

**Deanship of Graduate Studies
Al-Quds University**



**DSDV Extension to Enhance the Performance of Ad
Hoc Networks in High Diverse-Velocity
Environments.**

Mada' Abdel Latif Yousef Abdel Jawad

M.Sc. Thesis

Jerusalem – Palestine

1440 / 2018

DSDV Extension to Enhance the Performance of Ad Hoc Networks in High Diverse-Velocity Environments

Prepared by:

Mada' Abdel Latif Yousef Abdel Jawad

B.Eng. Computer, Philadelphia University, Jordan

Advisor: Dr. Saeed Salah.

Co-Advisor: Dr. Raid Zaghal.

“A thesis Submitted to the Faculty of Science and Technology, Al-Quds University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Computer”

1440 / 2018

Al-Quds University
Deanship of Graduate Studies
Computer Science Department

Thesis Approval

DSDV Extension to Enhance the Performance of Ad Hoc Networks in
High Diverse-Velocity Environments

Prepared by: Mada' Abdel Latif Yousef Abdel Jawad.

Registration No.: 21520144

Advisor: Dr. Saeed Salah

Co-Advisor: Dr. Raid Zaghal

Master Thesis submitted and accepted, Date:12/12/ 2018

The names and signatures of the examining committee members are as follows:

- | | |
|--|-----------------|
| 1- Head of Committee: Dr.Saeed Salah. | Signature |
| 2- Co-Advisor: Dr. Raid Zaghal. | Signature |
| 3- Internal Examiner: Dr. Nidal Kafri. | Signature |
| 4- External Examiner: Dr. Iyad Tumar | Signature |

Jerusalem – Palestine

1440 / 2018

Dedication:

To my parents who is still caring for me as I were a child, to my wife who stands by me and supports me, to my daughter the source of my smile, to my brothers and sisters, to all of them I dedicate this thesis.

Mada' Abdel Latif Yousef Abdel Jawad.

Declaration:

I certify that this thesis submitted for the degree of Master is the result of my own research, except where otherwise acknowledged, and that this thesis (or any part of the same) has not been submitted for a higher degree to any other university or institution.

Signed: -----

Mada' Abdel Latif Yousef Abdel Jawad.

Date:12/12/ 2018.

Acknowledgments:

I would like to express my thanks and gratitude to my supervisors Dr. Saeed Salah and Dr. Raid Zaghal who encouraged, motivated and taught me the patience to complete this thesis based on proper scientific research methods.

Also, I would like to thank the graduate studies' committee of the Computer Science program, especially Dr. Nidal Kafri who supported me and treated me with all kindness and friendliness.

Mada' Abdel Latif Yousef Abdel Jawad.

Abstract

A Mobile Ad-Hoc Networks (MANET) is a type of Wireless Sensor Networks (WSNs) without fixed infrastructure. In this type of networks, the mobile nodes route and forward data based on their routing information without the need for routing devices (i.e., routers); each node acts as a router to forward traffic for other nodes. Nodes are moving in an unstructured environment where some nodes are temporarily fixed at some positions, others are moving in a constant velocity, and others are having diverse velocities ratios. Therefore, they need special routing protocols that keep tracking the network topology changes and efficiently dealing with high diverse-velocity application scenarios.

Destination Sequenced Distance Vector routing protocol (DSDV) is considered as one of the main well-known routing protocols cited by the research community that was mainly proposed to handle the routing problem in MANETs. It is a table-driven routing protocol which was developed many years ago. Since then, a large number of proposals have been suggested to enhance its performance, and many variants appeared, and others are still on the horizon. The protocol was mainly proposed to solve the routing loop problem. It showed good performance measurements when deployed in sparse and low mobility environments. However, it suffers from several performance issues when it is implemented on high diverse-velocity and dense MANET applications. Very recent studies presented several DSDV performance enhancements. In some cases, these enhancements have side effects, while in others they did not achieve the desired results. Therefore, in this master thesis, we present a new approach to promote the performance of the DSDV when applied into high-diverse velocity Ad hoc networked applications. Unlike the other approaches, this method will meet the required objectives without causing high side effects. To achieve the main objective of this study, several changes are applied on the generic DSDV

protocol. The proposed changes include adding two new fields on the update messages without increasing the size of the original one by decreasing the size of the hops count field from four bytes to two bytes. We have carried a number of simulation scenarios using the Network Simulator tool (NS-3) and analyzed the efficiency of the proposed method by studying its effect on four performance metrics that are mainly used by the research community to evaluate routing protocols efficiency. These matrices are: routing overhead, end to end delay, throughput and Packet Delivery Ratio (PDR). In addition to simulations we have built a mathematical model to study the effect of the modifications we have made on the path duration which is an indicator of how well productivity has improved.

