

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЯГКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Мамаев П.Е., Васильева Г.В.

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Ключевые слова: мягкая робототехника, мягкие роботы, коллаборативные роботы, медицинские роботы, робототехника.

Аннотация. Мягкая робототехника является отдельным направлением робототехники, специализирующемся на разработке роботов из мягких материалов, имеющих повышенную гибкость и адаптируемость при выполнении поставленных задач, а также обеспечивающих безопасность при работе рядом с людьми. В работе рассматриваются способы применения мягких роботов в различных областях.

ANALYSIS OF SOFT ROBOTIC USE

Mamaev P.E., Vasilyeva G.V.

Ural state university of railway transport, Yekaterinburg

Keywords: soft robotics, soft robots, collaborative robots, medical robots, robotics.

Abstract. Soft robotics is a separate branch of robotics, specialising in the development of robots made of soft materials that are more flexible and adaptable in performing tasks, as well as providing safety when working close to people. The work considers the ways in which soft robots can be applied in various fields.

Несмотря на то, что в гражданском секторе по-прежнему на первом месте находятся промышленные роботы, ожидается, что основная доля гражданского применения роботов вскоре придется на бытовое обслуживание населения [1]. Возникает потребность в мягких роботах, призванных работать в условиях непосредственной близости к человеку. В данной работе рассматриваются различные способы применения мягких роботов: в области медицины, промышленности, быта и т.д.

Мягкая робототехника – направление робототехники, в котором проектируются и исследуются роботы из мягких материалов. Данное направление воплощает основную идею квазибиологической парадигмы, так как используемые материалы по своим механическим свойствам напоминают мягкие ткани живых существ. Исследование мягких роботов базируется на механике сплошных сред (в частности, деформируемых твердых тел), либо на механике твердых тел с кинематической избыточностью.

Применение промышленных роботов требует их изоляции от человека, так как они имеют большую мощность, скорость и вес. Также промышленные роботы не способны взаимодействовать с хрупкими объектами без их разрушения. Мягкие роботы – наоборот, могут работать рядом с людьми и не разрушать хрупкие объекты. Это возможно, так как используемые в них материалы позволяют предотвратить либо минимизировать возможный ущерб.

Например, мягкая роботизированная перчатка [2], работающая за счет изменения давления жидкости в ней, помогает людям в реабилитации кисти руки

(рис. 1). Ее мягкие приводы способны генерировать значительную силу под давлением, что позволяет кисти руки функционировать, производя крепкий точный захват, безопасный для человека, но при этом не производя сильных напряжений, которые бы могли возникнуть в шарнирах при использовании классических твёрдых стержней, опасных для восстановления заживающих тканей.

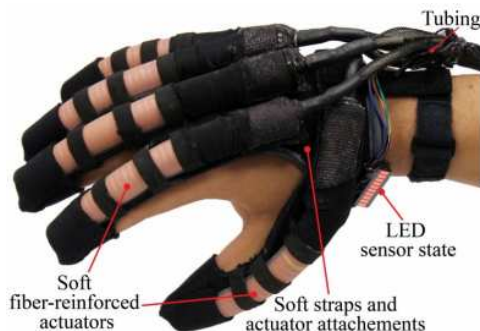


Рис. 1. Мягкая роботизированная перчатка [2]

Способность мягких роботов оперировать хрупкими предметами без их повреждения дает больше возможностей для исследования окружающей среды, например, глубоководных рифов. Так, использование специального гидравлического удавоподобного (boa-type) захвата [3], состоящего из мягких материалов, позволяет производить сбор глубоководной фауны без причинения вреда окружающей среде.

Вдохновленный строением тел змей и головоногих, мягкий актуатор может получить доступ к тесным пространствам и обратимо изменять форму от практически прямого луча до спиральной структуры (рис. 2). Изменения формы зависят от геометрии актуатора, свойств эластомерного материала и расположения армирования волокон, что обеспечивает актуатору уникальную способность обрабатывать неопределенность размеров, форм и жесткости исследуемых образцов. При увеличении давления внутренней жидкости актуатор длиной 300 мм и диаметром 15 мм, может обвивать объекты для увеличения контактной поверхности и распределения сил. Разработанный актуатор типа удава может обвивать объекты диаметром до 12 мм.

Мягкие роботы имеют применение не только в условиях внешней среды. Существует множество устройств, направленных на помощь человеку, способных выполнять различные задачи внутри его организма, так как имеют достаточно малые размеры.

Так медицинский робот, разработанный инженерами из Колорадского университета в Боулдере, предназначен для внутреннего обследования пациентов (рис. 3). Он представляет собой трубку, перемещающуюся за счет физических свойств спиралей внутри него [4].

С помощью увеличения температуры можно достичь расширения и сокращения спиралей, а при уменьшении температуры с помощью передаваемого по трубкам холодного воздуха, – сужения и вытягивания. Итеративное выполнение цикла нагрева-охлаждения приводит к продольному перемещению робота и напоминает передвижение червя.

