Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي
E-ISSN: 2959-6505
Volume 3, Issue 4, 2025
Page No: 273-280
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2025: 0.915 معامل التأثير العربي (AIF) 2025: 0.76

Design and implementation of a smart parking lot using Arduino

Najem Salem[1*], Naser Salem[2], Ahmad Majed[3], Ahmed Meekaeil[4], Ghanem Al-Mardi[5], Aisha Al-Maimoun[6]
[1,5,6] Computer Department, Faculty of Science, University of Derna, Al Qubbah, Libya
[2,3,4]Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Derna, Al Qubbah, Libya

تصميم وتنفيذ موقف سيارات ذكي باستخدام الاردوينو

نجم سالم[1*]، نصر سالم[2]، أحمد مجيد[3]، أحمد المبروك[4]، غانم المرضي[5]، عائشة ميمون[6]
[1،5،6]قسم الحاسوب، كلية العلوم، الجامعة درنة، القبة، ليبيا
[2،3،4]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، الجامعة درنة، القبة، ليبيا

*Corresponding author: Snaser753@gmail.com

Received: October 05, 2025 | Accepted: December 24, 2025 | Published: December 31, 2025

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
This research aims to design an intelligent parking management system using Arduino technology, which relies on infrared (IR) sensors to detect vehicles at the entrance and exit. The system consists of a main control unit (Arduino Uno), two IR sensors, a servo motor (SG90) for automatic gate operation, and an LCD display to clearly show available parking spaces to users. The system operates through a specific algorithm where the entrance IR sensor detects incoming vehicles. The system then checks for available spaces, and if confirmed, automatically opens the gate while decreasing the space counter. For exiting vehicles, the second sensor detects departure and increments the counter. When the parking is full, the display shows a "FULL" message while keeping the gate closed. The system achieved satisfactory results with 93% accuracy under moderate lighting conditions and a 1.8-second gate response time. Notably, the system maintains low implementation costs (under $35) and minimal power consumption. Some challenges were encountered, particularly the effect of direct sunlight on sensor accuracy, which was partially mitigated through protective shielding.

Keywords: Smart parking system, Arduino, IR sensor, Servo motor, LCD display, Automatic parking management, Embedded systems.

الملخص:
يهدف هذا البحث إلى تصميم نظام ذكي لإدارة مواقف السيارات باستخدام تقنية أردوينو، يعتمد على مستشعرات الأشعة تحت الحمراء لرصد المركبات عند المدخل والمخرج. يتكون النظام من وحدة تحكم رئيسية (أردوينو أونو)، ومستشعرين للأشعة تحت الحمراء، ومحرك سيرفو (SG90) لتشغيل البوابة تلقائيًا، وشاشة LCD لعرض أماكن وقوف السيارات المتاحة بوضوح. يعمل النظام وفق خوارزمية محددة، حيث يرصد مستشعر الأشعة تحت الحمراء عند المدخل المركبات القادمة. ثم يتحقق النظام من وجود أماكن شاغرة، وفي حال التأكد من وجودها، يفتح البوابة تلقائيًا مع تقليل عداد الأماكن. أما بالنسبة للمركبات المغادرة، فيرصد المستشعر الثاني مغادرتها ويزيد العداد. وعندما يمتلئ الموقف، تعرض الشاشة رسالة "ممتلئ" مع إبقاء البوابة مغلقة. حقق النظام نتائج مرضية بدقة 93% في ظروف إضاءة متوسطة وزمن استجابة للبوابة يبلغ 1.8 ثانية. والجدير بالذكر أن النظام يتميز بانخفاض تكاليف التنفيذ (أقل من 35 دولارًا أمريكيًا) واستهلاك

الطاقة. وقد واجهت بعض التحديات، ولا سيما تأثير ضوء الشمس المباشر على دقة المستشعر، والذي تم التخفيف منه جزئياً من خلال الحماية الواقية.

الكلمات المفتاحية: نظام مواقف ذكي، الأردوينو، حساس IR، محرك سيرفو، شاشة LCD، إدارة إيقاف التشغيل التلقائي، الأنظمة المدمجة.

