

Мобилна платформа с вградена система за управление през TCP/IP с приложение в сервизните работи

Ясен Паунски ⁽¹⁾, Георги Ангелов ⁽¹⁾, Роман Захариев ⁽¹⁾, Нина Вълчкова ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Институт по роботика, Българска академия на науките, София, България

Резюме—Мобилните платформи, представляват ключов компонент при конструирането на сервизни работи. Те осигуряват прецизното и безопасно преместване на робота в рамките на работната зона. В тази статия се представя вградено (embedded) управление на мобилна платформа за работи чрез стандартна TCP/IP мрежа и специализиран ROS възел. Разгледани са възможностите за бъдещи подобрения и са обсъдени с възможните положителни страни и недостатъци на системата.

Ключови думи—Мобилни работи, сервизна роботика, ROS, управление, двигатели, микроконтролер, TCP/IP мрежи.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Една типична мобилна платформа се състои от механична конструкция, двигатели, задвижващи колела, контролер за управление и захранващ блок.

Движението на робота в обхвата на обслужване е една от основните функции, които определят експлоатационните характеристики и способности. Параметри като товароносимост, точност на позициониране, скорост, обхват на действие зависят от областта на приложение на роботизираната система.

Подсистемата за управление е много важна за работата и интеграцията в робота. Представената концепция за управление на мобилна база въвежда IP-базиран подход, който позволява лесна интеграция в много среди, включително ROS (Robot Operating System).

Платката за управление е базирана на съвременен 32-битов микроконтролер, оборудван с множество готови за използване хардуерни функции и позволява програмиране на високо ниво на C или C++.

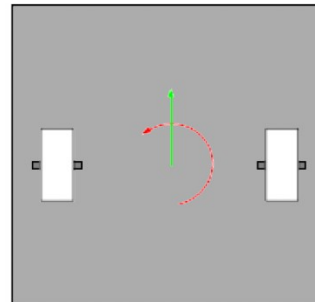
II. КОМПОНЕНТИ

A. Задвижващи системи

Съществуват много конструктивни решения за задвижване с колела. Всеки от тях има своите положителни и отрицателни страни, така че изборът трябва да се основава на областта на приложение на системата.

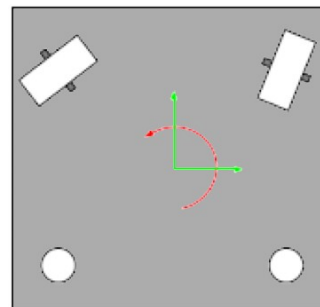
Нека разгледаме някои от използваните задвижващи системи в роботиката:

1) Диференциално задвижване представено на фиг.1:



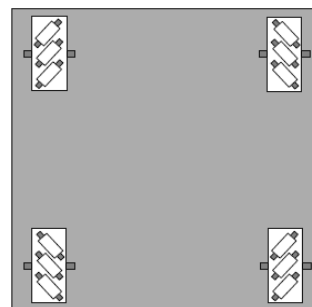
Фиг. 1 Схема на диференциално задвижване

2) Задвижване с многопосочни управляеми колела - фиг.2



Фиг. 2 Схема на задвижване с многопосочни управляеми колела.

3) Задвижване тип Mecanum wheel (шведско колело) - фиг. 3



Фиг.3 Схема на задвижване тип “Шведско колело”

Съществено предимство е, че представената концепция за управление може да се използва във всички видове задвижващи системи, но за експериментални цели избрахме мобилна база с диференциално задвижване.

B. Двигатели

Изборът на задвижващи двигатели зависи от конструкцията и изискванията за мощност на мобилната платформа.