We compared the obtained results with the original DSDV and some of its new variants, namely Efficient DSDV Routing Protocol (E-DSDV), Improved DSDV (I-DSDV) and Optimized VANET DSDV (O-DSDV). The new approach showed noticeable improvements in all scenarios. The measured performance metrics outperformed the others except the average end-to-end delay where the performance of the new protocol was modest. The packet delivery ratio and throughput of the modified version of the DSDV were 20% higher in some scenarios, and at worst the improvement rate was 2%. As for the routing overhead, also the modified protocol showed improvement up to 4% in scenarios with a speed of less than 25 m/s. However, at higher speeds, the routing overhead fell to the rest of the protocols.

بروتوكول التوجيه (DSDV) المحسن لتعزيز الأداء في الشبكات اللاسلكية المخصصة

(Ad Hoc) في البيئات ذات السرعات المتباينة

اعداد: مضاء عبد اللطيف يوسف عبد الجواد.

المشرف الاول: د. سعيد صلاح.

المشرف الثاني: د. رائد الزغل.

الملخص

شبكات الادهوك اللاسلكية المخصصة (MANETs) هي شبكات لاسلكية لا تحتاج الى بنية تحتية. يمكن لنقاط الاتصال في هذا النوع من الشبكات التحرك بحريه وتبادل وتوجيه البيانات فيما بينها اثناء تحركها دون الاعتماد على اجهزة ربط متخصصة كالموجهات او نقاط الاتصال. هذا يعني ان نقاط الاتصال تعتمد على بعضها البعض في توجيه البيانات بدلا" من اجهزة التوجيه. ففي حال كانت نقطة الاتصال تشكل حلقة وصل بين نقطتي اتصال اخريين، فانها تقوم بدور الموجه في هذه الحالة. من هنا ظهرت فكرة استخدام بروتوكولات توجيه تتلاءم مع هذا النوع من الشبكات.

البروتوكول (DSDV) هو احد اشهر بروتوكولات التوجيه في الشبكات اللاسلكية المخصصة، قام بتطويره تشارلز بيركينز وزملاؤه لحل مشكلة الحلقات المفرغة. ان استخدام هذا البروتوكول لتوجيه البيانات في الشبكات اللاسلكية المخصصة اظهر اداء" متميزا" و خصوصا في الشبكات القليلة الكثافة وفي الشبكات ذات نقاط الاتصال بطيئة الحركة. بالرغم من ادائه الجيد في بعض التطبيقات، الا انه لم يكن بالمستوى المطلوب في بعض النماذج وخصوصا في الشبكات العالية الكثافة او الشبكات ذات الاجهزة السريعة الحركة. مؤخرا، ظهرت العديد من البروتوكولات التي تطرح تعديلات على

البروتوكول DSDV لتحسين ادائه، لكن هذه التحسينات كانت على حساب عوامل ومعايير اخرى.

في هذه الاطروحة قمنا باجراء عدد من التعديلات على البروتوكول DSDV لتحسين ادائه مع تجنب ان تؤثر هذه التعديلات على معايير اخرى كما هو الحال في البروتوكولات اللاحقة للبروتوكول DSDV. لتقييم اداء البروتوكول المقترح ومقارنة ادائه مع البروتوكولات السابقة اعتمدنا عددا من المعايير التي تستخدم عادة لتقييم اداء الشبكات اللاسلكية، المعايير هي: الانتاجية، نسبة توصيل البيانات، زمن التأخير وعبء التوجيه.

