сьогоднішній день пристрої стабілізації не раціонально використовують ресурси. Пропонується використовувати апроксимацію руху замість ПІД-регулювання, що дозволяє домогтися поліпшення точності і швидкодії не зраджуючи споживані ресурси.

Ключові слова: *апроксимація; pid-регулятори; визначення положення в часі; нейронні мережі; прогнозування; самонавчання; стабілізація.*

V. S. Sytnikov,
D. A. Lyapun,
Odessa National Polytechnic University,
Odessa, Ukraine

RESEARCH OF COMPUTER CONTROL SYSTEM PLATFORM FOR MOBILE OBJECT

In today's world, a lot of attention paid to the various systems of stabilization. It can be a stabilizer for cameras – steadicam or suspension stabilization system for sports cars. It is used in various areas of technology, from video shooting, finishing quadrocopter's flights. The main problem considered in this study is that the existing stability control system in time do not provide a high positioning accuracy, for the computing resources they consume this. Relevance of the research lies in the fact that to date, the stabilization device is not efficiently use resources. The hypothesis is that instead of using the approximation of the motion PID can improve the accuracy and speed without changing the resources consumed.

Key words: *approximation; pid-controllers; the positioning in time; neural networks; prediction; self-study; stabilization.*

Рецензенти: д. т. н., проф. ***М. П. Мусієнко;***
к. ф.-м. н., доц. ***О. В. Дворник.***

© Ляпун Д. А., Ситников В. С., 2016

Дата надходження статті до редколегії 02.11.16

УДК 004.71

Стрельцов О. В.,
канд. техн. наук, доцент,
ovstreltsov@gmail.com
Ляшенко А. І.,
бакалавр,
Одеський національний
політехнічний університет,
м. Одеса, Україна,
ndrlyashenko@gmail.com

МОДЕЛЬ ПІДТРИМАННЯ РІВНОВАГИ АНТРОПОМОРФНОГО РОБОТА

Існуючі методи підтримання рівноваги антропоморфних роботів (АР) складні і потребують потужного обчислювального обладнання робота, займають багато часу та пам'яті. Запропонована модель підтримання рівноваги АР, яка відрізняється простотою та адаптивністю. Модель емпіричним шляхом визначає і коригує параметри підтримання рівноваги, тому може функціонувати в різних умовах переміщення АР.

***Ключові слова**: антропоморфний робот; гуманоїдний робот; робототехніка; рівновага.*

Сьогодні одним з перспективних напрямків робототехніки є розвиток антропоморфних крокуючих роботів. Використання принципу антропоморфності надає характеристикам роботів здатність успішно функціонувати в середовищі, максимально пристосованому для перебування і роботи людини. Ця здатність актуальна в тих випадках, коли роботи діють одночасно з людиною, виконуючи функції асистента, або в період тимчасової відсутності людини [1]. Також в більшості випадків роботу при виконані реальних задач в умовах нерівної місцевості потрібно долати перешкоди, потрапляти в недоступні, небезпечні місця для людей, зберігаючи при цьому рівновагу.

Антропоморфні роботи максимально універсальні і здатні виконувати потрібні функції при аварійній або іншій позаштатний ситуації. Створення таких пристроїв є одним з перспективних напрямків розвитку робототехніки, однак, існуючі роботи подібні до людини тільки частково, в більшій чи меншій мірі.

Антропоморфні двоногі роботи є складними механічними системами з безліччю взаємопов'язаних активних і пасивних ступенів свободи [2]. Для побудови таких систем використовується велика кількість приводів і різних сенсорів. Організація і оптимізація руху такої системи є досить не простим завданням, пов'язаним з побудовою складної ієрархічної системи управління. Одним з найважливіших завдань в даній області досліджень є побудова системи управління, що забезпечує стабільний рух робота і підтримку його в стійкому стані в умовах впливів з боку оточуючих факторів.

На сьогодні існує велика кількість досить працездатних моделей підтримання рівноваги робота. Є алгоритми, принцип роботи яких заснований на генерації траєкторій сполучень для забезпечення стабільного тривалого руху [2–4]. Але вони потребують потужного процесора та багато ресурсів, пам'яті, часу.

