การพัฒนาแอปพถิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อ ควบคุมการกระจายแทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ใม่ รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็น

Implementation of SDN Application and Controller for User-defined Traffic Distribution in Traditional (Non-SDN) Networks.

โดย
พงศ์พณิช อรัญรัตน์โสภณ
Pongpanit Aranratsopon
ภูริณัฐ จิตมนัส
Purinut Jitmanas

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2564

การพัฒนาแอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อควบคุม การกระจายแทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่รองรับ มาตรฐานเอสดีเอ็น

Implementation of SDN Application and Controller for User-defined Traffic Distribution in Traditional (Non-SDN) Networks.

โดย พงศ์พณิช อรัญรัตน์โสภณ ภูริณัฐ จิตมนัส

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2564

Implementation of SDN Application and Controller for User-defined Traffic Distribution in Traditional (Non-SDN) Networks.

PONGPANIT ARANRATSOPON PURINUT JITMANAS

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM
IN INFORMATION TECHNOLOGY FACULTY OF INFORMATION
TECHNOLOGY KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG 1/2021

COPYRIGHT 2021

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABAN

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2564 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง	การพัฒนาแอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อควบคุม
	การกระจายทราฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่รองรับ
	มาตรฐานเอสดีเอ็น

Implementation of SDN Application and Controller for User-defined Traffic Distribution in Traditional (Non-SDN) Networks.

ผู้จัดทำ

นายพงศ์พณิช อรัญรัตน์โสภณ รหัสนักศึกษา 61070124
 นายภูริณัฐ จิตมนัส รหัสนักศึกษา 61070171

•••••	อาจารย์ที่ปรึกษา
()

ใบรับรองโครงงาน(Project)

เรื่อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อควบคุมการกระจาย แทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็น Implementation of SDN Application and Controller for User-defined Traffic Distribution in Traditional (Non-SDN) Networks.

นายพงศ์พณิช อรัญรัตน์โสภณ รหัสนักศึกษา 61070124 นายภูริณัฐ จิตมนัส รหัสนักศึกษา 61070171

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา โครงงาน หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

 (นายพงศ์พ	ณิช	อรัเ		น์โล	 'ภณ))
			•••••		• • • • • • •	
	(นา	ยฏริ	็ณัฐ	จิตเ	เนัส))

หัวข้อโครงงาน การพัฒนาแอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อ

ควบคุมการกระจายแทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่

รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็น

นักศึกษา นายพงศ์พณิช อรัญรัตน์โสภณ รหัสนักศึกษา 61070124

นายภูริณัฐ จิตมนัส รหัสนักศึกษา 61070171

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2564

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คร. สุเมธ ประภาวัต

บทคัดย่อ

สถาปัตยกรรมที่ใช้ในการบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายแบบรวมศูนย์ หรือ สถาปัตยกรรม แบบ Software Defined Network (SDN) ในปัจจุบันไม่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายแบบ คั้งเดิม (Legacy Network Device) ซึ่งไม่รองรับการทำงานตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นได้ ในการ พัฒนาครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดี เอ็นที่สามารถจัดการควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายแบบคั้งเดิมได้ รวมถึงพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้งานระบบ ควบคุมเครือข่ายนี้ในการบริหารจัดการแทรฟฟิกในระบบเครือข่าย

Project Title Implementation of SDN Application and Controller for User-

defined Traffic Distribution in Traditional (Non-SDN) Networks.

Student Mr. PONGPANIT ARANRATSOPON Student ID 61070124

Mr. PURINUT JITMANAS Student ID 61070171

Degree Bachelor of Science

Program Information Technology

Academic Year 2021

Advisor Asst. Prof. Dr. SUMET PRABHAVAT

ABSTRACT

Legacy network devices are not compatible with modern Software-Defined Network Architecture (SDN) software that is used to manage, control, and monitor network systems. In this project, the team will develop a controller within the SDN architecture that is able to manage and control legacy network devices. In addition, develop a network traffic distribution app that is coordinated with the controller.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำของ ผู้ช่วยศาสตร์ ดร. สุเมธ ประภาวัต ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตรวจสอบและ แก้ไขร่างปริญญานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้เขียนจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

> พงศ์พณิช อรัญรัตน์โสภณ ภูริณัฐ จิตมนัส

สารบัญ

9	,
หน	1

บทกัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการคำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาคว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 Software Defined Network (SDN)	3
2.1.1 Application Layer	3
2.1.2 Control Layer	4
2.1.3 Infrastructure Layer	4
2.2 การกระจายการรับส่งข้อมูลเครื่อข่ายและการเลือกเส้นทาง	4
2.2.1 Policy-Based Routing (PBR)	5
2.3 การสำรวจเก็บข้อมูลเครือข่าย	6
2.3.1 Simple Network Management Protocol (SNMP)	
2.3.2 NetFlow	6

สารบัญ (ต่อ)

2.3.3 Cisco Discovery Protocol (CDP)	6
2.4 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา	7
2.4.1 Python	7
2.4.2 MongoDB	7
แนวคิดและการดำเนินงาน	9
3.1 ขั้นตอนการคำเนินงาน	9
3.2 วิเคราะห์ระบบต้นแบบ	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 โครงสร้างระบบตั้นแบบ	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 ติดตั้ง Environment และ Topology สำหรับการทดลอง	
3.2.3 ขั้นตอนการติดตั้งใช้งานระบบต้นแบบ	Error! Bookmark not defined.
3.2.4 ขั้นตอนการวางแผนปรับปรุงระบบต้นแบบ	Error! Bookmark not defined.
ผลการดำเนินการ	21
4.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของระบบใหม่ที่ออกแบบ	21
4.2 แก้ไขกระบวนการตั้งค่าอุปกรณ์เครื่อข่ายเบื้องต้น (Initialize)	Error! Bookmark not defined.
4.3 แก้ไขกระบวนการเพิ่มอุปกรณ์เข้าสู่ระบบ	Error! Bookmark not defined.
4.4 ปรับปรุงรูปแบบการเก็บข้อมูล เพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาใช้เ	พัฒนาต่อ Error! Bookmark not
defined.	
4.5 ปรับปรุงกระบวนการตั้งค่า Policy Based Routing ผ่าน API ให้ร มากขึ้น	
4.6 พัฒนา API สำหรับเรียกข้อมูลเพื่อใช้แสดงผลในหน้าแอปพลิเคร	ชันที่จะพัฒนาในอนาคฅError!
Bookmark not defined.	
บทสรุป	33
5.1 สรุปผลโครงงาน	33
5.2 ปัญหาในการทำโครงงานและสรุปผล	33

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ	34
บรรณานุกรม	35

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

รูปที่ 3.1 โครงสร้างระบบต้นแบบ Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 3.2 Topology ที่ใช้ในการทคลอง Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.4 VM ที่ทำหน้าที่เป็น GNS3 Server Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 3.5 หน้าเว็บ VMware ESXI ที่ติดตั้งตัวควบคุมและ GNS3 ServerError! Bookmark not
defined.
รูปที่ 4.1 องค์ประกอบของระบบใหม่ Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.2 ผังขั้นตอนการตั้งค่าอุปกรณ?เครือข่ายแบบเดิม Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.3 ผังขั้นตอนการตั้งค่าอุปกรณ์เครื่อข่ายแบบใหม่ Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.4 ผังขั้นตอนการเพิ่มอุปกรณ์เครื่อข่ายเข้าสู่ระบบแบบเดิม Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.5 ผังขั้นตอนการเพิ่มอุปกรณ์เครื่อข่ายเข้าสู่ระบบแบบใหม่ Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.6 เพิ่มการเก็บค่า Serial Number Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.7 เพิ่มการเก็บค่า Mbit per second Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.8 เพิ่มการเก็บค่า Policy Aging Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.9 เพิ่มการเก็บค่า running_flows เพื่อดู flow ที่วิ่งอยู่ในแต่ละ linkError! Bookmark not
defined.
รูปที่ 4.10 สามารถตั้งค่า Policy โดยใช้ Source/Destination IP ตามต้องการError! Bookmark not
defined.
รูปที่ 4.11 เมื่อเวลาผ่านไปตามที่กำหนดจะลบ Policy ที่หมดเวลาออก. Error! Bookmark not defined.
รูปที่ 4.12 API สำหรับสร้างกราฟในเว็บแอปพลิเคชัน Error! Bookmark not defined.