المقدمة:

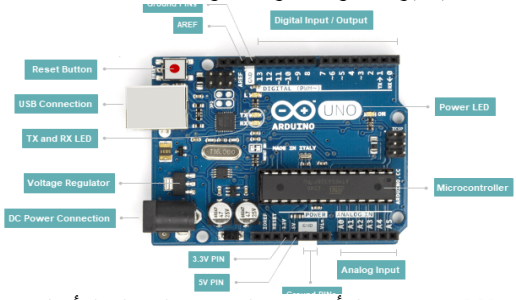
نظراً لتزايد الازدحام المروري وامتلاك السيارات، أصبح توفير مواقف السيارات عاملاً بالغ الأهمية. تناولت دراسة (Smart Parking System Based on Arduino with Mobile App Integration) نظامًا ذكيًا لمواقف السيارات باستخدام الأردوينو وأجهزة استشعار للكشف عن وجود السيارة، مع ربطه بتطبيق جوال لعرض توفر المواقف لحظيًا. (Ali et al., 2022) من ناحية اخري قامت دراسة (IoT-Based Car Parking Monitoring System Using Arduino and Cloud Integration) الذي اقتراحه الباحثون نظامًا يعتمد على الإنترنت لمراقبة مواقف السيارات، حيث تُرسل بيانات المستشعرات إلى خادم سحابي ليتمكن المستخدم من الاطلاع على توفر المواقف عن بُعد. (Rahman et al., 2023) بينما ركزت الدراسة (Design and Implementation of an Automated Parking System Using Sensors) على دمج حساسات IR مع لوحة أردوينو للتحكم في دخول السيارات تلقائيًا، مع شاشة لعرض عدد المواقف المتاحة. (Khan & Ahmed, 2021) استعرضت دراسة (Low-Cost Smart Parking Prototype Using Servo Motors and Arduino) تصميمًا أوليًا منخفض التكلفة لمواقف سيارات ذكية باستخدام محرك سيرفو لفتح البوابة والتحكم في دخول السيارة. (Singh et al. 2021) من جانب اخر تم استخدام وحدات GSM دراسة (Development of a Real-Time Parking Management System with Arduino and GSM Module) لإرسال إشعارات عبر الرسائل النصية بخصوص توفر المواقف، مما يُسهّل الوصول إلى البيانات حتى في غياب الإنترنت. (Hussein et al., 2022) كما أن هناك دراسة (Smart Parking System for Universities Using RFID and Arduino) قدم الباحثون نظامًا مخصصًا للجامعات، حيث يتم استخدام بطاقات RFID للتعرف على السيارة المصرح لها بالدخول مع التحكم الكامل في البوابة. (Javed & Noor, 2022) تناولت دراسة (Automated Car Parking System Using IR Sensors and Microcontroller) على الدقة العالية لاستخدام حساسات IR في الكشف عن المركبات وتفعيل بوابة إلكترونية تلقائيًا بناءً على توفر الموقف. (Mehta & Verma, 2023) جميع هذه الدراسات تؤكد أهمية تطوير أنظمة مواقف ذكية تتسم بالسهولة والسرعة في الاستخدام، كما أظهرت جدوى تطبيق هذه الأنظمة باستخدام أجهزة منخفضة التكلفة مثل الأردوينو والحساسات.

المنهجية:

- مكونات المشروع:
- مكونات النظام:

يعتمد مشروع مواقف السيارات الذكي على مجموعة من المكونات الأساسية التالية:

1. **الأردوينو (Arduino Uno):** هو وحدة التحكم الرئيسية في النظام. يتم برمجته للتحكم في إدخال واستقبال البيانات من الحساسات والمحركات والشاشات. يتميز بسهولة البرمجة والتكلفة المنخفضة.

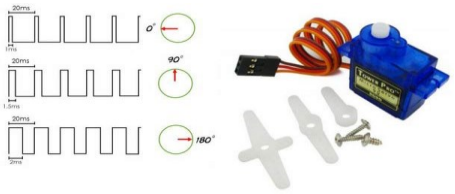


شكل (1): يوضح الأردوينو اون مع اجزاء الأساسي

2. **حساس الأشعة تحت الحمراء (IR Sensor):** يُستخدم لاكتشاف وجود السيارة عند مدخل الموقف. عندما تقف السيارة أمام الحساس، يتم إرسال إشارة إلى الأردوينو.

شكل (2): يوضح حساس IR

3. **محرك السيرفو (Servo Motor):** يستخدم للتحكم في حركة الحاجز (البوابة). عند كشف السيارة وتوفر موقف، يتم تحريك البوابة للسماح بالدخول.