Для відносно простих роботів використовується алгоритм стабілізації шляхом диференціальної корекції з інтегрованим положеннями двигунів [5]. На початку, коли робот в положенні рівноваги, зберігаються значення акселерометра та положення моторів у змінних. Потім з кожним кроком циклу значення акселерометру зчитуються знову і різниця з оригінальними використовується для обчислення зсуву, що додається до змінних, що зберігають положення моторів, в кожному корекційному кроці, так що поточні положення моторів зберігаються в цих змінних постійно. В кінці кожного кроку циклу програма повинна чекати, бо інакше час між корекційним кроком і наступним обчисленням буде коротким, тому зчитується значення акселерометра кілька разів і обчислюється середнє. У цьому випадку досягається необхідна затримка і відхилення значень акселерометра зменшується. Великим недоліком цього підходу є задане постійне значення рівноваги.

Метою даного дослідження є розробка простої незатратної моделі підтримання рівноваги антропоморфного роботу-гуманоїда Robonovaвід Hitec

Robotics, на основі існуючого для даного робота підходу з удосконаленням шляхом додавання у модель підтримки рівноваги самостійного визначення інтервалу рівноваги роботом у процесі руху або стояння [5].

Robonova в основному складається з сервомоторів, які імітують людські суглоби та керуються мікроконтролеромMR-C3024FX. Середовищем програмування робота є програмний пакет Robobasic, який реалізує рух робота за принципами інверсної кінематики (спочатку визначаються проміжні пози руху, а потім визначається синхронний перехід всіх необхідних для зміни поз сервомоторів).

Для адресації сервомоторів робота використовуються їх групування та нумерація(рис. 1.) Для того, щоб гарантувати, що підошви ніг торкаються землі з їх повної площі в будь-який час, сервомотори 0 і 18 залишаються без дійними. Для компенсації рухів назад і вперед робот використовує сервомотори 1 і 19, тобто гомілковостопні суглоби, одночасно. Для компенсації руху убік використовуються сервомотори 4 і 22, стегна. Крім того, права рука опускається шляхом переміщення сервомотору 13 (плече), коли робот згинається вправо, а також ліва рука (сервомотор 7) при нахилі вліво.