احد اهم التعديلات التي قمنا باجرائها هو اضافة حقلين جديدين على رسائل التوجيه في البروتوكول DSDV، حيث يستخدم احد هذه الحقول لتحديد نوع الرسالة (بيانات توجيه و طلب توجيه) والحقل الثاني يستخدم لارسال سرعة حركة نقاط الاتصال، حيث ستستخدم هذه البيانات للحكم على عمر الرابط بين الاجهزة و مدة الاحتفاظ بالبيانات.

لقد قمنا باختبار عدد من السيناريوهات باستخدام برنامج المحاكاة NS3 لتقييم المنهجية الجديدة ومقارنتها مع البروتوكول DSDV والبروتوكولات اللاحقة له اعتماداً على المعايير الالفة الذكر. حيث اظهر البروتوكول المعدل تحسنا ملحوظا في كل السيناريوهات ووفقا لكل المعايير باستثناء معايير (زمن التأخير) الذي لم يظهر تحسنا في جميع السيناريوهات. حيث كانت نسبة تسليم البيانات و الانتاجية للبروتوكول المعدل اعلى بمقدار 20% في بعض السيناريوهات، وفي اسوا الاحوال كانت نسبة التحسين 2%. اما بالنسبة لعبء التوجيه فان البروتوكول المعدل اظهر تحسنا يصل الى 4% في السيناريوهات التي تقل فيها السرعة عن 25 متر/ثانية اما في السرعات الاكبر فان عبء التوجيه تراجع ليكون في مستوى باقي البروتوكولات.

Table of Contents

1. Chapter 1: Introduction.....	2
1.1. Introduction.....	2
1.2. Problem Statement.....	4
1.3. Hypothesis.....	4
1.4. Our Contributions.....	5
1.5. Thesis Structure.....	7
2. Chapter 2: Background.....	9
2.1. Introduction.....	9
2.2. Characteristics of MANETs.....	10
2.3. MANET Applications.....	12
2.4. MANET Challenges.....	13
2.5. Routing Protocols.....	14
2.6. Routing Challenges in MANET.....	15
2.7. Classification of Ad Hoc Routing Protocols.....	16
2.7.1. Classification of routing protocols Based on the use of temporal information for routing.....	16
2.7.2. Classification of routing protocols Based on the routing topology.....	18
2.7.3. Classification of Routing Protocols based on the Utilization of Specific Resources.....	19
2.7.4. Classification of Routing Protocols based on the Routing Information Update Routing Mechanism.....	20
2.8. Common Routing Protocols.....	21
2.8.1. Distance Sequence Distance Vector (DSDV).....	21
2.8.2. Fisheye State Routing Protocol (FSR).....	22
2.8.3. Optimized Link State Routing Protocol (OLSR).....	23
2.8.4. Dynamic Source Routing Protocol (DSR).....	25
2.8.5. Ad-Hoc On-Demand Distance Vector Protocol (AODV).....	28
2.8.6. Zone Routing Protocol (ZRP).....	31
3. Chapter 3: Related Work.....	9
3.1. Introduction.....	9
3.2. Highly Dynamic Destination Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV).....	9
3.3. A Proactive Routing Protocol for Multi-Channel Wireless Ad-hoc Networks (DSDV-MC).....	12
3.4. An Efficient DSDV Routing Protocol (EFF-DSDV).....	13
3.5. Randomized DSDV(R-DSDV).....	13
3.6. Efficient DSDV Routing Protocol (E-DSDV).....	14
3.7. Adapting to Route-demand and Mobility DSDV (ARM-DSDV).....	14
3.8. Improved DSDV (I-DSDV).....	15
3.9. Optimized VANET DSDV.....	16
4. Chapter 4: Methodology.....	44

