила, могут возникнуть непредвиденные проблемы, такие как неровность плоскости строительства, которые In Situ Fabricator-1 должен решать на месте. Несмотря на достаточно высокий уровень мобильности и автоматизации при задании различных операций оператор должен вручную указывать исходные параметры.

Как заявил автор проекта Гифтхалер: «Чтобы полностью раскрыть потенциал данного проекта необходимо не только научиться манипулировать роботом, но и обрабатывать полученную от машины информацию в проектном бюро» [6].

Следующей задачей для робота стало создание сложного изогнутого стального каркаса для бетонной конструкции. Данное задание демонстрировало точность исполнения и мелкую моторику манипуляция механической «руки». Во время этого процесса In Situ Fabricator-1 просчитывал на каждом этапе силу натяжения прежде чем сваривать прутья [7-10].

У робота-строителя есть и недостатки: один из них его вес — почти 1,5 тонны. Это слишком много для того, чтобы входить в большинство зданий. Инженеры хотят облегчить его до 500 кг. Во-вторых, он может поднимать предметы весом не более 40 кг, а в идеале не менее 60. Для этого Гифтхалер и компания разработали гидравлический привод, который позволил бы роботу поднимать тяжести, не теряя точности движений; в данный момент в движение приводимый электромотором. Еще одним плюсом в пользу гидравлических приводов выступает непрактичность электромоторов на строительной площадке, которые быстро выходят из строя в связи с агрессивными условиями среды. Конструкция робота безусловно несовершенна, но планируется модернизировать механизмы в следующих поколениях роботов. Гидропривод будет использован в создании второй модели In Situ Fabricator-2, которая ожидается в ближайшее время.



Набирающее популярность 3D строительство имеет ряд преимуществ, таких как:

1. Отсутствие опалубки;
2. Исключается человеческий фактор;
3. Ограничение эксплуатации по температурному режиму;
4. При массовом строительстве недорогого и стандартного жилья;
5. Для производства мелкоштучных стеновых материалов при использовании несъемной опалубки с заполнением низкоплотного ячеистого бетона.

Главным недостатком данного метода являются внушительные размеры самого принтера относительно строящегося здания, иными словами объект строительства не может быть больше 3D принтера. Поэтому на помощь приходит робот-строитель, в силах которого возводить конструкции во много раз больше себя.

Литература

1. Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Чубарова К.В. Организационный инжиниринг // Инженерный вестник Дона, 2015. № 3. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155
2. Шилов А.В. Актуальные проблемы охраны труда и безопасности в строительной отрасли// Инженерный вестник Дона, 2016. № 3. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/3728
3. Щуцкий В.Л., Шилов А.В., Талипова Т.Д. Прочность конических опор линий электропередач с учетом ограничений по второй группе предельных состояний //Вестник евразийской науки, 2016. № 2. - URL: naukovedenie.ru/PDF/29TVN216.pdf



4. Петренко Л. К., Саркисян А. А. К вопросу о преимуществах и недостатках субподрядного метода ведения работ в строительстве// Инженерный вестник Дона, 2017. № 4. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4429

5. Петренко Л.К., Манжилевская С.Е. Организационно-экономические аспекты природопользования// Инженерный вестник Дона, 2016. № 3. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3715

6. Манжилевская С.Е., Аль-Хадж Али Абдулла Салех Экономические проблемы отрасли в свете современного состояния комплексного жилищного строительства // Инженерный вестник Дона, 2017. № 4. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4415

7. Цапко К.А.Процессный менеджмент как средство повышения социально-экономического развития строительных компаний// Инженерный вестник Дона, 2016. № 3. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3734

8. Цапко К.А. Инновационные методы управления инвестициями в свете системного подхода к организации и управлению строительным производством //Инженерный вестник Дона, 2016. № 4. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3950

9. Crandell, C. 1991. Individual differences in speech recognition ability: Implications for hearing aid selection. Ear Hear Suppl, 12(6), PP.100 - 107.

10. Kraisman J. Management of the corporation: actual problems of modernity Washington, DC. 2002. - 560 p.

References

1. Manzhilevskaya S.E., Shilov A.V., Chubarova K.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155

2. Shilov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2016. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/3728

3. Shutsky V. L., Shilov, A. V., Talipova T. D. Vestnik evrazijskoj nauki, 2016. №. 2. URL: naukovedenie.ru/PDF/29TVN216.pdf



4. Petrenko L. K., Sarkisyan A. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4429
5. Petrenko L.K., Manzhilevskaya S.E. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2016. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3715
6. Manzhilevskaya S.E., Al'-Hadzh Ali Abdulla Salekh Inženernyj vestnik Dona (Rus). URL: 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4415
7. Capko K.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2016. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3734
8. Capko K.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus).2016. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3950
9. Crandell, C. 1991. Individual differences in speech recognition ability: Implications for hearing aid selection. Ear Hear Suppl, 12(6), pp.100 - 107.
10. Kraisman J. Management of the corporation: actual problems of modernity Washington, DC. 2002. 560 p.