บทที่ 1

บทน้ำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายมีการเดิบโต และมีการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากทำให้ ข้อมูลต่างๆ ในระบบเครือข่ายมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ส่งผลให้เกิดปัญหาความคับคั่ง ของการจราจรเครือข่าย (เน็ตเวิร์กแทรฟฟิก) ในบางเส้นทางได้ การจัดการแทรฟฟิกจึงมี ความสำคัญที่ทำให้ระบบเครือข่ายสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สถาปัตยกรรมแบบ เอสดีเอ็นถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อช่วยบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายที่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ ตามสถาปัตยกรรมดังกล่าวสามารถใช้ได้กับอุปกรณ์เครือข่ายที่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็น เท่านั้น

แอปพลิเคชันและคอนโทรลเลอร์ตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นระบบนี้ เป็นระบบ
ที่พัฒนาขึ้นเพื่อที่จะช่วยให้อุปกรณ์เครือข่ายแบบคั้งเดิมสามารถบริหารจัดการเก็บข้อมูลต่างๆ
ของระบบเครือข่ายแสดงผลให้ผู้ใช้งานเข้าใจง่าย และสามารถตั้งค่าจัดการแทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้
ต้องการได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อศึกษาและพัฒนาเอสดีเอ็นคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายที่ไม่รองรับ การทำงานตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็นได้
- 2. เพื่อศึกษาแอปพลิเคชันสำหรับจัดการอุปกรณ์เครือข่ายที่ ไม่รองรับการทำงานตาม สถาปัตยกรรมเอสดีเอ็นผ่านเอสดีเอ็นคอน โทรลเลอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น
- 3. เพื่อศึกษาแนวทางและพัฒนากลไกการกระจายแทรฟฟิกบนเครือข่ายตามที่ผู้ใช้ กำหนดผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน
- 4. เพื่อศึกษาวิธีการทคสอบและประเมินเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการ กระจายแทรฟฟิกของระบบจัดการที่พัฒนาขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

พัฒนาระบบจัดการเครือข่ายสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็นเท่าที่ สามารถหาได้จากการที่คณะจัดสรรให้ เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นให้ทำงานตาม นโยบายที่กำหนดผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่เป็นเว็บแอปพลิเคชันได้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

- 1. ประเมินทรัพยากรและเครื่องมือที่มีในการสร้างสถาปัตยกรรมระบบการจัดการเครือข่าย
- 2. ดำเนินการปรับปรุงระบบเพื่อให้พร้อมต่อการพัฒนาต่อยอด
- สึกษาเทคโนโลยีและแนวทางการพัฒนาระบบกระจายแทรฟฟิกในระบบเครือข่าย
- 4. ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบจัดการเครือข่ายใหม่
- 5. คำเนินการพัฒนาระบบกระจายแทรฟฟิกในระบบเครือข่ายและผสานเข้ากับระบบจัดการ เครือข่าย
- 6. ทคสอบการใช้งานและสรุปผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบจัดการเครือข่ายตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมอนิเตอร์ และการกระจายแทรฟฟิกบนเครือข่ายได้ตามที่กำหนด แม้ว่าอุปกรณ์ในเครือข่ายนั้นจะไม่ รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็นก็ตาม

บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ผู้จัดทำได้มีการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดทำโดยมี รายละเอียดดังนี้

2.1 Software Defined Network (SDN)

Software Defined Network (เอสดีเอ็น) เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการบริหาร จัดการเครือข่ายโดยปรับปรุงการบริหารจัดการเครือข่ายแบบเดิมให้มีการรวมศูนย์ ลดความ ซับซ้อนของระบบทำให้ง่ายแก่การจัดการ ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถบริหารจัดการระบบ เครือข่ายผ่านคอนโทรลเลอร์โดยไม่ต้องเข้าไปจัดการกับอุปกรณ์เครือข่ายอื่นๆ โดยตรง ระบบ เครือข่ายแบบคั้งเดิมการควบคุมแทรฟฟิกจะขึ้นอยู่กับตารางเส้นทางที่ถูกตั้งค่าไว้ตามอุปกรณ์ เครือข่ายในแต่ละเครื่อง ในสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นจะแยกการควบคุม และการส่งข้อมูล ออกจากกันทำให้สามารถรู้สถานะของระบบเครือข่ายจากคอนโทรลเลอร์และสามารถควบคุม ระบบเครือข่ายทั้งหมดผ่านทางคอนโทรลเลอร์เพียงอย่างเดียวโดยสถาปัตยกรรมแบบเอสดี เอ็นได้แบ่งลำดับชั้นการทำงานเป็น 3 ลำดับชั้นโดยสื่อสารผ่าน Application Programming Interfaces หรือ API ดังนี้ [1]

2.1.1 Application Layer

ชั้นแอปพลิเคชัน เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานทำหน้าที่รับส่งข้อมูลคำสั่งตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน เช่น การ ทำโหลดบาลานซ์ ระบบตรวจจับสิ่งแปลกปลอม เป็นต้น โดยจะใช้โปรแกรมติดต่อกับชั้น ควบคุมเพื่อที่จะจัดการให้บรรลุวัตถุประสงค์การทำงานตามที่ผู้ใช้ต้องการ

2.1.2 Control Layer

ชั้นควบคุม เป็นส่วนควบคุมทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่าง แอปพลิเคชันและอุปกรณ์ เครือข่ายทำหน้าที่ส่งคำสั่งควบคุมการทำงาน จัดเก็บค่าสถานะเครือข่ายเปรียบได้กับสมอง ของเอสดีเอ็น โดยจะติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านชั้นแอปพลิเคชันโดยใช้ Northbound API และ ติดต่ออุปกรณ์เครือข่ายโดยใช้ Southbound API [2]

Northbound API อินเตอร์เฟสเหนือ ช่วยให้ชั้นควบคุมสามารถติดต่อกับลำดับชั้นบน หรือส่วนของแอปพลิเคชันได้

Southbound API อินเตอร์เฟสใต้ ช่วยให้ชั้นควบคุมสามารถติดต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย อื่นๆ ในระดับล่าง ในเอสดีเอ็น คือ โปรโตคอล Netmiko

2.1.3 Infrastructure Layer

ชั้นโครงสร้างประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานของระบบใช้ใน การรับ ส่งข้อมูล โดยอุปกรณ์เหล่านี้ในสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็นจะมีหน้าที่ส่งข้อมูลไปให้ ชั้นควบคุมและทำหน้าที่ตามที่ส่วนควบคุมกำหนด

2.2 Traffic Engineering

วิศวกรรมจราจร คือ วิศวกรรมแขนงหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบ การ ควบคุม บริหารจัดการระบบการจราจรของถนน เพื่อให้ได้มาซึ่งความสะดวก รวดเร็ว และ ประหยัดเวลาในการขนส่งผู้โดยสาร โดยในที่นี้จะเป็นการออกแบบ ควบคุมการรับส่งข้อมูลหรือ แทรฟฟิกในระบบเครือข่าย เพื่อให้การรับส่งข้อมูลในระบบสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพตาม แผนที่ได้วางเอาไว้

2.2.1 Network Condition Based Traffic Distribution

การกระจายการจราจร เป็นการปรับเปลี่ยนเส้นทางของแทรฟฟิกในระบบ จุดประสงค์เพื่อลด ความคับกั่งของเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นให้มีปริมาณแทรฟฟิกลดลง ทำให้การรับส่งข้อมูล สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2.2 Routing

2.2.2.1 Longest Prefix Match

เป็นวิธีการส่งข้อมูล โดยอาศัยข้อมูลจากตารางเส้นทาง (Routing Table) ด้วยความ ที่ตารางเส้นทางประกอบด้วยเครือข่ายย่อยเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีตัวเลือกที่ สามารถส่งข้อมูล ได้หลายรายการ โดยจะเลือกรายการที่มีค่าตรงกันมากที่สุด ก็คือ รายการที่มี Prefix ตรงกันยาวที่สุด

2.2.2.2 Policy-Based Routing (PBR)

เป็นวิธีการส่งข้อมูล โดยอาศัยข้อมูลจากนโยบายหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่ง สามารถกำหนดได้ผ่านตัวแปรต่างๆ เช่น ไอพีต้นทาง ไอพีปลายทาง พอร์ตต้นทาง พอร์ตต้นทาง พอร์ตปลายทาง หรือเกณฑ์อื่นๆ แล้วแต่ผู้ใช้กำหนด การส่งข้อมูลแบบพีบีอาร์ช่วยให้ การส่งข้อมูลเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและยืดหยุ่น จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการ กระจาย แทรฟฟิกเพื่อให้ใช้เส้นทางในการรับส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4]

2.3 การสำรวจเก็บข้อมูลเครือข่าย

2.3.1 Simple Network Management Protocol (SNMP)

เอสเอ็นเอ็มพีจัดอยู่ในลำดับชั้นแอปพลิเคชันของ โอเอสไอโมเคล เป็นโปรโตคอล สำหรับตรวจสอบและบริหารจัดการอุปกรณ์เครื่อข่ายประเภท Local Area Network (LAN) หรือ Wide Area Network (WAN) เอสเอ็นเอ็มพีจะจัดเก็บข้อมูลและจัดการโดย Management Information Base หรือ MIB ซึ่งเป็นฐานข้อมูลสำหรับจัดการอุปกรณ์ โดย การจัดเก็บจะประกอบไปด้วย Object ID (OID) โดยเป็นชื่อเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ของ อุปกรณ์แต่ละตัว และถูกจัดเรียงในรูปแบบของแผนภาพต้นไม้ [5]

