Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul
College of Computer Science and
Mathematics
Department of Computer Science

Real time Cloud-based Robotic System: Framework, Scheduling and Deployment Models

**A Thesis Submitted to the Council of the College of
Computer Science and Mathematics
University of Mosul
as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science
in
Computer Science**

By
Mohanad Rafaa Mohammed Younis

Supervised by

Prof.Dr.Dhuha Basheer Abdullah Albazaz

2022 A.D. **1444 A.H.**

Abstract

Robots play an important role in today's society, because of their impact on all aspects of human life, including healthcare, medical, industrial, educational, logistics and many other aspects. As building robots has become the focus of many institutions and companies for its great benefits to improve standards of quality of life, the future economy of developed countries has become closely linked to the world of robotics and artificial intelligence; Robots have become a measure of the extent of the development of these countries. Most robots are divided into two parts: cloud-based robots and Autonomous robots.

The aim of this thesis is to design and build a Real-time Cloud based service robot that contains several interactive systems enable the robot to interact with humans, answer their questions and carry out the tasks assigned to it in Real-time fashion. This thesis also aims to build an open source and scalable robotic environment that contains a set of hardware and software, therefore that it can be dealt with directly through easy-to-use software frameworks.

In order to design and build this robotics system, it was necessary to develop all the technological features of the robot (i.e. mechanics, assemble phase, electronics, hardware, software). The software was written in C#, Python 3.7, Arduino IDE, and SQL Server. The robotic system depends in its work on a group of sub-systems; namely, (Real-time Speech Recognition sub-system, Real-time Local Positioning sub-system, Real-time Face recognition sub-system, Real-time Face tracking sub-system, Moving and control sub-system, Real-time Obstacles detection and avoidance sub-system). These systems perform their work synchronously with other systems in Real-time fashion, where these subsystems are scheduled to achieve real-time principles using two task model (periodic task model and sporadic task model). Each sub-system has its own function, where “Real-time Speech Recognition sub-system” works to convert the voice into an understandable text to know the type of commands received from people. This system is considered the robot's interface to deal with people, while the “Real-time Face recognition sub-system” works to identify people based on the extraction of facial features. The robotic system is also characterized by its ability to track people's faces during their movement through a “Real-time Face tracking sub-system”, which gives the robotic system more interactive with the people around it. Another sub-system on which the robotic system depends is “Real-time Local Positioning sub-system”, which in turn enables the robot to know its

location inside the buildings with very high accuracy. In order to enable the robot to move freely within different environments, a “Moving and control sub-system” was built, which relies on two medium-sized wheels with a rotatable front wheel to give the robot sufficient flexibility. For the purpose of moving the robot safely in environments that contain physical obstacles without colliding with them, “Real-time Obstacles detection and avoidance sub-system” was built, which detects obstacles by using ultrasonic sensors in addition to Algorithms to avoid collisions with these objects.

The proposed robotic system is based on cloud computing for the purpose of sharing data with other robots and reducing processing loads on the robot, in addition to using all the features provided by cloud computing. For these reasons, a private cloud deployment model was built that provides a set of robotic services called by the robot to perform custom tasks and return results.

The results indicate that the robot is able to perform its functions well within real-time, with the possibility of the sub-systems working simultaneously and interconnectedly to perform the main function of the robotic system.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم علوم الحاسوب

نظام الروبوت المعتمد على السحابة في الوقت الحقيقي: اطار العمل والجدولة ونماذج النشر

رسالة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
علوم الحاسوب
من قبل

مهند رافع محمد يونس

بإشراف
الاستاذ الدكتور ضحى بشير عبدالله البزاز

1444هـ 2022م

الملخص

تلعب الروبوتات دورًا مهمًا في مجتمع اليوم نظرًا لتأثيرها على جميع جوانب حياة الإنسان ، بما في ذلك الرعاية الصحية والطبية والصناعية والتعليمية واللوجستية والعديد من الجوانب الأخرى. نظرًا لأن بناء الروبوتات أصبح محط اهتمام العديد من المؤسسات والشركات لفوائدها العظيمة لتحسين معايير جودة الحياة ، فقد أصبح الاقتصاد المستقبلي للدول المتقدمة مرتبطًا ارتباطًا وثيقًا بعالم الروبوتات والذكاء الاصطناعي ، وأصبحت الروبوتات مقياسًا لمدى تطور هذه البلدان. تنقسم معظم الروبوتات إلى قسمين: الروبوتات القائمة على السحابة والروبوتات المستقلة.