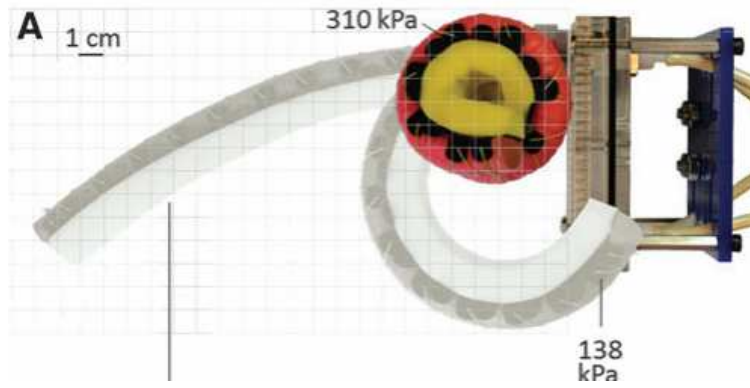


Рис. 2. Вид сверху на диапазон движения удавоподобного актуатора [3]

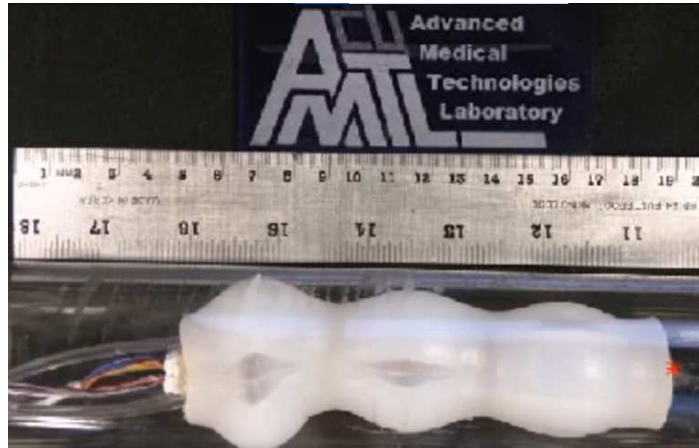


Рис. 3. Медицинский робот

Ещё более функциональным является робот-оригами [5] с магнитным приводом (рис. 4). Под действием дистанционного управляющего сигнала он способен перекачиваться и переворачиваться на суше, перемещаться в воде, а также скручиваться. Его форма позволяет двигаться всенаправленно, а также складываться и раскладываться, выполняя функцию насосного механизма. Кроме того, данный схват способен манипулировать объектами до 70% своего диаметра и весом, превышающим собственный в несколько десятков раз.

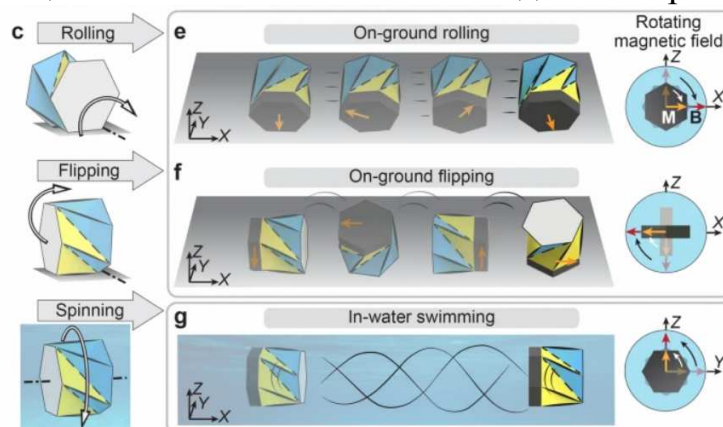


Рис. 4. Робот-оригами

Всё это позволяет доставлять лекарства внутри организма или перемещать объекты в труднодоступных местах, например, внутри разветвленного трубопровода. Ожидается, что робот будет применяться для биомедицинской диагностики и лечения.

В работе рассмотрен широкий спектр применения устройств мягкой робототехники. Промышленные роботы имеют преимущество при выполнении задач, где требуется большая грузоподъемность, скорость или точность, однако их применение рядом с людьми небезопасно, а влияние на окружающую среду – губительно. Кроме того, использование мягких роботов будет оправдано там, где велика вероятность выхода из строя отдельных частей системы: из-за кинематической избыточности отказ отдельных частей рабочих органов не приводит к остановке работы и может быть скомпенсирован.

Поэтому мягкие роботы могут быть использованы в медицинской сфере в качестве диагностических или инвазивных устройств, в промышленности при совместной работе с людьми (коллаборативная робототехника), при исследовании в экстремальных и/или плохо изученных условиях.

Список литературы

1. Спасский Б.А., Титов В.В., Шардыко И.В. Мягкая робототехника в кооперативных задачах: состояние и перспективы развития // Робототехника и техническая кибернетика. – 2018. – № 1(18). – С. 14-25.
2. Polygerinos P. Soft robotic glove for combined assistance and at-home rehabilitation // Robotics Auton. Syst. 2015, vol. 73. pp. 135-143, doi.org/10.1016/j.robot.2014.08.014.
3. Kevin C. Soft Robotic Grippers for Biological Sampling on Deep Reefs // Soft Robotics. 2016, vol. 3, pp. 23-33, doi.org/10.1089/soro.2015.0019.
4. Щелкунов Е.Б., Виноградов С.В., Щелкунова М.Е. и др. Мягкие роботы // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2021. – №1(49). – С. 83-91. – doi.org/10.17084/20764359_2021_49_83.
5. Ze Q. Spinning-enabled wireless amphibious origami millirobot // Nature Communications. 2022, vol. 13 (3118), 9 p. doi.org/10.1038/s41467-022-30802-w.

Сведения об авторах:

Мамаев Петр Евгеньевич – студент;

Васильева Галина Викторовна – к.т.н., доцент кафедры «Мехатроника».