4.1. Discussion.....	45
4.2. Mathematical Model to Estimate the Path Duration of Ad Hoc networks.....	51
4.2.1. Assumptions.....	54
4.2.2. Probability Density Function of Relative Velocity.....	54
4.2.3. Probability Density Function of Distance.....	58
4.2.4. Estimation the number of hops from source to destination.....	60
4.2.5. Probability Density Function of Link Duration.....	62
4.2.6. Probability Density Function of Path Duration.....	63
4.2.7. DSDV Path Duration.....	64
4.2.8. The New DSDV Path Duration.....	65
4.2.9. Performance Analysis.....	66
5. Chapter 5: Simulation Results and Analysis.....	70
5.1. Main Simulation Objects.....	71
5.2. Network Tracing.....	72
5.3. NS3 Visualizer.....	73
5.4. Performance Evaluation.....	73
5.5. Simulation Setup.....	74
5.6. Dense vs. Sparse MANETs.....	75
5.7. Continuous vs. Discrete Mobility MANETs.....	80
5.8. Low vs. High Mobility MANETs.....	84
6. Conclusions and Future Work.....	90
References.....	92

List of Tables

Table 3.1: Routing table contents of node A.....	10
Table 4.1: Mathematical model parameters.....	67
Table 5.1: Simulation parameters and their values.....	75

List of Figures

Figure 2.1: Node A acts as a router for the nodes B and C.....	10
Figure 2.2: Classification of routing protocols based on the use of temporal information for routing[26].....	17
Figure 2.3: Classification of routing protocols based on the routing topology[26].....	18
Figure 2.4: Classification of routing protocols based on the utilization of specific Resources[26].....	19
Figure 2.5: Classification of routing protocols based on the routing information update routing mechanism[26].....	21
Figure 2.6: Fisheye routing protocol scoping example.....	23
Figure 2.7: OLSR selects the lowest number of one hop neighbor to reach the greatest number of two hops neighbors.....	25
Figure 2.8: An illustrative example of the DSR route's discovery process.....	27
Figure 2.9: An illustrative example of the DSR route maintenance process.....	28
Figure 2.10: An illustrative example of the AODV route request process.....	30
Figure 2.11: Node (A) zone includes all nodes within two hops from the node.....	32
Figure 3.1: The routing information exchange in the DSDV protocol.....	10
Figure 3.2: Network congestion in node B leads to the arrival of routing information over the longer path.....	12
Figure 4.1: Applying settling time to one-hop or two-hops neighbors will not guarantee a shorter route.....	45
Figure 4.2: Applying Settling time on fast-motion nodes routing information leads to lose communication link before making use of it.....	46
Figure 4.3: Reliability is improved by choosing the lowest speed nodes to pass data.....	49
Figure 4.4: Some broken links can be repaired without having to wait for the next update.....	50
Figure 4.5: The DSDV header structure: (a) the generic format, (b) the proposed header format.....	50
Figure 4.6: The velocity at which the nodes A and B diverge.....	55
Figure 4.7: The relative velocity representation by using equation of circle graph.....	56
Figure 4.8: Relative velocity cumulative function: The ratio between the shaded area and the area confined between $V(\min)$ and $V(\max)$	57
Figure 4.9: An example shows the probability of the length of the distance between two nodes and shows the paths that the node can take.....	59
Figure 4.10: Average distance between two nodes.....	61
Figure 4.11: Number of hops equals the average distance between the nodes in general and the expected distance between two nodes.....	62
Figure 4.12: Path duration depends on the least link duration between path's nodes.....	63
Figure 4.13: Comparative study using the mathematical model: Path duration vs. nodes velocity.....	67
Figure 4.14: Comparative study using the mathematical model: Path utilization vs. nodes velocity.....	68
Figure 5.1: NS3 node architecture.....	71
Figure 5.2: Performance comparative chart - packet delivery ratio vs. number of nodes...76	76
Figure 5.3: Performance comparative chart - Throughput vs. number of nodes.....	78
Figure 5.4: Performance comparative chart - end to end delay vs. number of nodes.....	79

Figure 5.5: Performance comparative chart - routing overhead vs. number of nodes.....	80
Figure 5.6: Performance comparative chart - packet delivery ratio vs. pause time.....	81
Figure 5.7: Performance comparative chart - throughput vs. pause time.....	82
Figure 5.8: Performance comparative chart - end to end delay vs. pause time.....	83
Figure 5.9: Performance comparative chart- routing overhead vs. pause time.....	84
Figure 5.10: Performance comparative chart - packet delivery ratio vs. speed.....	85
Figure 5.11: Performance comparative chart - throughput vs. speed.....	86
Figure 5.12: Performance comparative chart - end to end delay vs. speed.....	87
Figure 5.13: Performance comparative chart - routing overhead vs. speed.....	88