2.3.2 NetFlow

NetFlow เป็นเทคโนโลยีที่อยู่ในอุปกรณ์เครือข่ายรวมถึง Cisco IOS เป็นเครื่องมือ สำหรับใช้ในการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลและเก็บสถิติข้อมูลในเครือข่ายเหล่านั้น ผู้ดูแล ระบบสามารถใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการวิเคราะห์ นำไปสู่การพัฒนาระบบเครือข่ายให้มี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [6]

2.3.3 Cisco Discovery Protocol (CDP)

CDP เป็นโปร โตคอลของ Cisco เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้อุปกรณ์เครือข่ายสามารถ แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย cisco ที่อยู่ติดกัน ทำให้สามารถเก็บข้อมูล สถานะของของอุปกรณ์เครือข่ายได้ [7]

2.3.4 Secure Shell (SSH)

Secure Shell เป็นโปรโตคอลที่ออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กอมพิวเตอร์ เน็ตเวิร์กเราเตอร์ เน็ตเวิร์กสวิตช์ เป็นต้น โดยจะมีการเข้ารหัสข้อมูลใน ระหว่างการสื่อสารทำให้การเชื่อมต่อมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ในโครงงานจะใช้ SSH สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์กับตัวควบคุมเพื่อเปิดช่องทางตั้งค่าอุปกรณ์

2.4 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา

2.4.1 Python

ไพทอนเป็นภาษาโปรแกรมมิ่งระดับสูง มีไวยกากรณ์คำสั่งพื้นฐานที่เข้าใจและใช้งาน ง่าย รองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) หรือการเขีย โปรแกรมเชิงฟังก์ชัน (Functional Programming)

ไพทอนสามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Linux, Unix, Windows เป็น ต้นอีกทั้งยังเป็นโอเพนซอร์สที่เข้าถึงได้ง่าย ทำให้มีไลบรารีให้ใช้อยู่เป็นจำนวนมากเพิ่ม ความสะควกสบายในการทำงานที่หลากหลาย [8]

2.4.2 MongoDB

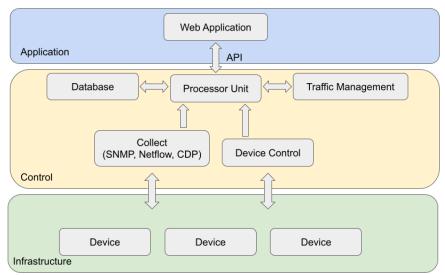
มอนโกคีบี เป็นฐานข้อมูลแบบ open-source document ประเภทหนึ่งโดยเป็น ฐานข้อมูลแบบ NoSQL มีจุดเด่นที่ทำงานได้ไว เหมาะกับฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และไม่ ซับซ้อน การเก็บข้อมูลจะเก็บคีย์ และข้อมูลเอาไว้โดยต้องมีคีย์หลักที่เป็นเอกลักษณ์เป็น หน่วยพื้นฐานของข้อมูล เนื่องจากมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ BSON (Binary JSON) ซึ่ง มีรูปแบบคล้าย JSON (JavaScript Object Notation) แต่เก็บข้อมูลได้หลากหลายกว่า แต่ การเชื่อมตารางไปยังฐานข้อมูลอื่นๆ ทำไปได้ยาก [9]

2.4.4 Netmiko

เน็ตมิโกะ เป็น SSH Python ใดบรารีที่ช่วยให้กระบวนการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย ผ่าน Secure Shell ทำได้ง่ายขึ้น ในที่นี้จะใช้เน็ตมิโกะสำหรับส่งคำสั่งการตั้งค่าอุปกรณ์ เครือข่ายตามที่ตัวควบคุมของ SDN ต้องการ

2.5 ระบบตัวควบคุมต้นแบบ

โครงงานนี้ได้นำระบบต้นแบบซึ่งออกแบบตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็น ทำหน้าที่เป็นตัว ควบคุม เชื่อมต่อและเก็บข้อมูลอุปกรณ์เครือข่ายลงฐานข้อมูล พร้อมจัดเตรียมระบบ API สำหรับผู้ใช้ ให้สามารถดึงข้อมูลที่ระบบบันทึกในฐานข้อมูลนำมาใช้งานต่อได้อย่างสะดวก



รูปที่ x องค์ประกอบภาพรวมระบบต้นแบบ

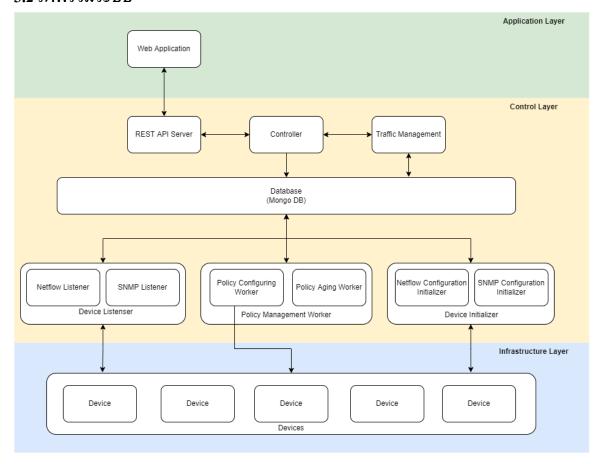
บทที่ 3

แนวคิดและการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1. ศึกษาโครงสร้างและการจัดการระบบเครื่อข่ายตามสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็น
- 2. ติดตั้งเซิร์ฟเวอร์และจัดหาอุปกรณ์สำหรับการทดลอง
- 3. ศึกษา ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับจัดการอุปกรณ์เครือข่ายที่ไม่รองรับการทำงานตาม สถาปัตยกรรมเอสดีเอ็นผ่านเอสดีเอ็นคอนโทรลเลอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น
- 4. ศึกษาแนวคิดวิธีการสำรวจจัดเก็บข้อมูลเครือข่าย
- 5. ศึกษาแนวทางกลใกการกระจายแทรฟฟิกบนเครือข่ายตามที่ผู้ใช้กำหนดผ่านทางส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้งาน
- 6. ปรับปรุงการทำงานของระบบต้นแบบเพื่อเตรียมพร้อมในการนำมาใช้พัฒนาใหม่
- 7. พัฒนากลใกการกระจายแทรฟฟิก
- 8. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผล
- 9. ทคสอบการใช้งานและสรุปผล

3.2 ภาพรวมระบบ



รูปที่ x องค์ประกอบภาพรวมของระบบ

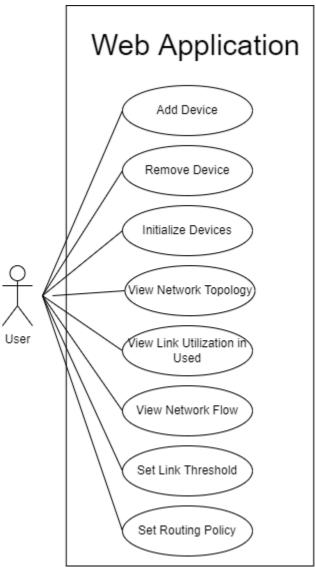
ระบบประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครื่อง่ายที่เชื่อมต่อเข้ากับตัวควบคุม ซึ่งตัวควบคุมจำเป็นต้อง สามารถ SSH ไปยังอุปกรณ์สำหรับส่งคำสั่งตั้งค่า เพื่อเปิดใช้งาน SNMP และ NetFlow สำหรับเก็บ ข้อมูลเครื่อง่าย และส่งคำสั่งตั้งค่า Policy Based Routing สำหรับการกระจายแทรฟฟิก

ข้อมูลที่เก็บมาจากอุปกรณ์เครือข่ายจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล โดยจะมีหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่ จะคึงข้อมูลจากฐานข้อมูลผ่านทาง REST API ตัวแอปพลิเคชันจะทำหน้าที่แสดงข้อมูลจากระบบ เครือข่ายให้ผู้ใช้สามารถคูและทำความเข้าใจได้ง่าย

ในโครงงานนี้ได้แบ่งระบบออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนตัวควบคุม (Controller) ส่วนแสดงผลสำหรับ ผู้ใช้งาน (Web Application) และแอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแทรฟฟิก (Traffic Distribution Application)

3.3 ส่วนแสดงผลสำหรับผู้ใช้งาน (Web Application)

