# AĞILLI ŞƏHƏRLƏR ÜÇÜN IOT DƏSTƏKLİ AĞILLI PARKİNQ SİSTEMİ (IPS)

Nigar QƏDİMOVA*

**Xülasə:** Mövcud infrastrukturun ağıllı şəhərlərə çevrilməsi parkinq sistemlərinin ağıllı idarə edilməsini nəzərdən qaçıra bilməz. Əhali sıxlığı yüksək olan şəhərlər (Metro st olduğu şəhərlər daxil olmaqla) xüsusi olaraq ən yaxın parkinq yerini tapmaq problemi ilə üzləşirlər. Hər gün artan nəqliyyat vasitələri bu problemi daha da ağırlaşdırır və nəqliyyat vasitələrinin təhlükəsizliyini şübhə altına alır. Bu araşdırmada, IoT əsaslı metodologiyadan istifadə etməklə, ağıllı şəhərlərdə parkinq yerlərinin tapılması məsələsi həll edilir. Təklif olunan İntellektual Parkinq Sistemi (IPS) real vaxt rejimində məlumatları toplayan, buluda göndərən və bununla da istifadəçiyə avtomobili yaxınlıqdakı yerdə saxlamaq üçün uyğun yer təklif edən IoT çərçivəsindən ibarətdir. Çərçivənin tərkib hissəsi kimi istifadəçilərə yaxınlıqdakı parkinq yerlərinin mövcudluğunu yoxlamağa və sonradan parkinq yerini rezerv etməyə imkan verən mobil proqram hazırlanmışdır. Bu yazıda həmçinin bir insanın parkinq yeri tapmaq və onu düzgün yerdə saxlamaq üçün müxtəlif istifadə halları təsvir edilir. Təklif olunan sistem Raspberry Pi, NodeMCU, Radio Frequency Identification (RFID) və İnfraqırmızı (İQ) sensorlarından istifadə etməklə həyata keçirilib. Sonrakı bölmələrdə müzakirə edilən nəticələr bu İntellektual Parkinq Sisteminin istifadə imkanlarını dəstəkləyir.
***Açar Sözlər**: Ağıllı Parkinq Sistemi, Parkinq Yuvaları, Ağıllı Şəhər, Firebase Real-Time Database, IoT*

**Iot Supported Intelligent Parking System (Ips) For Smart Cities**

**Abstract:** The transformation of existing infrastructure into smart cities cannot ignore the smart management of parking systems. Cities with high population density (including Metro cities) especially face the challenge of finding the nearest parking space. The increasing number of vehicles every day aggravates this problem and questions the safety of the vehicles. In this study, the problem of finding parking spaces in smart cities is addressed using an IoT-based methodology. The proposed Intelligent Parking System (IPS) consists of an IoT framework that collects real-time data, sends it to the cloud, and thereby suggests a suitable location for the user to park a car at a nearby location. As part of the framework, a mobile application was developed that allows users to check the availability of nearby parking spaces and subsequently reserve a parking space. This article also describes different use cases for finding a parking space for a person and keeping it in the right place. The proposed system was implemented using Raspberry Pi, NodeMCU, Radio Frequency Identification (RFID) and Infrared (IR) sensors. The results discussed in the following sections support the utility of this IPS.
***Key Words**: Smart Parking System, Parking Slots, Smart City, Firebase Real-time Database, IoT*