الملخص

شبكات الادهوك اللاسلكية المخصصة (MANETs) هي شبكات لاسلكية لا تحتاج الى بنية تحتية. يمكن لنقاط الاتصال في هذا النوع من الشبكات التحرك بحريه وتبادل وتوجيه البيانات فيما بينها اثناء تحركها دون الاعتماد على اجهزة ربط متخصصة كالموجهات او نقاط الاتصال. هذا يعني ان نقاط الاتصال تعتمد على بعضها البعض في توجيه البيانات بدلا" من اجهزة التوجيه. ففي حال كانت نقطة الاتصال تشكل حلقة وصل بين نقطتي اتصال اخريين، فانها تقوم بدور الموجه في هذه الحالة. من هنا ظهرت فكرة استخدام بروتوكولات توجيه تتلاءم مع هذا النوع من الشبكات.

البروتوكول (DSDV) هو احد اشهر بروتوكولات التوجيه في الشبكات اللاسلكية المخصصة، قام بتطويره تشارلز بيركينز وزملاؤه لحل مشكلة الحلقات المفرغة. ان استخدام هذا البروتوكول لتوجيه البيانات في الشبكات اللاسلكية المخصصة اظهر اداءا" متميزا" و خصوصا في الشبكات القليلة الكثافة وفي الشبكات ذات نقاط الاتصال بطيئة الحركة. بالرغم من ادائه الجيد في بعض التطبيقات، الا انه لم يكن بالمستوى المطلوب في بعض النماذج خصوصا في الشبكات العالية الكثافة او الشبكات ذات الاجهزة السريعة الحركة. مؤخرا، ظهرت العديد من البروتوكولات التي تطرح تعديلات على البروتوكول DSDV لتحسين ادائه، لكن هذه التحسينات كانت على حساب عوامل ومعايير اخرى.

في هذه الاطروحة قمنا باجراء عدد من التعديلات على البروتوكول DSDV لتحسين ادائه مع تجنب ان تؤثر هذه التعديلات على معايير اخرى كما هو الحال في البروتوكولات اللاحقة للبروتوكول DSDV. لتقييم اداء البروتوكول المقترح ومقارنة ادائه مع البروتوكولات السابقة اعتمدنا عددا من المعايير التي تستخدم عادة لتقييم اداء الشبكات اللاسلكية، المعايير هي: الانتاجية، نسبة توصيل البيانات، زمن التأخير وعبء التوجيه.

احد اهم التعديلات التي قمنا باجرائها هو اضافة حقلين جديدين على رسائل التوجيه في البروتوكول DSDV، حيث يستخدم احد هذه الحقول لتحديد نوع الرسالة (بيانات توجيه و طلب توجيه) والحقل الثاني يستخدم لارسال سرعة حركة نقاط الاتصال، حيث ستستخدم هذه البيانات للحكم على عمر الرابط بين الاجهزة و مدة الاحتفاظ بالبيانات.

لقد قمنا باختبار عدد من السيناريوهات باستخدام برنامج المحاكاة NS3 لتقييم المنهجية الجديدة ومقارنتها مع البروتوكول DSDV والبروتوكولات اللاحقة له اعتماداً على المعايير الالفة الذكر. حيث اظهر البروتوكول المعدل تحسناً ملحوظاً في كل السيناريوهات ووفقاً لكل المعايير باستثناء معايير (زمن التأخير) الذي لم يظهر تحسناً في جميع السيناريوهات. حيث كانت نسبة تسليم البيانات و الانتاجية للبروتوكول المعدل اعلى بمقدار 20% في بعض السيناريوهات، وفي اسوا الاحوال كانت نسبة التحسين 2%. اما بالنسبة لعبء التوجيه فان البروتوكول المعدل اظهر تحسناً يصل الى 4% في السيناريوهات التي تقل فيها السرعة عن 25 متر/ثانية اما في السرعات الاكبر فان عبء التوجيه تراجع ليكون في مستوى باقي البروتوكولات.