เว็บไซต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้ตัวควบคุม และคูภาพรวมของ ระบบเครือข่ายได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งผู้ใช้สามารถเพิ่ม-ลบอุปกรณ์ ส่งคำสั่งให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายังตัว ควบคุม คูโทโพโลยีภาพรวมของระบบเครือข่ายซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกัน คูโฟลว์ที่วิ่ง อยู่ในสิงก์ ตั้งค่า Threshold สำหรับทำ Traffic Distribution และสามารถตั้ง Routing Policy ตามที่ผู้ใช้ ต้องการได้ หน้าเว็บถูกแบ่งออกเป็น 3 หน้าตามการใช้งานดังนี้



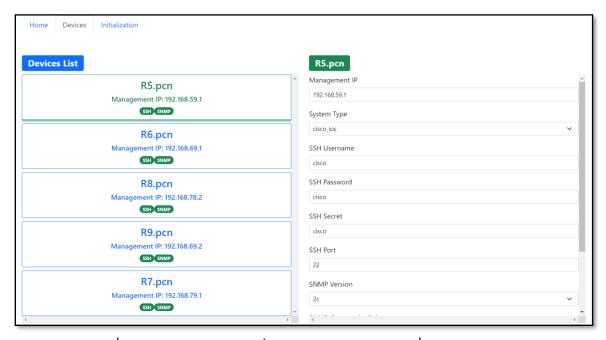
รูปที่ x Use Case Diagram ของ Web Application

3.3.1 Home

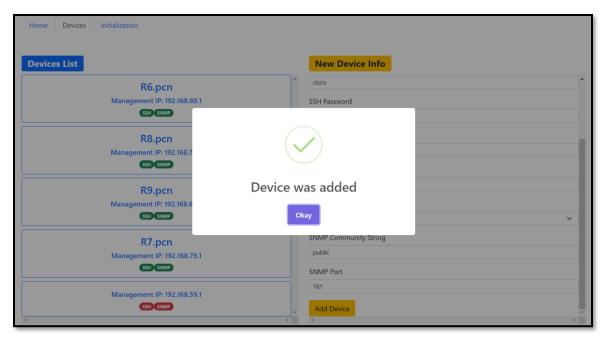
แสดงหน้าโทโพโลยีของเครือข่ายจากอุปกรณ์ในระบบ

3.3.2 Devices

ในหน้านี้ผู้ใช้สามารถดูข้อมูล Management IP อุปกรณ์ในระบบ ค่าสถานะเชื่อมต่อ SSH และการทำงานของ SNMP ของอุปกรณ์แต่ละตัวได้ ผู้ใช้สามารถ เพิ่ม ลบ อุปกรณ์ได้ใน หน้านี้ การเพิ่มอุปกรณ์เป็นการทำให้ตัวควบคุมรู้จักกับอุปกรณ์เครื่อข่ายตัวดังกล่าวเพื่อที่จะสั่ง การหรือเก็บข้อมูลเครือข่าย ผู้ใช้สามารถกรอกค่าพารามิเตอร์ประที่จำเป็นสำหรับการทำ SSH และ SNMP ลงในฟอร์มทางซ้ายมือซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูล Management IP System Type (ยี่ห้ออุปกรณ์เครือข่าย) Username/Password/Port สำหรับการเชื่อมต่อ Enable Secret และ SNMP Community String/Port เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Add Device ตัวควบคุมจะทดลองเชื่อมต่อ SSH ไปยังอุปกรณ์ ได้ หน้าเว็บจะแจ้งเตือนตามรูปที่ x และอุปกรณ์ดังกล่าวจะไม่ถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ แต่ถ้าตัว ควบคุมสามารถ SSH ไปยังอุปกรณ์ได้จะขึ้นข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ x



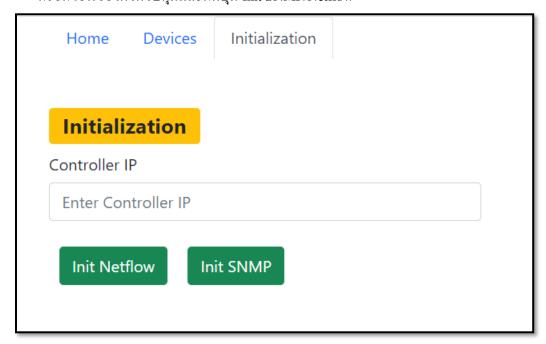
รูปที่ x หน้า Device สำหรับ เพิ่ม ลบ แก้ใจ และคูสถานะเชื่อมต่ออุปกรณ์



รูปที่ x ตัวควบคุมติดต่ออุปกรณ์ได้ และอุปกรณ์ถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ

3.3.3 Initialization

หลังจากเพิ่มอุปกรณ์เข้าสู่ระบบแล้ว ผู้ใช้จำเป็นต้องส่งคำสั่งตั้งค่า SNMP และ NetFlow ซึ่งจะเป็นการเปิดช่องทางให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลของตัวเองมายังตัวควบคุม ข้อมูล ทั้งหมดจะถูกรวบรวม บันทึกลงฐานข้อมูลและแสดงผ่านทางหน้า Home โดยผู้ใช้จำเป็นต้อง กรอกไอพีของตัวควบคุมและกดปุ่ม Init SNMP/Netflow

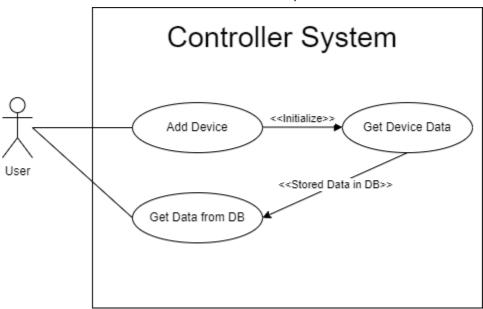


รูปที่ x หน้า Initialization สำหรับเปิดการเชื่อมต่อให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายังตัวควบคุม

3.4 ส่วนตัวควบคุม (Controller)

3.4.1 Use Case Diagram

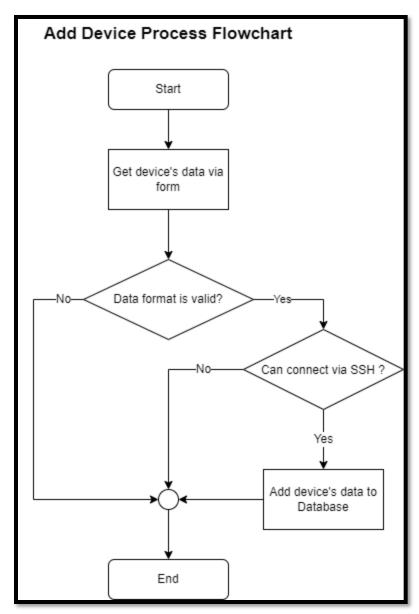
ตัวควบคุมจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายทั้งหมด โดยผู้ใช้ ต้องส่งคำสั่งเพิ่มอุปกรณ์ผ่านทางหน้าเว็บแอปพลิเคชัน หรือเอพีไอของระบบ เพื่อทำให้คัว ควบคุมพร้อมรับค่าข้อมูลต่างๆ ที่อุปกรณ์เครือข่ายส่งมา และเก็บข้อมูลที่จำเป็นลงฐานข้อมูล เพื่อให้พร้อมแก่การนำไปใช้ต่อในแอปพลิเคชันอื่นๆ ผ่านทางเอพีไอ



รูปที่ 2 Use Case Diagram ของตัวควบคุม

3.4.2 ขั้นตอนการเพิ่มอุปกรณ์

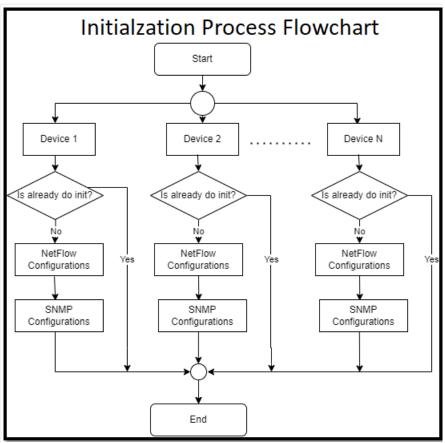
กระบวนการเพิ่มอุปกรณ์จะมีกระบวนการดังภาพที่ 3 เมื่อได้ข้อมูลอุปกรณ์จากที่ผู้ใช้ กรอกผ่านฟอร์มของเว็บแอปพลิเคชันตัวควบคุมจะทดลองเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ผ่านทาง SSH ก่อนเพื่อทดสอบว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีตัวตนอยู่จริง ถ้าสามารถติดต่อผ่าน SSH ได้จะบันทึก ข้อมูลของอุปกรณ์นั้นลงฐานข้อมูล