الهدف من هذه الرسالة هو تصميم وبناء روبوت خدمة قائم على السحابة في الوقت الحقيقي يحتوي على عدة أنظمة تفاعلية تمكن الروبوت من التفاعل مع البشر والإجابة على أسئلتهم وتنفيذ المهام الموكلة إليه في الوقت الحقيقي. تهدف هذه الرسالة أيضًا إلى بناء بيئة روبوتية مفتوحة المصدر وقابلة للتطوير تحتوي على مجموعة من الاجزاء المادية (هاردوير) والبرمجية (سوفت وير) بحيث يمكن التعامل معها مباشرة من خلال أطر برمجية سهلة الاستخدام.

من أجل تصميم وبناء نظام الروبوتات هذا ، كان من الضروري تطوير جميع الميزات التكنولوجية للروبوت (مثل الميكانيكا ، ومرحلة التجميع ، والإلكترونيات ، والأجهزة ، والبرمجيات). تمت كتابة البرنامج بلغة C # و Python3.7 و Arduino IDE و SQL Server. يعتمد النظام الآلي في عمله على مجموعة من الأنظمة الفرعية ، وهي (نظام التعرف على الكلام في الوقت الحقيقي ، ونظام تحديد المواقع المحلي في الوقت الحقيقي ، ونظام للتعرف على الوجه في الوقت الحقيقي ، ونظام لتتبع الوجه في الوقت الحقيقي و نظام للتنقل والتحكم ونظام لاكتشاف العوائق وتجنبها في الوقت الحقيقي). تؤدي هذه الأنظمة عملها بشكل متزامن مع الأنظمة الأخرى في الوقت الحقيقي ، حيث تتم جدولة هذه الأنظمة الفرعية لتحقيق مبادئ الوقت الحقيقي باستخدام نوعين من نماذج المهمات (نموذج مهمة دورية ونموذج مهمة متقطع). كل نظام فرعي له وظيفته الخاصة ، حيث يعمل "نظام التعرف على الكلام في الوقت الحقيقي" على تحويل الصوت إلى نص مفهوم لمعرفة نوع الأوامر المستلمة من الأشخاص. يعتبر هذا النظام واجهة الروبوت للتعامل مع الأشخاص ، بينما يعمل "نظام التعرف على الوجه في الوقت الحقيقي" على تحديد الأشخاص بناءً على استخراج ملامح الوجه. يتميز النظام الروبوتي أيضًا بقدرته على تتبع وجوه الأشخاص أثناء حركتهم من خلال "نظام لتتبع الوجه في الوقت الحقيقي" ، مما يمنح النظام الروبوتي مزيدًا من التفاعل مع الأشخاص من حوله. نظام آخر يعتمد عليه النظام الروبوتي هو "نظام تحديد المواقع في الوقت الحقيقي" ، والذي بدوره يمكّن الروبوت من معرفة موقعه داخل المباني بدقة عالية جدًا. من أجل تمكين الروبوت من التحرك بحرية في بيئات مختلفة ، تم بناء "نظام للحركة والتحكم" ، والذي يعتمد على عجلتين متوسطتين مع عجلة أمامية قابلة للدوران لمنح الروبوت مرونة كافية.ولغرض تنقل الروبوت بأمان في البيئات التي تحتوي على عوائق مادية دون الاصطدام بها ، تم بناء "نظام لاكتشاف العوائق وتجنبها في الوقت الحقيقي" ، والذي يكتشف العوائق باستخدام أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية بالإضافة إلى الخوارزميات لتجنب الاصطدام بهذه الكائنات.

النظام الروبوتي المقترح قائم على الحوسبة السحابية لغرض مشاركة البيانات مع الروبوتات الأخرى وتقليل أحمال المعالجة على الروبوت ، بالإضافة إلى استخدام جميع الميزات التي توفرها الحوسبة السحابية. لهذه الأسباب ، تم إنشاء نموذج نشر سحابي خاص يوفر مجموعة من الخدمات الروبوتية التي تستدعى من قبل الروبوت لأداء مهام مخصصة وإرجاع النتائج.

تشير النتائج إلى أن الروبوت قادر على أداء وظائفه بشكل جيد في الوقت الفعلي ، مع إمكانية عمل الأنظمة الفرعية بشكل متزامن ومترابط لأداء الوظيفة الرئيسية للنظام الروبوتي.