

**University of Mosul**  
**College of Engineering**



# **Design and Implementation of Routing Protocol for Unmanned Aerial Vehicle Network Supporting Disasters Management**

**Zahraa Tarik Mohammad Thiab**

Ph.D. Thesis in  
Computer Engineering

Supervised by  
**Asst. Prof. Dr. Salah Abdulghani Alabady**

---

**May/ 2023 A.D.**

**Shawal/ 1444 A.H.**

## **Abstract**

An improved and advanced environment able to facilitate all people's needs and provide their requirements is what technologies have harnessed in all fields and become one of the most important targets of researchers, However, preserving, protecting, and rescuing people and saving their properties in critical situations is what must be achieved. Since disasters cannot be eliminated, they must be early detected, limit their impact, and managed. After careful analysis and comparison of efficient technologies in managing environments, a system was proposed to detect the fire that accompanies most disasters, then detect the injured in the response and recovery stages. The proposed detection algorithm works on the principle of edge detection for multiple gradations of the red color of blood and the yellow to orange then red for fire. It was applied to many different conditions in 120 images with a success rate of 98.3%. For a fast response and processing, the proposed algorithm architecture was implemented on FPGA-Vertex2P using AccelDSP for video signal with a resolution of  $1280 \times 720$ , and System Generator to implement the top-level design, the total chip utilization was 26%, at a frequency of 64.381 MHz, and the real-time video processing was 69.86 frames per second. For more efficient detection of the designed real prototype system, four sensors were added to enhance disaster detection and three for survivors using Arduino Uno, while the Raspberry Pi4 was used as a processing unit of the algorithm above that successfully shows results every half-second.

For complete, safe, and effective coverage of any area, the above system has been included in Unmanned Aerial Vehicle, which is the most effective technique for managing environments, to form a

node model from which a swarm is deployed in the region. The Greedy Perimeter Stateless Routing protocol is used to route node data packets of the processor and sensors to a destination. For network parameters that ensure successful and efficient routing, the impact of the region's architectural nature on network performance was studied using multiple scenarios that represent the majority of infrastructures around the world. The circular area had higher network metrics, while the bridge had the lowest. To manage an environment or disaster more effectively, the GPSR-DM routing protocol which scans the path, and the I-GPSR-DM protocol, which sends packets with important information were proposed. The percentage of improvement compared to the GPSR protocol increased the PDR by (139.93%) (154.54%) and decreased each PL by (73.51%) (81.18%), E2E delay (66.72%) (71.27%), energy consumption (79.72%) (85.7%), and throughput (40.78%) (54.61%), respectively with high network lifetime. Varying topography and reaching building floors led to adapting the effect of the three-dimensional environment altitude by the proposed protocols 3D-GPSR, 3D-GPSR-DM, and 3DI-GPSR-DM in which metrics have only been reduced nearly by 1% but increased the total area and provided comprehensive coverage. The proposed protocols were applied successfully on the campus of the University of Mosul and its surroundings toward obtaining a safe, manageable, and smart University of Mosul campus.



