

TRAFFIC CONTROL SYSTEM WITH ARDUINO SIMULATION*

KRASIMIR M. KORDOV, STANIMIR K. ZHELEZOV, BEKIR H. BEKIR

ABSTRACT: *This article presents a traffic control system through the regulation of traffic lights based on traffic load to prevent congestion and facilitate vehicle movement. The system is demonstrated through a prototype example, utilizing an Arduino microcontroller and ultrasonic sensors to detect the intensity of the busier section and extend the duration of the green signal for the corresponding traffic flow.*

KEYWORDS: *traffic control system, Arduino, Ultrasonic sensors;*

2020 Math. Subject Classification: 68M01, 68M99

СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ НА ТРАФИКА СЪС СИМУЛАЦИЯ НА ARDUINO †

КРАСИМИР М. КОРДОВ, СТАНИМИР К. ЖЕЛЕЗОВ И БЕКИР Х.
БЕКИР

Въведение

С ускореното развитие на урбанизацията и нарастващата мобилност на населението, проблемите, свързани с управлението на пътния трафик, стават все по-съществени. Нарастващият брой автомобили в градската среда води до чести задръствания, повишено време за пътуване, увеличени нива на шумово и въздушно замърсяване, както и по-висок риск от

* This paper is partially supported by Scientific Research Grant РД-08-75/22.01.2025 of Shumen University

† Статията е частично финансирана по проект № РД-08-75/22.01.2025 на ШУ „Еп. Константин Преславски“

пътнотранспортни произшествия. В същото време, традиционните методи за регулиране на движението – обикновено базирани на статично програмирани светофари с фиксирани времеви интервали – често се оказват неадекватни спрямо динамично променящата се пътна обстановка.

В този контекст нараства необходимостта от прилагане на интелигентни транспортни системи (ИТС), които да използват съвременни технологии за наблюдение, анализ и адаптивно управление на трафика в реално време [1, 2].

В отговор на тези предизвикателства, настоящата работа предлага прототип на интелигентна система за управление на трафика.

Прототип на система за контрол на трафика

Предложената система за контрол на трафика е реализирана чрез използване на подходящи хардуерни компоненти, които позволяват осъществяването на симулация за тестване на предложения модел на интелигентна светофарна система. Използваните компоненти са:

Arduino Uno

Arduino [3] е платформа с отворен хардуер и софтуер, предназначена основно за управление на електронни устройства чрез микроконтролери. Платката предлага цифрови и аналогови входно-изходни пинове, с които могат да се свързват различни компоненти като сензори, бутони, светодиоди и мотори. Програмният език е базиран на C/C++, а средата за разработка (Arduino IDE) е интуитивна и лесна за използване. Микроконтролерът е показан на Фиг. 1. Достъпната цена на компонентите, които могат да се свързват с Arduino, значително разширяват възможностите за реализация на разнообразни проекти [4, 5, 6, 7].



Фигура 1 – Arduino Uno

Ultrasonic distance sensor - HC-SR04

Ултразвуковият сензор за разстояние [8] е устройство, което използва ултразвукови вълни за измерване на разстоянието до обекти. Ултразвуковият сензор HC-SR04 се свързва чрез захранващи пинове и два цифрови пина за подаване и получаване на сигнали (Фиг. 2).



Фигура 2 - Ultrasonic distance sensor - HC-SR04

Мини LED светофари

В проекта се използват мини LED светофари, които представляват готови модули с интегрирани три LED диода – червен, жълт и зелен – подредени в един корпус. Тези модули са

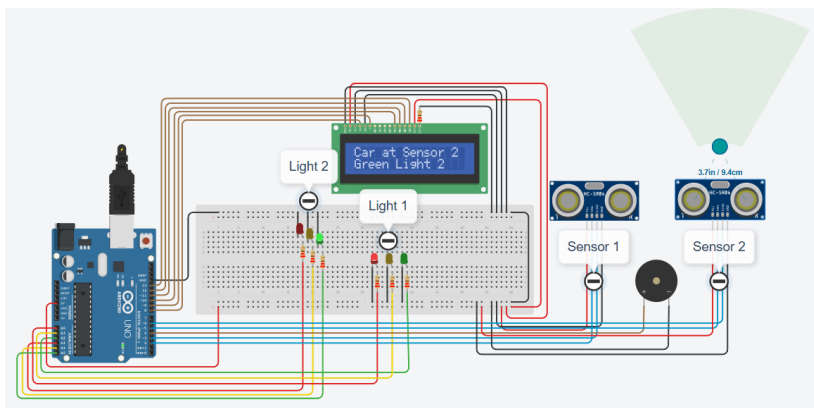
предпочитани поради своята компактност и удобство при свързване, тъй като намаляват сложността на схемата и осигуряват по-структуриран и прегледен монтаж.