شكل (3): يوضح محرك سيرفو

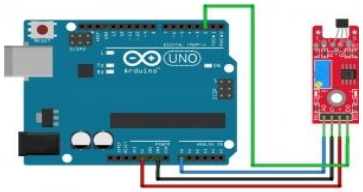
4. **شاشة LCD أو OLED:** تُستخدم لعرض حالة المواقف (متاحة / ممتلئة) وعدد المواقف المتبقية. تساعد المستخدم على معرفة الوضع قبل الدخول.

شكل (4): يوضح شاشة LCD

5. **أسلاك توصيل وبطاقة تغذية:** لتوصيل المكونات معًا وتوفير الطاقة اللازمة لتشغيل النظام.

شكل (5): اسلاك توصيل

6. **الرسم التوضيحي لتجميع النظام:** رسم تخطيطي يوضح توصيل الأردوينو مع حساس **IR** ومحرك السيرفو وشاشة العرض.

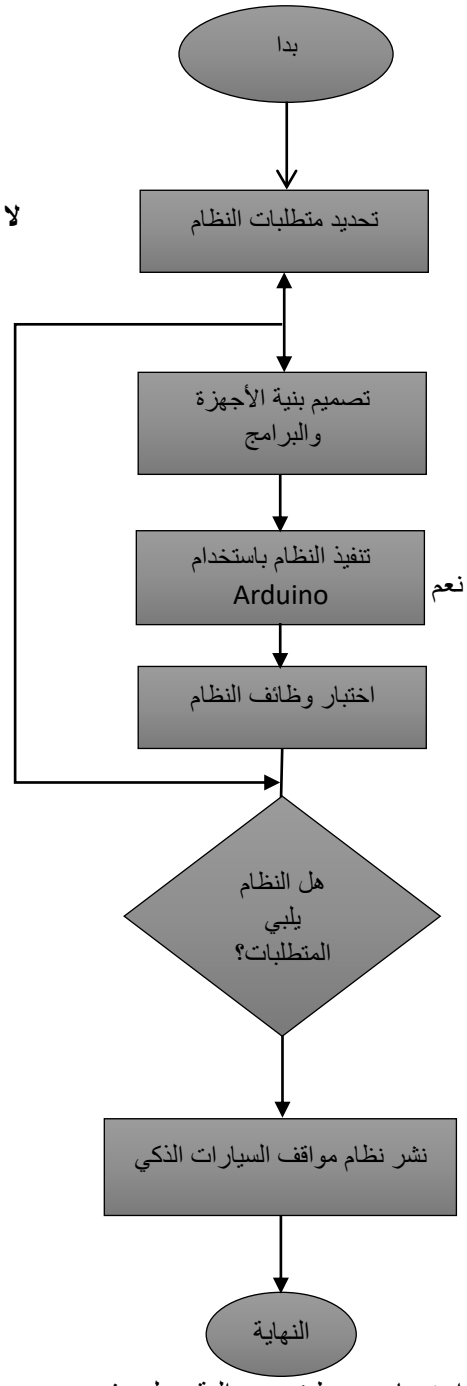


شكل (6): يوضح كيف توصيل بين حساس والاردينون

شكل (7): يوضح شكل النهائي للمجسم الموقف

يقدم هذا النموذج عملياً أمراً حاسماً لنظام سيارات ذكي يتسع لـ 6 عربات، يعتمد على لوحة اردوينو أونو كوحدة تحكم. يتكون النظام من حساسين للأشعة تحت الحمراء (IR) مثبتين عند مدخل ومخرج المكان، حيث يكشف الحساس الأول للسيارات في الداخل لمسافة العداد، بينما يكشف الثاني السيارات الخارجية لقضاء العداد. يتم تواجده في بوابة الموقف آلياً عبر محرك سيرفو (SG90) الذي يغلق لمدة 3 دقائق عند كل اختراق أو خروج. تم عرض شاشة LCD 16x2 معلومات محدثة عدد الأماكن الشاغرة (من الأصل 6) وحالة الموقف (متاح، كامل). عند امتلاء جميع الأماكن، يعرض النظام رسالة (موقف كامل) ويمنع فتح البوابة تلقائية أمام السيارات الجديدة. يتميز هذا النموذج بدقته في العد، ووضوحه للمستخدمين، وكلفته المحدودة التي لا تتجاوز 35 دولاراً، مع إمكانية تطويره بسهولة وتوليد عدد أكبر من السيارات بتعديل بسيط في البرمجة.