جامعة الموصل

كلية الهندسة

## تصميم وتنفيذ بروتوكول توجيه لشبكات المركبات الجوية غير المأهولة لدعم ادارة الكوارث

زهراء طارق محمد ذياب

أطروحة دكتوراه فلسفة في هندسة الحاسوب / هندسة الحاسوب

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور صلاح عبدالغني العبادي

## الخلاصة

بيئة محسنة ومتقدمة تُسهل كل احتياجات الناس وتوفر متطلباتهم كالمدرسة الذكية والبنى الفطنة هو ما سُخرت له التقنيات الحديثة بكل مجالاتها وأصبحت من أهم أهداف الباحثين في السنوات الأخيرة، إلا أن الحفاظ على حياة الناس وحمايتهم وأغاثتهم وحماية ممتلكاتهم في الحالات الحرجة هو أهم ما يجب أن يتوفر ويتحقق في كل بيئة، ولكن أنه لا يمكن القضاء عليها لذا يتوجب الكشف المبكر عنها والحد من تأثيرها ومعالجة مراحلها وهي التآكل والاستجابة والاستعادة. بعد مراجعة وتحليل ومقارنة دقيقة للتقنيات الكفوءة في إدارة البيانات، تم اقتراح نظام يستخدم أكثر التقنيات فعالية يعمل على الكشف عن وجود الحريق وهو الأكثر تأثيراً وقد يرافق أغلب الكوارث لمرحلة التآكل ثم الكشف عن المصابين عن طريق الكشف عن وجود الدم في مراحل الاستجابة والاستعادة. تعمل خوارزمية الكشف المقترحة لمعالجة الصور على مبدأ التدرج اللوني وكشف الحواف لتدرجات متعددة للون الأحمر للدم وتدرج اللون الأصفر إلى البرتقالي ثم الأحمر للنار وتم تطبيقها على عدة حالات وظروف بيئية مختلفة باستخدام MATLAB وحقت نسبة نجاح 98.3%، ولاستجابة ومعالجة سريعة تم تنفيذ معمارية الخوارزمية المقترحة على البيئة المادية FPGA Vertex2P باستخدام الـ AcceIDSP لإشارة الفيديو بدقة 720×128 ثم تنفيذ بنية التصميم عالية المستوى باستخدام System Generator وكان استغلال التنفيذ الكلي للرقاقة 26% وبتردد 64.381 ميكا هرتز وبذلك كانت المعالجة الفيديو 69.86 إطار بالثانية وهو ما يجعله نظام بالزمن الحقيقي، للحصول على كشف أكثر كفاءة تم إضافة أربعة متحسسات لتعزيز كشف الكارثة وثلاثة لدعم كشف الناجين باستخدام الـ Arduino Uno لتصميم نظام أولي حقيقي يعمل بالبيئة الحقيقية في حين تم استخدام الـ Raspberry Pi كوحدة معالجة للخوارزمية المنفذة أعلاه وأظهر التنفيذ الفديوي الفعلي نجاح النظام المقترح حيث يظهر النتائج كل نصف ثانية.

لتغطية كاملة وأمنة وفعالة لأي منطقة تم تضمين النظام أعلاه على الطائرات بدون طيار وهي أكثر التقنيات فعالية لإدارة البيانات ليشكل نموذج العقدة التي يتم نشر سرب منها في المنطقة. تم استخدام بروتوكول التوجيه الموقعي GPSR لتوجيه الحزم لبيانات المعالج والمتحسسات في العقدة إلى المقصد. لاختيار معاملات الشبكة تضمن توجيه ناجح وكفوء في مرحلة التآكل، تم دراسة تأثير الطبيعة المعمارية على أداء الشبكة بتطبيقها على سيناريوهات تمثل غالبية البنى التحتية والمناطق حول العالم، وكانت المنطقة الدائرية ذات

معايير شبكة الاعلى بينما الجسر هو الاقل معايير. لادارة بيئة او كارثة بشكل اكثر فعالية تم اقتراح بروتوكول التوجيه GPSR-DM الذي يعمل مسح للمسار وبروتوكول I-GPSR-DM الذي يرسل الحزم ذات معلومات مهمة وكانت نسبة التحسين مقارنة بالبروتوكول GPSR هي كالتالي زيادة نسبة ارسال الحزم الى (139.93%) (154.54%) ونقصان كل من فقدان الحزم الى (73.51%) (81.18%) والتاخير الكلي (66.72%) (71.27%) والقدرة المستهلكة (79.72%) (85.7%) اما الانتاجية (40.78%) (54.61%) على التوالي ل1000 جولة اضافة الى الزيادة الكبيرة بعمر الشبكة. وللتغلب على اختلاف تضاريس المنطقة والوصول الى طوابق البنايات ادت الى موائمة ارتفاع البيئة ثلاثية الابعاد على البروتوكول اعلاه بالبروتوكولات المقترحة 3D-GPSR و 3D-GPSR-DM و 3DI-DM , انخفضت مقاييس البروتوكولات ثلاثية الأبعاد بنسبة تقترب من 1% فقط رغم انها زادت المساحة الإجمالية ووفرت تغطية شاملة. تم تطبيق البروتوكولات المقترحة بنجاح على حرم جامعة الموصل ومحيطها من أجل الحصول على حرم لجامعة الموصل آمن وسهل الإدارة وذكي.