

Ешмухаметов Азамат Нурланович

ассоциированный профессор, лектор, профессор
Satbayev University, Республика Казахстан

Павлов Никита Владленович

магистрант II курса
Satbayev University, Республика Казахстан

АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ КОНТИНУУМ-РОБОТА И СФЕР ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. Данная статья содержит результаты анализа литературы, основанной на прошлых исследованиях и концептах континуальных роботов, обобщены сильные и слабые стороны реализации.

Ключевые слова: робототехника, мобильный робот, континуум-робот.

Введение

На сегодняшний день робототехника является одним из основных стремительно развивающихся направлений науки и техники. Разработка промышленных манипуляторов вышла на совершенно новый уровень, однако основной целью современной робототехники является разработка мобильного робота, способного реализовывать свою деятельность в замкнутой хаотичной среде.

На данный момент было проведено большое количество исследований и предложены варианты конструкций сверх гибкого робота. Опираясь на них, виден огромный потенциал идеи, хоть и не исключены трудности, а точнее сказать, нюансы её реализации.

Предпосылки исследования и обзор связанных научных работ

Как было отмечено выше, традиционные манипуляторы с жесткими звеньями не способны работать в замкнутой среде, ограничивающей степени их подвижности. На помощь в данных ситуациях приходят мобильные роботы малых габаритов, способные быстро ориентироваться и перемещаться.

Первым континуальным роботом является разработка Виктора Андерсона из Института океанографии Скриппса в 1967 году, получившая название Tensor Arm и имевшая 16 степеней свободы [1]. Прототип приводился в действие нейлоновым “сухожилием”, располагающимся по внешней стороне робота (рисунок 1).

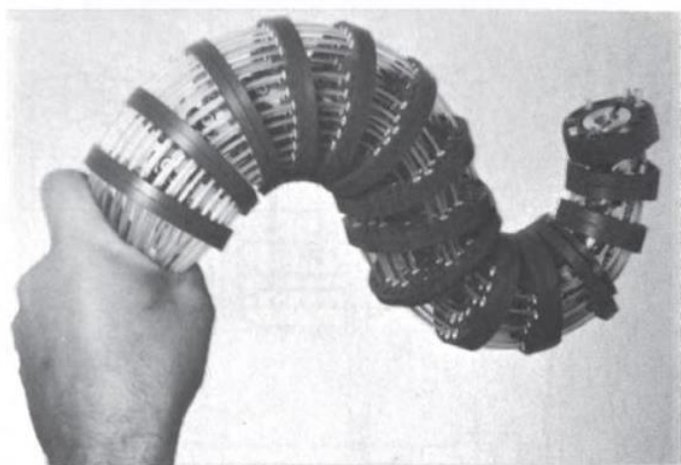


Рис. 1. Tensor Arm

Прототип должен был применяться в подводных миссиях, однако испытания были неудачными.

Модель Андерсона была взята и переработана для использования в малоинвазивной хирургии. Первыми в данной области были Грэхам Робинсон и Брюс Дэвис [2]. Представленный ими манипулятор Naгр с помощью концентрических трубок мог принимать нужную форму и изгибаться в любую сторону, хоть и обладал низкой скоростью. Позже Чжэн Ли из Китайского университета Гонг-Конга с командой представили новую гибкую роботизированную систему с управляемыми сухожилиями [3]. Отличительной стороной была настраиваемая жесткость конструкции посредством управления этими сухожилиями и регулировкой длины участка изгиба.

Сравнительно недавно была предложена идея реализации континуального робота с чередующимися континуум звеньями, следующими за рабочим органом (рисунок 2). Несмотря на простую конструкцию и

компактный дизайн исполнения, робот имел очень малую грузоподъемность [4-5].

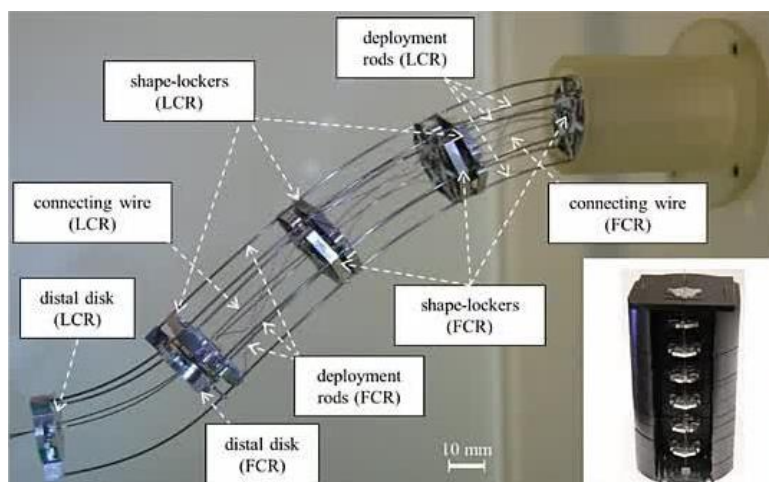


Рис. 2. Робот с чередующимся континуумом

Современные исследования по континуальному управлению роботами

Оптимизация и совершенствование технологии продолжается и сегодня. Несмотря на простую идею, её реализация постоянно встречает определенные трудности.