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานกระบวนการเพิ่มอุปกรณ์

3.4.3 ขั้นตอนการ Initialize อุปกรณ์ในระบบ

กระบวนการ Initialize จะมีกระบวนการดังภาพที่ 4 โดยตัวควบคุมจะตรวจสอบว่า อุปกรณ์แต่ละตัวมีการทำ Initialize แล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ทำตัวควบคุมจะส่งคำสั่งเปิดการใช้ งาน SNMP และ NetFlow ผ่านทาง Netmiko ให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลให้ตัวควบคุมตามถ้าทำ Initialize ไปแล้วก็ไม่มีความจำเป็นต้องส่งคำสั่งไปซ้ำ ลดความล้ำช้าของระบบ



รูปที่ 4 ขั้นตอน Initialize เพื่อให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายังตัวควบคุม

3.4.4 ฐานข้อมูล

ข้อมูลอุปกรณ์เครือข่ายที่ส่งมาให้ตัวควบคุมจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้ สามารถคึงข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ได้อย่างสะควก ในโครงงานนี้ใช้ MongoDB ซึ่งจัดเก็บข้อมูล แบบ Binary JSON ซึ่งประกอบค้วยคารางที่เก็บข้อมูลคังต่อไปนี้

1. Device

เก็บข้อมูลอุปกรณ์ทั่วไปของอุปกรณ์เครือข่ายแต่ละตัวใช้ในการสร้างกราฟเครือข่าย ประกอบไปด้วย ไอพีสำหรับจัดการ(Management IP) เลขประจำอุปกรณ์(Serial Number) รุ่นอุปกรณ์ สถานการณ์ทำงานของ SNMP/NetFlow/SSH ชื่ออุปกรณ์ ข้อมูลอินเตอร์เฟส

2. Policy Flow Routing

เก็บข้อมูลนโยบาย (Policy) จากกระบวนการทำ Traffic Distribution เพื่อเปลี่ยน เส้นทางของโฟลว์ในระบบ ประกอบไปด้วยข้อมูล ชื่อนโยบาย ไอพีต้นทาง ไอพีปลายทาง พอร์ตต้นทาง พอร์ตปลายทาง ไวลด์การ์ดต้นทาง ไวลด์การ์ดปลายทาง นโยบายที่ถูกนำไป ตั้งค่าให้อุปกรณ์ และเวลาในการลบนโยบายดังกล่าวหลังจากไม่มีโฟลว์ตามที่นโยบาย กำหนดออกจากระบบ

3. Flow Stat

เก็บข้อมูลโฟลว์ที่วิ่งอยู่ในระบบใช้ในการทำ Traffic Distribution ซึ่งประกอบไปด้วย ไอพีตันทาง ไอพีปลายทาง พอร์ตตันทาง พอร์ตปลายทาง ซับเน็ตมาสก์ตันทาง ซับเน็ต มาสก์ปลายทาง ขนาดของโฟลว์ และเวลาที่พบโฟลว์ดังกล่าวในระบบ

4. Link Utilization

เก็บข้อมูลลิงก์ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันในระบบใช้ในการสร้างกราฟเครือข่ายและทำ Traffic Distribution ประกอบด้วยข้อมูล ไอพีอินเตอร์เฟสต้นทาง ไอพีอินเตอร์เฟส ปลายทาง พอร์ตอินเตอร์เฟสต้นทาง พอร์ตอินเตอร์เฟสต้นทาง พอร์ตอินเตอร์เฟสด้นทาง พอร์ตอินเตอร์เฟสปลายทาง ปริมาณแทรฟฟิกในลิงก์ แบนค์วิคท์เปอร์เซ็นต์แบนค์วิคท์ที่ถูกใช้ ชื่อโฟลว์ที่วิ่งอยู่ในลิงก์ และ Threshold สำหรับ กระบวนการกระจายแทรฟฟิกของลิงก์นั้น

3.5 แอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแทรฟฟิก (Traffic Distribution Application)

แอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแทรฟฟิก เป็นแอพลิเคชันที่อยู่ทำงานบนตัวควบคุม ทำหน้าที่ตรวจจับลิงก์ที่มีเปอร์เซ็นต์แบนค์วิคท์สูงกว่าค่า Threshold ที่กำหนดไว้ในแต่ละลิงก์ โคยจะใช้ Policy Based Routing ในการตั้งค่าการย้ายเส้นทางใหม่ และมีฟังก์ชัน Aging Policy หากไม่มีโฟลว์ที่ตรงกับเงื่อนไขเข้ามาในระบบเข้ามาในระบบเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อที่จะคง สภาพการทำงานของเครือข่ายให้เป็นปัจจุบันที่สุด

3.5.1 Traffic Distribution

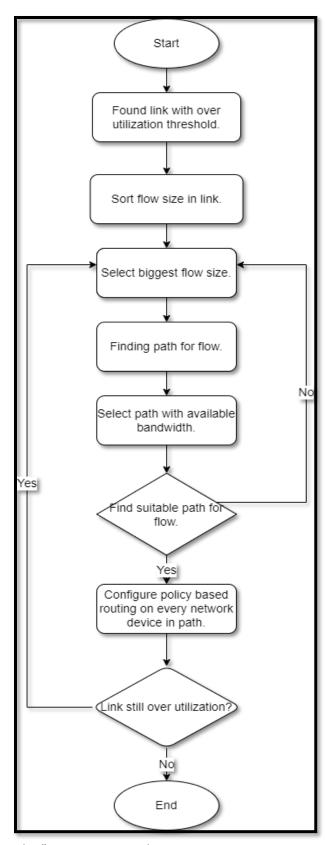
กระบวนการ Initialize จะมีกระบวนการดังภาพที่ x เมื่อพบลิงก์ที่มีการใช้งาน แบนด์วิดท์สูงกว่าค่าที่ลิงก์กำหนดไว้จะทำการตรวจสอบโฟลว์ที่อยู่ในลิงก์และเรียงลำดับ ขนาดโฟลว์เหล่านั้น เริ่มจากโฟลว์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและ ไม่ใช่โฟลว์สำหรับการส่งข้อมูล SNMP และ SSH เนื่องจากเป็นโฟลว์ที่มีความสำคัญต่อการทำงานของตัวควบคุมจึงไม่สมควร ในการปรับเปลี่ยนเส้นทางใหม่ หาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดของโฟลว์นั้น ประมาณค่า หลังจากย้ายโฟลว์ดังกล่าวแล้วจะทำให้ลิงก์ในเส้นทางใหม่มีการใช้งานแบนด์วิดท์สูงกว่าที่ กำหนดไว้หรือไม่ และเลือกใช้เส้นทางที่ที่มีค่าแบนด์วิดท์ในลิงก์น้อยที่สุด มีค่ามากที่สุดจาก ตัวเลือกเส้นทางทั้งหมดล้าไม่เจอเส้นทางตามเงื่อนไขจะเลือกโฟลว์ใหม่ที่มีขนาดรองลงมา เมื่อได้โฟลว์และเส้นทางที่จะย้ายแล้วตัวแอปพลิเคชันจะส่งกำสั่งตั้งค่า Policy Based Routing ไปยังอุปกรณ์ในเส้นทางทุกตัวเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางของโฟลว์ตามที่กำหนด หลังจากนั้นจะ ทำการตรวจสอบว่าลิงก์ดังกล่าวยังมีการใช้งานแบนด์วิดท์สูงกว่าค่าที่ลิงก์กำหนดหรือไม่ ถ้ามี จะเลือกโฟลว์ที่มีขนาดใหญ่รองลงมาเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทาง

3.5.2 Policy

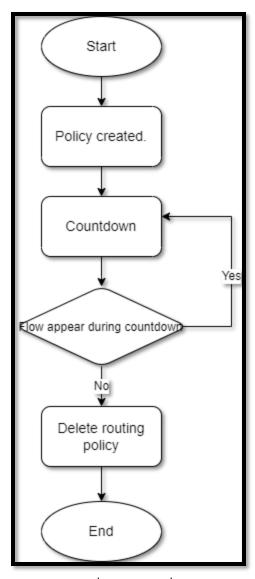
นโยบายสำหรับปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยตั้งค่าตามข้อมูลโฟลว์ และเส้นทางโฟลว์ที่มี ใอพีต้นทาง ใอพีปลายทาง พอร์ตต้นทาง และพอร์ตปลายทางเหมือนกันจะจัดเป็นโฟลว์ เดียวกันและใช้งานนโยบายที่เหมือนกัน

3.5.3 Aging Policy

กระบวนการ Aging จะมีกระบวนการดังภาพที่ x โดยมีเป้าหมาย ลบนโยบาย (Policy) ที่ไม่มีการใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่งซึ่งเป็นการคงสภาพการทำงานของเครือข่ายให้เป็นปัจจุบัน ที่สุด เมื่อมีการสร้างนโยบายสำหรับเปลี่ยนเส้นทางโฟลว์เกิดขึ้นจะมีการตรวจสอบว่ายังมี โฟลว์ที่ตรงตามเงื่อนใขในระบบหรือไม่ ถ้าไม่พบจะเริ่มจับเวลา หากโฟลว์ดังกล่าวไม่ปรากฏ จนครบเวลาระบบจะส่งคำสั่งลบนโยบายดังกล่าวออกจากอุปกรณ์



