Humans naturally perform numerous complex tasks. These include sitting down, picking something up from a table, and pushing a cart. These activities involve various movements and require multiple contacts, which makes it difficult to program robots to perform them.

Recently, Professor Eiichi Yoshida of the Tokyo University of Science has put forward the idea of an interactive cyber-physical human (iCPH) platform to tackle this problem. It can help understand and generate human-like systems with contact-rich whole-body motions. His work was published in Frontiers in Robotics and AI.

Prof. Yoshida briefly describes the fundamentals of the platform. "As the name suggests, iCPH combines physical and cyber elements to capture human motions. While a humanoid robot acts as a physical twin of a human, a digital twin exists as a simulated human or robot in cyberspace. The latter is modeled through techniques such as musculoskeletal and robotic analysis. The two twins complement each other."

This research raises several key questions. How can humanoids mimic human motion? How can robots learn and simulate human behaviors? And how can robots interact with humans smoothly and naturally? Prof. Yoshida addresses them in this framework. First, in the iCPH framework, human motion is measured by quantifying the shape, structure, angle, velocity, and force associated with the movement of various body parts. In addition, the sequence of contacts made by a human is also recorded. As a result, the framework allows the generic description of various motions through differential equations and the generation of a contact motion network upon which a humanoid can act.

Second, the digital twin learns this network via model-based and machine learning approaches. They are bridged together by the analytical gradient computation method. Continual learning teaches the robot simulation how to perform the contact sequence. Third, iCPH enriches the contact motion network via data augmentation and applies the vector quantization technique. It helps extract the symbols expressing the language of contact motion. Thus, the platform allows the generation contact motion in inexperienced situations. In other words, robots can explore unknown environments and interact with humans by using smooth motions involving many contacts.

In effect, the author puts forward three challenges. These pertain to the general descriptors, continual learning, and symbolization of contact motion. Navigating them is necessary for realizing iCPH. Once developed, the novel platform will have numerous applications.

"The data from iCPH will be made public and deployed to real-life problems for solving social and industrial issues. Humanoid robots can release humans from many tasks involving severe burdens and improve their safety, such as lifting heavy objects and working in hazardous environments. iCPH can also be used to monitor tasks performed by humans and help prevent work-related ailments. Finally, humanoids can be remotely controlled by humans through their digital twins, which will allow the humanoids to undertake large equipment installation and object transportation," says Prof. Yoshida, on the applications of iCPH.

Using the iCPH as ground zero and with the help of collaborations from different research communities, including robotics, artificial intelligence, neuroscience, and biomechanics, a future with humanoid robots is not far.

Люди естественным образом выполняют множество сложных задач. К ним относятся сидение, взятие чего-либо со стола и толкание тележки. Эти действия включают в себя различные движения и требуют множества контактов, что затрудняет программирование роботов для их выполнения.

Недавно профессор Эйити Йошида из Токийского университета науки выдвинул идею интерактивного киберфизического человека (iCPH). платформа для решения этой проблемы. Это может помочь понять и создать человекоподобные системы с насыщенными контактами движениями всего тела. Его работа была опубликовано в журнале "Границы робототехники и искусственного интеллекта".

Профессор Йошида кратко описывает основы платформы. "Как следует из названия, iCPH сочетает в себе физические и кибернетические элементы для захвата движений человека. В то время как гуманоидный робот действует как физический близнец человека, цифровой близнец существует как имитированный человек или робот в киберпространстве. Последнее моделируется с помощью таких методов, как опорно-двигательный аппарат и роботизированный анализ. Два близнеца дополняют друг друга."

Это исследование поднимает несколько ключевых вопросов. Как гуманоиды могут имитировать человеческое движение? Как роботы могут учиться и имитировать человеческое поведение? И как роботы могут взаимодействовать с людьми плавно и естественно? Профессор Йошида рассматривает их в этих рамках. Во-первых, в рамках iCPH движение человека измеряется путем количественной оценки формы, структуры, угла, скорости и силы, связанных с движением различных частей тела. Кроме того, также записывается последовательность контактов, осуществленных человеком. В результате фреймворк позволяет обобщенно описывать различные движения с помощью дифференциальных уравнений и генерировать контактное движение сеть, на основе которой может действовать гуманоид.

Во-вторых, цифровой двойник изучает эту сеть с помощью подходов, основанных на моделях и машинном обучении. Они соединяются мостиком с помощью метода вычисления аналитического градиента. Непрерывное обучение учит робота -симулятора тому, как выполнять последовательность контактов. В-третьих, iCPH обогащает сеть контактного движения за счет увеличения объема данных и применяет метод векторного квантования. Это помогает извлечь символы, выражающие язык контактного движения. Таким образом, платформа позволяет генерировать контактное движение в неопытных ситуациях. Другими словами, роботы могут исследовать неизвестную среду и взаимодействовать с людьми, используя плавные движения, включающие множество контактов.

По сути, автор выдвигает три задачи. Они относятся к общим описаниям, постоянному обучению и символизированию контактного движения. Навигация по ним необходима для реализации iCPH. После разработки новая платформа будет иметь множество приложений.

"Данные iCPH будут обнародованы и применены к реальным задачам для решения социальных и промышленных вопросов. Человекоподобные роботы могут освободите людей от многих задач, связанных с большой нагрузкой, и повысьте их безопасность, таких как подъем тяжелых предметов и работа в опасных условиях. iCPH также может использоваться для мониторинга задач, выполняемых людьми , и помогает предотвратить заболевания, связанные с работой. Наконец, гуманоидами могут дистанционно управлять люди через их цифровых двойников, что позволит гуманоидам осуществлять установку крупного оборудования и транспортировку объектов", - говорит профессор. Йошида, о применении iCPH.

Используя iCPH в качестве отправной точки и с помощью сотрудничества по мнению различных исследовательских сообществ, включая робототехнику, искусственный интеллект, неврологию и биомеханику, будущее человекоподобных роботов не за горами.