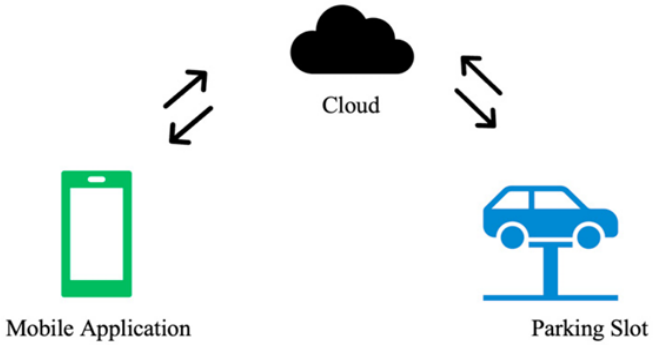
## Giriş

Dünyanın ən çox əhalisi olan ikinci ölkə Hindistandır. Hindistan şəhərlərindəki genişlənmə və inkişaf parkinq yerləri üçün layiqli bir arxitekturaya malik deyil. Bu, uzun müddət davam edərsə, nəticəni əldə edə bilərik, çünki artan avtomobillərin sayı mövcud parkinq yerləri ilə tərs mütənasibdir. Bir çox insan iş səbəbiylə yeni və tanış olmayan ərazilərə səyahət etdiyi üçün onların qonşuluqla tanış olmama ehtimalı yüksəkdir. Buna görə də, onlar yeri bilməyə bilər, qiymətli vaxtlarını riskə atdıqları üçün parkinq yerinin mövcudluğuna zəmanət vermədən dayanacaq yerinə gedə bilməzlər. Hazırda böyük şəhərlərdə pik saatlarda avtomobil dayanacağı axtarışı ən böyük problemə çevrilir. Hazırkı məqalədə təklif olunan çərçivə mövcud parklama yerlərini real vaxt rejimində izləmək və onların yeri təsdiqləndikdən sonra istifadəçi üçün mövcud olan ən yaxın parkinq yerlərini və slotlarını göstərmək məqsədi daşıyır. Bir çox insanlar ərazi ilə tanış olmadıqları üçün və ya gedib parkinq yeri sifariş etmək üçün vaxt çatışmazlığı səbəbindən nəqliyyat vasitələrini park edir. Dayanacaq yerinə getdikdən sonra park yuvasının olmama biləcəyi bir amil də var. Onlar maşınlarını parklanmayan yerlərdə saxladıqları üçün cərimə ödəməli olurlar. Belə ki, qeyri-yerlilərə dayanacaq yerlərinin göstərilməklə yanaşı, slotların mövcudluğunu göstərən bir sistemin olması insanlar üçün böyük üstünlük olacaq. Bundan əlavə, o, həm də onlara slotu rezerv etməyə imkan verir və hətta parklama yerinə gedən marşrutu göstərir. Hər kəsin məşğul gündəlik həyatımızda bu sistem böyük vaxta qənaət edəcək və istifadəçinin böyük cərimələr ödəməsinin qarşısını aldığı üçün daha bir müsbət təkan olacaq. İstifadəçiyə əlavə

* Müəllim, Bakı Avrasiya Universiteti, nigar.qedimova94@gmail.com, ORCID: 0009-0007-3812-573X
DOI :10.30546/100981.1.2024.0181

olaraq, hətta parkinq sahibləri də faydalanacaqlar, çünki onların park yuvaları boş yerə boş qalmayacaq.

**Şəkil 1:** Ağıllı parkinq sisteminin arxitekturası




Bu sistemin arxitekturası əsasən üç əsas komponentdən ibarətdir: tətbiq, bulud və interfeys. Daxili komponentlər və bəzi digər xüsusiyyətlər Şəkil 1-də müzakirə olunur. Mobil proqram ilkin olaraq bizə ən yaxın dayanacaq yerini tapmağa kömək edir. Park yuvaları qırmızı və yaşıl rənglərlə işarələnir. Qırmızı rəng parklama yerinin dolu olduğunu, yaşıl isə ən azı bir park yuvasının boş olduğunu göstərir. Bu real vaxt məlumatları istifadəçiyə düzgün məlumat verən real vaxt bulud bazasından götürülür. Dayanacaq yeri markeri ad, ünvan və pulsuz avtomobil və velosiped yuvalarının sayı kimi parkinq yerinin təfərrüatlarını bilməyə kömək edir.

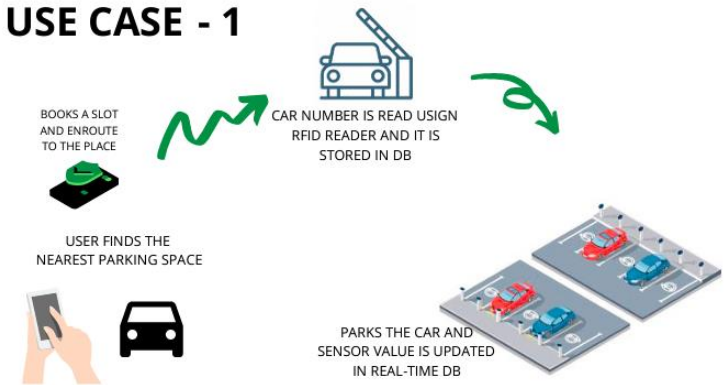
Əsas töhfələri aşağıdakı kimi müzakirə olunur:

• Ağıllı Parkinq Sistemi üçün mobil tətbiqin dizaynına unikal yanaşma təklif olunur.