รูปที่ x ขั้นตอนการ Initialize เพื่อให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายังตัวควบคุม



รูปที่ x ขั้นตอนการทำ Aging Policy เพื่อลบนโยบายที่ โฟลว์ไม่ปรากฏเป็นระยะเวลาหนึ่ง

บทที่ 4

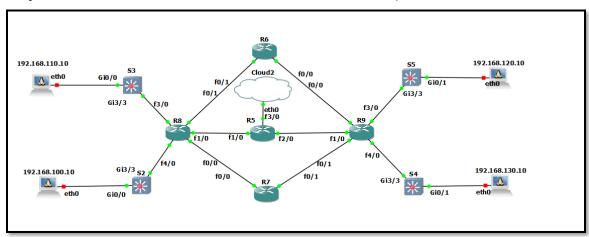
ผลการดำเนินการ

ในการทคลองนี้จะเป็นการจำลองการทำงานแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในบทที่ 3 ซึ่งประกอบ ไปด้วย เว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสคงผลเครือข่าย และแอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแทรฟฟิก ซึ่ง จะทคสอบว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงาน และแสคงผลข้อมูล ได้ถูกต้องตามความเป็นจริง โดยทคลอง สร้างเครือข่ายในเซิร์ฟเวอร์ GNS3 เชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายเหล่านั้นกับตัวควบคุม เพิ่มอุปกรณ์เข้าสู่ ระบบ เปิดช่องทางการรับข้อมูล SNMP และ NetFlow ทคลองสร้างโฟลว์เข้าสู่ระบบโดย Iperf3 และ สังเกตการแสดงผล

4.1 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลและควบคุมอุปกรณ์

4.1.1 Network Topology

อุปกรณ์เครือข่ายถูกเชื่อมต่อกันตามภาพที่ x ตั้งอยู่ในเครือข่ายวง 192.168.0.0/16 ตัวควบคุมจะ ตั้งอยู่ใน Cloud Network ซึ่งมีไอพี คือ 10.50.34.15/24 โดยมีการตั้งค่าอุปกรณ์เป็นไปตามตามรางที่ x



รูปที่ x โทโพโลยีที่ใช้ทคสอบ ตัวคอบคุมอยู่ใน Cloud Network

ตารางที่ \mathbf{X} ข้อมูลชื่ออุปกรณ์ ชื่อ-ขนาดพอร์ต และ ไอพีของอุปกรณ์เครือข่าย

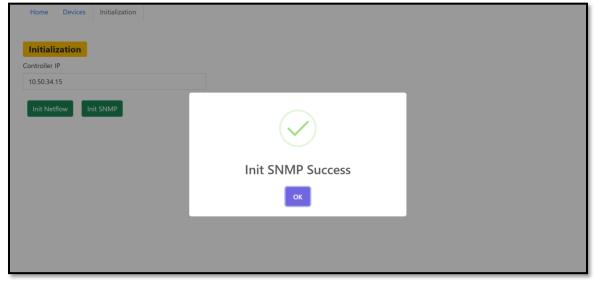
Device Name	Interface	Port Bandwidth	Network IP/Prefix
R5	F1/0	100 Kbit/sec	192.168.58.1/24
	F2/0	100 Kbit/sec	192.168.59.2/24
	F3/0	100 Kbit/sec	DHCP
R6	F0/0	10 Kbit/sec	192.168.69.1/24
	F0/1	10 Kbit/sec	192.168.68.1/24
R7	F0/0	10 Kbit/sec	192.168.78.1/24
	F0/1	10 Kbit/sec	192.168.79.1/24
R8	F0/0	10 Kbit/sec	192.168.78.2/24
	F0/1	10 Kbit/sec	192.168.68.2/24
	F1/0	100 Kbit/sec	192.168.58.2/24
	F3/0	100 Kbit/sec	192.168.110.1/24
	F4/0	100 Kbit/sec	192.168.100.1/24
R9	F0/0	10 Kbit/sec	192.168.69.2/24
	F0/1	10 Kbit/sec	192.168.79.2/24
	F1/0	100 Kbit/sec	192.168.59.2/24
	F3/0	100 Kbit/sec	192.168.120.1/24
	F4/0	100 Kbit/sec	192.168.130.1/24
Iperf-Client1	NIC		192.168.110.10/24
Iperf-Client2	NIC		192.168.100.10/24
Iperf-Server1	NIC		192.168.120.10/24
Iperf-Server2	NIC		192.168.130.10/24
Controller	NIC		10.50.34.15/24

4.1.2 Adding Device and Initialization

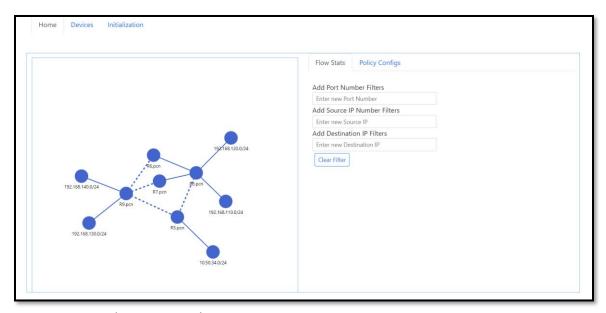
หลังจากตั้งค่าให้อุปกรณ์เครือข่ายสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์กับตัวควบคุมผ่านทาง SSH ได้แล้วจะเป็นการเพิ่มอุปกรณ์สู่ระบบเพื่อให้ตัวควบคุมรู้จักระบบเหล่านั้นและส่งข้อมูล อุปกรณ์เครือข่ายมายังตัวควบคุมเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผลหรือนำไปใช้ในแอปพลิเค ชันกระจายแทรฟฟิกต่อไป เมื่อทำการเพิ่มอุปกรณ์และเปิดช่องทางให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลมายัง ตัวควบคุมแล้วเว็บแอปพลิเคชันจะมีการแสดงข้อมูล โทโพโลยีตามภาพที่ x เมื่อผู้ใช้งานกด ลิงก์หน้าเว็บจะแสดงข้อมูล โฟลว์ ขนาดลิงก์ และเปอร์เซ็นต์การใช้งานของลิงก์ตามรูปที่ x

Home Devices Initialization	_
Devices List	New Device Info
R6.pcn Management IP: 192.168.69.1 SSSI SRMM	Management IP Enter Management IP System Type
R8.pcn Management IP: 192.168.78.2 SSH SRMP	Select System Type SSH Username Enter SSH Username
R9.pcn Management IP: 192.168.69.2 SSIJ SIMIP	SSH Password Enter SSH Password
R7.pcn Management IP: 192.168.79.1 SSH_SSHMP	SSH Secret Enter SSH Secret SSH Port
R5.pcn Management IP: 192.168.59.1 SSIB SNMP	SNMP Version Select SNMP Version

รูปที่ x ข้อมูลอุปกรณ์ในระบบและสถานะการทำงาน



รูปที่ x อุปกรณ์ตั้งค่าให้ส่งข้อมูล SNMP มายังตัวควบคุมไอพี 10.50.34.15



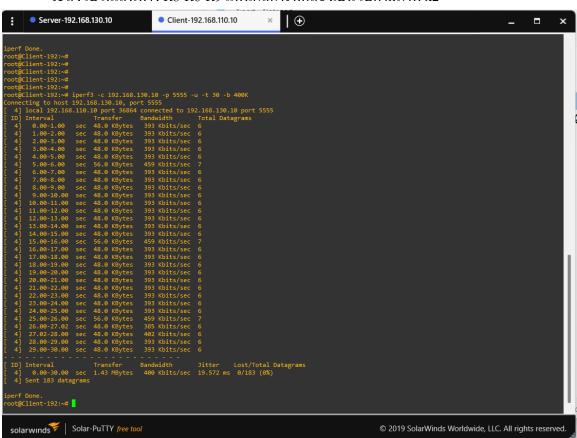
รูปที่ x อุปกรณ์ การเชื่อมต่อ การใหลของโฟลว์ และซับเน็ตแสดงออกมาได้ถูกต้อง