Мини LED светофарите разполагат с четири пина – един общ пин (обикновено общ катод) и по един пин за всеки LED диод, което улеснява управлението им чрез микроконтролера. Свързването на модулите към Arduino се извършва като общият пин се свързва към GND, а пиновете за червен, жълт и зелен LED се свързват към отделни изходи на Arduino.



Фигура 3 - Мини LED светофар

Схемата на свързване на компонентите е представена на Фиг. 4 [9, 10].



Фигура 4 – Схема на свързване на компонентите

Симулация на система за контрол на трафика

Системата за управление на трафика, изградена с помощта на Arduino UNO, ултразвукови сензори, LED светлини и LCD дисплей, функционира интелигентно в реално време чрез анализ на входящи данни от средата. Основната ѝ задача е да оптимизира преминаването през кръстовище, като дава приоритет според пътната обстановка. Системата се състои от два основни режима на работа, които се активират автоматично в зависимост от ситуацията на пътя.

Автоматичният режим е стартов и базов режим на системата, който се активира при липса на засечени автомобили от ултразвуковите сензори.

Сензорен режим на управление е вторият режим на системата, при който се отчита броят на автомобилите от сензорите и автоматично се удължава времето на зеления сигнал за по-натоварения поток.

Проведената симулация разглежда различни сценарии на натовареност на кръстовище. При слабо натоварване алгоритъмът работи на автоматичен стандартен режим, в който зеленият сигнал на светофара е с равни времеви интервали за различните потоци. При засичане на по-интензивен поток от автомобили в някоя от пътните ленти, сензорите подават сигнали на микроконтролера, който увеличава дължината на зеленият сигнал за съответния поток.

Заклучение

Разработването на прототип на интелигентна система за управление на трафика, базирана на платформата Arduino Uno,

представлява иновативен подход към оптимизацията на пътното движение чрез използване на икономични и лесно достъпни електронни компоненти.

Представената система самостоятелно превключва светофарните уредби на автоматичен или сензорен режим, според броя на засечените автомобили, което предотвратява евентуални задръствания и улеснява придвижването на автомобили в натоварени градски среди.

Алгоритъмът представен в настоящата публикация успешно може да се интегрира в реална среда, като се заменят компонентите на системата за симулация при използването на стандартни градски светофарни системи.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Boillot, F., Midenet, S., & Pierrelee, J. C. (2006). The real-time urban traffic control system CRONOS: Algorithm and experiments. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 14(1), 18-38.
- [2] Jyothi, B. N. (2016, October). Smart traffic control system using ATMEGA328 micro controller and arduino software. In 2016 International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPEs) (pp. 1584-1587). IEEE.
- [3] Arduino Uno Rev3, Product Reference Manual, <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf> - (20.06.2025).
- [4] Stoyanov, B., and Ivanova, T. (2019, November) CHAOSA: Chaotic map based random number generator on Arduino platform. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2172, No. 1, p. 090001). AIP Publishing.
- [5] Kordov, K., & Vichev, S. (2023). System for real-time monitoring of temperature, air humidity and atmospheric pressure. *Journal scientific and applied research*, 24(1), 73-77. ISSN 1314-6289 (Print) ISSN 2815-4622 (Online).
- [6] Kordov K., & Stoyanova, D. (2023). Parking management system, *Annual of Konstantin Preslavsky University of Shumen, Faculty of*

Mathematics and Computer Science, Vol. XXIV C, 2023, pp. 41 – 46, ISSN 1311-834X.

- [7] Кордов, К., Стоянов, Ст., Система за управление на осветление в смарт хоум, Сборник студентски научни публикации, Факултет по математика и информатика, том 5, 2023, стр. 15 – 20, ISSN 2683-023X.
- [8] Ultrasonic distance sensor review - What is an Ultrasonic Sensor, <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-ultrasonic-sensor> - (20.06.2025).
- [9] Tinkercad web application for Arduino project design - <https://www.tinkercad.com/> - (20.06.2025).
- [10] Mustan, S., Kr. Harizanov 2024. The role of Microsoft platforms Makecode and Tinkercad in STEM education, KNOWLEDGE – International Journal Vol.66.2, pp.217- 221 (ISSN 2545-4439/1857-923X).

Красимир Кордов

Факултет по математика и информатика

Шуменски университет „Епископ К. Преславски“

E-mail: krasimir.kordov@shu.bg

Станимир Железов

Факултет по математика и информатика

Шуменски университет „Епископ К. Преславски“

E-mail: stanzhelezov@shu.bg

Бекир Бекир

Факултет по математика и информатика

Шуменски университет „Епископ К. Преславски“