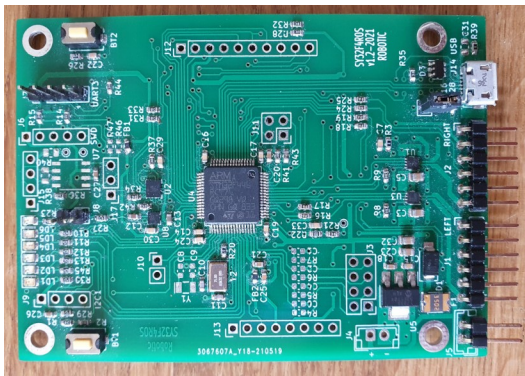
Най-често използваните са:

- Четкови постояннотокови мотори
- Безчеткови двигатели
- Асинхронни двигатели с променлив ток
- Стъпкови мотори
- Двигатели с директно задвижване

В нашата конструкция използваме четкови постояннотокови двигатели, които имат добри енергийни характеристики и линейна зависимост между подавания ток и въртящия момент на двигателя, което прави управлението по-просто и детерминирано.

C. Управляващ контролер

Контролерът за управление - Robotic SY32F4ROS (фиг.4) се основава на модерен 32-битов микроконтролер.



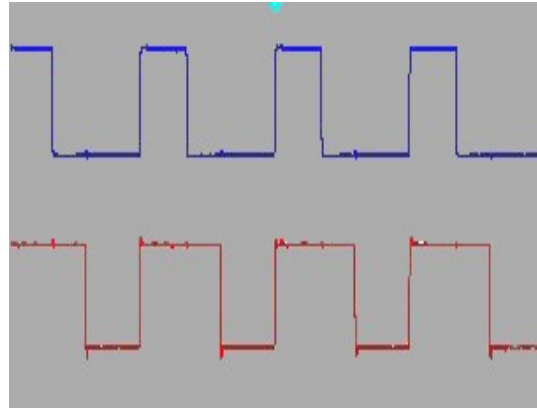
Фиг.4: Контролер за управление SY32F4ROS

Платката разполага с 6 ШИМ изхода, 10 цифрови входа/изхода и 4 АЦП, 2 входа за квадратурен енкодер и USB 2.0 интерфейс за комуникация [1].

При настоящото задвижване на мобилна платформа се използват 2 от наличните ШИМ изходи и два от цифровите изходи за превключване на посоката на двигателя.

Всички входове и изходи на платката са достъпни като ROS нодове чрез USB 2.0 високоскоростен интерфейс .

Осцилограма на сигнала от ШИМ изхода на платката е показана на фиг.5.



Фиг.5. Осцилограма на управляващия ШИМ сигнал

Драйвера и управлението на постояннотоковите двигатели са разгледани подробно в следващата глава. Реализирани са два типа обратна връзка с помощта на вградените възможности платката:

- Ток на двигателя, който дава пряка информация за въртящия момент, дискретизиран чрез ADC на платката. Токът се измерва от токови сензори, вградени в платките с H-мостове.
- Квадратурни енкодери монтирани на оста на двигателя, които дават пълна информация за скоростта на въртене и позицията на колелата

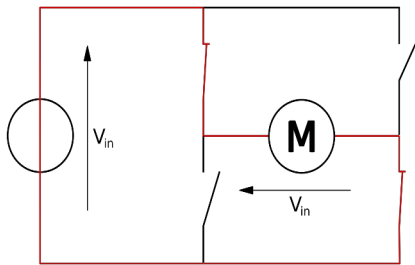
Останалите входно-изходни пинове позволяват свързване на различни използват за различни видове сензори, като контролера поддържа аналогови сензори с помощта на вградения аналогово-цифров преобразувател.

D. Драйверна част

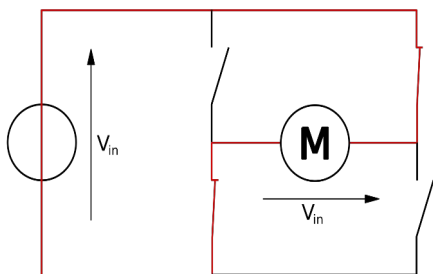
В роботиката за задвижване на постояннотокови двигатели се използва много разпространена схема между платката за управление и двигателите. Нарича се H-мост, защото изглежда като главна буква "H", когато се разглежда на дискретна схема. H-мостът е връзката между цифровата схема и механичното действие.