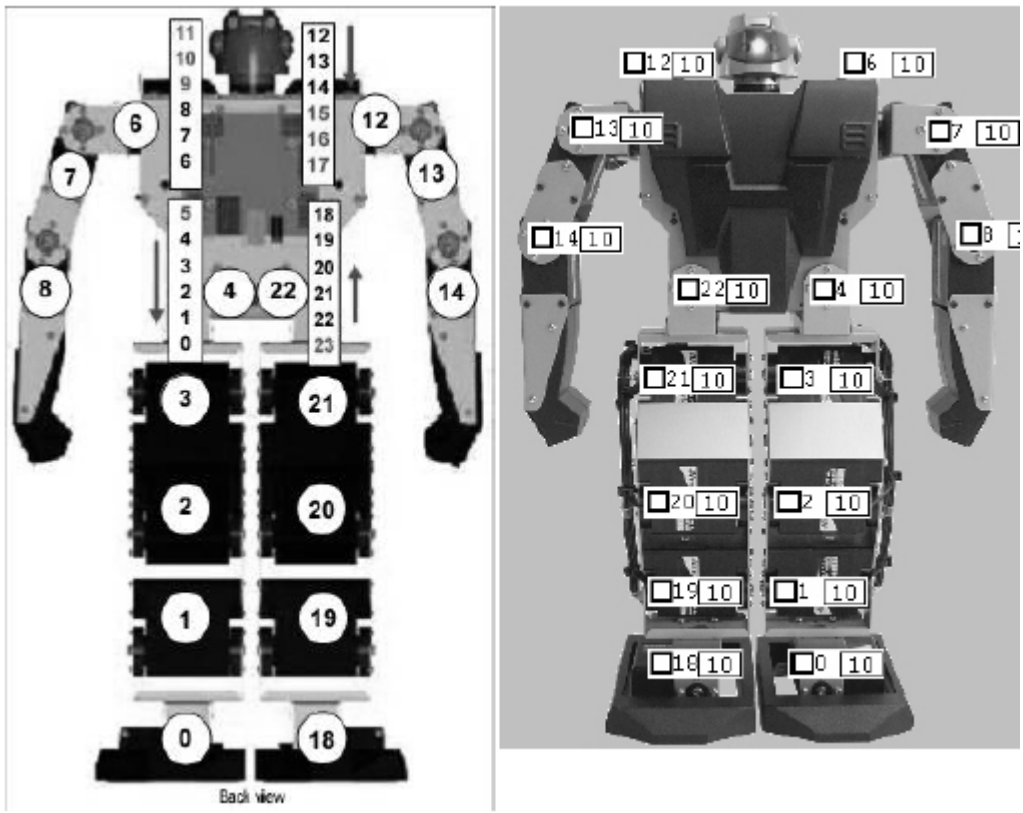

Рис. 1. Робот Robonova і адреса сервомоторів

Алгоритм запропонованого методу підтримки рівноваги виглядає наступним чином (рис. 2–4). На початку руху виконується підпрограма визначення інтервалу рівноваги, в якійна кожному кроці циклу двічі зчитується значення датчика нахилу та активуються певні сервомотори для падіння робота вперед, щоб визначити *MAX* (максимальне значення інтервалу рівноваги), а потім падіння робота назад – для визначення *MIN* (мінімальне значення інтервалу рівноваги).