• Nəzərdə tutulan tədqiqatda dayanacaq yeri tapmaq üçün müxtəlif istifadə halları təklif edilir və tətbiq edilir.

## 1. İntellektual Parkinq Sistemi (IPS) üçün istifadə halları

**Şəkil 2:** Müvafiq giriş-çıxış qapıları olan çoxsaylı dayanacaqlar




Şəkil 2-də təsvir edilən istifadə vəziyyətində istifadəçiyə mövcud park yuvaları olan ən yaxın dayanacaq yeri göstərilir və proqram vasitəsilə istifadəçi boş yerə çatmazdan əvvəl bir yuva saxlayır. İstifadəçi avtomobil dayanacağına daxil olduqdan sonra qapıdakı RFID oxuyucusu vasitəsilə avtomobil nömrəsi oxunur və sonra verilənlər bazasında saxlanılır. İstifadəçi daha sonra irəli gedir və avtomobili mövcud yuvada saxlayır. Yuvalarda quraşdırılmış sensorlar bu dəyişikliyi aşkar edir və yanğın bazası dəyərləri yenilənir. Bu mərhələdə istifadəçinin rezervasiya edilmiş yuvada park edib-etmədiyini yoxlamaq üçün yoxlama aparılır. Avtomobil başqa bir yuvada saxlanılırsa, rezervasiya edilmiş yuva boşaldılır

və park edilmiş yuvanın dəyəri yenilənir. Müddət, nəqliyyat vasitəsinin növü və s.-in təfərrüatları verilənlər bazasında saxlanılır. Çıxış zamanı ödəniş hesablanır və istifadəçi proqramdakı ödəniş səhifəsi vasitəsilə ödəyə bilər.

**Şəkil 3:** Yaxınlıqdakı insanlar üçün bir neçə yuvadan ibarət evin yaxınlığında dayanacaqlar




Şəkil 3-də göstərilən istifadə vəziyyətində, dayanacaq üçün xüsusi yer mövcud yerdən istifadə edilməmiş kimi görünə bilər və buna görə də alternativ, ən azı müəyyən dərəcədə bu məqsəd üçün ev yuvalarının istifadəsi olacaqdır. Bununla, insanlar yuvanın istifadə olunmayacağını bildikləri müddət ərzində evlərindəki parkinq yerini qeydiyyatdan keçirə bilərlər. Bir neçə belə yuva qeydə alınır və sonra sensorlar orada yerləşdirilir və məlumatlar verilənlər bazasına daxil edilir. Yuxarıda göstərilən yanaşmaya bənzər şəkildə istifadəçiyə ən yaxın olanı təklif olunur. Bununla belə, parkinq yerlərinin sayı daha az olduğundan onları tapmaqda daha çox çətinlik olduğundan, düzgün istifadəçinin doğru yuvaya çatmasını təmin etmək üçün əlavə yoxlama aparılır. İstifadəçinin yeri və sistemdəki slotun yeri müqayisə edilir və istifadəçiyə təsdiq mesajı verilir. Ödəniş və digər detalların saxlanması yuxarıdakı yanaşma ilə eynidir. Ödəniş hökumətin göstərişlərinə uyğun olaraq aylıq və ya həftəlik olaraq sahiblərə edilir.

## 2. Materiallar və Metodlar

Təklif olunan çərçivə ətraflı təsviri verilmiş aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir:

Raspberry Pi: Böyük Britaniyada Raspberry Pi Fondu tərəfindən Broadcom ilə birlikdə hazırlanmış bir sıra kiçik tək lövhəli kompüterlərdir (SBC) Bu, kompüter ekranına və ya televizora qoşulan və işləmək üçün standart klaviatura və siçandan istifadə edən kredit kartı ölçülü, ucuz kompüterdir. Hər yaşda olan insanlar bu bacarıqlı kiçik cihazın köməyi ilə Scratch və Python kimi dillərdə hesablama və necə yaratmağı öyrənə bilərlər. O, yüksək dəqiqlikli video oynaya, internetə daxil ola, elektron cədvəllər və söz sənədləri yarada və oyunlar oynaya bilər. O, həmçinin stolüstü kompüterin bütün funksiyalarına malikdir.