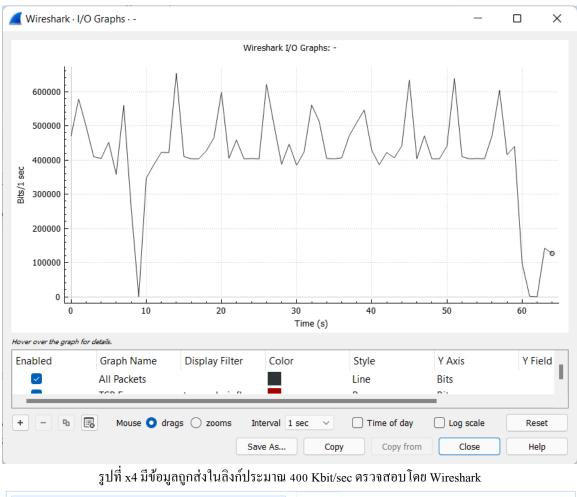
รูปที่ x ข้อมูลลิงก์ถูกแสดงบนหน้าเว็บ

4.1.3 Flow Filter and Policy Routing.

ทศลองสร้างแทรฟฟิกจากเครื่อง Iperf-Client 192.168.110/24 ไปยังเครื่อง Iperf-Server 192.168.130/24 กำหนดขนาดโฟลว์ที่ 400 Kbit/sec ตามภาพที่ x4 ตรวจสอบโดยใช้ Wireshark ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์แพ็กเก็ตมาดักจับข้อมูลแทรฟฟิกที่ผ่านลิงก์ R8-R5 พบโฟลว์ที่มีขนาด 400 Kbit/sec วิ่งอยู่ในระบบ ด้านการแสดงผลหน้าเว็บ หากมีการเลือกแสดง เฉพาะโฟลว์ที่มีใอพีต้นทางคือ 192.168.110.10 จะเป็นไปตามภาพที่ x1 โดยโฟลว์จะเคลื่อนที่ ผ่านลิงก์ R8-R5-R9 มีการใช้แบนด์วิดท์ลิงก์ประมาณ 0.46% จากแบนด์วิดท์ทั้งหมด 100 Mbit ซึ่งตรงกับค่าจาก Wiresharkหลังจากนั้นจากนั้นจะทดลองสร้างนโยบายสำหรับเปลี่ยนเส้นทาง ถ้าหากพบโฟลว์ที่มีใอพีต้นทางเป็น 192.168.110.10 และใอพีปลายทางเป็น 192.168.130.10 จะส่งไปในเส้นทาง R8-R6-R9 แทนผลการทดลองเป็นไปตามภาพ x2

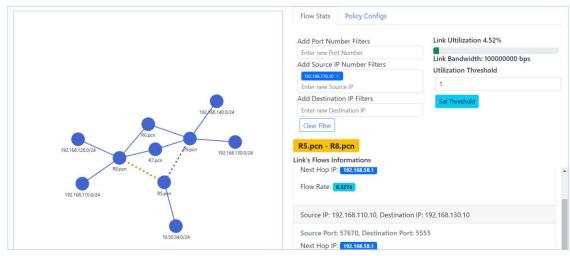


รูปที่ x4 ใช้ Iperf3 ในการสร้างแทรฟฟิก





รูปที่ x1 แสดงข้อมูลโฟลว์ที่มีใอพีต้นทาง 192.168.110.10

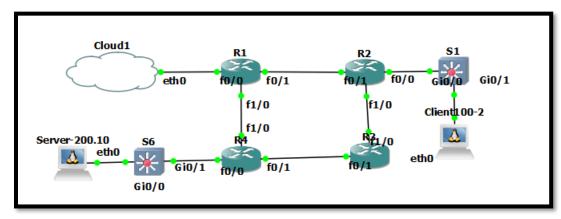


รูปที่ x2 โฟลว์ถูกเปลี่ยนเส้นทาง

4.2 แอปพลิเคชันสำหรับกระจายแทรฟฟิก

4.2.1 First Topology

ต่ออุปกรณ์เครือข่ายคังภาพที่ x ถิงก์เส้นทาง R2-R1-R4 มีขนาดเท่ากับถิงก์เส้นทาง R2-R3-R4 เราเตอร์ทั้งหมดเชื่อมต่อ โดยใช้ Routing Protocol แบบ OSPF เราเตอร์ทุกตัว สามารถเชื่อมต่อกับตัวควบคุม และติดต่อหากันได้ทุกเครือข่าย



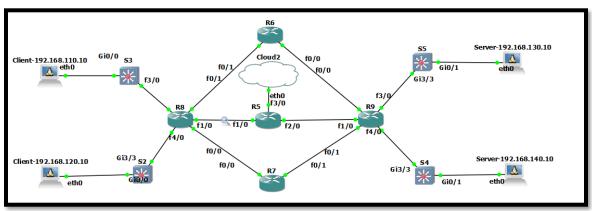
รูปที่ x2 โฟลว์ถูกเปลี่ยนเส้นทาง

ทดลองยิงโฟลว์ขนาด 500 Kbit/sec จากเครื่อง Client100-2 ไปยังเครื่อง Server-200.10 ในสถานการณ์ปกติโฟลว์จะถูกส่งในเส้นทาง xxxx ตามภาพที่ x จากนั้นจึงทำการ แก้ไขให้ถิงก์ xxx มีการใช้แบนด์วิคท์ไม่เกิด 400 Kbit ส่งผลให้กระบวนการกระจายแทรฟฟิก ทำงานโดยสร้างโนโยบายให้โฟลว์ xxx ใช้เส้นทาง xxx แทน ตามภาพที่ xx หากให้ Wireshark

ตรวจสอบถิ่งก์จะพบว่า ถิ่งก์ที่ถูกย้ายโฟลว์ออกมีการใช้แบนด์วิคท์ที่ลดลงตามภาพที่ x ตรงกัน ข้ามกับลิงก์ที่มีการรับโฟลว์เข้ามามีการใช้แบนด์วิคท์เยอะขึ้นตามภาพที่ xxx

4.2.2 Second Topology

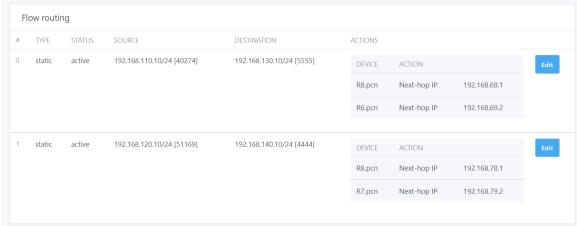
ต่ออุปกรณ์เครือข่ายดังภาพที่ x ถิงก์เส้นทาง R8-R5-R9 จะมีขนาดใหญ่ที่สุด ส่วน R8-R6-R9 และ R8-R7-R9 จะมีขนาดเท่ากัน เราเตอร์ทั้งหมดเชื่อมต่อโดยใช้ Routing Protocol แบบ OSPF เราเตอร์ทุกตัวสามารถเชื่อมต่อกับตัวควบคุม และติดต่อหากันได้ทุกเครือข่าย



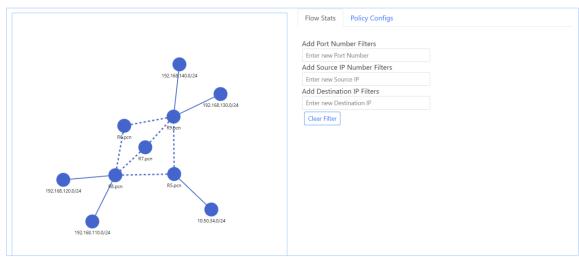
รูปที่ x2 โฟลว์ถูกเปลี่ยนเส้นทาง

ทดลองยิงโฟลว์ขนาด 1 Mbit/sec จาก Client-192.168.110.10 ไปยัง Server-192.168.110.10 และยิงโฟลว์ขนาด 1 Mbit/sec จาก Client-192.168.142.10 ไปยัง Server-192.168.140.10 ในสถานการณ์ปกติในลิงก์ R8-R5 และ R5-R9 จะมีโฟลว์ขนาดประมาณ 2Mbit/sec อยู่ตามภาพที่ x เนื่องจาก Routing Protocol OSPF มองว่าเส้นทาง R8-R5-R9 เป็น เส้นทางที่ดีที่สุด ซึ่งเราจะตั้งค่าให้ลิงก์ R8-R5 รับ Flow ได้ไม่เกิน 1Mbit ทำให้ลิงก์ดังกล่าว ต้องเกิดการกระจายแทรฟฟิกขึ้น