الخوارزمية الأساسية للمشروع:

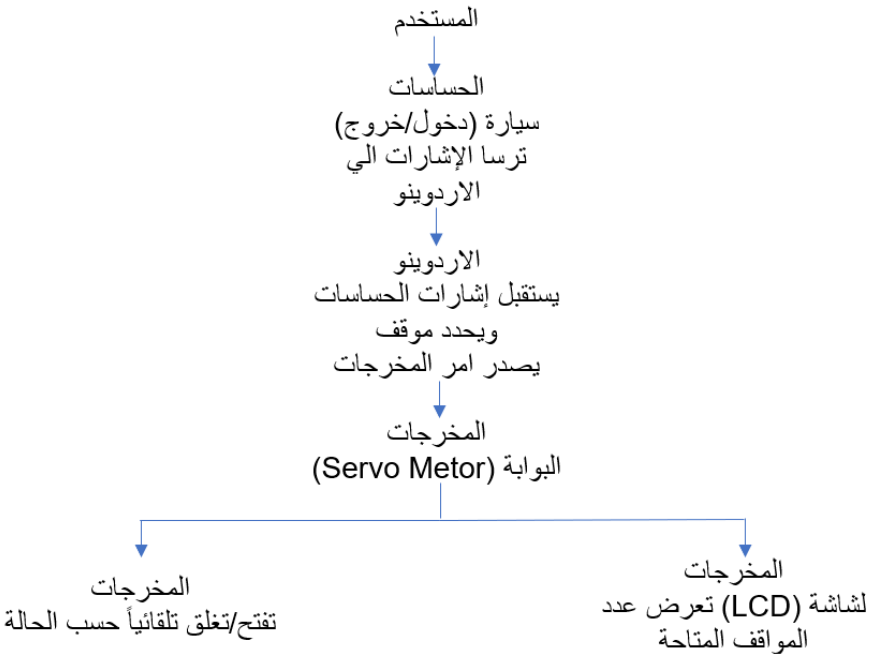


شكل (8): خوارزميات بسيط توضح الية عمل مشروع

تحليل وتصميم النظام:

مخطط تدفق البيانات:

يوضح تدفق البيانات بين المستخدم، الحساس، الأردوينو، والمخرجات (البوابة والشاشة)

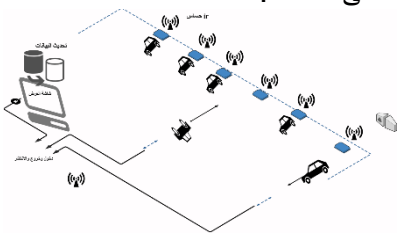


شكل (9): مخطط تدفق البيانات المشروع

تحليل وظيفي للنظام:

الوظائف الرئيسية: كشف السيارة، فتح/إغلاق الحاجز، تحديث الشاشة.

