

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



# **Enhancement of Routing Protocols for MANETs**

**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 Doctor of Philosophy In  
Computer Science**

**By**

**Omar Samie Taha Almola**

**Supervised by**

**Prof. Dr. Manar Younis Kashmola**

---

**2023 A.D.**

**1444 A.H.**

## ABSTRACT

The current development in technologies has increased the need to adopt them in a way that fits life issues. Nowadays, most life activities are managed and controlled by internet networks. Therefore, networks have become a crucial part of people's business, social activities, and work, to mention a few. Moreover, real-life networks vary when it comes to structuring. For instance, some networks have stationary nodes and follow particular topologies. Other types of networks have dynamic nodes where nodes are mobile and move over time such as Mobile Ad Hoc Networks (MANETs), which are believed to be the dominant networks in the near future due to their importance, its allow the wireless network to establish communications without the need for infrastructure by allowing the nodes to deliver each other's packets to their destination.

The problem with MANET networks is that they are not stable in performance because many factors can be involved (i.e., deployment of mobile nodes, movements of nodes, the nature of the environment, bandwidth and energy constraint, dynamic topology, routing overhead and packet loss, etc.). For instance, the selection of a routing protocol is considered a challenging task because it is not the only factor that affects network performance.

Hence, in this thesis, a special-purpose framework for MANET was designed and implemented for the purpose of performing simulations. Also, two routing protocols were enhanced and implemented. Moreover, for the purpose of understanding MANET network performance, 105 experiments were designed and implemented as scenarios. These experiments include combinations of deployment strategies (i.e., Normal, Uniform, and Exponential deployment strategies). Five mobility models were also implemented and incorporated into the design of the framework and experiments such as Correlated Direction mobility model, Cauchy

Flight mobility model, Exponential mobility model, Levy Flight mobility model, and Individual Mobility model. Also, two evaluation metrics were involved namely, coverage area and data spreading. In order to support the mobile nodes, stationary nodes were proposed to be added to the environment aiming to simulate a real-world situation.

The designed framework showed its efficiency in simulating different scenarios of MANET networks. The two proposed routing protocols outperformed the benchmarking protocols in all the evaluation aspects. The results also revealed important observations about MANET networks. First, the performance of the network does not depend on one factor, instead, it depends on many factors such as how nodes are deployed within the simulation environment and how nodes move in the environment. Second, it is crucial to study the environment before designing the network and the aforementioned two factors (deployment and mobility) should be well-defined along with the application of interest. The results also present a series of experiments that is of benefit to network architects. Finally, it is concluded that the Exponential deployment strategy along with the IM mobility model provided better performance in terms of routing for the proposed protocols and the benchmarking. The best result was in scenario 15 by (E-Gradient) the coverage area 91% and data spreading 71%, and (E-PRoPHET) the coverage area 88% and data spreading 67%.



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

# تحسين بروتوكولات التوجيه في شبكات MANETs

أطروحة مقدمة  
إلى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل  
كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في  
علوم الحاسوب

من قبل  
عمر سامي طه المولى

بإشراف  
أ.د. منار يونس كشمولة

## الخلاصة

أدى التطور الحالي في التقنيات إلى زيادة الحاجة إلى اعتمادها بطريقة تناسب قضايا الحياة. في الوقت الحاضر، تتم إدارة معظم أنشطة الحياة والتحكم فيها بواسطة شبكات الإنترنت. لذلك، أصبحت الشبكات جزءاً مهماً من أعمال الناس وأنشطتهم الاجتماعية وعملهم. علاوة على ذلك، تختلف شبكات الحياة الواقعية عندما يتعلق الأمر بالهيكل المتبعة في تكوينها. على سبيل المثال، تحتوي بعض الشبكات على عقد ثابتة وتتبع هيكل معينة. وعلى العكس من ذلك، تحتوي الأنواع الأخرى من الشبكات على عقد ديناميكية بحيث تكون العقد متنقلة وتتحرك بمرور الوقت مثل شبكات Mobile Ad Hoc (MANETs)، والتي يُعتقد أنها سوف تكون الشبكات المهيمنة في المستقبل القريب نظراً لأهميتها، ويسمح للشبكة اللاسلكية بإنشاء اتصالات دون الحاجة إلى بنية تحتية من خلال السماح للعقد بتسليم حزم بعضها البعض إلى وجهتها.

تكمن مشكلة شبكات MANET في أنها غير مستقرة في الأداء نظراً لإمكانية تضمين العديد من العوامل (على سبيل المثال، طرق نشر العقد المتنقلة في بيئة الشبكة، ووصف حركة العقد المتنقلة، وطبيعة البيئة التي تعمل فيها الشبكة وغيرها). على سبيل المثال، يعتبر اختيار بروتوكول التوجيه مهمة صعبة لأنه ليس العامل الوحيد الذي يؤثر على أداء الشبكة بشكل عام. في هذه الاطروحة، تم تصميم وتنفيذ اطار عمل لأغراض خاصة لـ MANET من أجل إجراء عمليات المحاكاة. كما تم تطوير وتصميم وتنفيذ بروتوكولين توجيه للبيانات داخل الشبكة. علاوة على ذلك، ولغرض فهم أداء شبكة MANET، تم تصميم وتنفيذ 105 تجربة عملية ومحاكاتها والتي تمثل سيناريوهات مختلفة. تتضمن هذه التجارب مجموعات من استراتيجيات النشر (مثل استراتيجيات النشر Normal و Uniform و Exponential). تم أيضاً تنفيذ خمسة نماذج للتنقل وإدماجها في تصميم جهاز المحاكاة والتجارب مثل نموذج التنقل Correlated Direction، ونموذج Cauchy Flight، ونموذج Exponential، ونموذج Levy Flight، ونموذج Individual Mobility. أيضاً، تم تضمين مقياسين للتقييم وهما منطقة التغطية ونشر البيانات. ومن أجل دعم العقد المتنقلة، تم اقتراح إضافة بعض العقد الثابتة إلى البيئة بهدف محاكاة حالة العالم الحقيقي.

أظهر المحاكاة المصمم كفاءته في محاكاة السيناريوهات المختلفة لشبكات MANET. لقد تفوق بروتوكولا التوجيه المقترجان على البروتوكولات الأخرى في جميع جوانب التقييم. كشفت

النتائج أيضاً عن ملاحظات مهمة حول شبكات MANET. أولاً، لا يعتمد أداء الشبكة على عامل واحد، بل يعتمد على العديد من العوامل مثل كيفية نشر العقد ضمن بيئة الشبكة وكيفية تحرك العقد في البيئة. ثانياً، من المهم جداً دراسة البيئة المزمع فيها تصميم الشبكة قبل البدء بعملية التصميم. ويجب تحديد العاملين المذكورين أعلاه (النشر والتنقل) جيداً جنباً إلى جنب مع التطبيق المراد تنفيذه. كما وتقدم النتائج أيضاً سلسلة من التجارب التي تفيد مهندسي ومصممي الشبكات من نوع MANET. وأخيراً، تم الاستنتاج أن استراتيجية النشر Exponential جنباً إلى جنب مع نموذج تنقل IM قدمت أداءً أفضل من حيث التوجيه للبروتوكولات المقترحة وبقيّة البروتوكولات. كانت أفضل النتائج في السيناريو ١٥ من خلال (E-Gradient) منطقة التغطية ٩١٪ و انتشار البيانات ٧١٪ ومن خلال (E-PROPHET) منطقة التغطية ٨٨٪ و انتشار البيانات ٦٧٪.