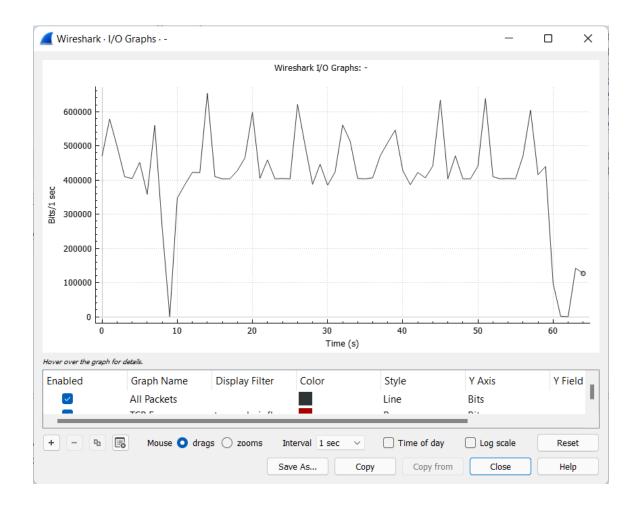
เนื่องจากถิงก์ R8-R5 ประกอบไปด้วยโฟลว์จาก Iperf 2 ตัว ตัวละ 1 Mbit/sec และ โฟลว์จากการทำ SNMP อีกเล็กน้อยทำให้โฟลว์จาก Iperf ต้องถูกย้ายไปเส้นทางอื่น จากวิธีการ เลือกเส้นทางของแอปพลิเคชันสำหรับกระจายแทรฟฟิกทำให้ระบบสร้าง นโยบายออกมา 2 นโยบายตามรูปที่ x1 ส่งผลให้เส้นทาง R8-R6-R9 และ R8-R7-R9 ถูกใช้งานขึ้นมา ตามรูปที่ x2 และข้อมูลจาก Wireshark ระหว่างลิงก์ R8-R5 R8-R6 และ R8-R7 เป็นไปตามภาพที่ xxx

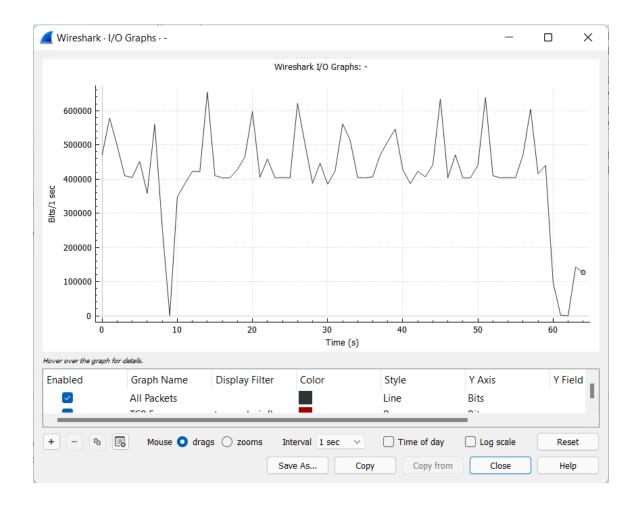


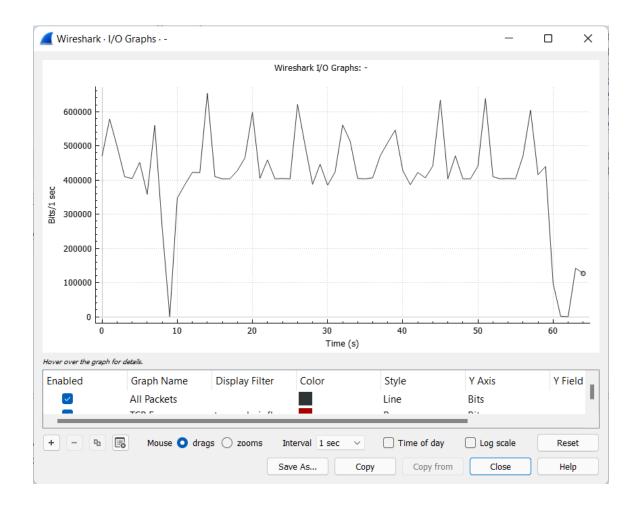
รูปที่ x1



รูปที่ x2







บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลโครงงาน

แอปพลิเคชันและตัวควบคุมตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น เพื่อควบคุมการกระจาย แทรฟฟิกแบบที่ผู้ใช้กำหนดเองได้ บนเครือข่ายที่อุปกรณ์ไม่รองรับมาตรฐานเอสดีเอ็น เป็น แอปพลิเคชันที่พัฒนาต่อยอดมาจากระบบต้นแบบ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ประกอบไป ด้วยหน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานตัวควบคุมพร้อมแสดงผลข้อมูลเครือข่าย และแอป พลิเคชันสำหรับการทำการกระจายแทรฟฟิกที่ทำงานตามเงื่อนไขเปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์ วิดท์ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้

จากการทดลองในส่วนเว็บแอปพลิเคชันพบว่าระบบสามารถจัดการอุปกรณ์เครื่อข่าย และแสดงข้อมูลโทโพโลยีออกมาได้อย่างถูกต้อง และข้อมูลโฟลว์ในระบบก็สอดคล้องกับ ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม Wireshark ในส่วนของแอปพลิเคชันสำหรับการกระจายแทรฟฟิก สามารถสร้างนโยบายสำหรับปรับเปลี่ยนเส้นทางได้ตามเงื่อนไขที่วางแผนไว้เช่นเดียวกัน

5.2 ปัญหาในการทำโครงงานและสรุปผล

- 1. ปัญหาโรคระบาดโควิด 19 ทำให้ไม่สามารถเข้าไปใช้งานทรัพยากรของทางคณะได้อย่าง อิสระ
- 2. เทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาในส่วนเว็บแอปพลิเคชัน ทางผู้จัดทำต้องใช้เวลาศึกษาเพิ่มเติมอย่าง ละเอียดทำให้ดำเนินการได้ล่าช้า
- 3. ระบบต้นแบบมีปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขในบางส่วน ทำให้ต้องแก้ไขปัญหาและ ปรับปรุงตัวควบคุมเพิ่มเติมก่อนนำมาพัฒนาต่อได้
- 4. ระบบต้นแบบมีการใช้ใลบรารีที่เก่า การพัฒนาระบบในบางส่วนจึงต้องสร้างใหม่ตั้งแต่ต้น ทั้งหมดส่งผลให้ใช้เวลานานกว่าที่ควรจะเป็น

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1. ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานจากการใช้ Netmiko ในการตั้งค่าอุปกรณ์
- 2. เพิ่มประสิทธิภาพให้เว็บแอปพลิเคชัน และตัวควบคุมรองรับการใช้งานจากผู้ใช้หลายคนใน คราวเดียว

บรรณานุกรม

- [1] Ciena. "Networking Insights What is SDN." [Online]. Available: www.ciena.com/insights/what-is/What-Is-SDN.html
- [2] Kamal Benzekki. "Software-defined networking (SDN): A survey" Security and Communication Networks, vol.1, no. 1, Febuary 2017.pp 5805-5805
- [3] Fortinet, Inc, "Network Traffic." [Online]. Available: www.fortinet.com/resources/cyberglossary/network-traffic
- [4] Juniper. "what-is-policy-based-routing" [Online]. Available: www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-policy-based-routing.html
- [5] Saixiii. "SNMP คืออะไร โปรโตรคอลสำหรับมอนิเตอร์อุปกรณ์ในระบบ"[Online]. Available: www.saixiii.com/what-is-snmp/
- [6] Solarwinds, "What is NetFlow?" [Online]. Available: www.solarwinds.com/netflow-traffic-analyzer/use-cases/what-is-netflow
- [7] Cisco. "Cisco Discovery Protocol (CDP)"[Online]. Available: www.learningnetwork.cisco.com/s/article/cisco-discovery-protocol-cdp-x
- [8] Python. "What is Python? Executive Summary" [Online]. Available: www.python.org/doc/essays/blurb/
- [9] Chai Phonbopit "MongoDB คืออะไร? + สอนวิธีใช้งานเบื้องต้น"[Online]. Available: https://devahoy.com/blog/2015/08/getting-started-with-mongodb/

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นายพงพณิช อรัญรัตน์ โสภณ

รหัสนักศึกษา 61070124

วัน เดือน ปี เกิด 10 มีนาคน 2543

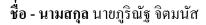
ประวัติการศึกษา

วุฒิ ม.6 ชื่อที่อยู่สถาบัน โรงเรียนเบญจมราชูทิศ

ภูมิลำเนา 148/5 หมู่ 8 ตำบล หัวไทร อำเภอ หัวไทร จังหวัด นครศรีธรรมราช

เบอร์โทร 093-6588282 Email 61070124@kmitl.ac.th

สาขาที่จบ เทคโนโลยีสารสนเทศ รุ่นที่ 16 ปีการศึกษาที่จบ 2564



รหัสนักศึกษา 61070171

วัน เดือน ปี เกิด 29 กรกฎาคม 2542

ประวัติการศึกษา

วุฒิ ม.6 ชื่อที่อยู่สถาบัน โรงเรียนเบญจมราชูทิศ

ภูมิลำเนา 44/12 หมู่ 4 ตำบล ท่างิ้ว อำเภอ เมือง จังหวัด นครศรีธรรมราช

เบอร์โทร 089-4728789 Email 610702171@kmitl.ac.th

สาขาที่จบ เทคโนโลยีสารสนเทศ รุ่นที่ 16 ปีการศึกษาที่จบ 2564