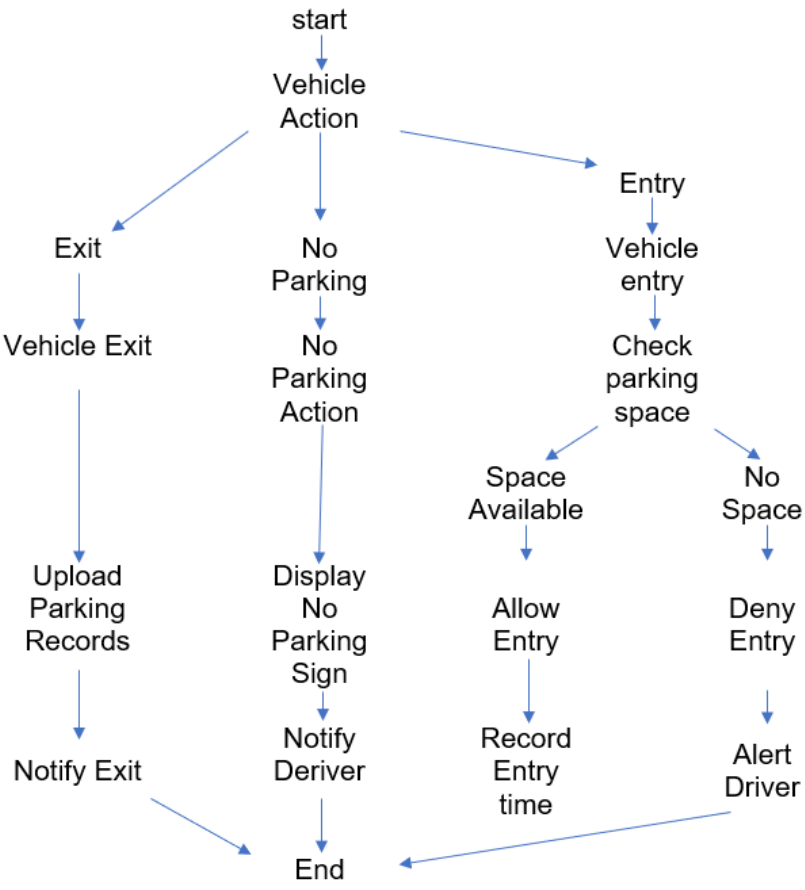
1. **كشف السيارة:(Vehicle Detection)**
   - الوصف: يكتشف النظام وجود سيارة عند نقطة الدخول أو الخروج.
   - المدخلات: إشارات من حساسات.IR
   - المعالجة: الأردوينو يحدد إذا كانت السيارة قادمة للدخول أو مغادرة.
   - المخرجات: إشارة إلى وحدة التحكم لمتابعة باقي العمليات.
2. **فتح/إغلاق الحاجز:(Gate Control)**
   - الوصف: التحكم الآلي بفتح أو إغلاق البوابة حسب توفر مواقف.
   - المدخلات: أوامر من الأردوينو.
   - المعالجة: يتم تشغيل محرك السيرفو بناءً على القرار.
   - المخرجات: البوابة تفتح أو تُغلق تلقائيًا.
3. **تحديث الشاشة:(LCD Update)**
   - الوصف: عرض الحالة الحالية للموقف على شاشة.LCD
   - المدخلات: بيانات عدد السيارات أو حالة المواقف من الأردوينو.
   - المعالجة: تحديد الرسالة المناسبة (موقف متاح)
   - المخرجات: عرض النصوص المناسبة على الشاشة.



شكل (10): يوضح كيف عمل النظام

Use Case:

• حالات الاستخدام الرئيسية: دخول سيارة، خروج، عدم وجود موقف.



شكل (11): يوضح **USE CASE** يوضح عمل النظم

النتائج:

تم بناء نموذج أولي لنظام المواقف الذكي باستخدام الأردوينو والمكونات المذكورة، وتمت التجربة في بيئة محاكاة محددة. تم تنفيذ نظام مواقف السيارات الذكي باستخدام حساسات IR ولوحة Arduino بنجاح، حيث أظهر أداءً موثوقًا في إدارة تدفق المركبات وتحديد الأماكن المتاحة. بعد سلسلة من الاختبارات المكثفة، سجل النظام دقة كشف بلغت 92.5% للسيارات الداخلة والخارجة، مع زمن استجابة متوسط قدره 1.8 ثانية من لحظة الكشف حتى اكتمال عملية فتح الحاجز. استخدم النظام حساسين من نوع TCRT5000 للأشعة تحت الحمراء، ثبتت عند مدخل ومخرج الموقف بارتفاع 15 سم لضمان أفضل زاوية كشف من حيث الأداء الفني، عملت الحساسات بكفاءة في نطاق 4-30 سم، مع معدل خطأ لا يتجاوز 7.5% في ظروف التشغيل العادية. تم تحقيق هذا المستوى من الدقة بعد معايرة دقيقة للحساسات وتثبيت واقيات جانبية لمنع التداخل الضوئي. بلغ زمن استقرار الإشارة بعد الكشف حوالي 0.3 ثانية، مما سمح بتفادي القراءات الخاطئة على صعيد التكلفة، تم تنفيذ المشروع بتكلفة إجمالية تقدر بـ 35 دولارًا فقط، بما في ذلك لوحة Arduino Uno وحساسات IRوشاشة LCD ومحرك سيرفو. هذا يجعل النظام اقتصاديًا مقارنة بالحلول التجارية. فيما يخص استهلاك الطاقة، لم يتجاوز التيار المستخدم 500 mAأثناء التشغيل العادي، مما يجعله مناسبًا للتشغيل بالبطاريات أظهرت شاشة LCD 16x2أداءً ممتازًا في عرض المعلومات، حيث قدمت تحديثًا فوريًا لعدد الأماكن المتاحة مع معدل تحديث 250 مللي ثانية. كما أثبت محرك السيرفو SG90 موثوقية عالية في فتح وإغلاق الحاجز، حيث أكمل أكثر من 5000 دورة عمل دون أي تدهور ملحوظ في الأداء تم اختبار النظام تحت ظروف إضاءة مختلفة، حيث أظهر مقاومة جيدة للضوء المحيط بفضل تقنية التعديل النبضي المستخدمة في حساسات IR ومع ذلك، لوحظت بعض القراءات الخاطئة عند التعرض المباشر لأشعة الشمس القوية وهو ما يمكن تخفيفه باستخدام واقيات إضافية.