Основно предимство на схемата с H-образен мост е, че двигателят може да се задвижва напред или назад с всякаква скорост, като може да се използва напълно независим източник на захранване.

На фигури 7 и 8 са представени съответно тока в типичен H-мост, когато двигателят се задвижва в права и обратна посока.



Фиг. 7: Ток в права посока

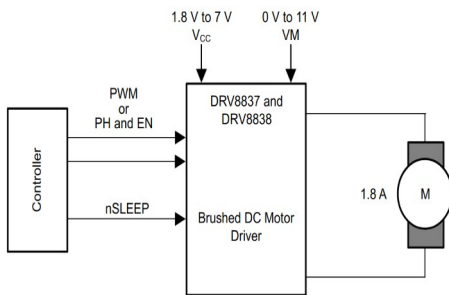


Фиг. 8: Ток в обратна посока

Ключовите транзистори се комутират по двойки - ляв горен и десен долен, или долния ляв и горния десен, но никога и двата ключа от една и съща "страна" на моста [4].

Управлението на скоростта се извършва чрез промяна на коефициента на запълване (ШИМ) на управляващия сигнал от платката за управление.

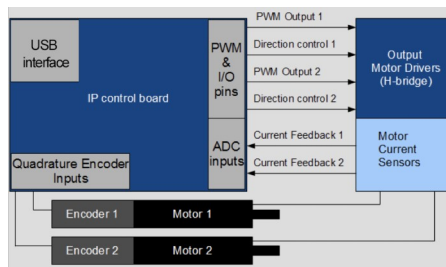
В конкретната реализация е използвана специализирана схема за управление на двигателите DRV8837 на фирмата Texas Instruments. Общата схема на свързване е показана на фиг. 9. Схемата притежава множество вградени защити, които позволяват надеждна и безопасна работа.



Фиг. 9. Типична схема на включване на Н-мост

Е. Архитектура на управляващия контролер

На фигура 10 е представена пълната структура на системата за управление. Тя се състои от платка за управление, два Н-моста, постояннотокови четкови двигатели, сензори за ток и оптични относителни енкодери за обратна връзка.



Фиг. 10: Архитектура на контролер за управление на мобилна платформа с диференциално задвижване

Ф. Програмен интерфейс

Реализиран е програмен интерфейс към контролната платка, използващ ROS възел, който позволява управление на скоростта и посоката и отчитане на обратната връзка [5]. Интерфейсът може да се използва клавиатура или джойстик за управление на движението на роботизираната платформа.

III. БЛАГОДАРНОСТ

Този доклад е изготвен в рамките на проект с Административен договор №КП-06-Н57/8-16.11.2021г.

„Методика за определяне на функционалните параметри на мобилен колаборативен сервизен робот асистент в здравеопазването“, финансиран от „Конкурс за Финансиране на фундаментални изследвания - 2021 г.“ от фонд "Научни изследвания", България.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на най-новите микроконтролери може да осигури гъвкава връзка между софтуера и роботизираните системи.

Наличието на езици и протоколи от високо ниво в новия MCU опростява проектирането и значително намалява времето за реализация.

Бъдещата работа включва подобряване на управлението на движението и свързване с ROS.

V. REFERENCES

1. **STMicroelectronics** STM32F446RE microcontroller product page: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f446re.html>
2. **Patton, K.**, Robot Drive System Fundamentals, FRC conference
3. **Mackenzie, I.**, Omnidirectional Drive Systems, FIRST robotics conference
4. **Valentine, R.**, Motor Control Electronics Handbook, McGraw-Hill Professional, 1998
5. **ROS** - Операционна система за роботу <http://www.ros.org>