NodeMCU: ESP8266 (Çinin Şanxay şəhərində Espressif Systems tərəfindən istehsal edilmiş daxili TCP/IP şəbəkə proqramı və mikrokontroller qabiliyyətinə malik ucuz Wi-Fi mikroçipidir.) WiFi çipi üçün Lua-da yerləşən NodeMCU (NodeMCU aşağı qiymətli açıq mənbəli IoT platformasıdır) adlı açıq mənbəli proqram təminatı hazırlanmışdır. Ümumi olaraq NodeMCU İnkişaf lövhəsi kimi tanınan ESP8266 İnkişaf lövhəsi/dəsti, ESP8266 çipinin imkanları haqqında daha çox məlumat əldə etmək üçün NodeMCU mikroproqramı ilə gəlir. Açıq mənbə platforması olaraq, NodeMCU-nun aparatı hər kəs tərəfindən dəyişdirilə, təkmilləşdirilə və ya yaradıla bilər.

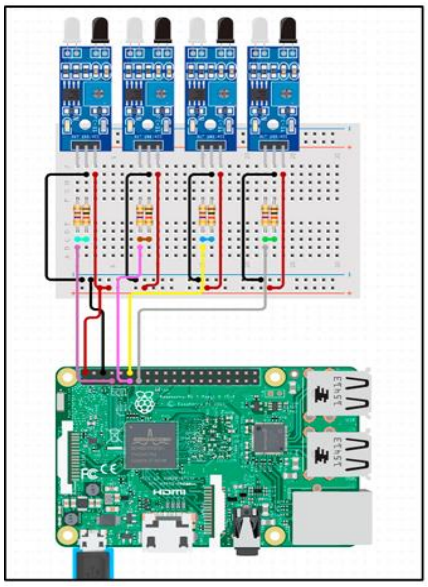
RFID: RFID (radio tezlik identifikasiyası) bir şeyi, heyvanı və ya insanı xüsusi olaraq müəyyən etmək üçün elektromaqnit spektrinin radiotezlik sahəsində elektromaqnit və ya elektrostatik birləşmədən istifadə edir.

IR Sensorları: İnfraqırmızı sensorlar 780 nm-dən 50 m-ə qədər infraqırmızı dalğa uzunluğu diapazonunda spektral həssaslığa malik radiasiyaya həssas optoelektronik komponentlərdir. IR sensorları daha çox bina xidmətlərində işıqları yandırmaq və ya icazəsiz müdaxilələri müəyyən etmək üçün siqnalizasiya sistemlərində istifadə olunan hərəkət detektorlarında istifadə olunur. İnsan müəyyən bucaq diapazonunda hərəkət etdikdə sensor elementləri məkan və zamanda dəyişən istilik radiasiyasını (infraqırmızı şüalanma) aşkar edir. Bu ucuz, kütləvi istehsal olunan infraqırmızı sensorlar sadəcə bir neçə əsas tələblərə əməl etməlidir.