Применение тросов для управления континуум-роботом в значительной степени повышает возможную грузоподъемность, однако основным нюансом на данный момент является проблема натяжения этих тросов. Слабое натяжение приводит к покиданию троса своего места, что приводит к остановке процесса и началу наладочных работ. Кроме этого, слабое натяжение снижает грузоподъемность манипулятора и точность позиционирования рабочего органа, вследствие чего континуум-роботы в наше время находят широкое применение только в малоинвазивной хирургии, где процесс не автоматизирован и выполнение континуум-роботом своей задачи требует постоянного контроля со стороны человека.

Одним из последних континуум-роботов является робот для сбора урожая. Азамат Ешмухаметов, взяв прототип Яна Уокера, полностью переработал дизайн и систему управления. При исследовании наработок

Уокера были выявлены проблемы, связанные с трением и провисанием троса, что приводило к соскальзыванию последнего.

При создании прототипа был разработан абсолютно новый тип пассивного скольжения при помощи дискового механизма, исключая трение тросов о сегменты и выпадение их со своих мест, а также новый метод управления с обратной связью по их натяжению [6] (рисунок 3).

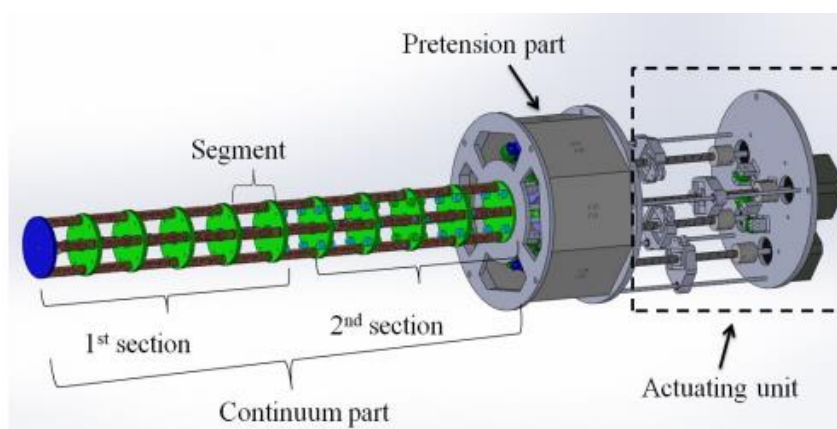


Рис. 3. Континуум-робот Азамата Ешмухаметова

Предлагаемый в научной работе новый гибридный механизм предварительного натяжения демонстрирует высокую эффективность и манёвренность при управлении несколькими секциями континуум-манипулятора, обеспечивая двухступенчатую компенсацию натяжения.

Заключение

Несомненно, принцип континуального движения манипуляторов имеет огромный потенциал. Применение данного типа роботов возможно повсеместно в связи с их высокой гибкостью и маневренностью. Однако с каждым прорывом в этой области возникают другие нюансы, связанные с конструкцией или управлением, которые требуют внимания.

На данный момент гибкость конструкции и точность позиционирования рабочего органа не вызывают сомнений. Сейчас ведутся исследования над увеличением скорости работы и повышением мобильности континуум-робота.

Применение данного типа роботов возможно при чрезвычайных

ситуациях, в инвазивной хирургии, в сельскохозяйственном секторе, в реакторах и трубопроводах. Благодаря простой конструкции и отсутствию электроники в рабочей части, реально использование в агрессивных средах и средах, несущих опасность для здоровья людей.

Список литературы:

1. Anderson, V.C.; Horn, R.C. Tensor arm manipulator design. *Trans. ASME* 1967, 67, 1–12.
2. Robinson, G.; Davies, J.B.C. Continuum robots-a state of the art. In *Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation (Cat. No.99CH36288C)*, Detroit, MI, USA, 10–15 May 1999; pp. 2849–2854.
3. Li, Z.; Feeling, J.; Ren, H.; Yu, H. A Novel Tele-Operated Flexible Robot Targeted for Minimally Invasive Robotic Surgery. *Engineering* 2015, 1, 73–78.
4. Kang, B.; Koijev, R.; Sinibaldi, E. The First Interlaced Continuum Robot, Devised to Intrinsically Follow the Leader. *PLoS One* 2016, 11, e0150278, Doi:10.1371journal.pone.0150278.
5. Ji, D.; Kang, T.H.; Shim, S.; Lee, S.; Hong, J. Wire-driven flexible manipulator with constrained spherical joints for minimally invasive surgery. In *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. Springer: Berlin, Germany, 2019; pp. 1–13.
6. “Designing of Novel Wire-Driven Continuum Robot Arm with Passive Sliding Disc Mechanism: Forward and Inverse Kinematics”, Azamat Yeshmukhametov, Koichi Koganezawa, Yoshio Yamamoto, *Proceedings of 19th International Conference on Control, Automation and Systems*, 2019, pp 218-223, Jeju, Korea, 2019,