

СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ РОЗВИТКУ АКТИВНИХ СИСТЕМ КЕРУВАНЬ ЕКЗОСКЕЛЕТОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі представлено огляд систем керування в існуючих активних екзоскелетів за останнє десятиліття.

Ключові слова:

Екзоскелет, керування, екзоскелети верхніх кінцівок, екзоскелети нижніх кінцівок, взаємодія з людиною.

Вступ

Екзоскелет - це електромеханічна конструкція, яку носить оператор і яка відповідає формі та функціям людського тіла. Він здатний збільшити можливості людської кінцівки та/або лікувати м'язи, суглоби або частини скелету, які є слабкими, неефективними або травмованими внаслідок хвороби чи неврологічних захворювань, неефективними або травмованими через хворобу чи неврологічний стан[1]. Більше того, він об'єднує потужність машини та людський інтелект для того, щоб посилити інтелект машини і забезпечити енергією оператора. Екзоскелет працює механічно паралельно з тілом людини[1] і може приводитися в дію пасивно або активно.

Матеріали дослідження

Історія активного екзоскелета бере свій початок у 1960-х роках. Американські військові розробили кілька екзоскелетів для розширення та посилення можливостей солдатів у військових цілях [2]. Потім компанія General Electric Company розробила дворучний маніпулятор типу "ведучий-ведений" для роботи з радіоактивним обладнанням. Ведучий - це екзоскелетний робот, який одягається на оператора. робот типу екзоскелету, який одягав оператор, а його рухи відтворював дворучний підлеглий маніпулятор. Крім того, в Університеті Джона Хопкінса арозробили екзоскелет для верхньої кінцівки, який допомагає згинати лікоть паралізованим людям. Майже в той самий час антропоморфний екзоскелет "Београд" був розроблений для нижніх кінцівок. Розвиток екзоскелету було вдосконалено в різних варіантах реалізації. Реалізації екзоскелету можна розділити на три основні групи: збільшення сили людини, тактильна взаємодія та реабілітація. По-перше, збільшення людської сили; Технологічний інститут Каназави розробив екзоскелет для всього тіла для збільшення можливостей медсестри піклуватися про пацієнта . Крім того, Університет Цукуби розробив кілька поколінь роботів-костюмів Hybrid Assistive Limb для фізичної підтримки повсякденної діяльності користувача і важкої роботи . Останній - BLEEX, екзоскелет для нижніх кінцівок від Університету Берклі. BLEEX був розроблений для збільшення людської кінцівки таким чином, щоб користувач міг легко переносити значні навантаження на різних поверхнях .

Друге застосування екзоскелету - це тактильна взаємодія. Першим тактильним екзоскелетом є Handyman і Hardiman, розроблений компанією GE на початку 1970-х років. Це була система телеуправління за принципом "ведучий-ведений" . В останнє десятиліття десятиліття Гупта та ін. розробили тактильний екзоскелет руки з п'ятьма DOF для тренувань та реабілітації у віртуальному середовищі [3]. Як і Гупта та ін., Каріньян та ін. розробили тактильний інтерфейс екзоскелета для тренування віртуальних завдань. Потім П'єра та ін. розробили EXOSTATION, складну станцію тактильного управління, яка дозволяє користувачеві дистанційно керувати віртуальним підлеглим роботом.

Реабілітація - остання сфера застосування екзоскелетів. Реабілітаційні екзоскелети були розроблені для багатьох цілей. Вони впроваджуються або в нижню кінцівку для реабілітації ходи, або у верхню кінцівку. Бігова доріжка-тренажер ходи є одним із варіантів реабілітації ходи. Екзоскелет LOKOMAT є прикладом раннього бігового тренажерів[4]. Крім LOKOMAT, існує багато інших бігових екзоскелетів, таких як LOPES, ALEX та ANdROS. На додаток до бігових тренажерів ходи, також були розроблені наземні тренажери ходи, такі як HAL з Університету Цукуби, EXPOS з Університету Соган, екзоскелет для нижніх кінцівок з Шанхаю Jiao Tong University та екзоскелет Vanderbilt.

Так багато екзоскелетів, що існують на сьогоднішній день, можна розглядати з двох аспектів: механічного та аспекту системи управління. Механічний аспект Механічні характеристики екзоскелету розглядалися багато разів. Горіга et al. розглянули механічний аспект екзоскелету верхньої кінцівки верхньої кінцівки, Vogue та ін. обговорили нещодавні розробки екзоскелетів, Diaz та ін. представили огляд екзоскелетів для реабілітації нижніх кінцівок , а також Yang та ін. [5] [6].