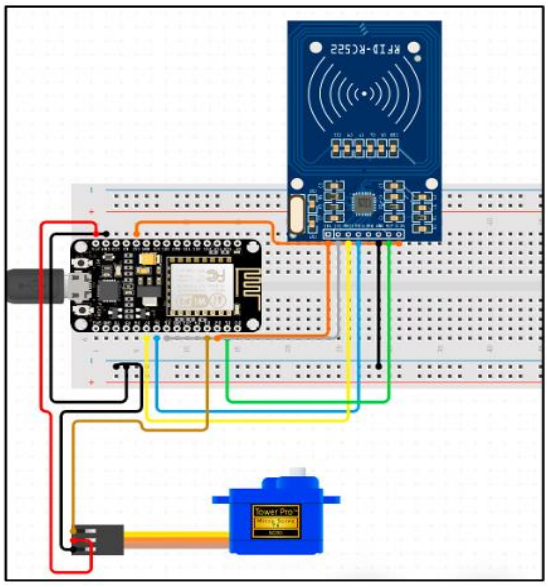
## 3. Təklif Olunan Metodologiya

Raspberry Pi 3 Model B üçüncü nəsil Raspberry Pi-dir. Əlavə LAN və Bluetooth bağlantısı var. O, 1 GB RAM-a malikdir və təklif olunan işi təkmilləşdirməyə kömək edən 40 GPIO pininə malikdir. Az miqdarda məlumatı olan pulsuz Firebase real vaxt verilənlər bazası slotların mövcudluğu haqqında məlumatla qarşılıqlı əlaqə üçün vacibdir. AWS RDS istifadəçi təfərrüatları, əvvəlki qeydlər və bron edilmiş vaxt kimi proseslə bağlı məlumatları saxlamaq üçün istifadə olunur. Təklif olunan iş NodeMCU və Raspberry Pi kimi nəzarətçiləri olan iki dövrədən ibarətdir. Əlaqələr Şəkil 4 və Şəkil 5-də göstərilən sxematik diaqrama uyğun olaraq aparılır. Raspberry-pi sxemi IR sensorlarından ibarətdir və bu sensorlar çörək lövhəsi vasitəsilə ümumi VCC və GND-yə qoşulur və onların giriş pinləri GPIO-ya qoşulur. lövhənin sancaqları. Raspberry-Pi Firebase-dən dəyərləri alır və sensorların oxunuşlarını yoxlayır. Sensorların real vaxt dəyərində hər hansı dəyişiklik olarsa, moruq pi firebase real vaxt verilənlər bazası dəyərlərini yeniləyir ki, layihədəki hər bir modul verilənlər bazasından unikal və düzgün dəyər əldə edə bilsin. MFRC522 RFID modulunun 3.3V pininə Şəkil 5-də göstərilən ikinci dövrədə NodeMCU modulunun 3.3V pininə bağlıdır. NodeMCU ESP8266-nın D1 pin və RFID modulunun sıfırlama pininə qoşulub. MFRC522 Modulunun IRQ pin qoşulmayıb. NodeMCU modulunun D6 pin və RFID modulunun MISO və MOSI pinləri birləşdirilib. D5 və D2 SCK və SDA üçün müvafiq bağlantılardır. Qapıya nəzarət etmək üçün NodeMCU-ya bir servo motor da qoşulmuşdur. Bu modul bizə onların sürətli etiketlərindən istifadə edərək avtomobili aşkarlamağa kömək edir və yanğın bazasındakı dəyərləri yeniləyir ki, qalan modullar xəbərdar olsun və sinxronizasiyada işləsin.

**Şəkil 4:** Dörd IR sensorlu Pi



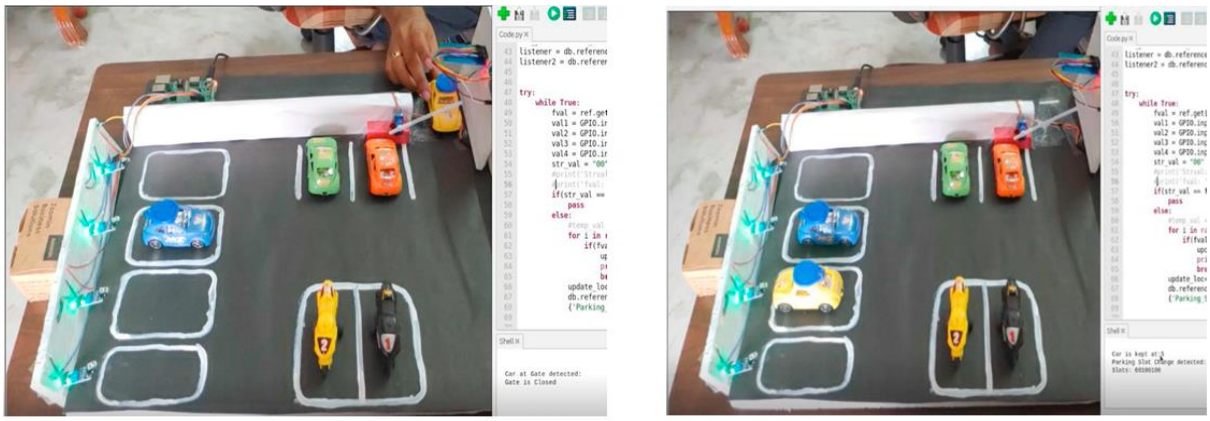
**Şəkil 5:** RFID oxuyuculu NodeMCU, Servo



## 4. Simulyasiya

Şəkil 8. (a)-da RFID teqi oxucu tərəfindən uğurla oxundu və qapı dəyişəni firebase verilənlər bazasında uğurla yeniləndi. Şəkil 8. (b)-də sensorlar avtomobilin saxlandığı yuvanı düzgün müəyyən edir və yanğın bazasındakı məlumatlar müvafiq olaraq yenilənir. Əlavə olaraq, əgər rezerv edilmiş slot ID-si faktiki park edilmiş yuvadan fərqlidirsə, o zaman rezerv edilmiş yuvanın dəyəri onun boş olduğunu göstərmək üçün yenidən dəyişdirilir.