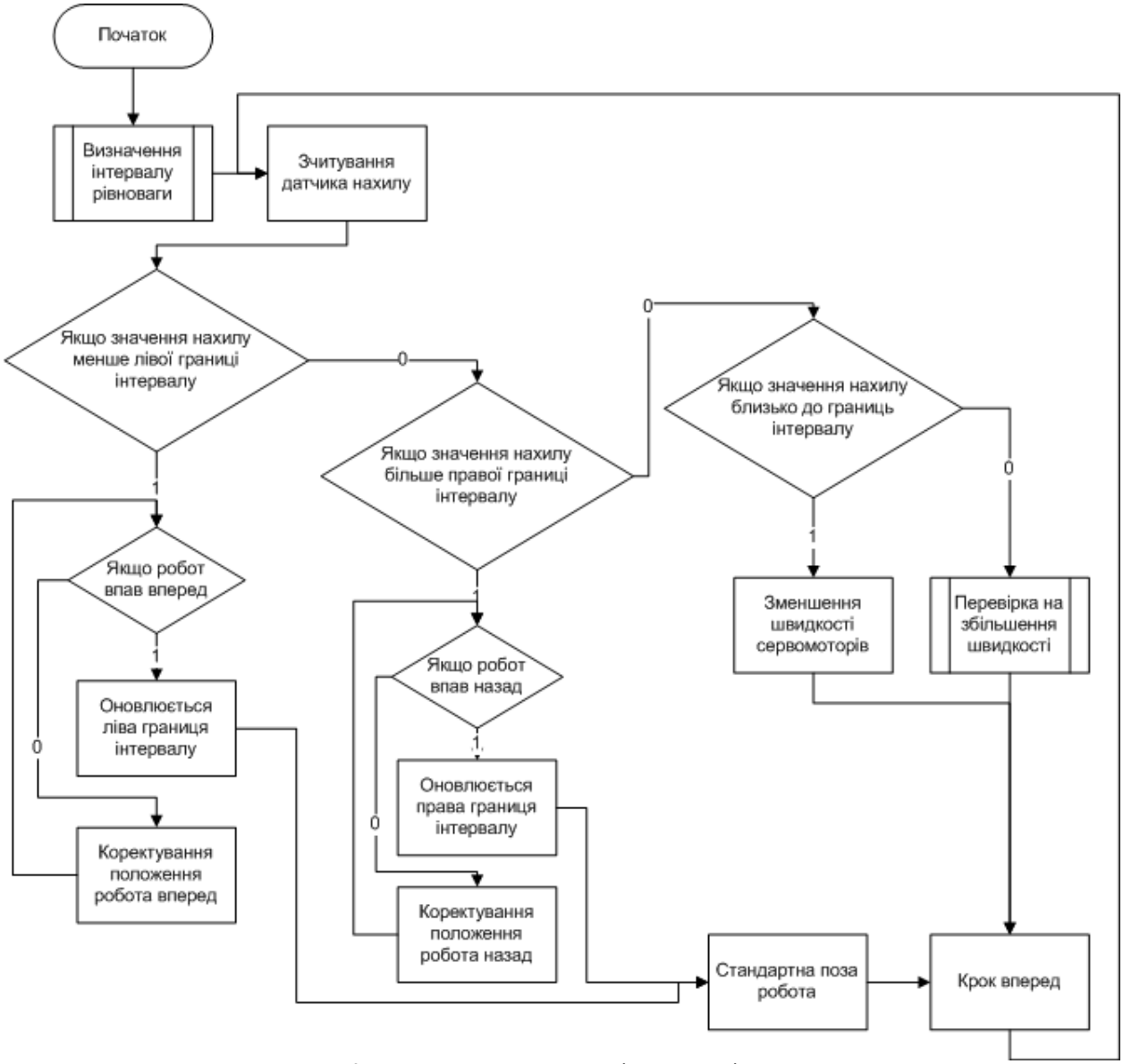

Рис. 2. Блок-схема алгоритму підтримки рівноваги

У подальшому основна частина програми на кожному кроці циклу зчитує двічі значення датчика нахилу і обчислює їх середнє – *AD*. Коли *AD* знаходиться в інтервалі рівноваги, робот знаходиться в стані рівноваги. Доки *AD*менше ніж *MIN*, працює підпрограма коректування положення робота вперед, що активує необхідні сервомотори для повернення робота в стан рівноваги. Доки *AD* більше ніж *MAX*, працює підпрограма коректування положення робота назад, що активує необхідні сервомотори для повернення робота в стан рівноваги. Якщо в процесі руху робот падає вперед, коректується мінімальне значення інтервалу рівноваги. Якщо назад – максимальне значення інтервалу рівноваги.

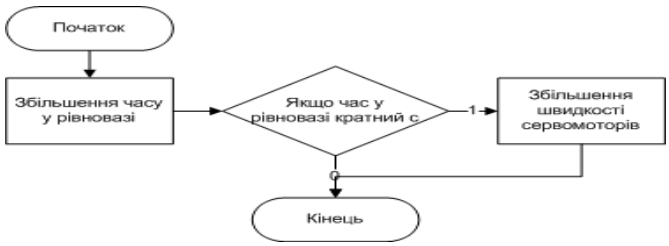

Рис. 3. Блок-схема підпрограми «Перевірка на збільшення швидкості»

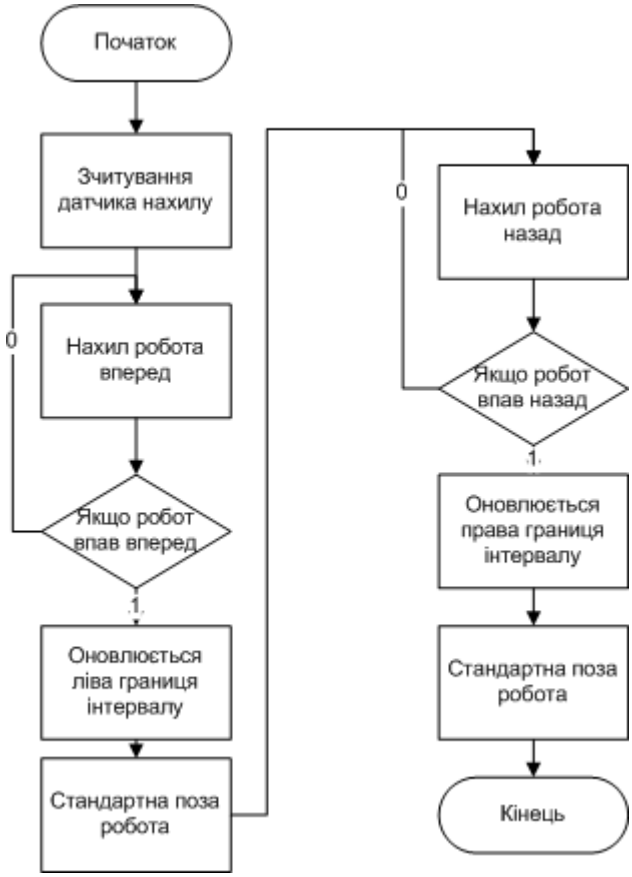

Рис. 4. Блок-схема підпрограми «Визначення інтервалу рівноваги»