1. Системи управління екзоскелетом

1.1. Модельні системи керування

Однією з категорій систем керування екзоскелетом є системи керування на основі моделей. Загалом, відповідно до використовуваної моделі, стратегія управління скелетом може бути розділена на два типи: динамічна модель і управління на основі моделі м'язів [6]. Динамічна модель екзоскелета отримана шляхом моделювання людського тіла як жорстких ланок, з'єднаних між собою суглобами (кістками) [1, 6].

1.2. Ієрархічна система управління

З точки зору ієрархії, система управління екзоскелетом може бути згрупована в три рівні, а саме рівень завдань, контролери високого та низького рівнів. Контролер рівня завдання - це контролер найвищого рівня. Він виконується на основі поставленої задачі. Наступний рівень - це контролер високого рівня. Він відповідає за керування силою взаємодії людини з екзоскелетом на основі інформації, отриманої від контролера рівня завдання. Останнім є контролер найнижчого рівня, який є найнижчим рівнем. Його завдання - контролювати положення або силу з'єднань екзоскелета. Цей контролер контактує безпосередньо з екзоскелетом.

1.3. Система керування на основі фізичних параметрів

Залежно від фізичних параметрів, системи керування екзоскелетом можна класифікувати на контролери положення, крутного моменту/сили та силової взаємодії. на контролери положення, крутного моменту/сили та взаємодії. Схема управління положенням зазвичай використовується для забезпечення повороту суглобів екзоскелета на потрібний кут. Як приклад можна навести PD-контролер робота ARMin III. З огляду на реабілітаційні цілі, деякі осі екзоскелета мають фіксоване положення суглобів. Для цих осей контролер положення PD реалізований таким чином, що осі фіксуються в заданому положенні під певним кутом.

1.4. Системи керування на основі використання

Системи управління екзоскелетом також можна класифікувати відповідно до типу застосування, наприклад, контролер віртуальної реальності, контролер віртуальної реальності, контролер телеуправління та контролер ходи. Більшість екзоскелетів для верхніх кінцівок використовують контролер віртуальної реальності віртуальної реальності для виконання терапевтичних вправ.

Висновок

Системи керування екзоскелетом можна розділити на кілька груп на основі моделі, фізичних параметрів, ієрархії та використання. Системи варіаційного контролю, що використовуються сьогодні, потребують вдосконалення, щоб задовольнити такі потреби наступну систему управління екзоскелетом, таку як допомога за потребою, розпізнавання намірів користувача, модульність, безпека та стабільність. Всі ці аспекти повинні бути враховані і включені в розробку системи управління для екзоскелету, щоб забезпечити кращу продуктивність, щоб забезпечити кращу продуктивність і кращу реалізацію в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pons, J.L., 2008. *Wearable robots: biomechatronic exoskeletons*, Vol. 70. Wiley Online Library.
2. Cloud, W., 1965. Man amplifiers: Machines that let you carry a ton, *Popular Science*, vol. 187, no. 5, pp. 70-73&204.
3. Gupta, A. and M.K. O'Malley, 2006. Design of a haptic arm exoskeleton for training and rehabilitation, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 11, no. 3, pp. 280-289.
4. Jezernik, S., G. Colombo, T. Keller, H. Frueh, and M. Morari, 2003. Robotic orthosis Lokomat: a rehabilitation and research tool, *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, vol. 6, no. 2, pp. 108-115.
5. Dollar, A.M. and H. Herr, 2008. Lower Extremity Exoskeletons and Active Orthoses: Challenges and State-of-the-Art, *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 24, no. 1, pp. 144-158.
6. Lo, H.S. and S.Q. Xie, 2011. Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects, *Medical Engineering & Physics*, no. 0.

Шереметьєва Альона Юрївна – студентка групи БМІ-21 б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет.

Криворучко Іван Олександрович – асистент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет.

THE CURRENT LEVEL OF DEVELOPMENT OF ACTIVE EXOSKELETON CONTROL SYSTEMS

Abstract

This paper presents the review of the control systems in the existing active exoskeleton in the last decade.

Keywords:

Exoskeleton, control, upper limb exoskeletons, lower limb exoskeletons, Human interaction.

Sheremetieva Alyona Yu. – student of Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Krivoruchko Ivan Ol. – assistant, Associate Professor at the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University.