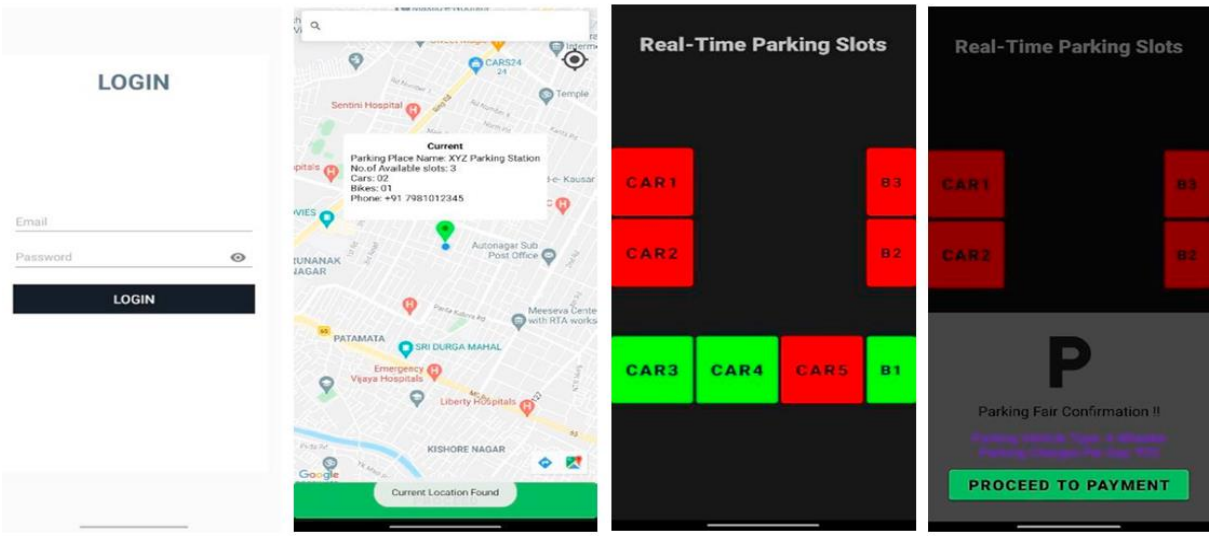
**Şəkil 8:** Simulyasiya nəticəsi (a) birinci çıxış (b) ikinci çıxış



(a) (b)

Şəkil 9-da tətbiqin görünüşü göstərilir. Birinci səhifə giriş səhifəsidir. İstifadəçi təfərrüatları dinamo verilənlər bazasında yoxlanılır və sonra istifadəçiyə proqrama daxil olmağa icazə verilir. İkinci səhifədə istifadəçiyə ən yaxın mövcud yuvalar göstərilir və istifadəçi seçim edir. Üçüncü səhifədə dayanacaq yerinin real vaxt görünüşü yenilənir. Onun dəyərləri firebase verilənlər bazasına və dəyişikliklərə əsaslanır; boşluqların rəngləri doluluğu bildirmək üçün dəyişdirilir. Son səhifə, slotdan çıxdıqda istifadəçiyə göstərilən ödənişə davam opsiyasıdır.

**Şəkil 9:** Proqram görünüşü




## Nəticə

Təklif olunan IPS, real vaxt məlumatlarını buludlara ötürən və müəyyən bir ərazidə parkinq yerlərinin olub-olmadığını öyrənməyə imkan verən IoT çərçivəsindən ibarətdir. Sistem həmçinin bizə yaxınlıqdakı parkinqin mövcudluğunu axtarmaq və müvafiq olaraq yer ayırmaq imkanı verən smartfon proqramı ilə gəlir. Hazırkı araşdırmada həmçinin bir insanın