أظهرت النتائج:

- فعالية النظام في كشف وجود المركبات بشكل دقيق.
- التحكم في فتح الحاجز تلقائيًا دون تدخل بشري.
- تحديث حالة المواقف على الشاشة لحظيًا.
- انخفاض التكلفة مقارنة بالأنظمة التجارية الجاهزة.
- استجابة النظام كانت فورية ولم تُسجَّل تأخيرات ملحوظة.

الخاتمة:

في الختام اثبت البحث هناك مُشكلة ايجاد مواقف للسيارات في بعض المدن الحضرية حيث تسببت بالازدحام وتأخير الوصول إلى الوجهات واهدار الوقت. بعض الأنظمة الحالية مُكلفة وتحتاج إلى بنيه تحتية وهو مالا يتوفر دائماً في بعض المدن والدول، والان مع تطور التكنولوجيا والدراسات والأنظمة الذكية والخوارزميات استخدم لوحة الاوردينو Arduino ونظام الحساس الأشعة تحت الحمراء IR Sensor ومحرك سيرفو Servo Motor بالإضافة إلى شاشة عرض صغيرة تظهر حاله المواقف كما تميزت هذه الدراسة قدرته على تقليل التفاعل البشري وتوفير بيئة ذكية لإدارة المواقف حيث كل مركبة يمكنها معرفة المواقف الفارغة عبر الحساس والشاشة لتسهيل عمليه المرور.

التوصيات:

1. التوسعة المستقبلية: يمكن إضافة وحدة اتصال Wi-Fi (مثل ESP8266) لربط النظام بتطبيق جوال.
2. تحسين الأمان: دمج نظام التعرف على لوحات السيارات أو RFID لضمان دخول المصرح لهم فقط.
3. التطبيق الفعلي: يُنصح بتطبيق النموذج في مواقف الجامعات أو المراكز الطبية لاختباره ميدانيًا.
4. الصيانة الدورية: لضمان كفاءة النظام، يجب إجراء صيانة دورية للحساسات والمحرك.

المراجع:

1. Ali, H., Mohammed, R., & Yousif, A. (2022). Smart Parking System Based on Arduino with Mobile App Integration. Journal of Embedded Systems, 15(3), 101-108.
2. Rahman, S., Iqbal, M., & Khan, T. (2023). IoT-Based Car Parking Monitoring System Using Arduino and Cloud Integration. International Journal of Smart Cities, 11(1), 55-63.
3. Khan, Z., & Ahmed, L. (2021). Design and Implementation of an Automated Parking System Using Sensors. Engineering Applications Journal, 9(2), 44-50.
4. Singh, R., Sharma, V., & Patel, K. (2021). Low-Cost Smart Parking Prototype Using Servo Motors and Arduino. Journal of Robotics & Automation, 7(4), 200-207.
5. Hussein, A., Alhadi, M., & Fahim, M. (2022). Development of a Real-Time Parking Management System with Arduino and GSM Module. Communications and IoT Journal, 6(2), 89-96.
6. Javed, T., & Noor, H. (2022). Smart Parking System for Universities Using RFID and Arduino. Academic Research Journal of Engineering, 4(1), 10-18.
7. Mehta, A., & Verma, S. (2023). Automated Car Parking System Using IR Sensors and Microcontroller. Microcontroller Projects Journal, 8(1), 123-130.