Коли *AD* наближається до границі інтервалу, програма зменшує швидкість сервомоторів. Коли *AD* тривалий час, кратний константі *c*, яка була визначена експериментально, знаходиться в середині інтервалу, швидкість сервомоторів збільшується.

Отже, розроблений алгоритм відрізняється простотою, потребує мінімальної кількості сенсорів та не вимагає великих обчислювальних ресурсів. Він забезпечує в автономному режимі тривалий рух робота по будь-якій поверхні завдяки самостійному коректуванню параметрів руху, а саме швидкості та значень інтервалу рівноваги. Запропонована модель може бути в подальшому удосконалена додаванням інших параметрів та ускладненням корекції руху, наприклад, зміщенням центру ваги, а також може бути використана для розробки і реалізації самонавчального алгоритму забезпечення рівноваги антропоморфних роботів різної складності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лопота А. В., Кондратьев А. С., Тимофеев А. Н., Шардыко И. В. Проблемы применения в космосе антропоморфних роботов // ISSN 2305-9001. Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування №2 (68). 2013, С. 195 – 200.
2. А. Сафонов, А. Телеш, А. Мельников, Ф. Палис, Синтез динамической ходьбы антропоморфного робота с использованием предварительной оптимизации траекторий движения. // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Вип. 3(19). – 2012. – С. 462 – 465.
3. H. Wongsuwarn, D. Laowattana, Neuro-FuzzyAlgorithmfor a BipedRoboticSystem inWorld Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering Vol. 2. – No. – 3. – pp. 858 – 864.
4. M. E. Palmer D. B. Miller, An Evolved Neural Controller for Bipedal Walking with Dynamic Balance in GECCO'09, July 8–12, 2009, MontréalQuébec, Canada. ACM 978-1-60558-505-5/09/07 pp. 2119 – 2124.
5. H. Burgdörfer, F. Rühle, Project Documentation: Stabilization of Robonova // Universität Heidelberg, 2007.

О. В. Стрельцов,
А. И. Ляшенко,
Одесский национальний политехнический университет,
г. Одесса, Украина

МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖАНИЯРАВНОВЕСИЯ АНТРОПОМОРФНОГО РОБОТА

Существующие методы поддержания равновесия антропоморфних роботов (АР) сложные и требуют мощного вычислительного оборудования работа, занимают много времени и памяти. Предложенная модель поддержания равновесия АР отличается простотой и адаптивностью. Модель эмпирическим путем определяет и корректирует параметры поддержания равновесия, потому может работать в различных условиях перемещения АР.

Ключевые слова: *антропоморфный робот; гуманоидный робот; робототехніка; равновесие.*

O. V. Streltsov,
I. Liashenko,
Odessa National Polytechnic University,
Odessa, Ukraine

BALANCE MAINTAINING MODEL FORANTHROPOMORPHICROBOT

Existing methods of maintaining the balance of anthropomorphic robots (AR) are complex and require powerful computational robot's equipment, and take a lot of time and memory. The proposed model of maintaining AR balance is simple and adaptable. Model empirically determines and adjusts settings to maintain a balance, so it can work in various conditions of AR motion. This method can be further improved by adding other parameters to the correction model and changing of the correction movement.

Key words: *anthropomorphic robot; humanoidrobot; robotics; balance.*

Рецензенти: д. т. н., проф. ***М. П. Мусієнко;***
к. т. н., доц. ***І. М. Журавська.***

© Стрельцов О. В, Ляшенко А. І., 2016

Дата надходження статті до редколегії 09.11.16