dayanacaq yeri tapması və avtomobilini müvafiq şəkildə park etməsi ilə bağlı bir neçə ssenari müzakirə edilir. Sonda Raspberry-Pi, NodeMCU, RFID və IR sensorlarından istifadə etməklə təklif olunan sistemin tətbiqinin nəticələri müzakirə edilir və təklif olunan Ağıllı Parklama sisteminin düzgün və səmərəli olduğu qənaətinə gəlinir. Təklif olunan tədqiqat marşrut istiqaməti xüsusiyyətini əlavə etməklə daha da təkmilləşdirilə bilər. Marşrut istifadəçiyə mövcud məkana yönəldiləcək və həmçinin istifadəçi yerə çatana qədər yuvanın qorunub saxlanmasını təmin edəcək. Bundan əlavə, təklif olunan sistemə istifadəçinin səhv park etdiyini (yəni, iki yeri qismən tutduğunu) aşkar edəcək və xəbərdarlıq siqnalı yaradan əlavə siqnalizasiya funksiyası əlavə edilə bilər.

## ƏDƏBİYYAT


Awaisi, K. S., Abbas, A., Zareei, M., Khattak, H. A., Khan, M. U. S., Ali, M., ... & Shah, S. (2019). Dumana doğru səmərəli parkinq arxitekturasını işə saldı. IEEE Access, 7, 159100-159111.

Ənvarul, S. (2021, dekabr). Effektiv Minimum Ağac əsaslı Rəng Şəklinin Seqmentasiyası Yanaşma. Beynəlxalq Qabaqcıl Hesablama Konfransında (s. 588-598). Springer, Cham.

Ənvarul, S. və Coşi, D. (2020). TensorFlow ilə Dərin Öyrənmə. Real Zaman Tətbiqlərində Maşın Öyrənməsi və Dərin Öyrənmə (səh. 96-120), IGI Global.

Errousso, H., El Ouadi, J., Benhadou, S., & Medromi, H. (2020). Şəhər ərazilərində parkinq təyinatı üçün hibrid modelləşdirmə yanaşması. Kral Səud Universiteti-Kompüter və İnformasiya Elmləri Jurnalı.

Errousso, H., Malhene, N., Benhadou, S., & Medromi, H. (2020). Daha yaxşı çatdırılma məntəqəsinin idarə edilməsi üçün avtomobil parkının mövcudluğunun proqnozlaşdırılması. Procedia Kompüter Elmləri, 170, 203-210.

Giuffrè, T., Siniscalchi, S. M., & Tesoriere, G. (2012). Ağıllı şəhərlər üçün parkinq idarəetməsinin yeni arxitekturası. Prosedur-Sosial və Davranış Elmləri, 53, 16-28.

Joshi, D., Anwarul, S., & Mishra, V. (2020). Keras istifadə edərək dərin əyilmə. Maşın Öyrənməsi və Real Zaman Tətbiqlərində Dərin Öyrənmə (səh. 33-60), IGI Global.

Krishnan, R. S., Narayanan, K. L., Bharathi, S. T., Deepa, N., Murali, S. M., Kumar, M. A., & Prakash, C. R. T. (2022). Maşın Öyrənməsinə əsaslanan Səmərəli və Təhlükəsiz Avtomobil Parkinq Sistemi. Əşyaların İnterneti və Maşın Öyrənməsində Son İnkişaflarda (səh. 129-145). Springer, Cham.

Maqo, N., Mittal, M., Bhimavarapu, U. və Battineni, G. (2022). Qabaqcıl diqqəti aşkarlama metodundan və hibrid xüsusiyyətlərin çıxarılması modelindən istifadə edərək ağıllı şəhərlər üçün optimallaşdırılmış açıq parkinq sistemi. Elm üçün Taibah Universitetinin jurnalı, 16(1), 401-414.

Səid, A. M., Kamal, A. E. və Afifi, H. (2021). IoT-ə əsaslanan yaşıl və ağıllı şəhərlər üçün ağıllı park paylaşma sistemi. Kompüter Rabitəsi, 172, 10-18.

Siddiqui, S. Y., Khan, M. A., Abbas, S., & Khan, F. (2020). Dərin ekstremal öyrənmə maşınından istifadə edərək yol nəqliyyatı dayanacağı üçün ağıllı doluluğun aşkarlanması. Kral Səud Universiteti-Kompüter və İnformasiya Elmləri Jurnalı.

Tekouabou, S. C. K., Cherif, W. və Silkan, H. (2020). IoT və ansambl əsaslı model ilə ağıllı şəhərlərdə parkinq əlçatanlığının proqnozlaşdırılmasının təkmilləşdirilməsi. Kral Səud Universiteti-Kompüter və İnformasiya Elmləri Jurnalı.